

Innovación en depuración y reutilización de aguas

Eva M. Sánchez Teba
Departamento de Economía y Administración de Empresas
Universidad de Málaga





La Crisis Global del Agua



Agua

Sin agua no ha vida.
Sin agua es muy difícil
el desarrollo económico.
Estrategia de adaptación
de los entornos urbanos
al cambio climático



España

Se depuran 10.300 Hm³ de
aguas residuales. Sólo se
reutiliza el 4% sobre todo
para la agricultura.



Andalucía

Estrategia de recursos hídricos no convencionales.

Objetivo: alcanzar los 180Hm³ de agua reciclada con una
inversión asociada de 400 millones de euros hasta 2027.



Esta situación sería la deseable

Pero el cambio climático
tiene efectos que ya son
perceptibles



Contexto Hídrico de Andalucía

87%

Territorio

Afectado por estrés hídrico severo

€240M

Inversión

En infraestructuras hídricas (2020-2023)

30%

Reducción

De recursos hídricos previstos para 2050

El severo estrés hídrico que afecta a la mayor parte del territorio andaluz ha impulsado una respuesta ambiciosa en forma de inversiones estratégicas en infraestructuras. Esta situación, agravada por los efectos del cambio climático, ha convertido la necesidad en virtud, posicionando a la región como un laboratorio de innovación en tecnologías del agua.

Dos puntos a tener en cuenta:

- Innovación tecnológica.
- Operación y gestión de los equipamientos.

Tecnologías avanzadas en el tratamiento de aguas.

Las tecnologías avanzadas están transformando el desafío en oportunidad, logrando gestión eficiente y promoviendo la reutilización de recursos.



Biorreactores de Membrana



Degradación biológica

Microorganismos descomponen materia orgánica en un tanque biológico.



Filtración con membranas

Membranas semipermeables eliminan sólidos, bacterias y microorganismos.



Agua purificada

Se obtiene agua de alta calidad en una sola etapa.

Sistemas de Oxidación Avanzada

Agentes oxidantes
Ozono, peróxido de hidrógeno
o persulfato inician el proceso.

Transformación
Contaminantes se convierten
en compuestos no perjudiciales.



Catalizadores
Radiación UV, ultrasonido o fotocátalisis potencian la reacción.

Radicales libres
Atacan y rompen enlaces químicos de contaminantes persistentes.



Inteligencia Artificial y Automatización

Sensores inteligentes

Monitorizan parámetros como turbidez, pH y temperatura en tiempo real.

Análisis predictivo

Algoritmos identifican patrones y anticipan fluctuaciones en la calidad del agua.

Gemelos digitales

Modelos virtuales replican operaciones para optimizar procesos sin riesgos.

Desafíos en el tratamiento de aguas residuales:

- Contaminantes emergentes.
- Emisiones de gases de efecto invernadero.
- Eficiencia energética.

Contaminantes Emergentes: fármacos, productos de cuidado personal, microplásticos





Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

40%

Aumento de metano

En ríos que reciben descargas de aguas residuales tratadas.

70%

Reducción posible

Con digestores anaeróbicos que capturan metano.

20%

Menos óxido nitroso

Mediante optimización biológica de parámetros operativos.



Eficiencia Energética

Implementación de sistemas de recuperación de energía y automatización que han logrado reducir el consumo eléctrico en un 40% respecto a las plantas convencionales, mejorando la sostenibilidad del ciclo integral.

Aplicaciones prácticas



Caso de Éxito: EDAR de Málaga



Recepción

Capacidad para procesar 180.000 m³ diarios, equivalente al consumo de 900.000 personas



Tratamiento

Sistema de ósmosis inversa y biorreactores de membrana (MBR) con eficiencia superior al 95%



Reutilización

El 70% del agua tratada se destina a regadío agrícola, reduciendo la presión sobre acuíferos



Beneficios

Protección de ecosistemas costeros y recuperación de espacios naturales previamente degradados

La Estación Depuradora de Aguas Residuales de Málaga es una de las principales infraestructuras hídricas andaluzas, combinando tecnologías punteras con un enfoque integral que abarca desde el tratamiento hasta la reutilización efectiva para fines agrícolas.

RichWater

Introducción en el mercado de un sistema combinado de tratamiento y regeneración de aguas residuales urbanas para su uso en agricultura (FTI)

www.richwater.eu



Duración: 33 meses
Consortio: 6 socios



Presupuesto: 2.083.866,20 €
Contribución CE: 1.658.703,13 €



Resultados:

- Desarrollo de un demostrador para el tratamiento de aguas residuales urbanas en Algarrobo, Málaga (MBR + unidad de desinfección + sistema de recuperación de nutrientes, caudal tratado: 150 m³/día).
- Producción de agua regenerada de alta calidad para la irrigación de aguacates, mangos y tomates (DBO5: 90,81%; DQO: 94,20%, TSS: 96,19%), con tasas de eliminación de *E. coli* superiores al 99% y altas tasas de recuperación de nutrientes (69% nitrógeno, 80% fósforo, 94% potasio).
- La verificación ETV confirma la alta calidad del efluente para uso agrícola. Los estudios agronómicos no muestran diferencias significativas entre los cultivos de tomate regados con agua regenerada y agua de pozo convencional.
- Reducción del consumo de energía mediante medidas como controladores de velocidad para motores y modelado de fluidos del tanque MBR.



Fuente: Biozul

P2GreenN

Desarrollo y demostración de soluciones innovadoras de recuperación de N y P procedentes de aguas residuales urbanas y residuos sólidos orgánicos y conversión en biofertilizantes seguros para la producción agrícola (IA)

www.p2green.eu

Objetivos:

- Desarrollo de tres pilotos en entornos urbano-rurales en Suecia, Alemania y España en los que se generan, prueban y adaptan cuatro fertilizantes seguros de base biológica, así como sus sistemas de aplicación, preservando los ciclos de N y P en equilibrio.
- Producción de cuatro biofertilizantes innovadores: 1) fertilizante sólido a partir del tratamiento de orina obtenida de urinarios portátiles (Gotland, Suecia); 2) fertilizante líquido a partir del tratamiento de orina obtenida de inodoros con un sistema de separación (Hannover-Hamburgo, Alemania); 3) fertilizante sólido a partir del compostaje de heces obtenidas de inodoros secos (Hannover-Hamburgo, Alemania); 4) fertilizante líquido a partir del tratamiento de agua residual urbana (La Axarquía, España), concretamente agua regenerada, y se aplica a través de un sistema de irrigación inteligente para maximizar la eficiencia del producto.
- Desarrollo de modelos de gobernanza que frenen y prevengan la contaminación de aguas, suelos y aire por emisiones de N y P.
- Desarrollo de nuevos indicadores para flujos ecológicos y seguros de N y P.



Financiado por
la Unión Europea



Fuente: Biozul

Axarquía Sostenible

Uso de agua regenerada y de una herramienta de gestión de la fertirrigación para cultivos clave en la comarca de la Axarquía (GO)



Funded by
the European Union

www.axarquiasostenible.es

Duración: 24 meses

Consorcio: 11 socios



Presupuesto: 254.993,22 €

Contribución CE: 254.993,22 €



Objetivos:

- Desarrollo de un sistema de riego preciso utilizando agua regenerada en función de las necesidades del cultivo.
- Desarrollo de un sistema de aplicación automatizada de nutrientes para prevenir la contaminación del suelo.
- Mejora de la eficiencia energética en el tratamiento de aguas residuales.
- Inclusión de más cultivos y escenarios.
- Validación de la viabilidad económica en plantaciones a escala real.
- Formación en la gestión del agua regenerada y desarrollo de campañas de concienciación sobre su uso.



Fuente: Biozul

Water2REturn

Recuperación y reciclaje de agua y nutrientes a partir de las aguas residuales de mataderos y posterior elaboración de productos agronómicos siguiendo un modelo de economía circular (IA)

www.water2return.eu

Resultados:

- Desarrollo de un demostrador para el tratamiento de aguas residuales de “Matadero del Sur”, en Salteras, Sevilla con cuatro líneas de tratamiento interconectadas (línea de aguas, línea de lodos, línea de energía y línea de algas) y recuperación de energía y nutrientes.
- Producción de agua regenerada de alta calidad en línea con la normativa de vertidos para la descarga (DBO5: 99,56%; DQO: 98,01%, TSS: 98,87%; N total: 95,65%) mediante la línea de aguas (SBR + unidad de filtración compuesta por microfiltración, ultrafiltración y ósmosis inversa (caudal tratado: 50 m³/día).
- Producción de fertilizantes de origen orgánico en la línea de aguas (concentrado de nutrientes) y bioestimulantes (lodos hidrolizados fermentados con *Bacillus spp.* en la línea de lodos y biomasa de algas en la línea de algas).
- Ahorro energético mediante la valorización del biogás en unidades de cogeneración en la línea de energía.
- Nueva oportunidad de mercado en el sector de productos bio-agronómicos.
- Promoción de sinergias entre sectores industriales clave (como agricultura, procesamiento de alimentos y tratamiento de aguas).



Water2REturn



Co-funded by the Horizon 2020 programme of the European Union



Fuente: Biozul

Gestión de los equipamientos

- El tratamiento cuesta dinero (escasez de agua).
- Viabilidad económica.
- Control de los vertidos al alcantarillado.
- Usos urbanos y agrícolas.
- Confianza para el uso del agua depurada.

Conclusiones

- La normativa sobre tratamiento de aguas es muy garantista.
- Hay tecnología disponible para obtener agua tratada de calidad.
- Hay que hacerlo viable económicamente.
- La reutilización de aguas es una necesidad.

Muchas gracias

Eva M. Sánchez Teba
Departamento de Economía y Administración de Empresas
Universidad de Málaga



MUNICIPALISMO
& GOBERNANZA
2023 / 2027

