

# «Créditos de agua», una contribución para asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en España

## «Water credits», a contribution to ensure water availability in Spain

Jordi Molist Gazapo\*

Agencia Catalana del Agua, Provença, 260, 08008 Barcelona, España.

E-mail: jrmolist@gencat.cat

\*Autor para correspondencia

Recibido: 09/02/2023

Aceptado: 14/04/2023

Publicado: 30/04/2023

**Citar como:** Molist, J. 2023. «Water credits», a contribution to ensure water availability in Spain. *Ingeniería del agua*, 27(2), 125-138. <https://doi.org/10.4995/la.2023.19239>

---

## RESUMEN

La disponibilidad de agua en España se enfrenta a grandes retos. A una situación de escasez que ya es acusada en algunas cuencas, se unen la obligación de alcanzar unos objetivos ambientales exigentes y la esperable disminución de aportaciones a causa del cambio climático. Ante estos desafíos, los instrumentos de que dispone la administración hidráulica son limitados. En este trabajo se propone un nuevo instrumento económico que actuaría como una “red de seguridad” del resto de políticas del agua. Se trata de un esquema de *línea base y crédito*, que no se ha aplicado hasta ahora a la gestión cuantitativa del agua. Consiste en una reducción progresiva, global y homogénea de todas las asignaciones de agua, acompañada de un mecanismo de flexibilidad: un mercado voluntario de compraventa de volúmenes no captados (los “créditos de agua”). Este mercado vehicularía las inversiones hacia las acciones de ahorro o generación más eficientes. Este “comercio de ahorros” sería sustancialmente distinto a un “comercio de derechos” y se diseñaría para prevenir en origen los riesgos de externalidades negativas, tanto sociales como ambientales.

**Palabras clave** | recursos hídricos; mercados de agua; disponibilidad; asignaciones; gestión sostenible del agua; coste-eficacia.

---

## ABSTRACT

Spain faces huge challenges in terms of water scarcity. Current water availability is worsened by the need to achieve ambitious environmental objectives and by the prospective shrinking of water supplies, due to climate change. Faced with these challenges, river basin authorities have limited tools. This paper proposes a new economic instrument that would work as a “safety net” for other water policies. It is a baseline-and-credit scheme that has not yet been attempted for quantitative water management. It involves an overall reduction of water allocations, coupled with a flexibility instrument: a voluntary trade market on water withdrawal reductions (the “water credits”). This market would guide investments towards the most efficient actions, whether of water saving or water resources development. This “water-savings trade” would be substantially different from a “water-rights trade” and would be designed with the aim of preventing negative externalities at its core, both social and environmental.

**Key words** | water resources; water markets; availability; water allocations; water stewardship; cost-effectiveness.

## INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua en España se enfrenta a múltiples desafíos. Por un lado, debe revertirse la sobreexplotación que sufren muchos ríos y acuíferos, a fin de alcanzar los objetivos ambientales que exige la Directiva Marco del Agua. En algunas cuencas la sobreexplotación actual puede superar el 30% del recurso sostenible (Pulido *et al.*, 2020). Por otro lado, habrá que hacer frente a la reducción de las aportaciones provocadas por el cambio climático. El CEDEX prevé, para el horizonte 2040-2070, disminuciones de la escorrentía media del 15-20% en las cuencas meridionales, y del 20-30% en el levante español y en las islas (CEDEX, 2017).

En conjunto, como suma de ambos factores y sin considerar incrementos de consumo, el desequilibrio futuro de disponibilidad puede llegar a ser muy amplio, en el rango del 30-50% en diversas cuencas del sur y este peninsular. Ello obligará a aplicar medidas realmente transformadoras, ya sean de gestión de la demanda o de generación de nueva oferta de recursos hídricos.

Las reducciones de demanda pueden impulsarse con instrumentos normativos o con instrumentos de mercado. Entre los primeros, los normativos, está la reducción unilateral de los derechos otorgados a los concesionarios, cuando se constata que el objeto de la concesión puede alcanzarse con una menor cantidad de agua o cuando lo exige la adecuación a la planificación hidrológica. Aunque esta posibilidad está prevista en la ley, su aplicación no ha sido generalizada, a causa de las dificultades prácticas que presenta, tanto de tipo administrativo, con procesos largos y a menudo judicializados, como de orden social y político (Gómez-Limón y Calatrava, 2016). Por otra parte, el ahorro mediante disposiciones normativas no siempre asegura la adopción de las prácticas más eficientes de gestión del agua ni incentiva necesariamente la innovación (Cantin *et al.*, 2005).

Los instrumentos económicos incluyen la tarificación del consumo y los mercados del agua (Berbel *et al.*, 2016). La tarificación se ha aplicado en España de forma limitada (Gómez-Limón y Calatrava, 2016) y algunos estudios muestran que la demanda agraria es bastante inelástica en un primer rango de precios (Montilla-López *et al.*, 2017). La actividad de los mercados del agua, por otra parte, ha sido escasa en términos de volúmenes cedidos, aunque se ha demostrado su utilidad en periodos de escasez como herramienta de reasignación de recursos hacia usos de mayor valor económico y social. En situaciones de grave sequía se ha llegado a movilizar hasta un 4% del consumo en las cuencas más afectadas (Palomo-Hierro *et al.*, 2016).

Otro instrumento disponible para reducir las captaciones de ríos y acuíferos es su sustitución por nuevos recursos, como la desalación de agua de mar y la reutilización. Estas nuevas aportaciones comportan, en general, costes financieros superiores a los de las fuentes convencionales, de manera que se viene apreciando la necesidad de nuevos instrumentos económicos para incorporarlos como fuentes sustitutorias (Cabrera *et al.*, 2019).

En conclusión, los instrumentos que se vienen utilizando en España pueden ser insuficientes para lograr la reducción generalizada de captaciones que sería necesaria para compensar las futuras reducciones de disponibilidad. El objetivo de este trabajo es proponer un nuevo mecanismo que complemente y refuerce las herramientas de gestión de la demanda, actuando como una “red de seguridad” del resto de las políticas del agua.

Este mecanismo consistiría en una reducción progresiva, homogénea y flexible de todas las asignaciones de agua de una demarcación hidrográfica, dentro de un esquema de “línea base y crédito”. Este esquema incorporaría, como elemento de flexibilidad, un “comercio de créditos”, que sería sustancialmente distinto a un “comercio de derechos” y que estaría concebido para reducir en origen los riesgos de externalidades negativas. Para ejemplificar la diferencia entre ambos tipos de comercio, comenzaremos viendo cómo se han aplicado en el contexto de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

## LOS REGÍMENES DE EMISIONES Y EL AGUA

### Dos tipos de regímenes

Los mecanismos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se han desarrollado siguiendo los postulados del Protocolo de Kyoto nos servirán para ejemplificar las diferentes posibilidades que existen para establecer una limitación global acompañada de mecanismos de flexibilidad. Estos regímenes tienen diversas dimensiones y existen muchas

variantes. Una distinción básica se puede establecer entre los sistemas de “limitación y comercio” y los de “línea base y crédito” (Baldwin, 2008). El primer tipo, el de “limitación y comercio” (*cap-and-trade*), es el más utilizado en los mercados de carbono. En este sistema se asignan cada año unos permisos de emisión a las diferentes instalaciones (las llamadas *allowances*), ya sea gratuitamente o por subasta. Las instalaciones pueden entonces ajustar sus emisiones a las cantidades permitidas, pero también pueden optar por la compra o venta de permisos. Si una empresa ha tenido mucho éxito en la reducción de las emisiones de carbono, dispondrá de permisos no utilizados que podrá vender en el mercado a otras empresas que no hayan conseguido reducir las tanto. El monto anual de permisos puestos en circulación va disminuyendo cada año. Este es el caso, por ejemplo, del régimen de emisiones europeo y del californiano.

El otro tipo de régimen de emisiones se denomina de “línea base y crédito” (*baseline-and-credit*). En este sistema se define para cada instalación un determinado nivel objetivo de emisiones de carbono, que se conoce como “línea base”. Esta línea se determina en función de los datos del emisor (por ejemplo, su nivel de producción) y se va ajustando cada año de acuerdo con los objetivos de reducción del conjunto del país. Si un emisor es más eficaz y supera el objetivo, obtiene un “crédito” y este crédito se puede vender a otras entidades que se estén quedando atrás, es decir, que aún no estén en condiciones de alcanzar sus niveles de emisión de referencia. En este tipo de régimen a menudo también se pueden obtener créditos mediante proyectos de compensación, que contribuyan a la captura del carbono atmosférico. En este caso, la clave está en demostrar la “adicionalidad” del proyecto, es decir, en justificar que éste no es exigible legalmente y que no se hubiera llevado a cabo en caso de no existir el mercado de créditos. Este esquema de “línea base y crédito” se ha adoptado en el mercado de emisiones de Australia, por ejemplo, así como en diferentes sistemas internacionales de compensación, como el *Clean Development Mechanism* o el *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*.

Ambos esquemas pueden ser teóricamente equivalentes, si el tope implícito del sistema de “línea base y crédito” (que es la suma de todas las líneas base) es coincidente con el tope explícito utilizado en el sistema de “limitación y comercio”. Sin embargo, en su aplicación práctica, la línea base suele establecerse en relación con la producción de cada usuario (*output*) de manera que un cambio en el nivel de actividad (incremento o reducción de la producción) supone también un cambio en la línea base. De este modo, lo que realmente se limita es la intensidad de las emisiones en relación con la producción, y no la emisión total. Por esta razón, los esquemas de “línea base y crédito” conllevan un subsidio implícito a la producción y son menos eficaces a la hora de reducir las emisiones globales (Buckley *et al.*, 2007).

También existen diferencias en la implantación institucional de ambos esquemas. La emisión de “créditos” suele asociarse a proyectos concretos de reducción y se realiza *ex - post*, una vez que las reducciones se han verificado. En un sistema de “limitación y comercio”, en cambio, los permisos se emiten *ex - ante* y pueden comercializarse inmediatamente. Finalmente, los sistemas de “línea base y crédito” suelen permitir una participación más amplia de agentes económicos, que pueden participar en la generación de créditos mediante proyectos de compensación.

Sea cual sea el esquema utilizado, los mercados de emisiones suelen implementarse en combinación con otros instrumentos, tanto normativos como económicos. En Europa, por ejemplo, el régimen de comercio ha ayudado a alcanzar una reducción de emisiones del 22% en el periodo 1990-2017, pero esta disminución ha estado impulsada en gran parte por políticas normativas. La legislación europea de energías renovables, por ejemplo, ha funcionado con precios implícitos del carbono superiores a los que marcaba el mercado de emisiones. (Delbeke, 2019). En este aspecto, los mercados de emisiones pueden verse como una “red de seguridad”, que garantiza el resultado global de reducción de emisiones con independencia de la eficacia del resto de medidas (ICAP, 2020).

## Externalidades en los mercados del agua

El diseño de un sistema de reducción flexible de las captaciones de agua no puede extrapolarse directamente de los mercados de carbono expuestos en el apartado anterior, ya que existen muchas diferencias entre las emisiones de GEI y los consumos de agua. En particular, la comercialización del agua presenta mayores riesgos de externalidades negativas, tanto ambientales como sociales.

Las externalidades ambientales pueden originarse por el traslado del punto de captación (desde la ubicación del vendedor a la del comprador), así como por la posible modificación del momento de extracción. Se deben al problema de la heterogeneidad

de los impactos: a diferencia de lo que ocurre con los GEI, una determinada captación de agua no causa los mismos efectos en diferentes ubicaciones ni en diferentes momentos. En el caso del agua, el comercio deberá producirse dentro de una misma cuenca o demarcación hidrográfica pero, aun así, una transmisión de derechos desde las partes bajas a las partes altas de la cuenca puede producir efectos ambientales negativos. Una relación exhaustiva de las posibles externalidades ambientales en los mercados del agua se encuentra en Oñate (2016).

Otro riesgo es la modificación del punto de incorporación de los retornos de agua, así como su reducción global si el comprador realiza un uso hidráulicamente más eficiente (con menor retorno de agua) que el vendedor. Esta situación es más probable que la inversa dado que los derechos se mueven hacia usos de mayor valor económico. Existe por ello un riesgo muy real de que se produzca un incremento del consumo global de la cuenca, agravando problemas previos de sobreexplotación. Este fenómeno se observó en la cuenca de Murray-Darling, donde cinco años después de la introducción del comercio de derechos se produjo un incremento del consumo global de agua del 29%, lo que llevó incluso a la interrupción del flujo del río Murray, entre otros problemas ambientales. Hubo que adoptar después medidas paliativas con un gran coste para los contribuyentes (Young, 2015). En base a esta experiencia, Young concluye que *“Australia realizó las reformas en el orden incorrecto. Como Nación, a Australia le hubiera ido mejor si hubiera resuelto los problemas de contabilidad del agua y de sobreasignación antes de introducir el comercio de agua”*.

Finalmente, son también de gran importancia las posibles externalidades sociales en las zonas de origen, como puede ser el abandono de actividades agrarias por venta de sus derechos de agua. Por ejemplo, si se transfieren derechos de riego hacia usos urbanos o industriales se podría producir una pérdida de empleos vinculados en zonas rurales, favorecer la despoblación y afectar al paisaje (Garrido 2016). También podría hacer inviable el mantenimiento de las infraestructuras de riego para los agricultores que continuaran la actividad.

## Un régimen de “línea base y crédito” aplicado a las captaciones agua

Vistas las tipologías de regímenes de emisiones, y teniendo en cuenta los riesgos específicos de externalidades asociadas al comercio del agua, podemos analizar cuál de los dos esquemas sería más adaptable a la gestión cuantitativa del agua en España. En este análisis debemos tener en cuenta los dos componentes esenciales del régimen: la manera en que se fija el tope (que se irá haciendo más exigente cada año) y el sistema de flexibilidad, que permite el comercio entre usuarios dentro del marco del tope global, y siempre en el interior de una misma demarcación hidrográfica o sistema de explotación.

En un sistema de “limitación y comercio”, la concesión de agua actuaría como “limitación” (*cap*), y debería irse ajustando cada año, para mantener el equilibrio con los recursos disponibles. Todo el volumen concedido, así ajustado, sería comercializable (*trade*). Este sistema se corresponde con un mercado de derechos de agua, como los que existen en la cuenca del Murray-Darling (Australia) o en diversas cuencas semiáridas del oeste de los Estados Unidos. En España, el término “mercado de derechos” no aparece como tal en la legislación, pero existen desde 1999 dos figuras jurídicas que permiten las transferencias de derechos, tuteladas por la administración (el contrato de cesión temporal de derechos de uso de agua y la posibilidad de creación de centros de intercambio de derechos de usos de agua) (Embid, 2016). Estas figuras se han venido utilizando sobre todo para afrontar situaciones de sequía (Palomo-Hierro *et al.*, 2016). Como se ha indicado en el apartado anterior, un uso generalizado de los mercados de derechos debería estar sujeto a una supervisión estrecha, a fin de controlar los riesgos de externalidades antes expuestos, y en el caso español probablemente requeriría una solución previa de los problemas de sobreasignación.

Por su parte, los esquemas de “línea base y crédito” se han utilizado con éxito en el ámbito de la gestión cualitativa del agua, para el comercio de autorizaciones de vertido a río (Kieser y McCarthy, 2015), pero han sido poco aplicados con objetivos cuantitativos, aunque sí existen algunos precedentes exitosos en los que se emiten créditos para fomentar actividades concretas, como la recarga hiperanual de acuíferos en Arizona (Bernat *et al.*, 2020) o la aplicación de buenas prácticas para la reducción de la escorrentía urbana en muchas ciudades de los Estados Unidos (Zhirong *et al.*, 2019).

Una ventaja de este esquema, aplicado al ámbito de la gestión de los recursos hídricos, es que puede ser diseñado para prevenir en origen los riesgos de externalidades, aunque sea a costa de perder eficacia como instrumento económico. En este esquema se definiría una “línea base”, que marcaría un límite de consumo progresivamente menor y ajustado a la disponibilidad

prevista de recursos hídricos, siempre por debajo de la concesión. La adquisición de volúmenes de agua (“compra de créditos”) permitiría al usuario consumir por encima de esta línea base, pero sin superar su concesión. No se producirían, por tanto, nuevas externalidades ambientales en el entorno del comprador, más allá de las que ya se consideraron cuando se otorgó el derecho concesional. La venta de volúmenes de agua (“venta de créditos”), por su parte, estaría controlada por una metodología aprobada previamente, que impondría una serie de condiciones a la generación de créditos, entre ellas la imposibilidad de obtener créditos por abandono de actividades productivas, evitándose así las externalidades sociales en el área de venta. Se trataría, en definitiva, de comerciar con el ahorro, en unas condiciones preestablecidas por el organismo de cuenca, y no con el derecho.

## Propuesta de un esquema de reducción flexible de las captaciones

La propuesta consiste en asegurar una reducción de la captación global de agua mediante la creación de un sistema de compensación, que sería voluntario en una primera fase y obligatorio en la segunda. En la primera fase se crearía un mercado voluntario de compensación en cada demarcación hidrográfica o sistema de explotación. En este mercado se comercializarían “créditos de agua”, emitidos por los organismos de cuenca sobre la base de un proyecto previamente aprobado de mejora de la disponibilidad, que podría ser de ahorro (por ejemplo, la modernización de un regadío) o de generación de un nuevo recurso (por ejemplo, una nueva instalación de reutilización o desalación marina). Cada crédito certificaría el ahorro o generación de una determinada cantidad de agua (por ejemplo, un crédito por cada mil metros cúbicos), previa determinación anual de los volúmenes efectivamente ahorrados o generados por parte de la administración hidráulica o de una entidad de verificación acreditada por ella. Esta emisión continuaría anualmente durante un periodo de tiempo predeterminado (por ejemplo, veinticinco años desde la puesta en marcha). Los créditos emitidos se entregarían anualmente al promotor del proyecto, que podría comercializarlos.

Durante esta primera fase, los compradores de créditos serían, por ejemplo, empresas motivadas por su responsabilidad social corporativa e interesadas en compensar sus extracciones o incluso su huella hídrica completa. Pero también las administraciones públicas podrían acudir a la compra de créditos de agua como canal preferente para la promoción de proyectos de mejora, sustituyendo progresivamente al otorgamiento de ayudas públicas a la financiación de infraestructuras. De esta manera se garantizaría la obtención de los resultados deseados (sean de ahorro o de generación de nuevo recurso), responsabilizando de su logro a los promotores de los proyectos.

En la segunda fase se iniciaría un proceso de compensación obligatoria, que aplicaría a todos los usos consuntivos en los términos que estableciera la planificación hidrológica de la demarcación, a fin de alcanzar el equilibrio con la disponibilidad de agua prevista a largo plazo. Los usuarios podrían reducir sus consumos por debajo de este límite o, alternativamente, adquirir “créditos de agua” por la cantidad necesaria, eligiendo la opción que les resultara más eficiente. En ningún caso los créditos permitirían incrementos de consumo por encima de la concesión, ni se otorgarían créditos por abandono de actividades productivas. En otras palabras, los créditos no conllevarían cambios en la asignación de derechos, sino que incidirían exclusivamente en el reparto de los esfuerzos de ahorro y generación necesarios, garantizando un esfuerzo económico homogéneo de todos los usuarios y canalizando los flujos económicos así generados hacia las acciones con una mejor ratio coste-beneficio. Al mismo tiempo, el sistema favorecería la innovación y la transferencia tecnológica entre sectores, creando un incentivo económico para que participaran nuevos actores, públicos y privados, en la promoción de acciones de ahorro y generación. Estas dos etapas de implementación se exponen después con mayor detalle.

## Diferencias respecto a un mercado de derechos

En este sistema de reducción de captaciones, el comercio de créditos es un elemento instrumental, cuyo objetivo es aportar la flexibilidad necesaria para que las reducciones de consumo se den con el menor coste agregado posible. El éxito del sistema viene determinado por la reducción global de captaciones que se consiga, no por la amplitud del comercio de créditos. Sin embargo, este comercio, al poner un precio al uso del agua, puede conllevar también algunos beneficios adicionales en términos de eficiencia técnica y económica. Estos beneficios, no obstante, serán limitados comparados con los que podrían esperarse de un “mercado de derechos”, ya que el esquema propuesto, de “línea base y crédito”, prioriza la prevención de externalidades negativas a costa de limitar su potencia como instrumento económico.

La Tabla 1 muestra la enumeración de objetivos intermedios a los que pueden contribuir los mercados de derechos, según recoge Gómez y Delacámara (2016). Esta enumeración se compara con la contribución, más limitada, del mercado de créditos propuesto. Como se describe en la tabla, un mercado de créditos no contribuiría a una asignación del recurso económicamente más eficiente (ya que, por su propio diseño, las reducciones de la actividad productiva estarían expresamente excluidas de la generación de créditos). En cambio, sí crearía incentivos al ahorro de agua y al desarrollo de tecnologías innovadoras, ya que estas actividades generarían créditos comercializables o evitarían la necesidad de adquirirlos.

El mercado de créditos también contribuiría a confrontar a los usuarios con el coste de oportunidad de su uso del agua, aunque de manera limitada: solo para aquellos usuarios cuyos consumos se situasen por encima de la línea base (y tuvieran que comprar créditos) o para los que, consumiendo por debajo de esta línea, dispusieran de un proyecto aprobado de generación de créditos.

**Tabla 1** | Contribución potencial al buen gobierno del agua de dos instrumentos de mercado (transformado a partir de Gómez y Delacámara, 2016).

	Mercado de créditos propuesto	Mercado de derechos
Mejorar la eficiencia en la asignación del agua entre actividades económicas.	No	Sí
Flexibilizar la asignación del agua mejorando la capacidad de adaptación frente a sequías.	No	Sí
Reasignar el riesgo y reducir la exposición frente a situaciones de escasez y sequía.	No	Sí
Crear oportunidades de ahorro y conservación de agua.	Sí	Sí
Mostrar a los usuarios el coste de oportunidad de algunos usos del agua y reducir los incentivos a la sobreexplotación.	Parcial	Sí
Crear incentivos indirectos para promover la investigación y desarrollo de tecnologías innovadoras de ahorro y eficiencia hídrica.	Sí	Sí
Fomentar decisiones independientes de los usuarios basadas en condiciones locales y en sus propias necesidades.	Sí	Sí

En contrapartida, el comercio de créditos no generaría riesgos importantes de externalidades negativas, con lo que se reduce la necesidad de tutela pública de las transacciones. Por ejemplo, no causaría el abandono de actividades socialmente deseables por reasignación de derechos, dado que el cese de una actividad no generaría créditos. Al contrario, es esperable que el sistema contribuyera a financiar la mejora de las infraestructuras rurales, en las que posiblemente se encontrarían posibilidades de ahorro coste-eficiente, que atraerían inversiones procedentes de otras actividades con menor potencial de reducción (industria y abastecimiento). Cabe destacar que el flujo de ingresos derivado de la venta de créditos permitiría financiar indistintamente los costes de construcción y los de explotación de la infraestructura mejorada (incluyendo, por ejemplo, los costes energéticos derivados de un proyecto de modernización de riego). Este segundo aspecto, que no suele estar cubierto por las ayudas públicas, suele ser un obstáculo importante para este tipo de proyectos (Camacho *et al.*, 2017).

Tampoco se producirían incrementos de extracción en ningún punto ni momento, ya que los créditos no permitirían superar el límite concesional vigente: el comercio de créditos sólo modificaría la ubicación de los ahorros. Finalmente, desde un punto de vista sociológico, este “mercado de ahorros” quizá sería más aceptable para aquellos usuarios que no ven bien comerciar con los derechos de agua (Giannocaro *et al.*, 2013), pero quizá sí aceptarían obtener un ingreso a cambio de un esfuerzo de eficiencia. Por estas razones, la supervisión de la comercialización de créditos por parte de los organismos de cuenca no debería ser tan estrecha como en un mercado de derechos. Las transacciones tampoco estarían supeditadas al orden de prioridades. La regulación se centraría en el inicio y en el final del proceso: la aprobación de los proyectos de generación de créditos y la comprobación de que todos los usuarios cumplen cada año con sus obligaciones de compensación.

En definitiva, el “mercado de créditos” no sustituye a un “mercado de derechos”, y puede coexistir con él, al menos mientras los mercados de derechos mantengan en España su función de paliar situaciones críticas de escasez, para la cual fueron originalmente concebidos (MITERD, 2020). Por otra parte, este sistema podría contribuir a solventar el problema de las sobreasignaciones de derechos: al establecer un coste de oportunidad en el tramo superior de consumo (por encima de la línea de compensación), generaría un incentivo para no captar más agua de la necesaria. Ello permitiría acometer más adelante una revisión sistemática de las concesiones sobre bases objetivas. Estas concesiones revisadas serían un mejor punto de partida si algún día se quisiera implantar un mercado de derechos más generalizado.

## LA FASE DE COMPENSACIÓN VOLUNTARIA

### Generación de los créditos de agua

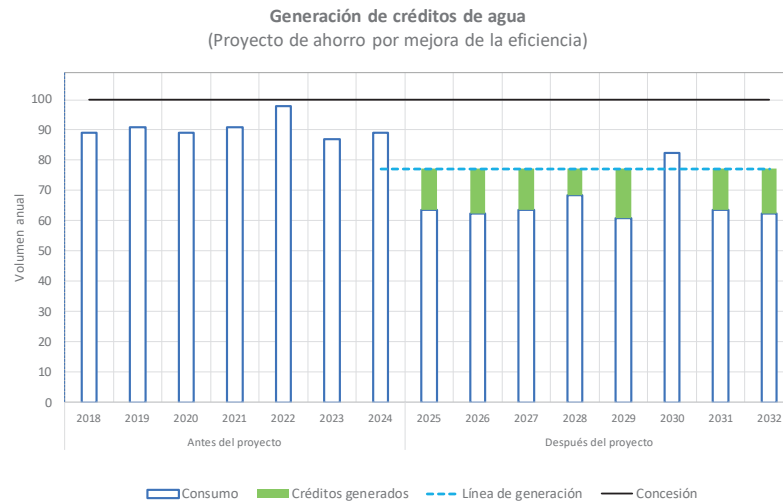
El proceso se iniciará con la confección, por parte de la administración hidráulica, de un catálogo de metodologías aceptadas, donde se establecerán las tipologías de proyectos que pueden dar lugar a la generación de créditos. El ahorro se mide respecto a una línea de generación, aprobada por el organismo de cuenca (Figura 1). En el caso de proyectos de mejora de la eficiencia, como la modernización de un regadío, la metodología debe asegurar que los créditos se obtienen mediante un ahorro real, verificable y “adicional”, en el sentido de que no se trata de una reducción de consumo exigible normativamente ni forzada indirectamente por una disminución de disponibilidad (por ejemplo, por implantación de un caudal ecológico). Tampoco serían computables los ahorros conseguidos mediante un abandono o decremento de la actividad productiva, aunque sí se admitirían modificaciones (por ejemplo, cambios de cultivo). Se descontaría asimismo una fracción del ahorro, si se considera que hay una parte del actual caudal de retorno que no debe usarse en otro punto de la cuenca (por estar siendo utilizado por otros concesionarios aguas abajo o por ser ambientalmente necesario). Este descuento dependerá, lógicamente, de la localización del usuario dentro de la cuenca. En todo caso, la línea de generación no superará la concesión vigente ni los consumos efectivos de los últimos años. Las metodologías establecerán también los sistemas de verificación de los créditos generados.

Una vez establecido el catálogo de metodologías, cualquier promotor público o privado podrá presentar un proyecto al organismo de cuenca, para su aprobación previa. Una vez aprobado y ejecutado el proyecto, una entidad de verificación acreditada certificará cada año los volúmenes de agua efectivamente ahorrados o generados. A la vista de estos certificados, el organismo de cuenca emitirá los créditos correspondientes y los entregará al promotor, que podrá comercializarlos. Los ingresos obtenidos mediante la venta de créditos contribuirán a financiar el proyecto de eficiencia, tanto para los costes de amortización como para los de explotación y mantenimiento.

En el caso de generación de nuevo recurso disponible (por ejemplo, mediante un proyecto de reutilización desde una depuradora cuyo efluente vierte ahora al mar), se entregarán al promotor los créditos correspondientes al agua efectivamente suministrada a sus clientes o reintroducida en el ciclo hidrológico (por ejemplo, mediante la recarga de un acuífero). El promotor podrá entregar los créditos a los usuarios, juntamente con el agua producida, o comercializarlos por un canal independiente. En este caso, la venta de créditos contribuirá a generar una fuente de financiación complementaria a la tarifa del agua suministrada, lo que es una manera de interiorizar las externalidades positivas del proyecto para el resto de los usuarios de la cuenca, rebajando así el precio para el usuario directo del nuevo recurso. Sería un funcionamiento análogo a los certificados de garantía de origen que se emiten por la generación de electricidad renovable.

El catálogo contendrá inicialmente las metodologías ya contrastadas (modernización de regadíos, recarga de acuíferos con recursos no regulados, reutilización desde depuradoras cuyo efluente no se aprovecha, cambio a cultivos con menores necesidades evapotranspirativas, etc.) y se irá ampliando progresivamente. Por ejemplo, en el futuro se podrían incorporar acciones de gestión forestal cuando existiera una metodología consensuada para estimar el incremento de agua azul generada. Cada tipología de proyecto tendría su metodología específica para fijar la línea de generación de créditos. En los proyectos de reducción de fugas en redes municipales, por ejemplo, la línea base podría establecerse mediante un indicador de pérdidas reales por acometida establecido mediante análisis comparativo (*benchmarking*). Finalmente, en aquellos casos en que la administración hidráulica decidiera acometer directamente un proyecto, también podría emitir créditos en base al mismo, recuperando de esta forma una parte de la inversión pública.

En la Figura 1 se muestra el ejemplo de un usuario que reduce su consumo mediante un proyecto de mejora de la eficiencia (por ejemplo, una modernización de un regadío) y recibe créditos de agua que puede comercializar durante un periodo determinado. La línea de generación está por debajo del consumo medio anterior al proyecto, ya que existen factores de descuento (por ejemplo, se excluye una parte de los actuales retornos). No hay un compromiso de reducción: si un año se incrementa el consumo (por ejemplo, para aprovechar una oportunidad comercial), en ese año no se generan créditos pero el proyecto de ahorro sigue en vigor para los años siguientes.



**Figura 1** | Fase de compensación voluntaria.

## Adquisición de los créditos de agua

La comercialización de los créditos será libre, con la única condición de que las transacciones realizadas deberán registrarse en un repositorio digital de acceso público. En esta primera fase, los créditos se adquirirán para compensar voluntariamente las extracciones, lo que en la práctica supondrá una mejora de la disponibilidad en la cuenca. Será un mercado abierto, al que también podrán acudir ONGs, intermediarios financieros, o cualquier otra persona interesada. Los créditos no serán anónimos, sino que estarán identificados con el proyecto que los ha generado. De este modo, los compradores podrán adquirir créditos de los proyectos que mejor se adapten a sus prioridades y valores. Por ejemplo, una fábrica de cerveza podría tener preferencia por créditos generados mediante un proyecto de modernización del regadío de cereales. A nivel internacional, son cada vez más las corporaciones que se involucran en proyectos *extramuros* de mejora de la gestión del agua (*water stewardship*) como vía para contribuir a los desafíos compartidos de la cuenca y, al mismo tiempo, mejorar la resiliencia de su actividad industrial (Reig *et al.*, 2019). En esta primera fase se tratará, en definitiva, de facilitar la implicación de los actores interesados y de capitalizar el creciente interés ambiental para canalizarlo hacia mejoras verificadas del uso del agua.

Una cuestión relevante es la relación de este sistema con la promoción pública de infraestructuras de mejora. Las administraciones públicas deberían estar dispuestas a reconducir una parte significativa de sus ayudas y subvenciones hacia la compra y cancelación de créditos. Así, por ejemplo, en el caso de una modernización de regadío, una parte de la ayuda pública podría seguirse dando como aportación a fondo perdido a la ejecución de las obras pero otra parte se vehicularía mediante la compra posterior de los créditos generados. Este cambio conllevaría diversas ventajas: (1) garantizaría la obtención de resultados verificados y sostenidos en el tiempo (sean de ahorro o de generación de nuevo recurso), responsabilizado a los promotores de alcanzarlos, frente a una situación actual en la cual el ahorro esperable no está asegurado a causa del efecto rebote (Berbel *et al.*, 2015); (2) sería más sencillo establecer sistemas que garanticen la asignación de las ayudas a los proyectos más eficientes, por ejemplo realizando la compra pública en convocatorias en concurrencia competitiva; (3) habilitaría una vía de participación para nuevos agentes (públicos y privados) que quisieran promover acciones de mejora de la disponibilidad, aprovechándose así el conocimiento descentralizado que existe fuera de las administraciones hidráulicas. Estas compras públicas ayudarían, durante la fase de compensaciones voluntarias, a generar incentivos al desarrollo de los primeros proyectos. Hay que aclarar, sin embargo, que la aprobación de un proyecto de compensación no aseguraría en general la posterior adquisición de los créditos por parte de la administración, excepto cuando así se dispusiera expresamente.

Los créditos generados no podrían transformarse en un nuevo derecho ni utilizarse para ampliar un derecho existente, dado que estas operaciones pueden generar externalidades que deben ser valoradas por el organismo de cuenca. El otorgamiento



de nuevas concesiones estaría, como ahora, en manos de la administración hidráulica. Sin embargo, y en sentido inverso, los organismos de cuenca sí podrían exigir que las extracciones amparadas por una nueva concesión fueran compensadas cada año mediante la adquisición y entrega de créditos de agua, total o parcialmente. Se establecería así, ante una solicitud de concesión, una vía intermedia entre el otorgamiento y la denegación, que podría utilizarse como alternativa al “cierre de cuenca”.

## LA FASE DE COMPENSACIÓN OBLIGATORIA

### La planificación hidrológica establece la obligación de compensación

En la segunda fase se iniciaría el proceso de *reducción flexible* de las asignaciones. En las cuencas en que se identifiquen déficits actuales o futuros, el plan hidrológico establecerá la brecha (*gap*) de disponibilidad prevista a largo plazo. Por ejemplo, en una cuenca deficitaria en la que se previera un 30% de reducción de disponibilidad en el horizonte 2040-2070, la planificación establecería una obligación de reducción o compensación para todas las captaciones consuntivas de agua, en un valor del 30%, que se iría implantando progresivamente sobre todas las asignaciones (por ejemplo a un ritmo del 1.5% anual durante 20 años). También se fijaría una obligación de compensación del 100% para las nuevas concesiones que se otorgaran a partir de entonces.

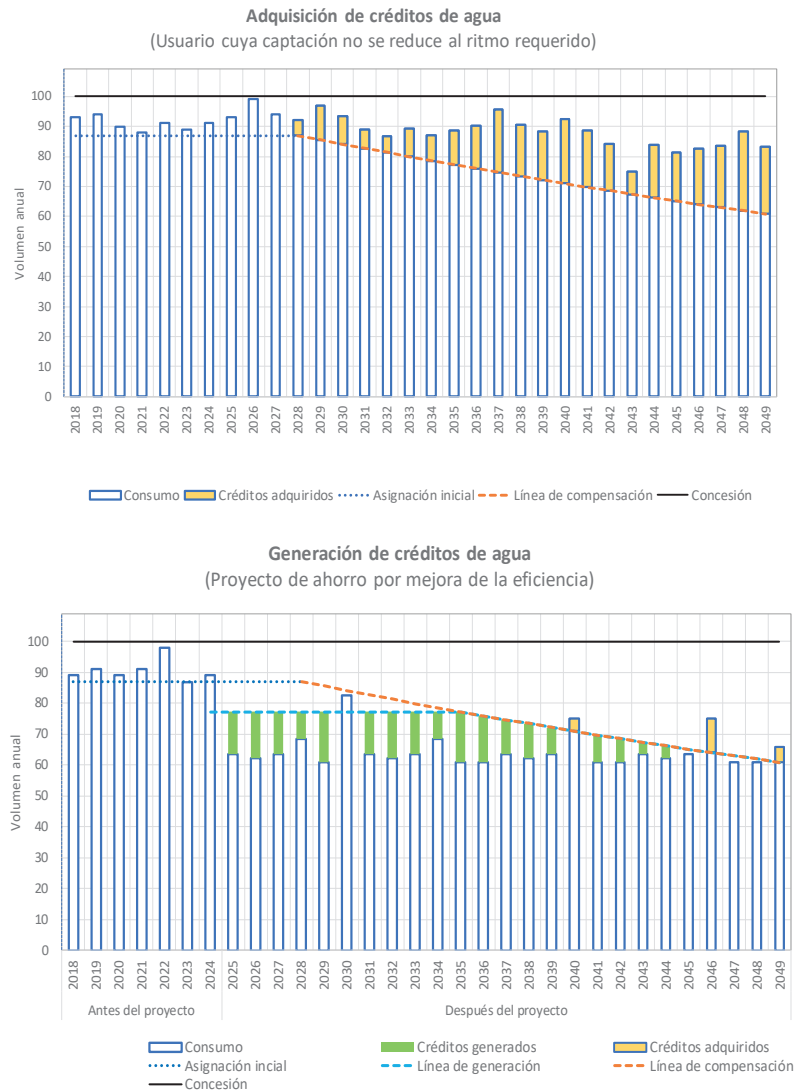
En paralelo al proceso de reducción flexible, o con anterioridad al mismo, se desarrollaría un proceso de *convergencia flexible*. Este proceso consistiría en un ajuste progresivo de las asignaciones, hasta alcanzar ratios de uso del agua homogéneos en función de la actividad desarrollada, determinados en base a un análisis comparativo con otros usuarios del mismo sector de actividad (*benchmarking*). Si este ejercicio de *benchmarking* se realiza con anterioridad, las asignaciones resultantes constituirán el punto de partida del proceso de reducción, a partir del cual se aplicarán reducciones anuales homogéneas a todas las asignaciones. Quedaría así definida una línea de compensación para cada usuario.

Este planteamiento anticipatorio a largo plazo permite a los usuarios planificar sus medidas de eficiencia con tiempo suficiente, para lo cual tienen tres opciones: (1) reducir su consumo hasta situarse por debajo de la línea de compensación, en cuyo caso no necesitan participar en el mercado de créditos; (2) reducirlo en menor proporción y adquirir “créditos de agua” por la cantidad necesaria para alcanzar la compensación requerida, o (3) reducirlos más allá de lo requerido y generar así, previa aprobación de un proyecto de eficiencia, “créditos de agua” comercializables.

En la Figura 2, en la gráfica superior, se muestra el ejemplo de un usuario que no reduce suficientemente su consumo y acude cada año a la compra de créditos para hacer frente a la obligación de compensación. El punto de partida de la línea de compensación se fija en base a un análisis comparativo del sector (*benchmarking*). A partir de entonces, la planificación hidrológica exige una reducción progresiva del 1.5% anual, hasta alcanzar una reducción global del 30%. En la gráfica inferior, recuperamos el ejemplo de proyecto de eficiencia de la Figura 1, pero visto ahora durante la fase de compensación obligatoria. La generación de créditos va disminuyendo a lo largo de los años, a medida que la obligación de compensación se va haciendo más exigente.

La aplicación de un porcentaje de reducción homogéneo a todos los sectores puede sorprender a primera vista, porque no todas las actividades tienen el mismo potencial de reducción de consumo. Se suele considerar, por ejemplo, que los usos agrarios tienen un mayor potencial de ahorro que los urbanos e industriales. Sin embargo, esta obligación homogénea no presupone una igualdad en la capacidad de ahorro, sino que persigue que todos los usuarios contribuyan de manera equitativa, en proporción a su consumo de agua, a financiar las transformaciones necesarias. Ello es acorde con el principio de “quien contamina, paga”, previsto en la Directiva Marco del Agua. El mercado de créditos conducirá los flujos económicos así generados hacia los usuarios que puedan realizar acciones de ahorro o de sustitución más coste-eficientes.

Una variante del proceso expuesto consistiría en desarrollar el proceso de convergencia flexible *en paralelo* al proceso de reducción, en vez de implantarlo antes. En este caso, el punto de partida de la línea de compensación sería, por ejemplo, la asignación del último plan hidrológico. La convergencia entre usuarios de un mismo sector debería asegurarse al final del proceso de reducción, para lo cual deberían clasificarse los usuarios de cada sector de actividad en función de la ratio asignación- producción y establecerse porcentajes de reducción diferentes para cada clase.



**Figura 2** | Fase de compensación obligatoria.

## Los planes sucesivos recogen información del mercado de créditos

La observación de los precios de transferencia aportará información sobre la eficacia del resto de políticas de gestión de la demanda (sean instrumentos normativos, de tarificación o de promoción de proyectos públicos), en el contexto de cada cuenca o sistema de explotación: precios bajos en el mercado de créditos indicarán que otros instrumentos están siendo más relevantes a la hora de promover la reducción de captaciones; por el contrario, precios altos indicarán que el resto de las políticas están siendo poco eficaces, y que el mecanismo de compensación está actuando como “red de seguridad” para alcanzar las reducciones requeridas. Los precios también aportarán información sobre la productividad mínima del uso del agua en diferentes sectores y permitirán decisiones más informadas sobre nuevos proyectos de oferta de recurso.

Finalmente, la administración podrá utilizar la información obtenida de los respectivos mercados de créditos para proponer en la planificación hidrológica conexiones entre sistemas de explotación diferentes. Así, la existencia de un gran número de proyectos de compensación aprobados en un sistema no deficitario (con la consiguiente reducción de los precios de los créditos en ese ámbito) podría aconsejar su conexión con otro sistema más deficitario. El sistema cedente no sufriría un impacto, ya que sólo se transferirían ahorros reales (los únicos, como hemos visto, que dan lugar a la generación de créditos).

## IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA

### Nuevas figuras normativas

La introducción de este mecanismo requeriría la creación de nuevas figuras en la normativa. Un análisis detallado queda fuera del alcance de este trabajo, pero sí conviene esbozar las tres reformas principales, que podrían acometerse sucesivamente.

El primer elemento que se introduciría en la norma sería el procedimiento mediante el cual los organismos de cuenca redactarían las guías metodológicas de compensación, en base a las cuales aprobarían después los proyectos presentados y, una vez ejecutados éstos, verificarían los ahorros y emitirían cada año los créditos de agua. Esta reforma iniciaría la fase de compensación voluntaria.

La segunda figura que se debería introducir sería la de las nuevas concesiones con obligación de compensación del 100%. Como se ha indicado antes, esta figura se podría usar como alternativa al “cierre de cuenca”, para permitir nuevos usos en sistemas de explotación que ya no admiten nuevas asignaciones. Este tipo de concesiones (que podemos llamar *concesiones sin asignación*) conllevarían la obligación de entregar cada año al organismo de cuenca un número de créditos equivalente al total de agua captada. El concepto de *concesión sin asignación* puede parecer contradictorio, puesto que el derecho a usar un determinado caudal de agua es el elemento primordial de un título concesional. Pero una concesión contiene otros elementos<sup>1</sup>, que deben quedar fijados (en competencia de proyectos) antes de que el nuevo usuario pueda acudir al mercado de créditos: las condiciones locales de captación (características de las obras de toma, régimen de caudales ecológicos a respetar, ...) y las condiciones de utilización (usos admitidos, dotaciones máximas, ...). Una vez otorgadas estas nuevas concesiones, el futuro usuario podría adquirir créditos de agua, acudiendo al mercado o estableciendo acuerdos bilaterales con usuarios que dispusieran de un proyecto de compensación aprobado.

La tercera figura introducida en la norma sería la de *ajuste flexible de las asignaciones*, que sería usado en los procesos de convergencia y de reducción progresiva. La Ley de Aguas ya prevé el ajuste de las asignaciones a los recursos hídricos disponibles, por medio de la planificación hidrológica. Este ajuste conlleva una revisión de las concesiones afectadas y puede comportar una indemnización a favor del titular si se afecta efectivamente a su patrimonio (artículo 21 del Reglamento de la Planificación Hidrológica y artículo 91 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico). Sin embargo, el mecanismo de ajuste de las asignaciones propuesto aquí tiene unas características distintas, al ser generalizado, homogéneo, progresivo y, sobre todo, flexible. Esta última propiedad, la flexibilidad, consiste en que los usuarios pueden seguir haciendo un uso completo de su concesión, aunque ello les obligue a adquirir un número suficiente de créditos. Estas características diferenciales podrían justificar que este nuevo tipo de ajuste flexible de asignaciones no comportase revisiones de los títulos ni indemnizaciones a los concesionarios, aunque esto es algo que naturalmente debería decidir el legislador.

Con esta tercera reforma se completaría el proceso de separación entre concesión y asignación, que se había iniciado con las nuevas concesiones sin asignación y que ahora se generalizaría a todos los títulos preexistentes. En definitiva, los usuarios podrían utilizar sus concesiones hasta un cierto volumen asignado, determinado en base a la disponibilidad futura de recursos y a su nivel de eficiencia relativa, y a partir de ese punto deberían adquirir créditos si quisieran hacer un uso completo del volumen concesionado.

Hay que recalcar que este nuevo mecanismo no sustituiría a los instrumentos de asignación existentes en la normativa actual, que deberían seguirse aplicando, por ejemplo, en masas de agua subterráneas muy sobreexplotadas donde no sería suficiente una compensación de las captaciones a nivel del conjunto de la demarcación o sistema de explotación.

### Movilización de agentes económicos

Un aspecto fundamental de la propuesta es que busca una movilización amplia de los agentes económicos públicos y privados. La magnitud de los déficits de disponibilidad previstos hace imposible que este reto pueda solventarse exclusivamente desde la administración hidráulica. El sistema que se propone quiere generar incentivos para que una gran variedad de agentes

<sup>1</sup> Respecto a esta cuestión resulta ilustrativo el proceso de segregación de las concesiones en cuatro permisos independientes (*unbundling*) llevado a cabo en el río Murray, en Australia Meridional (*Department for Environment and Water*, 2022), aunque este proceso tiene detractores y no se ha extendido por ahora al resto de cuencas de este estado (Babie *et al.*, 2020).

pueda proponer nuevas formas de ahorro y de generación de recurso, incluyendo algunas que quizá ahora no imaginemos, pudiendo participar también inversores que no son usuarios directos del agua. Se aprovecharía así el conocimiento descentralizado y la inventiva de toda la sociedad, al tiempo que se incrementaría la transferencia tecnológica entre sectores.

Por otra parte, también se mejoraría el control del uso del agua. La colaboración de entidades de verificación acreditadas, similares a las que hoy supervisan las emisiones de GEI en el régimen europeo, ayudaría a los organismos de cuenca a disponer de una mejor supervisión y de valiosa información sobre las posibilidades reales de mejora de la eficiencia. El personal técnico del organismo de cuenca (a menudo escaso) quedaría así reservado para las tareas insustituibles, como es la definición de las metodologías aprobadas y la valoración de los efectos hidrológicos de los proyectos presentados.

## Intervención pública en la compraventa de créditos

La administración pública también podría intervenir en el mercado de créditos, como un agente más, comprando y vendiendo. En este apartado analizamos algunos casos en los que esta intervención podría estar justificada.

Por lo que respecta a la compra, sabemos que el mercado de créditos sólo hará viables los proyectos económicamente más eficientes (es decir, aquellos en los que pueda obtenerse un mayor ahorro de agua con un menor coste de inversión y operación). Estos proyectos podrán ofrecer créditos de agua a un precio menor y encontrarán comprador. Ello es coherente con el propósito general del sistema, que es obtener los ahorros necesarios en cada cuenca al menor coste agregado posible. Sin embargo, ello podría dejar sin financiación a otros proyectos que, aun siendo más caros, fueran ambiental o socialmente deseables por alguna razón. En estos casos estaría justificada la adquisición de créditos por parte de la administración, que podría convocar procesos de compra pública, en concurrencia competitiva, en los que tendría en cuenta no solamente el coste de los créditos puestos a la venta, sino también otros beneficios ambientales y sociales de los proyectos.

La administración podría cancelar entonces los créditos adquiridos (acelerando así el logro de los objetivos de ahorro de la planificación) o podría venderlos a otros usuarios. En relación con esta segunda posibilidad, hay que señalar que el sistema de ajuste de asignaciones propuesto no garantiza por sí mismo el acceso al recurso hídrico a un coste asequible para todos los usos de agua, y que ciertas actividades socialmente deseables podrían verse afectadas (al no poder reducir sus consumos en los porcentajes requeridos ni disponer de medios económicos para adquirir los créditos necesarios). En estos casos (que debieran ser excepcionales) la administración actuaría como garante de que determinadas actividades pudieran adquirir los créditos, vendiéndoselos si es necesario a un precio subvencionado. Esta venta requeriría una compra o generación anterior, ya que la administración no podría emitir créditos sin la base de un proyecto ya ejecutado.

---

## CONCLUSIONES

En este artículo se propone un mecanismo para asegurar la disponibilidad del agua en España, garantizando el equilibrio futuro entre recursos y demandas, de manera compatible con la consecución del buen estado de las masas de agua. Su función sería la de reforzar y completar los restantes instrumentos, tanto normativos como tarifarios, actuando como una “red de seguridad” que garantice el resultado deseado con independencia de la eficacia del resto de medidas adoptadas.

La propuesta consiste en una reducción generalizada de las captaciones de agua, acompañada de un mecanismo de flexibilidad, en lo que se conoce como un esquema de “línea base y crédito”. La planificación hidrológica de cada demarcación establecería la reducción global necesaria y para lograrla se permitiría la comercialización de ahorros entre los diferentes usuarios. Los créditos comercializables podrían obtenerse mediante proyectos de mejora de la eficiencia o mediante la generación de nuevo recurso (reutilización o desalación, por ejemplo). Los proyectos serían aprobados previamente por el organismo de cuenca.

La metodología de generación de créditos se diseñaría para prevenir en origen las posibles externalidades, tanto ambientales como sociales. Así, por ejemplo, no se generarían créditos por abandono de actividades productivas, no se podrían utilizar los créditos adquiridos para consumir por encima de la concesión, y se evitaría que una eliminación de los retornos produjera un

incremento del consumo global en la cuenca. Por ello, no sería necesaria una supervisión estrecha de las transacciones individuales, aunque sí se exigiría su notificación en un repositorio digital de acceso público.

Todos los usuarios consuntivos afrontarían un mismo porcentaje de reducción, pudiendo elegir entre reducir efectivamente su consumo o compensar la reducción mediante la compra de créditos, según les resultara más conveniente. Ello garantizaría un esfuerzo económico homogéneo, proporcional al consumo, de acuerdo con el principio de “quien contamina, paga”. Los recursos económicos así generados se vehicularían, por medio del mercado de créditos, hacia los proyectos de ahorro o de generación más eficientes. Es esperable que el sistema contribuyera a financiar la mejora de las infraestructuras rurales, en las que posiblemente se encontrarían posibilidades de ahorro coste-eficiente que atraerían inversiones procedentes de otras actividades con menor potencial de reducción (industria y abastecimiento).

El mercado de créditos no sería un objetivo en sí mismo, sino un medio para dotar a la reducción de captaciones de la flexibilidad necesaria. Sin embargo, al poner un precio al agua, el comercio de créditos podría contribuir a otros objetivos intermedios, generando incentivos al desarrollo de tecnologías de ahorro innovadoras y confrontando a los usuarios con el coste de oportunidad de su consumo de agua. Ciertamente, esta contribución a la eficiencia económica sería inferior a la que podría lograrse en un mercado de derechos ya que, por ejemplo, se excluyen las reasignaciones entre actividades. Esta es la contrapartida de un sistema orientado a la prevención de externalidades y a la consiguiente reducción de la necesidad de supervisión.

El sistema incentivaría una movilización amplia de agentes económicos, públicos y privados, atraídos por la posibilidad de generar y vender créditos. Esta participación resulta imprescindible ante la magnitud de los retos planteados, que no pueden ser abordados en solitario por la administración hidráulica. Se aprovecharía así el conocimiento descentralizado y la inventiva de toda la sociedad, al tiempo que se incrementaría la transferencia tecnológica entre sectores.

---

## REFERENCIAS

- Babie, P., Leadbeter, P., Nikias, K.. 2020. Property, Unbundled Water Entitlements, and Anticommons Tragedies: A Cautionary Tale From Australia. *Michigan Journal of Environmental & Administrative Law*, 9(1). <https://doi.org/10.36640/mjeal.9.1.property>
- Baldwin, R. 2008. Regulation lite: The rise of emissions trading. *Regulation & Governance* 2, 193-215. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5991.2008.00033.x>
- Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C., Rodríguez-Díaz, J.A., Camacho-Poyato, E., Montesinos, P. 2015. Literature review on rebound effect of water saving measures and analysis of a Spanish case study. *Water Resources Management* 29(3), 663-678. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0839-0>
- Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C., Giannoccaro, G. 2016. Una visión realista de los mercados de derechos de agua. In: *Los mercados del agua en España. Presente y perspectivas* (J.A. Gómez-Limón, J. Calatrava, ed.). Cajamar Caja Rural, Almería, Spain, 411-426.
- Bernat, R., Megdal, S., Eden, S. 2020. Long-Term Storage Credits: Analyzing Market-Based Transactions to Achieve Arizona Water Policy Objectives. *Water* 12(2), 568. <https://doi.org/10.3390/w12020568>
- Buckley N.J., Mestelman, S., Muller, R.A. 2007. Baseline-and-credit emission permit trading: Experimental evidence under variable output capacity. In: *Environmental Economics, Experimental Methods* (T. Cherry, S. Kroll, J. Shogren, ed.). Routledge, London, United Kingdom,
- Cabrera, E., Estrela, T., Lora, J. 2019. Desalination in Spain. Past, present and future. *Ingeniería del agua*, 23(3), 199-214. <https://doi.org/10.4995/Ia.2019.11597>
- Camacho, E., Rodríguez, J.A., Montesinos, P. 2017. Ahorro de agua y consumo de energía en la modernización de regadíos. In: *Efectos de la modernización de regadíos en España* (J Berbel, C. Gutiérrez-Martín, ed.). Cajamar Caja Rural, Almería, Spain, 211-249.
- Cantin, B., Shrubsole, D., Aït-Ouyahia, M. 2005. Using economic instruments for water demand management: introduction. *Canadian Water Resources Journal* 30(1), 1-10. <https://doi.org/10.4296/cwrj30011>

- CEDEX. 2017. *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España*. [http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/3B08CCC1-C252-4AC0-BAF7-1BC27266534B/145732/2017\\_07\\_424150001\\_Evaluaci%C3%B3n\\_cambio\\_clim%C3%A1tico\\_recu.pdf](http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/3B08CCC1-C252-4AC0-BAF7-1BC27266534B/145732/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf) (consultado 1 septiembre 2022)
- Delbeke, J. 2019. Have 25 years of EU climate policy delivered? *In: Towards a climate-neutral Europe*. (J. Delbeke, P. Vis, ed.). Routledge, London, United Kingdom, 1-23. <https://doi.org/10.4324/9789276082569-1>
- Department for Environment and Water, Government of South Australia. 2022. *Unbundling Water Rights*. <https://cdn.environment.sa.gov.au/environment/docs/unbundling-water-rights-faqs-fact.pdf> (consultado 9 abril 2023)
- Embid, A., 2016, Marco legal de los mercados de agua en España. *In: Los mercados del agua en España. Presente y perspectivas* (J.A. Gómez-Limón, J. Calatrava, ed.). Cajamar Caja Rural, Almería, Spain, 41-67.
- Garrido, F.E., 2016, Mercados de agua y equidad. Impactos sociales. *In: Los mercados del agua en España. Presente y perspectivas* (J.A. Gómez-Limón, J. Calatrava, ed.). Cajamar Caja Rural, Almería, Spain, 157-177.
- Giannoccaro, G., Pedraza, V., Berbel, J. 2013. Analysis of stakeholders' attitudes towards water markets in Southern Spain. *Water* 5(4), 1517-1532. <https://doi.org/10.3390/w5041517>
- Gómez, C.M., Delacámara, G. 2016. Los mercados de agua en el conjunto de la política hidráulica española. *In: Los mercados del agua en España. Presente y perspectivas* (J.A. Gómez-Limón, J. Calatrava, ed.). Cajamar Caja Rural, Almería, Spain, 385-408.
- Gómez-Limón, J.A., Calatrava, J. 2016. Los mercados de agua y su implementación en España. Una introducción. *In: Los mercados del agua en España. Presente y perspectivas* (J.A. Gómez-Limón, J. Calatrava, ed.). Cajamar Caja Rural, Almería, Spain, 15-40.
- ICAP (International Carbon Action Partnership). 2020. *Emissions Trading Worldwide: Status Report 2020*. Berlin, Germany. <https://icapcarbonaction.com/en/publications/emissions-trading-worldwide-icap-status-report-2020> (consultado 2 mayo de 2022)
- Kieser, M., McCarthy, J.L. 2015. Water Quality Trading in Ohio. *In: Use of Economic Instruments in Water Policy: Insights from International Experience* (M. Lago, J. Mysiak, C. Gómez, G. Delacámara, A. Maziotis, ed.). Springer, Cham, Switzerland, 209-222. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-18287-2\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-18287-2_15)
- MITERD (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico). 2020. *Libro Verde de la Gobernanza del Agua en España*. 49-50. [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/libro-verde-gobernanza-agua\\_tcm30-517206.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/libro-verde-gobernanza-agua_tcm30-517206.pdf) (consultado 1 septiembre 2022).
- Montilla-López, N.M., Gutiérrez-Martín, C., Gómez-Limón, J.A. 2017. Impacto de la tarificación del agua de riego en el Bajo Guadalquivir, *Información Técnica Económica Agraria*, 113(1): 90-111. <https://doi.org/10.12706/itea.2017.006>
- Oñate, J.J. 2016. Mercados de agua y medioambiente. *In: Los mercados del agua en España. Presente y perspectivas* (J.A. Gómez-Limón, J. Calatrava, ed.). Cajamar Caja Rural, Almería, Spain, 179-205.
- Palomo-Hierro, S., Gómez-Limón, J.A. 2016. Actividad de los mercados formales de agua en España (1999-2014). *In: Los mercados del agua en España. Presente y perspectivas* (J.A. Gómez-Limón, J. Calatrava, ed.). Cajamar Caja Rural, Almería, Spain, 69-93.
- Pulido, M., Escrivá-Bou, A., Macián, H., 2020. Balance hídrico actual y futuro en las cuencas en España, déficits estructurales e implicaciones socioeconómicas. *Studies on the Spanish Economy, FEDEA 2020*(38).
- Reig, P., Larson, W., Vionnet, S., Bayart, J.B. 2019. *Volumetric Water Benefit Accounting (VWBA): A Method for Implementing and Valuing Water Stewardship Activities*. Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute.
- Young, M.D. 2015. Unbundling Water Rights as a Means to Improve Water Markets in Australia's Southern Connected Murray-Darling Basin. *In: Use of Economic Instruments in Water Policy: Insights from International Experience* (M. Lago, J. Mysiak, C. Gómez, G. Delacámara, A. Maziotis, ed.). Springer, Cham, Switzerland, 279-299. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-18287-2\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-18287-2_20)
- Zhirong, J., Fonseca C., Zeerak, R. 2019. Stormwater Utility Fees and Credits: A Funding Strategy for Sustainability. *Sustainability*, 11, 1913. <https://doi.org/10.3390/su11071913>