

Grado Universitario en Ciencias Ambientales
curso académico (2017-2018)

Trabajo Fin de Grado

“PROPUESTA DE INDICADORES
DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS
RESIDUALES PARA LOS PLANES
HIDROLÓGICOS EN UNA
ECONOMÍA CIRCULAR ”

Autora: Verónica Velázquez Pinteño

Tutora: Dra. Amelia Pérez Zabaleta

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO CIENTÍFICO, PARA LA
DEFENSA DEL TRABAJO FIN DE GRADO**

Fecha 23/1/2018

Quién se suscribe:

Autor(a): VERÓNICA VELÁZQUEZ PINTIÑO
D.N.I./N.I.E./Pasaporte.: 5142854K

Hace constar que es el(la) autor(a) del trabajo:

Título completo del trabajo.
PROPUESTA DE INDICADORES DE REUTILIZACIÓN DE
AGUAS RESIDUALES PARA LOS PLANES HIDROLÓGICOS
EN UNA ECONOMÍA CIRCULAR

En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo, interpretación de datos y la elaboración de las conclusiones, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores, se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

DECLARACIÓN:

- ✓ Garantizo que el trabajo que remito es un documento original y no ha sido publicado, total ni parcialmente por otros autores, en soporte papel ni en formato digital.
- ✓ Certifico que he contribuido directamente al contenido intelectual de este manuscrito, a la génesis y análisis de sus datos, por lo cual estoy en condiciones de hacerme públicamente responsable de él.
- ✓ No he incurrido en fraude científico, plagio o vicios de autoría; en caso contrario, aceptaré las medidas disciplinarias sancionadoras que correspondan.

Fdo. 

Resumen

Las aguas residuales depuradas constituyen un recurso económico estratégico de gran potencial bajo el nuevo paradigma de la Economía Circular. La reutilización de estas aguas supone un interés adicional para aquellos países con déficit hídrico, como ocurre en España. No obstante, y a pesar de los múltiples beneficios ambientales, sociales y económicos que conllevan, estos recursos no convencionales continúan estando infrautilizados. En este sentido, disponer de unos indicadores específicos para la reutilización de las aguas residuales constituye un eslabón fundamental para la gestión y la planificación hidrológicas en una economía circular.

Palabras Clave: Aguas residuales, Circular, Desarrollo, Economía, Eficacia, Eficiencia, Indicadores, Integral, Planificación, Potencial, Reutilización, Sostenibilidad.

Sumario

Introducción.....	6
Metodología.....	8
Desarrollo.....	12
Conclusiones.....	33
Bibliografía.....	36

1. Introducción

“La escasez de agua se ha acentuado en algunas partes de la UE en las últimas décadas y ha tenido efectos perjudiciales sobre nuestro medio ambiente y nuestra economía. Además de las medidas de eficiencia hídrica, la reutilización de las aguas residuales tratadas en condiciones seguras y rentables es un medio valioso, pero infrutilizado, de aumentar el suministro de agua y reducir la presión sobre unos recursos hídricos ya sobreexplotados en la UE” (European Commission [EC], 2015, p.13).

En diciembre del 2015, la Comisión Europea diseñó su Plan de Acción para la Economía Circular, "Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular", con la intención de contribuir a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, fijada por las Naciones Unidas en septiembre del mismo año.

Tomando como referencia el Plan de Acción de la Comisión Europea, y en alineación con sus objetivos, en febrero de este año (2018), el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) junto con el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO) hacían público el borrador de la Estrategia Española de la Economía Circular (EEEC, en adelante), bajo el lema “España Circular 2030: Por un futuro sostenible”; con el fin de dar a conocer el primer plan de acción para el período 2018-2020 como punto de partida para lograr los objetivos previstos para el 2030 en el contexto internacional.

El emergente paradigma de la Economía Circular comprende el desarrollo sostenible de las sociedades a través del equilibrio entre el sistema económico y el medioambiente. Este nuevo enfoque se fundamenta en las siguientes premisas básicas: la optimización del uso de los recursos, la ecoeficiencia de los sistemas productivos, y la minimización de residuos cuando no sea posible su aprovechamiento como inputs en un nuevo ciclo de producción.

Siguiendo el planteamiento anterior, los principales ejes de acción sobre los que se focaliza la EEEC son la producción, el consumo, la gestión de residuos y materias primas secundarias, y la reutilización del agua.

España se encuentra entre los países europeos que más han fomentado la reutilización del agua, además, con gran diferencia respecto a otros países miembros. De hecho, según el “Estudio Nacional Abastecimiento y Saneamiento 2016” de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) y de la Asociación Española de Empresas Gestoras de los Servicios de Agua Urbana (AGA), el porcentaje de agua residual reutilizada respecto del total suministrado en España alcanza una media del 8,8%; llegando a alcanzar incluso valores del 64,7%, como en el caso de la Región de Murcia. En comparación con estas cifras, la media europea se sitúa en torno al 2,4% para la reutilización de las aguas residuales depuradas (Fundación COTEC para la innovación [COTEC], 2017).

A pesar de las cifras anteriores, el borrador de la EEEC solo selecciona un único indicador de economía circular para el seguimiento de la reutilización de las aguas residuales, el *Volumen de agua reutilizada*. Este es un dato cuando menos revelador del largo camino que queda por recorrer en el desarrollo de indicadores en este área estratégica de la economía circular.

Asimismo, aunque la reutilización de las aguas residuales se encuentra recogida en los vigentes Planes Hidrológicos de Cuenca (2015-2021), el único indicador propiamente dicho de esta medida que consta en los Planes de las Demarcaciones en las que más se practica; es decir, las Demarcaciones del Segura y la del Júcar, es la *Proporción de recursos hídricos reutilizados*.

Esta falta de indicadores para la reutilización en la planificación hidrológica de las cuencas españolas, resulta incomprensible si tenemos en cuenta que “de las 20 cuencas con problemas de estrés analizadas en Europa por la agencia medioambiental europea (EEA), 9 pertenecen a España” (OSE, 2017,p.18). Además, “en seis de las diez demarcaciones analizadas la proporción de masas de agua en Buen Estado no llega ni a la mitad, pese a que en 2015 todas las masas deberían haber alcanzado el Buen Estado o el Buen Estado Potencial” (OSE, 2018,p.10).

Ahora bien, esta carencia no se manifiesta únicamente a escala nacional, también se evidencia desde las instituciones europeas e internacionales. Tal y como señala el informe de COTEC (2017):

“Por el momento no existen catálogos de indicadores específicamente referidos a la Economía Circular del agua, posiblemente por tratarse de un área de interés relativamente reciente. Distintas entidades, como la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), la OCDE, Naciones Unidas y específicamente el Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos (WWAP) establecido por UNESCO, vienen desarrollando y aplicando indicadores referidos parcial o totalmente a los recursos hídricos.

Por ejemplo, la EEA aplica en la actualidad 19 indicadores del agua (EEA, 2014), ninguno de los cuales se refiere a la economía circular de agua. El Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos de Naciones Unidas inició un ambicioso programa de desarrollo de un catálogo de indicadores del agua para ser aplicados en todos los ámbitos de Naciones Unidas (WWAP, 2012). Este catálogo incluye en su versión actual más de 50 indicadores del agua, pese a lo cual tan solo un indicador se halla relacionado con la Economía Circular del agua: el índice de agua reutilizada (Muller, 2009)”(p.112).

En base a lo anterior, en este trabajo se propone un conjunto de indicadores de reutilización de aguas residuales a escala de cuenca, al ser ésta la unidad principal de la planificación hidrológica en las distintas Demarcaciones. No obstante, no se pretende elaborar un listado exhaustivo de los mismos, sino más bien se trata de explorar el potencial de la reutilización desde el novedoso paradigma de la Economía Circular y, en consecuencia, de los indicadores propuestos bajo dicho enfoque.

2. Metodología

Para elaboración de este trabajo, se han analizado y se han tenido en cuenta fundamentalmente las siguientes fuentes:

1. El documento de “Síntesis de los Planes Hidrológicos españoles, segundo ciclo de la DMA (2015-20121)”, ubicado en la web de Planificación Hidrológica del MAPAMA; así como las Memorias de los Planes Hidrológicos las Cuencas del Júcar (CHJ) y del Segura (CHS), y sus respectivos anejos, disponibles en las páginas web de las Confederaciones Hidrográficas correspondientes.

El motivo de la elección de sendas Demarcaciones es el hecho de que en ellas es donde se reutiliza el mayor volumen de agua del total de las Demarcaciones españolas, según los datos aportados al respecto en el documento de síntesis anteriormente indicado. De ahí que, supongan un mayor interés en cuanto a los resultados que ofrecen sobre las aguas residuales.

También se ha revisado la legislación relacionada con la planificación hidrológica en general (Directiva Marco del Agua, Reglamento de la Planificación Hidrológica e Instrucción de Planificación Hidrológica), y con las aguas residuales en particular (Directiva 91/271/CEE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas; Real Decreto 1620/2007, sobre la reutilización de las aguas depuradas); con el fin de determinar las barreras y limitaciones jurídicas al respecto, así como los diversas exigencias para cumplir los objetivos ambientales requeridos en el contexto europeo.

2. La web del Instituto Nacional de Estadística, INE. Al tratarse de un organismo oficial ofrece datos fiables y comparables a nivel regional, nacional y europeo. Asimismo, facilita datos de libre acceso a multitud de indicadores económicos, sociales y de temáticas concretas, como ocurre en el caso del agua.

Para la propuesta de los indicadores del presente documento, se ha recurrido principalmente a la “Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua”, ya que es la encuesta que ofrece los datos más actualizados sobre aguas residuales. Asimismo, otro valor añadido de esta estadística es que sus variables han sido elaboradas siguiendo las recomendaciones metodológicas del cuestionario conjunto sobre agua establecido por EUROSTAT/ OCDE (JQ Inland Waters).

A pesar de los motivos anteriores, los resultados se presentan para el total nacional y por comunidades autónomas en lugar de estar desagregados por cuenca/demarcación hidrográfica. Otro inconveniente es que, pese a ser la estadística con las cifras más recientes, estas pertenecen al 2014 por lo que se

encuentran un tanto desfasadas conforme al horizonte temporal del segundo ciclo de planificación. Por esta razón, además de la necesidad de disponer de variables confeccionadas por otros organismos por no localizarse en el INE, para algunos indicadores se ha tenido que recurrir a otras fuentes que disponen de datos más actuales como, por ejemplo, las entidades gestoras de los servicios de saneamiento y depuración (en concreto, EPSAR y ESAMUR).

3. Los indicadores de sostenibilidad seleccionados en el artículo “Indicadores de sostenibilidad de las demarcaciones hidrográficas” de la Fundación Nueva Cultura del Agua (FNCA) publicado, a su vez, en el informe “SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA 2016: Cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas” del Observatorio de la Sostenibilidad en España(OSE).

Estos índices se han tomado como referencia ya que se hayan georeferenciados tanto en el ámbito europeo, como en el internacional de los ODS. La metodología de los indicadores de los informes del OSE es coherente con los enfoques oficiales marcados por la UE, Eurostat y Naciones Unidas; además, estos indicadores están integrados en el marco conceptual del Modelo de Fuerzas Motrices, Presión, Estado, Impacto y Respuesta (FPEIR), adoptado por la Agencia Europea de Medio Ambiente. Asimismo, abarcan las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible; es decir, la dimensión ambiental, económica, social e institucional-gobernanza. En definitiva, constituyen una potente herramienta de análisis de las interrelaciones entre las dinámicas socioeconómicas y los impactos ambientales que repercuten en la sostenibilidad.

Para terminar, añadir que otro factor que ha motivado el estudio de estos indicadores de sostenibilidad lo constituye el hecho de que, debido a las razones anteriores, son ampliamente aceptados como útiles instrumentos para la toma de decisiones y la implementación de políticas. Finalmente, los índices de sostenibilidad elegidos han sido:

- Indicadores de Presión:
 - Índice de explotación hídrica (WEI) (adaptado).
 - Índice de uso agrícola del agua.
- Indicadores de Estado:
 - Proporción de masas de agua declaradas como Muy Modificadas (HMWB).
 - Proporción de masas de agua en Buen Estado.
 - Longitud de las reservas naturales fluviales (RNFs) respecto de la longitud total de ríos.

- Indicadores de Respuesta:
 - Proporción del presupuesto del Programa de Medidas asignado a satisfacción de las demandas.
 - Número de contribuciones a los procesos de participación: alegaciones al borrador de Plan Hidrológico.

- 4. El informe del 2017 de la Fundación COTEC para la innovación: “Situación y evolución de la Economía Circular en España”. Para la elaboración de la propuesta, se ha trabajado sobre la base de los indicadores de aguas residuales aportada en este estudio, a saber:
 - Proporción de aguas depuradas reutilizadas.
 - Proporción de demanda agraria satisfecha con aguas reutilizadas.
 - Proporción de usos urbanos e industriales no potables cubiertos con aguas reutilizadas.
 - Proporción de viviendas e instalaciones turísticas que cuentan con doble circuito aguas grises/aguas negras.
 - Proporción de pérdidas en las redes de distribución de agua.
 - Volumen de aguas residuales que incorporan procesos de recuperación de materiales.
 - Consumo energético neto por unidad de agua reutilizada.
 - Proporción de ciudadanos que apoyan la reutilización de aguas residuales.

Desde la Agencia Europea de Medio Ambiente se están planteando indicadores para el seguimiento sistemático de los flujos de recursos naturales a través de todas las fases del proceso productivo de la Economía Circular; es decir, desde una perspectiva del Análisis de Flujos de Materiales (AFM). Dichas fases, y sus correspondientes indicadores, se clasifican en varias temáticas principales: insumos de materiales, ecodiseño, uso de materiales en la producción, uso de materiales en el consumo, y reciclado de residuos (EEA, 2016).

Sobre la base de este planteamiento, el informe COTEC ha tenido en cuenta la metodología del análisis de flujos de materiales entre el sistema económico y el medioambiente para la elaboración de indicadores agregados de uso y productividad de los recursos. Dicho en otras palabras, y según el mismo documento:

no solo es fundamental aplicar criterios de eficiencia (ahorro de agua por unidad de producto o servicio unitario generado), sino también criterios de eficacia (reducción de la captación bruta total de agua de los sistemas naturales, como ríos y acuíferos), con el fin de conseguir avances reales en la sostenibilidad ambiental de los usos del agua (p.110).

En definitiva, los indicadores para aguas residuales presentados en dicho informe han sido elaborados bajo la perspectiva de la contabilidad de flujos; es decir, en consonancia con la base estructural para la evaluación de los procesos de una economía circular. Por este motivo, se han tomado como punto de partida sobre los que desarrollar la propuesta presentada.

Una vez establecidos los marcos contextuales y referenciales de los indicadores propuestos en este trabajo, se han seleccionado una serie de campos de información para cada indicador:

- Unidades
- Definición
- Descripción
- Justificación
- Metodología
- Disponibilidad

En el apartado “Justificación” se ha querido mostrar la relevancia de cada indicador en el contexto de la Economía Circular, así como su validez en cuanto a la identificación de tendencias. Asimismo, se muestran las posibles interacciones con otros índices del desarrollo sostenible considerando sus interrelaciones e interdependencias y, en algunos casos, su funcionalidad dentro del esquema FPEIR.

En el apartado “Disponibilidad” se señala la información que ha resultado válida para la elaboración de estos indicadores, así como las entidades que la facilitan.

Finalmente, se han obtenido los siguientes resultados:

- Proporción de aguas depuradas reutilizadas.
- Proporción de usos ambientales cubiertos con aguas reutilizadas.
- Proporción de demanda agraria satisfecha con aguas reutilizadas.
- Proporción de usos urbanos e industriales no potables cubiertos con aguas reutilizadas.
- Eficiencia del uso del agua reutilizable en las redes de distribución.
- Presupuesto del programa de medidas destinado a la reutilización.
- Consumo energético neto por unidad de agua reutilizada.
- Proporción de lodos que incorporan procesos de valorización.
- Proporción de viviendas e instalaciones turísticas que cuentan con doble circuito aguas grises/aguas negras.
- Proporción de ciudadanos que apoyan la reutilización de aguas residuales.

3. Desarrollo

LA REUTILIZACIÓN EN LOS PLANES HIDROLÓGICOS

DEL CICLO 2015/2021

A continuación se enumeran los datos que constan en las Memorias de los Planes Hidrológicos del Júcar y del Segura, así como en sus correspondientes anejos, relacionados con la reutilización de aguas residuales:

- **Datos físicos (volumen/año)**
 - Volumen total de aguas residuales depuradas reutilizadas en el ámbito de toda la Demarcación Hidrográfica, por sistema de explotación, por provincia y por Comunidad Autónoma.
 - Volumen total de aguas residuales diferenciando si son reutilizadas directa e indirectamente para los mismos ámbitos anteriores.
 - Demanda bruta agraria, industrial, urbana y ambiental de aguas reutilizadas, así como por sus unidades correspondientes; es decir, por unidades de demanda agrarias, industriales, urbanas y recreativas (UDA, UDI, UDU y UDR).
 - Asignaciones y reservas de recursos regenerados establecidas en la normativa del Plan Hidrológico. Se desglosan por sistema de explotación, EDAR de origen y destino (uso).
 - Estimación del volumen servido y consumido del agua reutilizada.

- **Datos económicos**
 - Costes financieros de inversión, operación y mantenimiento en millones de €/año de la prestación del servicio de reutilización para cada uno de los usos del agua.
 - Costes no financieros (ambientales, costes internalizados, coste mínimo y coste máximo) en millones de €/año de la prestación del servicio de reutilización para cada uno de los usos del agua.
 - Ingresos por tarifas y cánones.
 - Índice de recuperación del coste total del servicio de reutilización para cada uno de los usos del agua.
 - Índice de recuperación del coste total financiero total del servicio de reutilización para cada uno de los usos del agua.
 - Estimación del coste unitario del agua servida para la reutilización en €/m³ para cada uno de los usos del agua.
 - Índice del Coste Eficacia del programa de medidas que incorporan la reutilización. Entre estas medias se incluyen aquellas destinadas a:

- la mejora del balance hídrico
- alcanzar el buen estado en las masas de agua
- mejora de la calidad de las aguas superficiales
- alcanzar los objetivos ambientales de estado cuantitativo en las masas de agua subterráneas
- ampliación y mejora de la infraestructura de regulación y distribución para su posterior reutilización en la agricultura.

Tras revisar el listado anterior se puede concluir que, exceptuando los índices económicos, los datos físicos son resultados agregados de ciertas variables que no aportan información sintética sobre la eficiencia y la eficacia de la reutilización.

PROPUESTA DE INDICADORES

Una vez verificados los datos aportados en los PH estudiados, se ha elaborado una batería de diez indicadores para evaluar la reutilización de aguas residuales depuradas en la planificación hidrológica como uno de los ejes estratégicos en la economía circular de España.

Tal y como se ha comentado anteriormente, no se trata de ofrecer un listado completo y exhaustivo; sino más bien se pretende vislumbrar el potencial de la reutilización teniendo en cuenta la sostenibilidad ambiental, económica, social e institucional desde un enfoque de análisis de flujos físicos entre la economía y el medio ambiente.

PROPORCIÓN DE AGUAS DEPURADAS REUTILIZADAS	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje de agua depurada que se reutiliza cada año por Demarcación Hidrográfica.
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad total de aguas residuales depuradas que son reutilizadas para la totalidad de los usos permitidos por la normativa vigente (RD 1620/2007).
JUSTIFICACIÓN	Es el indicador global desde el punto de vista de la Economía Circular, puesto que contabiliza la totalidad de los recursos hídricos reutilizados.

	<p>Como se indica en el informe de la Fundación COTEC para la innovación (2017):</p> <p>Este es el indicador más comúnmente considerado en las propuestas de indicadores de Economía Circular del agua (véase, por ejemplo, Geng et al., 2012; Akerman, 2016) y en los catálogos de indicadores del agua que hacen alguna referencia a estas cuestiones (p.112).</p> <p>En este sentido, y tal como se ha señalado antes, en el borrador de la Estrategia Española de la Economía Circular únicamente se propone para la reutilización del agua el indicador <i>Volumen anual de agua reutilizada</i>. Es decir, en realidad se trata de la misma variable pero en distintas unidades.</p> <p>Este indicador es básico para la optimización del uso del agua requerida en una gestión y planificación integradas, puesto que estos recursos hídricos no convencionales permiten liberar otros de mayor calidad para aquellos usos que si la requieren, como es el abastecimiento de agua potable a la población.</p> <p>Por ello, este indicador orienta acerca de la capacidad de la reutilización para reducir la explotación hídrica que padecen algunas cuencas; es decir, el <i>Índice de Explotación Hídrica</i>. Este índice es uno de los indicadores de sostenibilidad más “ampliamente reconocido para caracterizar el grado de presión en una cuenca hidrográfica” (FNCA, 2016, p.223) y, según el informe del OSE (2017), se sitúa por encima del 30% (el umbral de peligro está en el 20%) en la mayoría de las regiones españolas.</p>
METODOLOGÍA	Se halla el porcentaje del volumen total del agua reutilizada respecto del volumen total del agua depurada.
DISPONIBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Instituto Nacional de Estadística, <i>Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua</i> (INE, 2014): <ul style="list-style-type: none"> - Volumen de aguas residuales depuradas por CCAA (m³/habitante/día). - Volumen de agua reutilizada por CCAA (m³/habitante/día). ❖ Entidades gestoras de los servicios de depuración.

PROPORCIÓN DE USOS AMBIENTALES CUBIERTOS CON AGUAS REUTILIZADAS	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje de agua depurada que se reutiliza cada año por Demarcación Hidrográfica para usos ambientales.
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad total de aguas residuales depuradas que son reutilizadas para la totalidad de los usos ambientales permitidos por la normativa vigente (RD 1620/2007).
JUSTIFICACIÓN	<p>Para su elaboración, se han tomado como referencia los indicadores del mencionado informe de la Fundación COTEC (2017): <i>Proporción de demanda agraria satisfecha con aguas reutilizadas y Proporción de usos urbanos e industriales no potables cubiertos con aguas reutilizadas</i>. En este sentido, “complementa el indicador <i>Proporción de aguas depuradas reutilizadas</i>, facilitando información sobre en qué medida la reutilización contribuye a reducir la demanda neta de recursos en otros sectores” (p.112), en este caso, para usos ambientales.</p> <p>Los usos ambientales admitidos para aguas regeneradas según el RD 1620/2007 son: la recarga de acuíferos, el riego de bosques, de zonas verdes y de otros tipos no accesibles al público, la silvicultura, el mantenimiento de humedales y el mantenimiento de caudales mínimos, ecológicos y similares.</p> <p>Las condiciones de dichos caudales vienen impuestas por las exigencias de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco Europea del Agua (DMA), con el fin de que todos los países miembros cumplan los objetivos ambientales detallados en la misma. Según el OSE (2017), en 2015 más del 40% de las aguas continentales españolas no superaron dichos umbrales de calidad.</p> <p>Mediante el uso de aguas regeneradas se puede conseguir un buen estado ecológico de las masas de agua y, de este modo, contribuir a rebajar el porcentaje de las mismas declaradas como muy modificadas (<i>HMWB</i>¹, siglas en inglés de Heavily Modified Water</p>

	<p>Bodies). En este sentido, la reutilización tiene un gran potencial para mantener no solo los caudales ecológicos, especialmente en épocas de sequía, sino también la calidad de dichos caudales y, por tanto, avanzar en el cumplimiento de los objetivos de la DMA.</p> <p>Adicionalmente, una mejora del estado ecológico de las masas de agua mediante la reutilización, podría influir de manera positiva en otro indicador del desarrollo sostenible, <i>La longitud de las reservas naturales fluviales (RNFs) respecto de la longitud total de los ríos</i>. En este sentido, el hecho de destinar una parte de estos recursos no convencionales para usos ambientales, supone una mayor preocupación por la evaluación y conservación de los ecosistemas fluviales.</p> <p>De este modo, España puede rebajar el elevado porcentaje de masas sin evaluar y, a su vez, avanzar en la obtención de la confianza perdida por las escasas valoraciones que ha realizado sobre la calidad de sus masas de agua según la Comunicación de la Comisión Europea al Parlamento Europeo y al Consejo de 2015.</p>
METODOLOGÍA	Se halla el porcentaje del volumen total de agua reutilizada para usos ambientales respecto del volumen total del agua depurada.
DISPONIBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Volumen de aguas reutilizadas del Programas de Medidas de los planes hidrológicos destinadas a la satisfacción de las demandas medioambientales.

(1) HMWB: indicador de sostenibilidad que advierte del estado de degradación de los ecosistemas acuáticos en una demarcación.

PROPORCIÓN DE DEMANDA AGRARIA SATISFECHA CON AGUAS REUTILIZADAS	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje de agua depurada que se reutiliza cada año por Demarcación Hidrográfica para usos agrícolas.
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad total de aguas residuales depuradas que son reutilizadas para la totalidad de los usos agrícolas previstos en la normativa vigente (RD 1620/2007).
JUSTIFICACIÓN	<p>“Complementa el indicador <i>Proporción de aguas depuradas reutilizadas</i>, facilitando información sobre en qué medida la reutilización contribuye a reducir la demanda neta de recursos en otros sectores, en este caso el agrario (combinación de criterios de eficiencia con criterios de eficacia)” (COTEC, 2017, p.112).</p> <p>Está estrechamente relacionado con el indicador de sostenibilidad <i>Índice del uso agrícola del agua</i> (IUAA), definido como la proporción de demanda de agua por parte de la agricultura, ganadería y usos forestales respecto del total de las demandas. Este índice ronda el 80% en las regiones españolas con climas mediterráneos (OSE, 2017).</p> <p>Las actividades agrarias son responsables del 70% ó más de las demandas totales en la mayoría de las demarcaciones hidrográficas españolas (OSE, 2018). Por tanto, la reutilización de las aguas en este sector, supondría una reducción considerable de las extracciones para cubrir parte de esta demanda. En consecuencia, también disminuiría el estrés hídrico global en dicha demarcación; es decir, el anteriormente comentado <i>Índice de Explotación Hídrica</i> que, en España, se sitúa por encima del 40% (estrés severo según la Agencia Europea del Medio Ambiente, AEMA) debido a las demandas agrarias (OSE, 2018).</p> <p>Además de ejercer una enorme presión sobre los recursos hídricos en términos cuantitativos, el uso del agua en el sector agrícola ocasiona otros impactos en los ecosistemas acuáticos y también en los terrestres como, por ejemplo, la contaminación difusa.</p>

	<p>Las aguas residuales contienen cierta carga de nutrientes para los cultivos de manera que, tras recibir los tratamientos adecuados para reducir su concentración a los valores adecuados, se reducen las cantidades de fertilizantes necesarias en el riego.</p> <p>De este modo, la reutilización para usos agrícolas también supondría una mejora en el estado global de las masas de agua y, concretamente, de los distintos procesos de eutrofización causados por estos fitoquímicos.</p>
METODOLOGÍA	Se halla el porcentaje del volumen total de agua reutilizada para usos agrícolas respecto al volumen total del agua depurada.
DISPONIBILIDAD	<p>❖ <i>Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua</i> (INE, 2014):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Usos del agua reutilizada por comunidades y ciudades autónomas: Agricultura (%).

PROPORCIÓN DE USOS URBANOS E INDUSTRIALES NO POTABLES CUBIERTOS CON AGUAS REUTILIZADAS	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje de agua depurada que se reutiliza cada año por Demarcación Hidrográfica para usos urbanos e industriales no potables.
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad total de aguas residuales depuradas que son reutilizadas para la totalidad de los usos urbanos e industriales no potables según la normativa vigente (RD 1620/2007).
JUSTIFICACIÓN	“Complementa el indicador <i>Proporción de aguas depuradas reutilizadas</i> , facilitando información sobre en qué medida la reutilización contribuye a reducir la demanda neta de recursos en otros sectores, en este caso el de aguas urbanas e industriales no potables

	<p>(combinación de criterios de eficiencia con criterios de eficacia)” (COTEC, 2017, p.112).</p> <p>Siguiendo el mismo planteamiento esbozado para el indicador anterior, al reducir la cantidad de agua extraída necesaria para estos usos, la reutilización rebajaría el <i>Índice de Explotación Hídrica</i>.</p> <p>En cuanto a la reutilización directa en los procesos industriales, de acuerdo con Montalván, Aguilera, Brígido y Veitia (2014), ocasiona una disminución significativa de la huella hídrica gris gracias a “la reducción de la carga contaminante (expresada como DBO₅), la mejora en la calidad del agua del cuerpo receptor y la consideración de sus capacidades autopurificadoras” (p.9).</p> <p>Una vez más, la reutilización no solo aporta beneficios ambientales en términos cuantitativos, sino también, en términos cualitativos.</p>
METODOLOGÍA	Se halla el porcentaje del volumen total de agua reutilizada para usos urbanos e industriales respecto del volumen total del agua depurada.
DISPONIBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua</i> (INE, 2014): <ul style="list-style-type: none"> - Usos del agua reutilizada por comunidades y ciudades autónomas: Industria, Jardines y zonas deportivas de ocio, Limpieza de alcantarillado y baldeo de calles (%)

EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA REUTILIZABLE EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje de agua residual regenerada para su reutilización que es consumida en todo el año por Demarcación Hidrográfica.
DESCRIPCIÓN	Mide la diferencia entre el volumen total de aguas residuales depuradas distribuido para ser reutilizadas, y el volumen de estas

	<p>aguas que es consumido, este último incluye el agua evapotranspirada y la incorporada a productos dependiendo del uso.</p> <p>Dicho de otro modo, este indicador cuantifica la pérdida de agua regenerada debido a fugas, averías o roturas por obras en las redes de distribución, por acometidas ilegales, y aquella no controlada por las empresas y/o entidades de distribución.</p>
JUSTIFICACIÓN	<p>“La minimización de las pérdidas de agua en las redes de distribución constituye una premisa básica en Economía Circular del agua” (COTEC, 2017, p.112).</p> <p>Este indicador puede considerarse el homólogo del índice propuesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente, <i>Eficiencia del uso urbano del agua</i>, que expresa la eficiencia en la distribución de agua en las redes urbanas.</p> <p>Otros dos indicadores estrechamente relacionados con la eficiencia en la gestión del agua también recomendados por la AEMA son la <i>Inversión en medidas de oferta</i> y la <i>Inversión en depuración</i>. En particular, este último indicador ha experimentado una notable mejoría en España desde la implantación de la Directiva 91/271/CEE.</p> <p>Para lograr un uso sostenible de los recursos hídricos es necesario minimizar las pérdidas. Esto es posible mediante la renovación y el mantenimiento adecuados de las redes de distribución, así como con el correcto control de los consumos. Dichas inversiones deben tener necesariamente una repercusión en el sistema de tarifas, según el planteamiento del principio de recuperación de costes establecido en la Directiva Marco de Agua.</p> <p>Esta subida del precio unitario del agua, además de ayudar a financiar la mejora de las infraestructuras, debe proporcionar un incentivo adecuado para su uso eficiente por parte de los usuarios. “Entre 2004 y 2014 el descenso del consumo es espectacular tanto en hogares (-17,5%) como en negocios (-29,35%).El precio unitario del agua se ha incrementado en 15 años (2000-2014) en casi un 159% en España”(OSE, 2017,p.10).</p> <p>No obstante, a pesar de los beneficios que se obtendrían con un incremento tanto en los costes de suministro como en los cánones de saneamiento; esta medida no debe resultar disuasoria a la hora de</p>

	<p>fomentar la reutilización. Por ello, tal y como proponen Melgarejo y López (2016), “resulta imprescindible establecer una política de precios que reparta los costes de la regeneración y la gestión de las aguas residuales entre la totalidad del consumo, estableciendo incentivos para lograr que en todos los sectores se utilice agua regenerada cuando esto sea posible” (p.32).</p> <p>En conclusión, un adecuado sistema de tarifas no solo optimizaría la eficiencia de las infraestructuras necesarias para las aguas reutilizadas, sino que también supondría un aliciente para su consumo responsable y, en definitiva, un uso sostenible del agua.</p>
METODOLOGÍA	<p>Se halla el porcentaje del volumen total de agua reutilizada respecto al volumen de agua potencialmente reutilizable introducido en las redes de distribución (excluidas las aguas residuales depuradas vertidas).</p> <p>Es decir, al porcentaje obtenido de los datos “Volumen de agua reutilizada” respecto del “Volumen de aguas residuales depuradas” de la <i>Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua</i> (INE, 2014), habría que restarle el porcentaje de “Aguas residuales depuradas vertidas al mar, al cauce fluvial, infiltraciones al terreno y otros” de la misma encuesta.</p>
DISPONIBILIDAD	<p>❖ <i>Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua</i> (INE, 2014):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Destino de las aguas residuales depuradas por comunidades y ciudades autónomas: Al mar, al cauce fluvial, agua reutilizada, infiltraciones al terreno, otros (%). - Indicadores sobre las aguas residuales por comunidades y ciudades autónomas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Volumen de aguas residuales depuradas (m³/habitante/día). ▪ Volumen de agua reutilizada (m³/habitante/día). <p>A modo de anotación, señalar que la misma encuesta del INE proporciona datos muy valiosos para medir la eficiencia del uso del agua en las redes de distribución, pero se refieren al agua total suministrada. Por tanto, con dichos datos agregados no puede calcularse este indicador. Estos resultados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Volumen de agua suministrada a la red de abastecimiento público:

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volumen de agua registrada y distribuida por tipo de usuario (miles de m³). 2. Volumen de agua no registrada (miles de m³). <ul style="list-style-type: none"> - Pérdidas reales. - Pérdidas aparentes. <p>❖ Entidades gestoras de los servicios de depuración.</p>
--	--

PRESUPUESTO DEL PROGRAMA DE MEDIDAS DESTINADAS A LA REUTILIZACIÓN	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje del presupuesto del Programa de Medidas para aquellas actuaciones que favorezcan el uso y el fomento de la reutilización de aguas regeneradas, cuya ejecución se tenga previsto realizar durante el ciclo de Planificación Hidrológica.
DESCRIPCIÓN	Mide el importe total del presupuesto del Programa de Medidas del Plan Hidrológico destinado a materializar las políticas de planificación y gestión en reutilización.
JUSTIFICACIÓN	<p>Este indicador evalúa la inversión realizada en todas aquellas medidas que estén relacionadas con la reutilización para poder efectuar un adecuado análisis de Coste- Eficacia de la misma.</p> <p>La reutilización se clasifica, según el Reglamento de Planificación Hidrológica, como una medida complementaria “para la consecución de los objetivos medioambientales o para una protección adicional de las aguas” (artículo 55). Del mismo modo es categorizada según la DMA en el Anexo VI (Lista de medidas que deben incluirse en los programas de medidas), en su parte B, donde se enumeran las medidas complementarias “x) medidas de eficacia y reutilización, entre otras”.</p> <p>Ahora bien, a diferencia de los planes del primer ciclo, en esta segunda planificación (2015/21) se ha establecido una clasificación de las medidas del Programa en 19 tipologías siguiendo las</p>

recomendaciones del documento guía para el reporting de la Comisión Europea del 2016, puesto que según se detalla en el documento de Síntesis de los Planes Hidrológicos españoles del segundo ciclo:

“los programas de inversión que acompañaron a los planes del primer ciclo no permitieron establecer con claridad cuál era la efectiva contribución de las medidas a la reducción de la brecha respecto al logro de los objetivos ambientales o respecto a las mejoras de garantía en la atención de las demandas de agua” (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas - Dirección General del Agua [CEDEX-DGA], 2017, p.94).

Las diferentes categorías de medidas según dicha clasificación son:

1. Reducción de la contaminación puntual
2. Reducción de la contaminación difusa
3. Reducción de la presión por extracción de agua
4. Reducción de presiones morfológicas
5. Reducción de presiones hidrológicas
6. Conservación y mejora de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos
7. Medidas que no aplican sobre una presión concreta pero sí sobre un impacto identificado
8. Generales a aplicar sobre los sectores que actúan como factores determinantes
9. Específicas de protección de agua potable no ligadas directamente ni a presiones ni a impactos
10. Específicas para sustancias prioritarias no ligadas directamente ni a presiones ni a impactos
11. Relacionadas con la mejora de la gobernanza
12. Relacionadas con el incremento de recursos disponibles
13. Prevención de inundaciones
14. Protección frente a inundaciones
15. Preparación frente a inundaciones
16. Recuperación y revisión tras inundaciones
17. Otras de gestión del riesgo de inundación
18. Sin actuaciones para disminuir el riesgo de inundación
19. Medidas para satisfacer otros usos asociados al agua

A pesar de que los Planes Hidrológicos de las dos DH en las que se reutiliza un mayor volumen de aguas residuales, únicamente incluyen las actuaciones relacionadas con la reutilización en las medidas de las clases 1, 7, 11 y 12; la reutilización busca conseguir los mismos objetivos que la mayoría de las clases enumeradas anteriormente. Por ello, a continuación se exponen algunos de los motivos por los que se debe incluir a la reutilización en las

siguientes tipologías:

- Reducción de la contaminación puntual (1): para poder llevar a cabo la reutilización de aguas residuales, es necesaria su depuración previa. En este sentido, las medidas de saneamiento y depuración tales como construcción, ampliaciones o mejora de tratamientos en EDARs, etc, forman parte del proceso de la reutilización.
- Reducción de la contaminación difusa (2): la reutilización supone una mejora de las prácticas agrarias en cuanto a la reducción de fertilizantes para el riego de cultivos al llevar algunos tipos de aguas residuales, tras su acondicionamiento, las concentraciones necesarias de los nutrientes que contienen dichos fitosanitarios.
- Reducción de la presión por extracción (3): mediante las aguas regeneradas para los fines permitidos, se consigue liberar agua de mayor calidad para aquellos usos en los que están prohibidas. Por ello, con la reutilización se reduce la presión sobre la totalidad de los recursos hídricos.
- Mejora de las condiciones morfológicas (4): con el uso de aguas residuales se consiguen ciertas restauraciones ecológicas y ambientales como, por ejemplo, la recuperación de vegetación de ribera y la limpieza de cauces.
- Mejora de las condiciones hidrológicas (5): dentro de estas condiciones se enmarcan los caudales ecológicos exigidos por la DMA. Estos pueden alcanzarse, sobre todo en períodos de escasez, con aguas residuales que cumplan los requerimientos de calidad.
- Conservación y mejora de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (6): el manteniendo de los caudales ecológicos es necesario para un correcto desarrollo de las especies acuáticas. Como se ha indicado anteriormente, con el uso de aguas residuales puede lograrse un mantenimiento de los caudales ecológicos y, por tanto, el adecuado desarrollo de los ecosistemas asociados.
- Inventario de emisiones, descargas y pérdidas de sustancias prioritarias (10): mediante los adecuados protocolos de los distintos tratamientos de depuración de

	<p>aguas residuales, se actúa simultáneamente en el control y la medición de estas sustancias prioritarias.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Desarrollo de la gobernanza (11)</u>: por ejemplo, a través de la ordenación de recursos procedentes de la reutilización en estudios de apoyo a la planificación en depuración, planes de extracciones, revisión de concesiones, recuperación de terrenos del dominio público, etc. ▪ <u>Incremento de recursos disponibles (12)</u>: el sector agrícola es uno de los que mayor cantidad de agua demanda en la mayoría de las demarcaciones españolas. Por tanto, una regeneración de regadíos con aguas reutilizables supondría una mayor disponibilidad de recursos hídricos y, por consiguiente, una mejora de su garantía ante posibles sequías. ▪ <u>Medidas de prevención de inundaciones (13)</u>: a saber, a través de la reutilización para el mantenimiento y la conservación de la vegetación ribereña, se puede disminuir el riesgo de inundación de los cauces. ▪ <u>Medidas para satisfacer otros usos del agua (19)</u>: actuaciones de carácter paisajístico y fomento del uso social o recreativo; es decir, usos ambientales y sociales que, a su vez, repercuten positivamente de en la economía local donde se utilizan las aguas residuales destinadas a tales fines. <p>En definitiva, atendiendo a este listado, para calcular el presupuesto de las medias relacionadas con la reutilización, es necesario hacer un minucioso análisis de todos aquellos aspectos en los que actúa como una eficaz herramienta de gestión ambiental.</p>
METODOLOGÍA	Se halla el porcentaje del presupuesto destinado a Medidas para la Reutilización respecto del presupuesto total del Programa de Medidas.
DISPONIBILIDAD	Presupuestos Generales del Estado: MAPAMA: Confederación Hidrográfica: Anexo de Inversiones reales y programación plurianual.

CONSUMO ENERGÉTICO NETO POR UNIDAD DE AGUA REUTILIZADA	
UNIDADES	kWh/m ³
DEFINICIÓN	Consumo neto total de energía por unidad de volumen de agua regenerada.
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad total de energía consumida por volumen de aguas residuales tratadas para ser reutilizadas bajo los requerimientos de calidad marcados por la normativa vigente (RD 1620/2007), teniendo en cuenta tanto el origen de dichas aguas debido a las diferentes cargas contaminantes y sus correspondientes tratamientos como, principalmente, el uso al que vayan destinadas según la planificación hidrológica.
JUSTIFICACIÓN	<p>“Aporta información sobre el consumo neto total de energía en el conjunto de procesos de tratamiento y de reutilización de agua, permitiendo identificar tendencias y comparar distintas alternativas de gestión integrada para alcanzar un mismo objetivo” (COTEC, 2017, p.112).</p> <p>La optimización del consumo energético de las plantas depuradoras es fundamental para reducir tanto la huella energética del ciclo del agua, como los costes de explotación y de mantenimiento de dichas estaciones.</p> <p>Según datos oficiales del MITYC, estas instalaciones son las principales consumidoras de energía en dicho ciclo, en torno a un 65% del total. Este gasto energético representa cerca de una cuarta parte de los costes totales de una EDAR y “conlleva aproximadamente un 1% del consumo energético nacional” (2.225 GWh/año) (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, [IDAE], 2010, p.5).</p> <p>Además, cada vez son mayores las exigencias legales en la calidad del agua tratada lo que requiere tratamientos más costosos en términos tanto económicos como energéticos.</p>

	<p>De ahí que, la investigación y el desarrollo en nuevas tecnologías de depuración sea imprescindible para mejorar la gestión y la eficiencia del uso de la energía, y obtener el consecuente ahorro económico, así como la minimización de la huella energética y de carbono del ciclo del agua.</p> <p>Por lo que respecta a otras alternativas para la obtención de recursos hídricos no convencionales en las demarcaciones, según el mismo estudio (IDAE, 2010), el consumo de electricidad en España se eleva a 2.460 GWh/año en la producción de agua dulce mediante desalación. Esta cifra representa también aproximadamente un 1% del consumo energético nacional. Sin embargo, mientras que con esta técnica se consigue como máximo un total de 730 hm³ de agua desalada, mediante la depuración de aguas residuales urbanas se obtienen aproximadamente unos 3.000 hm³/año; es decir, una cuarta parte más.</p> <p>Dicho de otro modo, en términos absolutos la estimación del consumo energético neto para la desalación es de 4,9 kWh/m³, en cambio, para la depuración es de 0,67 kWh/m³. En suma, la reutilización es una tecnología energéticamente mucho más eficiente que la desalación.</p> <p>Las tendencias tecnológicas actuales en depuración no sólo avanzan hacia una minimización del consumo energético, sino también, en el de su recuperación hasta conseguir un balance cero en el total del proceso e incluso, en el de su producción mediante el aprovechamiento del biogás generado. Estas dos últimas áreas de investigación se enmarcan dentro del esquema operativo de producción de la contabilidad de flujos, fundamental en una economía circular.</p>
METODOLOGÍA	Sumatorio de la energía consumida en el cómputo de los tratamientos de depuración de aguas residuales potencialmente reutilizables.
DISPONIBILIDAD	❖ Entidades gestoras de los servicios de depuración.

PROPORCIÓN DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES QUE INCORPORAN PROCESOS DE VALORIZACIÓN	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje de lodos de aguas residuales tratadas utilizados para su aprovechamiento energético o para una recuperación de materiales respecto del total de lodos generados en la depuración.
DESCRIPCIÓN	<p>Mide la cantidad total de lodos generados en los tratamientos de las EDARs de la DH en un año que son aprovechables. Esta recuperación puede ser bien como materia prima, o bien energéticamente mediante el biogás producido.</p> <p>Desde el punto de vista de su recuperación como materia prima, estos lodos pueden ser aplicados directamente en los suelos como enmienda orgánica o mediante compostaje previo, siempre bajo los requerimientos de calidad marcados por la normativa vigente (Directiva 86/278/CEE, RD 1310/1990 y la Orden Ministerial AAA/1072/2013).</p>
JUSTIFICACIÓN	<p>“La recuperación de materiales en los tratamientos de aguas residuales urbanas e industriales constituye otro aspecto importante de la Economía Circular del agua.” (COTEC, 2017, p.112).</p> <p>Además de lo comentado anteriormente en cuanto a la valorización energética del biogás, las soluciones tecnológicas actuales para lodos incorporan la recuperación de nutrientes (fosfatos, nitratos, celulosa...) para el sector agrícola. De este modo, no sólo disminuyen los costes económicos y energéticos al rebajarse los tratamientos terciarios que eliminan estos materiales, sino que también disminuye el impacto ambiental causado por los fertilizantes al ser necesarios menores cantidades de estos en las aguas de riego.</p> <p>En conclusión, la reutilización de aguas residuales y la recuperación y valorización de sus subproductos, llevan asociadas la disminución</p>

	de las huellas de carbono y ecológica que requiere toda actividad en una economía sostenible.
METODOLOGÍA	Se halla el porcentaje de los lodos que incorporan procesos de recuperación (compostaje, agrícola o térmico), respecto del total de los lodos generados en el tratamiento de las aguas residuales.
DISPONIBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Entidades gestoras de los servicios de depuración. ❖ <i>Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua</i> (INE, 2014): <ul style="list-style-type: none"> - Destino de los lodos generados por comunidades y ciudades autónomas: Agricultura, silvicultura y jardinería (%). - Destino de los lodos generados por comunidades y ciudades autónomas: Incineración o aprovechamiento energético (%). - Destino de los lodos generados por comunidades y ciudades autónomas: Vertidos (%).

PROPORCIÓN DE VIVIENDAS E INSTALACIONES TURÍSTICAS QUE CUENTAN CON DOBLE CIRCUITO DE AGUAS GRISES/AGUAS NEGRAS	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje de edificaciones, a escala de suministro en baja, que cuentan con doble circuito de aguas grises/aguas negras respecto del total en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica.
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad total de inmuebles equipados con instalaciones para la separación en origen de las aguas residuales domésticas como primera célula de reutilización del agua.
JUSTIFICACIÓN	<p>“Indica el grado de gestión diferencial de la calidad del agua y de reutilización del agua a escala del suministro en baja” (COTEC, 2017, p.112).</p> <p>Asimismo, este indicador permite entrever el nivel de integración de la planificación hidrológica a escala doméstica.</p>

	<p>Del mismo modo que para el suministro en alta existe un doble circuito para el agua que es bebible y para la que no lo es; la gestión de aguas basada en la reutilización y el saneamiento descentralizados a escala doméstica, permite preservar considerables cantidades de agua potable para los usos en los que es indispensable como, por ejemplo, el alimenticio.</p> <p>Mediante este ahorro de agua de elevada calidad junto con el funcionamiento de los dobles circuitos, se suprime la costosa potabilización para aquellos otros fines en los que dicha calidad no es necesaria, como lo es para el caso de los inodoros o del riego de jardines. En definitiva, el ahorro de este agua implica importantes ahorros económicos y energéticos.</p> <p>Ahora bien, a pesar de las ventajas descritas, la implantación de estos dobles circuitos supone la superación de ciertas barreras como, por ejemplo, la percepción social de agua de baja calidad.</p>
METODOLOGÍA	Se halla el porcentaje de edificaciones con doble circuito de aguas residuales respecto del total del parque de viviendas.
DISPONIBILIDAD	No existen datos estadísticos oficiales al respecto debido al carácter innovador de estos equipos, y a su reciente implantación de manera aislada en escasos complejos turísticos o viviendas.

PROPORCIÓN DE CIUDADANOS QUE APOYAN LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	
UNIDADES	%
DEFINICIÓN	Porcentaje de ciudadanos a favor de la reutilización respecto del total de los encuestados en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica.
DESCRIPCIÓN	Mide la cantidad total de ciudadanos concienciados con los beneficios de la reutilización del agua.

JUSTIFICACIÓN	<p>“Aporta información sobre la eficacia de las campañas de divulgación y concienciación sobre la reutilización de aguas residuales y su papel en la Economía Circular, y sirve para evaluar tendencias” (COTEC, 2017, p.112).</p> <p>La mala e injusta reputación de las aguas regeneradas no solo se percibe en el ámbito de la ciudadanía, sino también en el sector donde tienen un mayor potencial, es decir, el agrícola. En este sentido, según el informe sobre la “Situación y evolución de la Economía Circular en España”:</p> <p>Esta percepción negativa constituye una de las principales dificultades para generalizar la reutilización de aguas regeneradas en la agricultura, dada la reticencia de los regantes por miedo al posible rechazo de sus productos en el mercado europeo. Una herramienta clave para vencer esta barrera y facilitar un uso amplio de las aguas regeneradas en el regadío es la aprobación de la normativa europea prevista sobre estándares de calidad (COTEC, 2017, p.109).</p> <p>De hecho, dichos avances legislativos son anunciados ya en el “Noveno informe sobre el estado de ejecución y los programas para la aplicación (conforme al artículo 17) de la Directiva 91/271/CEE del Consejo sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas”, cuando en éste se advierte:</p> <p>En el marco de su Comunicación titulada “<i>Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular</i>”, la Comisión está preparando una iniciativa legislativa para promover la reutilización de aguas residuales. Esta acción de la UE tendría por objeto permitir una reutilización rentable de las aguas residuales para el riego agrícola, a la vez que garantizaría un elevado nivel de protección de la salud y el medio ambiente (EC, 2017, p.14).</p> <p>Como punto de partida de dicha iniciativa, la Comisión Europea está realizando una evaluación de la Directiva 91/271/CEE a través de una consulta entre ciudadanos y stakeholders de diversos ámbitos relacionados con el agua. La consulta dirigida al gran público ha permanecido abierta on line hasta el 9 de noviembre del 2017.</p> <p>El alcance y los objetivos de esta revisión se detallan en la hoja de ruta “Roadmap on the Evaluation of the Urban Waste Water Treatment Directive (UWWTD) 91/271/EC”. Tal y como señala la Comisión Europea en dicho documento, se han producido numerosos cambios tecnológicos y científicos, así como cambios ecológicos y socioeconómicos durante los más de 25 años transcurridos desde la adopción de la UWWTD.</p> <p>Por ello, la Comisión Europea recomienda la actualización y adaptación de esta Directiva a las nuevas transformaciones teniendo en cuenta el marco referencial de la Economía Circular y, en el contexto internacional, los ODS para el 2030.</p>
----------------------	---

	<p>Por lo que se refiere a escala de cuenca, además de garantizar el cumplimiento estricto de los estándares de calidad exigidos en los procesos de depuración por las diferentes Directivas; los organismos competentes deberían considerar la consulta pública sobre la reutilización de aguas residuales como un potente instrumento de medida de la eficacia de las campañas divulgativas al respecto.</p> <p>La participación de la ciudadanía en este asunto, se encuentra estrechamente relacionada con el indicador de sostenibilidad <i>Número de contribuciones a los procesos de participación: alegaciones al borrador del Plan Hidrológico</i>, descrito como “un primer indicador de los procesos de participación pública” (FNCA, 2016, p.237).</p> <p>Sobre la base de lo anterior, el número de contribuciones o alegaciones al borrador del Plan Hidrológico sobre la reutilización de aguas residuales daría una idea de la apreciación de las diversas partes interesadas y, por tanto, complementaría al indicador <i>Proporción de ciudadanos que apoyan la reutilización de aguas residuales</i>.</p> <p>Ahora bien, según el mismo estudio:</p> <p>El volumen de los documentos que se exponen a consulta pública es en general enorme, y no se hacen versiones divulgativas. Para muchos actores, que no tienen intereses económicos en el uso del agua y pertenecen únicamente a la ciudadanía activa, la elaboración de alegaciones y la participación en general supone un gran esfuerzo que es fácil desalentar si esas contribuciones no son tenidas en cuenta (FNCA, 2016, p.239).</p> <p>Por tanto, es fundamental que las administraciones responsables realicen campañas de comunicación para concienciar, tanto a los ciudadanos como a otros agentes implicados, de los beneficios socioeconómicos y ambientales que conlleva la reutilización con el fin de superar esa negativa percepción social de la misma. Asimismo, una vez realizado dicho esfuerzo, las autoridades competentes deben tener en cuenta la opinión pública en la toma de decisiones. Así pues, la dimensión socio-cultural es vital para lograr un cambio sostenible.</p>
METODOLOGÍA	Se halla el porcentaje de los ciudadanos que están a favor de la reutilización respecto del total de los encuestados.
DISPONIBILIDAD	A través del número de contribuciones o alegaciones al borrador del Plan Hidrológico sobre la reutilización de aguas residuales, se podría inferir la opinión pública respecto a dicha cuestión.

4. Conclusiones

España se encuentra entre los países europeos que más han fomentado la reutilización del agua respecto a otros países miembros de la UE. No obstante, aún queda mucho por hacer en cuanto a su optimización, sobre todo teniendo en cuenta la climatología mediterránea que conforma la hidrografía española.

De hecho, según los resultados de los estudios realizados por el Observatorio de la Sostenibilidad de España, aún “estamos muy lejos de cumplir con las metas relativas a eficiencia, gestión integrada, funcionamiento ecológico y sostenibilidad general del recurso”(OSE, 2018).

Poder contar con una batería de indicadores concretos de reutilización, es un primer paso para avanzar en la consecución de dichas metas. En este sentido, existe una importante carencia al respecto no solo en el contexto nacional, sino también en los ámbitos institucionales europeo e internacional promotores de la Economía Circular y del Desarrollo Sostenible.

Así pues, a pesar de los avances conseguidos en el camino hacia la sostenibilidad desde el nuevo paradigma de la circularidad, es necesario un esfuerzo adicional en relación al desarrollo de indicadores de eficacia y eficiencia en este área estratégica de la Economía Circular.

Por lo que se refiere a España, esta labor resulta especialmente interesante a escala de cuenca, ya que es la escala en la cual se lleva a cabo la planificación hidrológica. Como se ha señalado anteriormente, aunque la reutilización de las aguas residuales ya consta en los Planes Hidrológicos del ciclo en marcha, los datos al respecto son insuficientes para evaluar la efectividad y potencialidad de este recurso.

En este sentido, es necesaria una mejora en la disponibilidad de este tipo de información tanto a nivel espacial como temporal. En el primer sentido, debido a la ausencia de estadísticas a nivel desagregado de cuenca/demarcación hidrográfica. En el segundo, debido a la necesidad de disponer de datos más recientes.

En cuanto al objetivo principal, expuesto en la introducción de este trabajo, de explorar el potencial de la reutilización desde la perspectiva de una economía circular y, en consecuencia, de los indicadores propuestos bajo ese enfoque; se concluye que la optimización en la gestión y planificación de las aguas residuales reutilizables mediante el uso de los indicadores adecuados ayudaría a:

1. Reducir la explotación hídrica que padecen la mayoría de las cuencas españolas, debido en gran parte a la extracción para usos agrícolas.

2. Contribuir a rebajar el porcentaje de las masas de agua declaradas como muy modificadas.
3. Aumentar la calidad del estado de las masas de agua, así como la longitud de las reservas naturales fluviales (RNFs) respecto de la longitud total de los ríos.
4. Recuperar la confianza perdida por parte de los organismos europeos debido a los procedimientos de evaluación que España hace de sus masas de aguas.
5. Mejorar las infraestructuras necesarias para las aguas reutilizadas e incentivar el consumo responsable del agua.
6. Efectuar un adecuado análisis de Coste- Eficacia de las medidas relacionadas con el fomento y el desarrollo de la reutilización, considerando todos los beneficios; es decir, no solo los económicos sino también los ambientales, sociales e institucionales que conlleva. Tales como:
 - Reducción de la contaminación puntual
 - Reducción de la contaminación difusa
 - Reducción de la presión por extracción
 - Mejora de las condiciones morfológicas
 - Mejora de las condiciones hidrológicas
 - Conservación y mejora de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos
 - Inventario de emisiones, descargas y pérdidas de sustancias prioritarias
 - Desarrollo de la gobernanza
 - Incremento de recursos disponibles
 - Medidas de prevención de inundaciones
 - Medidas para satisfacer otros usos del agua.
7. Aumentar la eficiencia energética de las plantas depuradoras a través de la recuperación y de la producción de energía mediante la valorización calorífica de los lodos generados.
8. Disminuir las huellas de carbono y ecológica del ciclo del agua y, en general, la huella hídrica de las actividades antrópicas.
9. Gestionar diferencialmente la calidad del agua y, a distintas escalas.
10. Superar la percepción negativa de su calidad por parte de los distintos sectores de la sociedad, en particular, por el agrario y así poder lograr un mercado agrícola competente a nivel europeo.
11. Aumentar la eficacia de las campañas divulgativas e incentivar a la sociedad en su conjunto a participar en la toma de decisiones al respecto. En definitiva,

lograr una gobernanza sostenible del agua.

En resumen, a través de la reutilización basada en un sistema de indicadores adecuados se puede conseguir una optimización del uso del agua, a la vez que, una gestión y planificación integradas del recurso. Dicho de otro modo, lograr un ahorro de agua que supone una reducción de los costes económicos, sociales y ambientales para avanzar en el uso sostenible del recurso.

5. Bibliografía

- AEAS. Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. *Informe sobre aguas residuales en España*. Disponible en: <http://www.asoaeas.com/?q=node/8836>
- CEDEX-DGA. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas - Dirección General del Agua. *Síntesis de los Planes Hidrológicos españoles. Segundo ciclo de la DMA (2015-2021)*. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacionhidrologica/sintesispphh2cicloborrador_tcm30-379039.pdf
- CHJ. Confederación Hidrográfica del Júcar. *Plan Hidrológico de cuenca 2015-2021*. Disponible en: <https://www.chj.es/eses/medioambiente/planificacionhidrologica/Paginas/PHC-2015-2021-Plan-Hidrologico-cuenca.aspx>
- CHS. Confederación Hidrográfica del Segura. *Plan Hidrológico de cuenca 2015-2021*. Disponible en: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>
- COTEC. Fundación COTEC para la Innovación. *Situación y evolución de la Economía Circular en España*. Disponible en: <http://informecotec.es/media/informe-CotecISBN-1.pdf>
- Directiva 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva Marco del Agua).
- EC. European Commission. *Closing the loop: An EU action plan for the circular Economy*. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>
- EC. European Commission. *Noveno informe sobre el estado de ejecución y los programas para la aplicación (conforme al artículo 17) de la Directiva 91/271/CEE del Consejo sobre el tratamiento de las aguas residuales urbana*. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/index_en.html
- EC. European Commission. *Roadmap on the Evaluation of the Urban Waste Water Treatment Directive (UWWTD) 91/271/EC*. Disponible en: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/ares-2017-4989291_en
- EEA (2016), Circular Economy in Europe; Report No 2/2016, Developing the knowledge base. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
- EPSAR. Entidad Publica de Saneamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana. <http://www.epsar.gva.es/>
- ESAMUR. Entidad de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de la Región de Murcia. www.esamur.com/
- FNCA. Fundación Nueva Cultura del Agua. *Indicadores de sostenibilidad de las demarcaciones hidrográficas españolas*. Disponible en: http://www.observatoriosostenibilidad.com/documentos/SOS16_v23_PDF_final.pdf
- FUNDACIÓN ALTERNATIVAS. *Informe sobre sostenibilidad en España 2016*. Disponible en :

<http://www.fundacionalternativas.org/laspublicaciones/informes/informe-sobre-sostenibilidad-en-espana-2016-hoja-de-ruta-hacia-un-modelo-sostenible>

- IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Estudio de prospectiva. Consumo Energético en el sector del agua*. Disponible en: <http://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/servicios/abastecimiento-y-depuracion-de-agua>
- INE. Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.ine.es/>
- MAPAMA. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. *España Circular 2030*. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/180206economiacircular_tcm30-440922.pdf
- MELGAREJO, J; LÓPEZ, I. Depuración y reutilización de aguas en España. *Agua y Territorio*. Diciembre 2016, nº8, pp.22-35.
- MONTALVÁN, A. Sistema de indicadores para la gestión integrada de aguas residuales industriales. *Revista Avanzada Científica*. Sep-Dic 2014, vol.17, nº3, pp.1-18. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5160954.pdf>. ISSN 1029-3450
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica, y su modificación por la Orden ARM/1195/2011, de 11 de mayo.
- OSE. SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA 2017: Informe basado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017. Disponible en: <http://www.observatoriosostenibilidad.com/2016/11/11/6362/>
- OSE. SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA 2018 a partir de la evaluación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 de NN.UU. Disponible en: <http://www.observatoriosostenibilidad.com/2018/04/09/sostenibilidad-en-espana-2018/>
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Real Decreto 1161/2010, de 17 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.