

31
AÑOS DE
TRAYECTORIA
1987 - 2018

RETEMA

Revista Técnica de Medio Ambiente

www.retema.es

Nº 207 | MAYO/JUNIO 2018 | AGUAS



Lecciones del proyecto de recarga del acuífero del Port de la Selva

Tecnología AnMBR para tratamiento de aguas y reutilización en agricultura

Nuevo sistema de telecontrol del agua de Badajoz

SMART.MET, hacia un nuevo modelo de contadores inteligentes

REPORTAJE
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello, Colombia

Tecnología AnMBR para tratamiento de aguas residuales urbanas y reutilización de agua en agricultura

Una simbiosis en el marco de la Economía Circular

A Seco¹, A Jimenez², A Ruiz-Martinez¹ y J Ferrer²

¹CALAGUA Unidad Mixta UV-UPV, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universitat de València | www.aguas-residuales.es

²CALAGUA Unidad Mixta UV-UPV, Instituto de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente– IIAMA, Universitat Politècnica de València | www.iiama.upv.es/



La combinación de la tecnología de biorreactores anaerobios de membrana (AnMBR, por sus siglas en inglés) para el tratamiento de aguas residuales y la reutilización de su efluente en agricultura da como resultado un concepto más sostenible para la depuración, donde las aguas residuales se convierten en una fuente de energía (biogás) y nutrientes (nitrógeno y fósforo) a la vez que se genera un recurso alternativo de agua que puede ayudar a paliar la escasez a la que nos enfrentamos a nivel global. Sin embargo, para aprovechar los beneficios del agua regenerada y los recursos recuperados de las aguas residuales se necesitan políticas inteligentes que brinden flexibilidad para la implementación conjunta de la reutilización y de la tecnología AnMBR. En este sentido, es deseable un instrumento normativo que proporcione claridad, coherencia y previsibilidad a los operadores del mercado que deseen invertir en la reutilización del agua en la Unión Europea (UE) en condiciones regulatorias comparables en todo su territorio. También es

necesario proveer de seguridad jurídica a los agricultores y productores para que se garantice su acceso a los mercados a la vez que se establecen los mecanismos necesarios para asegurar la salud de los consumidores. Finalmente, la protección del medio ambiente debe incluirse como una dimensión fundamental de la herramienta de evaluación y gestión de riesgos aplicable a la reutilización de agua.

INTRODUCCIÓN

La reutilización del agua residual tratada y regenerada para uso agrícola e industrial ha pasado de ser un tema de interés únicamente para agentes del sector del agua e instituciones de países y regiones áridas a entrar de lleno en el debate público, tal y como demuestra el incremento de artículos y reportajes que han ido apareciendo en prensa y medios de comunicación generalistas en los últimos años. Hay que tener en cuenta que actualmente un 11% del territorio de la Unión Europea padece escasez de agua y se espera que este porcentaje crezca hasta el 30% en 2030¹. En el caso concreto de España, el reciente periodo de sequía, especialmente acentuado en las cuencas del Duero, Júcar y Segura, no ha hecho sino incrementar el interés por una práctica que, si bien tiene grandes beneficios, se enfrenta también a una serie de retos que deben ser abordados.

La Unión Europea lleva ya varios años planteando el potencial de la reutilización de aguas como medida para

paliar los problemas de escasez a través de varios comunicados y documentos de diferentes estamentos y agencias. La comunicación de la Comisión Europea (CE) “Plan para salvaguardar los recursos hídricos de Europa”² de 2012 nos recuerda que “el agua es esencial para la vida humana, la naturaleza y la economía” e incluye, entre muchas otras medidas para mejorar la gestión de los recursos hídricos, la reutilización de agua regenerada en plantas de tratamiento como una fuente adicional, con un impacto ambiental menor que otros suministros de agua alternativos (por ejemplo, trasvases de agua entre cuencas o desalinización) pero cuyo uso en la UE está limitado. El documento identifica como causa de dicha limitación la falta de normas ambientales y sanitarias comunes dentro de la Unión para la aplicación de agua regenerada y, como consecuencia, los obstáculos a la libre circulación de productos agrícolas irrigados con este tipo de agua. En dicho informe, la CE plantea desarrollar “el instrumento a nivel de la UE más conveniente para fomen-

tar la reutilización y, en particular, un Reglamento que establezca normas comunes”, contribuyendo así a eliminar los obstáculos e incertidumbres que las diferentes regulaciones no armonizadas de los países miembros imponen a la reutilización de agua.

Dentro de este contexto, la CE encargó al Joint Research Center (JRC) un informe de recomendaciones sobre criterios de calidad para reutilización en agricultura y recarga de acuíferos, con el fin de abordar el diseño del instrumento normativo que diese amparo legal a la reutilización de aguas en el marco de la UE. El informe³, publicado en febrero de 2018, establece parámetros a medir en el agua regenerada, tanto microbiológicos como físico-químicos, así como valores límite y frecuencias necesarias de muestreo en función del tipo de cultivo y método de riego. También establece las medidas preventivas a adoptar desde una perspectiva de gestión del riesgo basada en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

Paralelamente, en su Comunicación sobre el Plan de Acción para la Econo-



¹ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo. Afrontar el desafío de la escasez de agua y la sequía en la Unión Europea. COM/2007/414

² Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Plan para salvaguardar los recursos hídricos de Europa. COM/2012/673

³ L. Alcalde-Sanz, B. M. Gawlik, Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge - Towards a legal instrument on water reuse at EU level, EUR 28962 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-77175-0, doi: 10.2760/804116, JRC 109291

mía Circular, publicado en 2015⁴, la UE hace hincapié en el potencial de la reutilización de las aguas residuales tratadas al plantear que "la reutilización de aguas residuales tratadas en condiciones seguras y rentables es un medio valioso pero poco utilizado para aumentar la disponibilidad de agua y aliviar la presión sobre los recursos hídricos sobreexplotados en la UE." En este contexto, la reutilización de agua regenerada es de nuevo considerada como una fuente adicional cuya correcta explotación permitiría, en última instancia, aliviar la presión sobre las fuentes convencionales (acuíferos, lagos, ríos...), contribuyendo a mejorar también su estatus cualitativo.

Actualmente, en la UE sólo se reutiliza el 2,4% del total del agua tratada en las depuradoras (1,1 millones de hm³/año), lo que representa un 0,4% del total de agua extraída. Por otra parte, el consumo de agua en agricultura en los países meridionales de la UE es muy elevado, alcanzando el 75-80% en España (Figura 1). Es por ello que la reutilización de aguas en agricultura, especialmente en el sur de Europa, es clave para atajar los problemas derivados de la escasez del recurso.

Otra ventaja añadida de la reutilización de aguas es la posibilidad de aprovechar los nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo) presentes en las aguas residua-

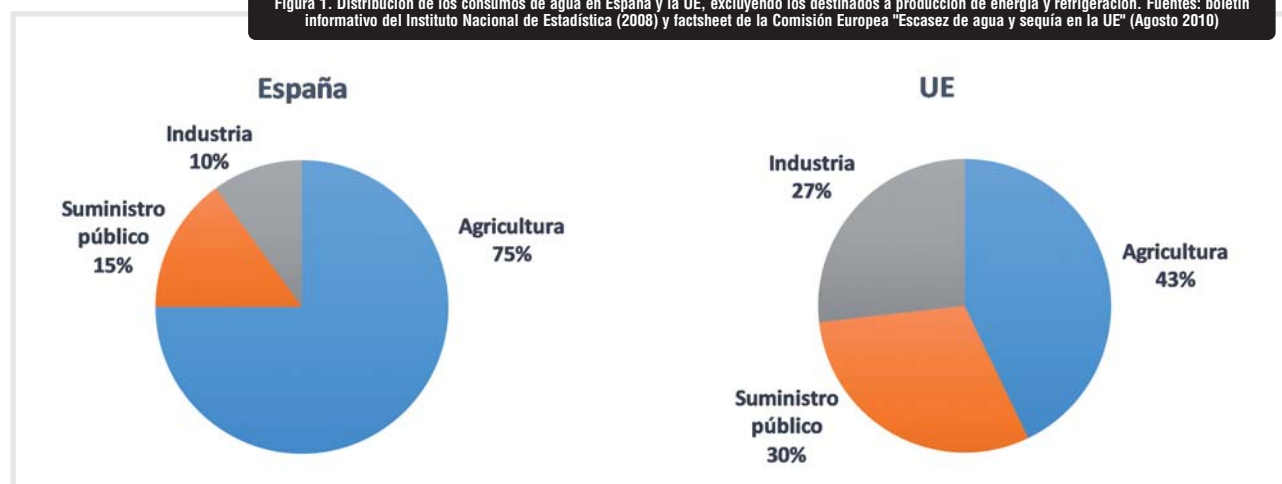
	Consumo energético típico (kWh/m ³)
Pretratamiento	0,16 – 0,30 ⁶
Fangos activados	0,25 – 0,60 ⁶
Fangos activados con nitrificación	0,30 – 1,40 ⁷
Lechos bacterianos	0,24 – 0,40 ⁷
Bioreactor de membrana (MBR)	0,50 – 2,50 ⁷
Bioreactor anaerobio de membrana (AnMBR)	-0,15 – 0,21 ⁸

Componente	Concentración típica (mg/L)	Energía equivalente necesaria para obtener N y P como fertilizantes (kWh/m ³)
Nitrógeno	Orgánico	0,29
	Amoníaco	0,48
Fósforo	8	0,02
Total		0,79

les domésticas mediante el método de la fertirrigación. La fertirrigación consiste en el riego de los cultivos con agua regenerada, pero cuyo tratamiento mantiene, al menos en parte, el contenido de nutrientes presentes en el agua residual. De esta manera se obtienen una serie de ventajas: 1) los agricultores ahorran costes al reducir sus necesidades de fertilizantes

minerales, 2) el tratamiento de aguas se simplifica y abarata, al eliminarse o reducirse los procesos y el coste relacionados con la eliminación de nutrientes del agua (tabla 1) y 3) se produce una reducción en las emisiones de CO₂ asociados al consumo energético para la eliminación de nutrientes del agua y a la producción de fertilizantes minerales (tabla 2). Es im-

Figura 1. Distribución de los consumos de agua en España y la UE, excluyendo los destinados a producción de energía y refrigeración. Fuentes: boletín informativo del Instituto Nacional de Estadística (2008) y factsheet de la Comisión Europea "Escasez de agua y sequía en la UE" (Agosto 2010)



⁴ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. COM/2015/0614

⁵ P.L. McCarty, J. Bae J. Kim (2011) Domestic wastewater treatment as net energy producer-Can this be achieved? Environmental Science and Technology, 45(17), 7100-7106.

⁶ A. Meda, P. Cornel, Energy and water: relationships and recovery potential, IWA Water and Energy conference, Amsterdam, The Netherlands, 10–12 November 2010.

⁷ A Robles, Modelling, simulation and control of the filtration process in a submerged anaerobic membrane bioreactor treating urban wastewater, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València, España 2013.

⁸ A. L. Smith, L.B. Stadler, L. Cao, N.G. Love, L. Raskin, S.J. Skerlos (2014) Navigating wastewater energy recovery strategies: A life cycle comparison of anaerobic membrane bioreactor and conventional treatment systems with anaerobic digestion. Environmental Science and Technology 48, 5972-5981.

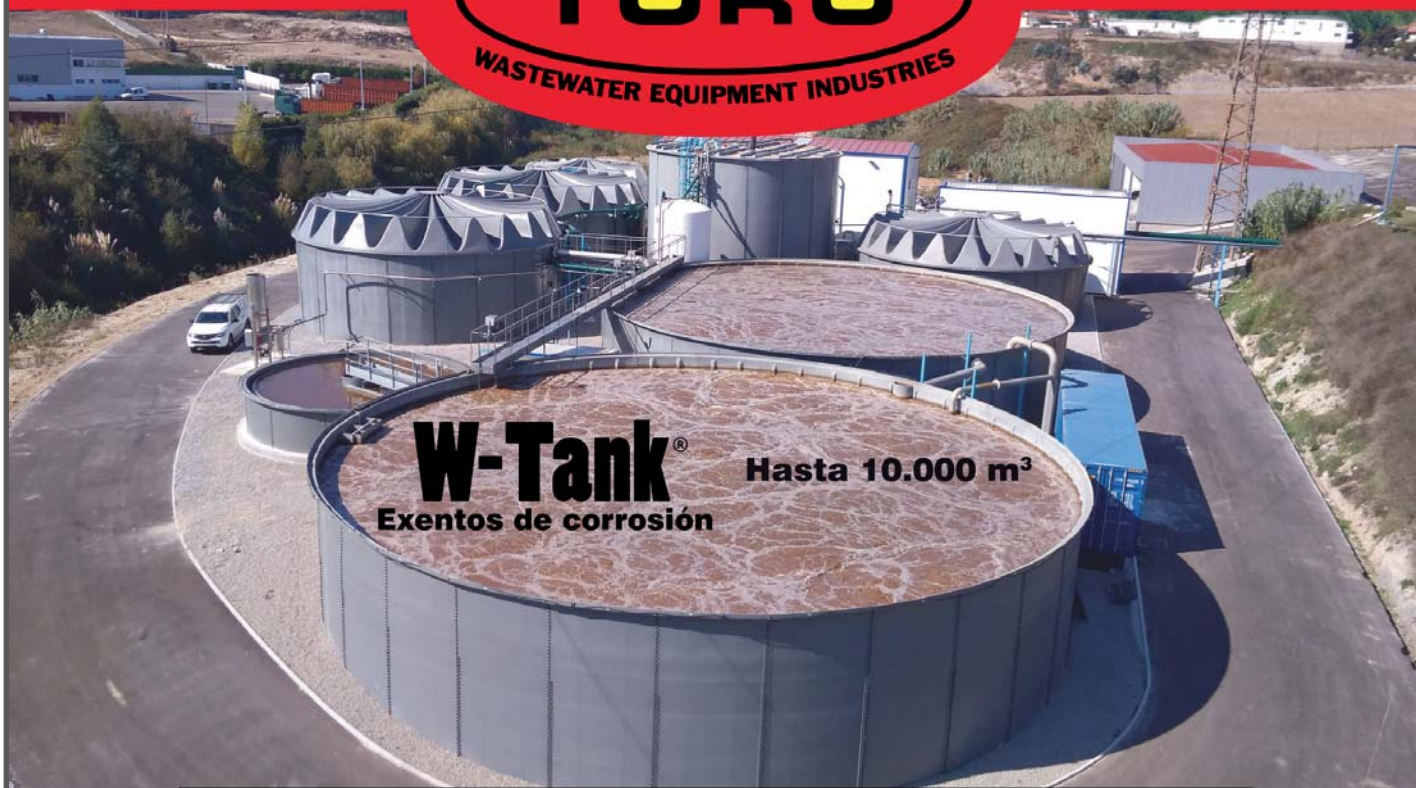
⁹ WssTP Water Vision 2030 'The Value of Water: Towards a Future proof model for a European water-smart society' (October 2016)

portante resaltar en este punto que la fijación de nitrógeno atmosférico mediante el proceso de Haber-Bosh para obtener amoníaco, base de muchos fertilizantes, implica el consumo de 19,3 kWh/kg N, mientras que la producción de fósforo supone un coste energético de 2,11 kWh/kg P⁵. Por otra parte, los tratamientos para agua potable y aguas residuales repre-

sentan el 7.6% del consumo total de energía en todos los países de la UE. Por lo tanto, el ahorro de energía y la mejora de la eficiencia, así como el aprovechamiento de los nutrientes en el sector del agua implicarían un impacto significativo en el consumo total de energía.

En este sentido, la importancia económica de los nutrientes presentes en el

agua residual es destacada, entre otros, en el informe "WssTP Water Vision 2030"⁹ publicado por la Plataforma Tecnológica Europea para el Agua. En este documento se considera que "el valor estimado de algunos de estos nutrientes que están disponibles en las aguas residuales es de entre \$300-400/t (productos con base de nitrógeno) y \$500-600/t (productos con base de fósforo) considerando la gran demanda de estos productos en la agricultura". Además, el informe alerta de la dependencia que presenta Europa occidental de las importaciones de fertilizantes (80% de sus necesidades de fosfato) y muestra la existencia de un nicho de mercado para la recuperación de nutrientes. Finalmente, el documento plantea el riesgo que



W-Tank® Hasta 10.000 m³
Exentos de corrosión

Agiliza el montaje de tus proyectos con W-Tank®
Depósitos - Decantadores - Digestores y Cubiertas

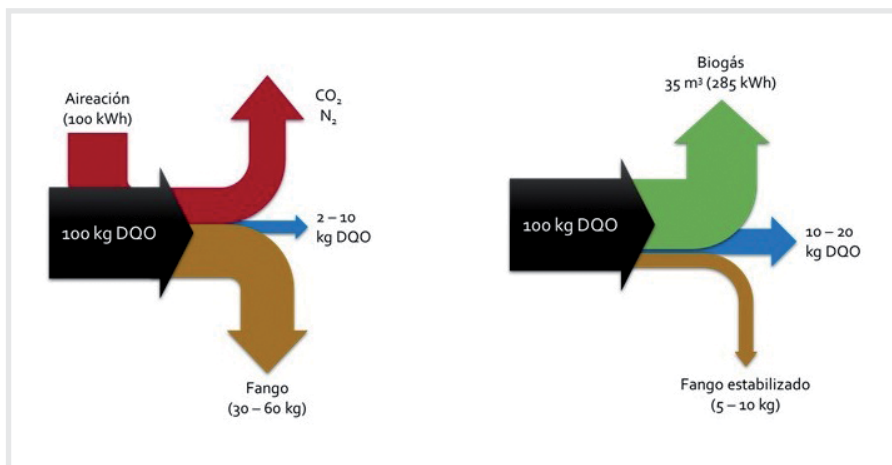


Figura 2. Comparativa entre tratamiento aerobio convencional para aguas residuales y tratamiento anaerobio mediante AnMBR

supone esta dependencia dados los límites de las reservas de roca de fosfato económicamente accesibles y su localización geoestratégica. De hecho, la roca fosfática entró en la lista de la Comisión Europea de materias primas fundamentales (Critical Raw Materials, CRMs) en el año 2014¹⁰ y el fósforo lo hizo en 2017¹¹.

Por todo lo anteriormente expuesto, queda patente la necesidad de impulsar

medidas integrales que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en el agua residual, tales como energía y nutrientes, a la vez que ofrezcan las garantías sanitarias y ambientales necesarias. Entre las opciones disponibles para este fin se encuentra la combinación de tratamiento de aguas residuales mediante tecnologías más eficientes con la reutilización del efluente en la agricultura.

¹⁰ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones sobre la revisión de la lista de las materias primas fundamentales para la UE y la aplicación de la iniciativa de materias primas COM(2014) 297 final

¹¹ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones relativa a la lista de 2017 de materias primas fundamentales para la UE. COM(2017) 490 final.

¹² R. Pretel, A. Robles, M.V.Ruano, A.Seco, J.Ferrer (2016) Economic and environmental sustainability of submerged anaerobic MBR-based (AnMBR-based) technology as compared to aerobic-based technologies for moderate-/high-loaded urban wastewater treatment. Journal of Environmental Management 166, 45-54.

LA TECNOLOGÍA ANAEROBIA DE MEMBRANAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

La unidad mixta de investigación CALAGUA, formada por personal investigador de la Universitat de València y la Universitat Politècnica de València, viene trabajando desde hace una década en el desarrollo e implementación de la tecnología AnMBR para el tratamiento de aguas residuales urbanas, dadas las ventajas tanto económicas como medio-



Figura 3. Planta piloto de AnMBR propiedad del grupo CALAGUA, instalada en la EDAR "Conca del Carraixet" en Valencia



Figura 4. Planta demostración de AnMBR cofinanciada por la Comisión Europea a través del proyecto LIFE MEMORY, liderado por FCC Aqualia. Alcázar de San Juan (Ciudad Real)

ambientales que aporta frente a los tratamientos convencionales basados en la tecnología de fangos activados.

La tecnología AnMBR aplica un concepto sostenible para el tratamiento de aguas, donde las aguas residuales se convierten en una fuente de energía (la materia orgánica es recuperada en forma de biogás, ver figura 2) y de nutrientes (nitrógeno y fósforo) mientras se genera un efluente con una elevada calidad microbiológica y sin presencia de sólidos susceptible de ser reutilizado¹². La recuperación del biogás y la reutilización del agua y los nutrientes permite cerrar el ciclo de materiales y energía del agua de acuerdo con los principios de la Economía Circular. Además, la tecnología AnMBR permite minimizar el impacto ambiental del tratamiento de aguas residuales ya que reduce drásticamente las emisiones de CO₂ al evitar el consumo de oxígeno para la eliminación de la materia orgánica y producir biogás que pue-

de ser aprovechado energéticamente. A estas ventajas hay que sumar que produce menos residuos que un tratamiento convencional y las plantas de tratamiento son de menores dimensiones.

CALAGUA ha llevado a cabo actividades de investigación en torno a esta tecnología en el marco de proyectos financiados tanto por instituciones españolas (Ministerio de Economía y Competitividad) como europeas (Programa LIFE+ de la Unión Europea). Fruto del trabajo de investigación es la planta piloto AnMBR ubicada en la EDAR de El Carraixet (Valencia) (figura 3), puesta en marcha en 2009 y que ha permitido afianzar las bases de los procesos de tratamiento anaerobio con membranas. Posteriormente, y gracias a la financiación obtenida por el Programa LIFE+ para el proyecto LIFE MEMORY, se puso en marcha la planta AnMBR a escala demostración ubicada en la EDAR de Alcázar de San Juan (Ciudad Real) (fi-

gura 4). El proyecto LIFE MEMORY está coordinado por la empresa FCC Aqualia y tiene como objetivo la demostración tecnológica, económica y ambiental de la tecnología AnMBR.

Vincular el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante la tecnología AnMBR a la fertirrigación contribuye a aliviar los problemas de escasez de agua, proporcionando seguridad en el suministro y reduciendo los costes económicos derivados de la necesidad de fertilización mineral. Este nexo entre tecnología de tratamiento y práctica agrícola innovadoras permite, además, superar el actual esquema en el cual se eliminan los nutrientes de las aguas residuales mediante procesos intensivos en energía para luego volver a añadirlos a las aguas en forma de fertilizantes minerales. Por tanto, la fertirrigación supone unas evidentes ventajas económicas, sociales y ambientales que contribuyen, además, al manteni-

miento de la actividad económica en las zonas rurales, frenando el éxodo rural y favoreciendo la conservación de los ecosistemas asociados a las prácticas agrícolas.

Además de desarrollar tareas de I+D, la unidad mixta CALAGUA viene coordinando desde 2013 el Action Group “Anaerobic MBR for WATER Resource Recovery in CIRCULAR Economy: WATER CIRCLE”¹³ en el marco de la European Innovation Partnership of Water-EIP Water, a través del que se llevan a cabo tareas de recopilación de resultados, avances y casos prácticos de aplicación, además de difusión y divulgación de las novedades en torno a los AnMBR mediante boletines, páginas web y conferencias. El consorcio del Action Group está formado por universidades y centros de investigación españoles, holandeses, belgas, franceses y de Reino Unido, así como empresas del sector de tratamiento de aguas, muchas de ellas multinacionales.

El objetivo principal de este Action Group es impulsar el cambio de concepto en el tratamiento de aguas que permita pasar de la actual Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR o Wastewater Treatment Plant, WWTP en inglés) a la Instalación de Recuperación de Recursos del Agua (Water Resource Recovery Facility, WRRF en inglés), convirtiendo así las aguas residuales tradicionalmente desechadas en una fuente de energía, agua y nutrientes, en línea con los principios de sostenibilidad y los objetivos de la Economía Circular. Todo esto, usando la tecnología AnMBR como eje central de la planta.

No obstante, la implantación de la tecnología AnMBR no se enfrenta únicamente a retos tecnológicos, como avanzábamos al principio. La regulación referente a tratamiento de aguas, protección ambiental y sanitaria y reutilización de aguas regeneradas (tales como las Directivas 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urba-

Tabla 3: Socios del Innovation Deal “Sustainable wastewater treatment combining anaerobic membrane technology and water reuse”

Autoridades públicas nacionales	País
The energy and Water Agency	Malta
Confederación Hidrográfica del Júcar	España
Águas de Portugal	Portugal
Autoridades públicas regionales	
Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Comunidad Valenciana	España
Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana	España
Universidades	
Universitat de València	España
Universitat Politècnica de València	España
Universidade Nova de Lisboa	Portugal
Centros de investigación	
Instituto Europeo de Membranas	Francia
Laboratorio de Biotecnología y Medio Ambiente del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias	Francia
Empresas y consorcios de innovación	
Consorcio H2020 SMART Plant	Italia y otros
Ecofilae	Francia
Usuarios finales	
Canal de Riego del Río Túria	España
Comisión Europea	
Unidad de Ecoinnovación de la Dirección General de Investigación e Innovación	DG-RTD
Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural (puntualmente)	DG-AGRI
Dirección General de Medio Ambiente (puntualmente)	DG-ENV

na y 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en agricultura o el RD 1620/20017 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de aguas depuradas en España) suponen también un reto que debe ser considerado en profundidad.

LA INICIATIVA INNOVATION DEAL (ID)

En 2016 la Comisión Europea lanzó la iniciativa Innovation Deals on Circular Economy¹⁴ con el objetivo de reunir grupos de interés en torno a aquellas temáticas en las que se percibiese que

la regulación existente estuviese dificultando la puesta en marcha de ideas innovadoras y generadoras de valor en línea con los objetivos económicos y ambientales de la UE. Es decir, a través de estos grupos de trabajo se pretende identificar los cuellos de botella y barreras que las regulaciones europeas, nacionales y regionales presentan a la innovación y plantear posibles soluciones para superarlas, aprovechando la flexibilidad existente en la actual normativa.

¹³ <https://www.eip-water.eu/AnMBR>

¹⁴ <https://ec.europa.eu/research/innovation-deals/index.cfm>



Tabla 4: Retos a afrontar relativos al uso de agua regenerada para riego. Adaptado de ECOFILAE (2012)

Retos económicos	
Costes de implementación	Estudios de ingeniería y monitorización
Costes de inversión	Terrenos, equipos y red de transporte y distribución de agua regenerada (incluidos sistemas de drenaje y costes adicionales de conversión del sistema de riego)
Costes de operación y mantenimiento	Salarios, amortización de equipos y elementos fungibles. Energía para tratamiento, transporte y distribución. Monitorización y análisis
Retos sociales	
Costes sanitarios	Seguridad sanitaria y calidad del producto (campañas de prevención). Contención de riesgo tolerable en los indicadores sintéticos de salud DALYs y QALYs
Costes ambientales	Contaminación del suelo (pérdida de rendimiento, salinidad)
Costes sociales	Problemas de aceptabilidad, necesidad de campañas de información. Depreciación de viviendas por problemas de olores (gastos asociados de defensa legal). Conflictos de uso

Tabla 5: Beneficios relativos al uso de agua regenerada para riego. Adaptado de ECOFILAE (2012)

Beneficios económicos	
Para el productor de agua residual y el distribuidor de agua reutilizada	Se elimina el gasto asociado a la eliminación de nutrientes y aparecen ventas de agua regenerada.
Para el agricultor	Se elimina el gasto de los fertilizantes minerales, cambia el precio del agua por costes de tratamiento evitados. Reducción del riesgo de pérdida de cosechas por sequía.
Beneficios socioambientales	
Beneficios ambientales	Preservación de las fuentes de agua potable por diversificación de recursos, mejora en la calidad y reducción de la presión sobre las aguas superficiales y subterráneas y protección contra la intrusión salina.
	Aumento de la fertilidad del suelo y control de la desertificación. Reducción en el consumo energético del tratamiento de aguas y el transporte y menores emisiones de CO ₂
Beneficios sociales	Preservación de la agricultura periurbana (trabajos salvaguardados y creación de nuevos empleos, empresas y mercados) y contribución a la seguridad alimentaria mediante el aumento de la producción agrícola.
	Protección o creación de vínculos sociales entre las comunidades urbanas y rurales mediante la posibilidad de un enfoque participativo a nivel local

Una de las dos propuestas aprobadas como pilotos de la iniciativa fue “Sustainable wastewater treatment combining anaerobic membrane technology and water reuse”. El consorcio de este ID está formado por instituciones públicas con competencias en agua, universidades, centros de investigación, empresas y usuarios finales y está coordinado por la Catedrática de Tecnologías del Medio Ambiente de la Universitat de València, Aurora Seco Torrecillas, miembro fundador de la unidad mixta de investigación CALAGUA (tabla 3 y figura 5).

Una de las primeras tareas de este ID ha sido recoger los retos a los se enfrenta la reutilización de agua y clasificarlos para definir el enfoque con que han de ser tratados. Los desafíos a afrontar han sido catalogados en económicos y sociales. En la tabla 4 se pueden ver las subcategorías establecidas. Así mismo se han analizado y clasificados los beneficios derivados de la reutilización de agua regenerada para riego (tabla 5).

Otra de las tareas desarrolladas hasta el momento ha sido el estudio de las regulaciones que afectan a diferentes aspectos de la reutilización de aguas en agricultura a nivel europeo y a nivel nacional para Chipre, Francia, Alemania, Grecia, Malta, Italia, Portugal y España. De este análisis se han extraído las siguientes conclusiones preliminares:

1. La reutilización del agua está prevista en el marco legislativo de todos los esta-



Figura 5. Reunión del consorcio Innovation Deal en Valencia (27/11/2017)

dos miembros estudiados. Sin embargo, no se ha desarrollado una regulación europea específica con respecto a la reutilización del agua.

2. Las normativas nacionales presentan una gran heterogeneidad con respecto a 4 criterios clave: usos previstos, requisitos mínimos de calidad, frecuencia y punto de muestreo.

3. No se ha detectado ningún impedimento tecnológico para la reutilización del agua para uso agrícola.

4. De acuerdo con los principios de la economía circular y de la sostenibilidad ambiental, la tecnología AnMBR presenta el mejor escenario cuando se combina con el uso del efluente para fertirrigación, lo que permite recuperar agua, nutrientes y energía de las aguas residuales.

5. La falta de definición legal para los términos “descarga” y “reutilización de agua”, así como las disposiciones de estándares de calidad a adoptar para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales aparecen como cuellos de botella legales que obstaculi-

zan la reutilización del efluente AnMBR con fines agrícolas.

6. Es posible encontrar soluciones innovadoras para superar las barreras detectadas y fomentar el tratamiento mediante AnMBR como una tecnología sostenible para recuperar los recursos contenidos en las aguas residuales, pero es necesario un estudio caso por caso para determinar en qué situaciones esas soluciones son viables.

El Innovation Deal trabaja en estos momentos en dos direcciones. Por una parte, se están desarrollando las posibles soluciones que el actual marco legal permite y se están trasladando a un diagrama de decisión que facilite su interpretación. Por otro lado, se están llevando a cabo estudios de casos que permitan determinar las condiciones bajo las cuales esas soluciones para la reutilización de agua en agricultura son aplicables. Dichos estudios de casos se basan en tres elementos: 1) un balance hídrico que incluye el efluente de las plantas de tratamiento, los retornos

a las masas de agua a través de las redes de transporte, distribución, sistemas de riego y campos, evapotranspiración y requisitos de los cultivos; 2) un balance de nutrientes que considera las concentraciones presentes en el agua regenerada, pérdidas de nutrientes asociadas a los retornos, variaciones en la concentración debido a la evapotranspiración, requisitos nutricionales de cultivos y fertilización mineral y 3) un balance económico que tenga en cuenta los diferentes flujos monetarios dentro del sistema planta de tratamiento-sistema de reutilización, tales como costes de depuración, bombeos, fertilizantes, agua para riego y planes de gestión.

Se espera que los resultados definitivos de los trabajos desarrollados en el seno del Innovation Deal “Sustainable wastewater treatment combining anaerobic membrane technology and water reuse” sean publicados, junto con la evaluación de la Comisión Europea de esta iniciativa, en Septiembre de 2018.