

I+D+i

Innovación para el cuidado del planeta

INFORME DE ACTIVIDAD 2024



Índice

Innovación para el cuidado del planeta.....3

Estrategia I+D+i: innovación y cooperación ante los retos.....4

Líneas de trabajo5

Depuración sostenible6

Recursos alternativos8

Sostenibilidad y eficiencia energética 11

Economía circular, eco y biofactorías 13

Desarrollos digitales 15

Aguas industriales 17

Proyectos ejecutados en 202418

**Nuevas implementaciones de procesos de I+D aplicados
en instalaciones gestionadas por la compañía.....19**

Patentes 20

Premios y reconocimientos recibidos en 202421

Innovación para el cuidado del planeta

El sector del agua se enfrenta a un endurecimiento de los requisitos legales de forma inminente, con la aprobación de la revisión de la Directiva Europea de depuración (5 noviembre 2024), el nuevo Reglamento Europeo de regeneración y reutilización 741/2020 y su transposición con el Real Decreto 1085/2024 (22 de octubre) y la Directiva (EU) 2020/2184 de agua potable, que entró en vigor el 12 de enero de 2023.

Ante este **escenario normativo** exigente, la innovación es fundamental para garantizar la sostenibilidad de las instalaciones y servicios dentro del ciclo integral del agua. Para cumplir los nuevos requisitos y para dar respuesta a los desafíos climáticos, tecnológicos, digitales y sociales, la innovación abierta de Aqualia es una pieza clave que implica a todo el personal de la organización y a los grupos de interés externos.

En Aqualia hace tiempo que asumimos e interiorizamos en toda la organización la importancia de la innovación para abordar los principales retos de nuestro tiempo. Nuestro Departamento de Innovación y Tecnología (DIT) trabaja —en colaboración con otras personas tanto de dentro como de fuera de la compañía— en la identificación de oportunidades, desarrollo de soluciones innovadoras, e implementación y transferencia de conocimiento.

El traslado de conocimiento de la I+D+i de Aqualia a la producción también es parte esencial de nuestra estrategia de sostenibilidad. Para ello, el Departamento de Innovación y Tecnología trabaja junto con los equipos de producción e ingeniería en adaptar las plantas y en implementar soluciones alternativas para la captación de agua, así como para la ecoeficiencia y gestión inteligente del recurso hídrico en todo el ciclo.

6.260.473 €
de inversión en I+D

3
nuevos proyectos de I+D iniciados durante el año que incluyen el desarrollo de soluciones innovadoras para el cuidado del planeta¹

6
nuevas implementaciones de procesos de I+D aplicados en instalaciones gestionadas por la compañía²

23
proyectos desarrollados por el Departamento de Innovación y Tecnología (DIT)

48
universidades y
29
centros de investigación con los que colaboramos

24
patentes vigentes

¹ Los nuevos proyectos de I+D+i iniciados en 2024 que incluyen el desarrollo de soluciones innovadoras para la lucha contra el cambio climático corresponden a los proyectos LIFE Salteau en Denia y Tenerife, IDIWater en Canarias y HE United Circles en Salamanca.

² Las nuevas implementaciones de procesos de I+D+i aplicados en las instalaciones gestionadas por la compañía corresponden a AnMBR + ELAN, ANPHORA®, ELSAR®, Control avanzado de espesador (I4U), Recuperación de Aquavite®, Reutilización terciaria con membranas UF + OI.

Estrategia de I+D+i: innovación y cooperación ante los retos

Nuestra estrategia de I+D+i se centra en la identificación de oportunidades y en el desarrollo e implementación de soluciones innovadoras para dar respuesta a los retos ambientales, sociales, tecnológicos y legislativos de la gestión integral del agua. La colaboración interna y externa es clave para la transferencia de conocimiento

que impulsa la innovación en Aqualia y su contribución al desarrollo sostenible.

Esta visión se articula en dos ejes que se despliegan en todo el ciclo integral del agua: **ecoeficiencia** y **sostenibilidad**.



ECOEficiENCIA

Siguiendo los principios de la economía circular con una gestión eficiente de los recursos naturales y la recuperación de materias primas.

Objetivos

- Desarrollar tecnologías avanzadas que optimicen el uso de recursos renovables.
- Evitar la generación de residuos en los procesos y prestaciones de la empresa.
- Buscar soluciones que permitan crecer en todos los mercados del agua de acuerdo con los requisitos de ecoeficiencia.



SOSTENIBILIDAD

Reduciendo al máximo el consumo de energía, evitando la contaminación en un entorno social equitativo y protegiendo el clima y la naturaleza.

Objetivos

- Desarrollo de tecnologías punteras que fomenten la sostenibilidad de la compañía, protegiendo el medio ambiente y la biodiversidad.
- Mejora de la eficiencia energética en las soluciones y servicios de la compañía.
- Valorización de subproductos del ciclo integral del agua.



Las líneas de trabajo de la innovación de Aqualia se apoyan en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, donde adquiere especial relevancia un servicio abastecimiento de aguas y

saneamiento asequible y de alta calidad (ODS 6), un balance energético optimizado (ODS 7), así como una producción y consumo responsable (ODS 12) sin afectar al clima (ODS 13).

Líneas de trabajo

Siguiendo las políticas europeas como hoja de ruta, trabajamos y desarrollamos soluciones en seis áreas de acción con múltiples proyectos.

Depuración sostenible

Estas soluciones basadas en la naturaleza ofrecen opciones de bajo coste con buen rendimiento en línea con la normativa europea sobre tratamiento de aguas residuales urbanas.

Recursos alternativos: reutilización, potabilización y desalación

Ante el problema del estrés hídrico, soluciones de potabilización y reutilización de aguas residuales adaptadas al tamaño de la población y la calidad del agua exigida por la regulación.

Sostenibilidad y eficiencia energética

Aprovechamiento del agua residual como fuente de energía y búsqueda de otras fuentes renovables, como la transformación de materia orgánica en bioenergía (biometano, hidrógeno) en las EDAR.

Economía circular, eco y biofactorías

Soluciones para el aprovechamiento de los residuos y transformación de las EDAR en eco y biofactorías, que minimizan el consumo energético y de reactivos, evitan la producción de residuos y generan nuevos productos.

Desarrollos digitales

Tecnología avanzada para mejorar la gestión del ciclo del agua: internet de las cosas, interconexión de múltiples sensores, análisis de datos, IA. Esta combinación de elementos permite una detección temprana de problemas, una respuesta rápida y la optimización de procesos.

Aguas industriales

La actividad industrial debe ser cada vez más sostenible: aportamos soluciones para que los clientes industriales adecuen el uso de agua en sus procesos y optimicen el tratamiento de sus efluentes.





Depuración sostenible

La revisión de la **Directiva sobre tratamiento de aguas residuales urbanas** (UWWTD, por sus siglas en inglés) extiende la obligación de tratamiento de aguas residuales a las poblaciones de más de 1.000 habitantes y exige una gestión integral de las aguas pluviales. También reduce los límites de vertido, aumenta la recuperación de nutrientes y busca un balance energético neutro en 2040. Al mismo tiempo, requiere más calidad en los fangos para su posterior reutilización, abordando la eliminación de microcontaminantes y microplásticos.

Las soluciones clásicas no responden a estas expectativas, y en pequeñas plantas las tecnologías convencionales como aireaciones prolongadas necesitan una inversión y un mantenimiento costoso. Las soluciones basadas en la naturaleza (lagunajes y filtros de turba, fundamentalmente) presentan,

en cambio, opciones de bajo coste con muy buen rendimiento. También en plantas más grandes, las soluciones se basan en tecnologías aerobias, que consumen energía y producen fangos sin valor, cuando hay alternativas que reducen el tamaño, mejoran la eficiencia y evitan el consumo de energía y la producción de residuos con el concepto de responsabilidad ampliada del productor (EPR, por las siglas en inglés de *extended producer responsibility*).

En esta línea, trabajamos en la adaptación de las tecnologías de depuración al tamaño de las plantas para minimizar el consumo de energía y la producción de residuos. De esta forma mejoramos los tratamientos aerobios y anaerobios, y reducimos la producción de lodos con la recuperación de nutrientes para obtener recursos de valor como fertilizantes.

ACTUACIÓN DESTACADA EN 2024

HUB INTEXT

Proyecto para el tratamiento de las aguas residuales en pequeños núcleos de población

Desafío: afrontar los retos de la depuración sostenible en las pequeñas y medianas aglomeraciones urbanas.

En el **Hub INTEXT** se aborda directamente y de forma innovadora el problema de la depuración en pequeños núcleos de población, que en ocasiones carecen de las instalaciones adecuadas. La plataforma INTEXT ayuda en la toma de decisiones sobre sistemas de tratamiento de agua residual tanto para pequeñas poblaciones sin tratamiento previo como para aquellas que requieren una mejora de los sistemas existentes.

Se basa en desarrollar soluciones extensivas mejoradas o intensificadas y/o combinar soluciones extensivas e intensivas. Los objetivos fundamentales de INTEXT son:

- Reducción de los costes de mantenimiento e inversión de las soluciones para las pequeñas aglomeraciones urbanas.

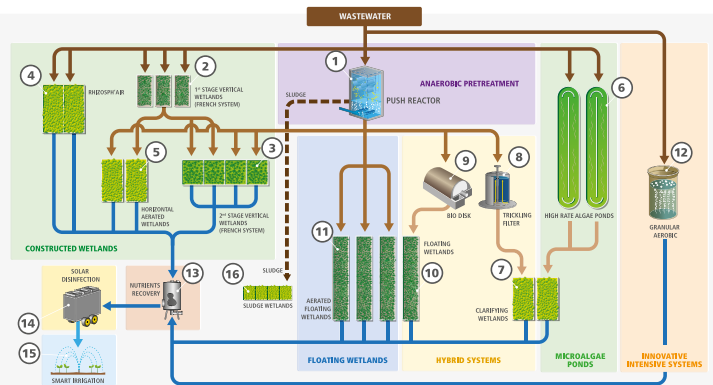




Tecnologías innovadoras híbridas Intensivas-Extensivas para la recuperación de recursos de las aguas residuales en pequeñas poblaciones
Innovative hybrid INTensive-EXTensive technologies for resource recovery from wastewater in small communities



Planta demostrativa continental Continental demo site



1 Reactor PUSH / PUSH reactor

Sistema francés / French system:

2 Humedales verticales 1ª etapa / 1st stage vertical wetlands

3 Humedales verticales 2ª etapa / 2nd stage vertical wetlands

4 Rhizosph'air

5 Humedales horizontales aireados / Horizontal aerated wetlands

6 Lagunas microalgas / Microalgae ponds (HRAPs)

7 Humedales clarificadores / Clarifying wetlands

8 Filtro percolador / Tricking filter

9 Biodisco / Biodisk (RBC)

10 Humedales flotantes / Floating wetlands

11 Humedales flotantes aireados / Aerated floating wetlands

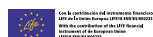
12 Aerobio granular / Granular aerobic

13 Recuperación de nutrientes / Nutrients recovery

14 Desinfección solar / Solar disinfection

15 Riego inteligente / Smart irrigation

16 Humedales fangos / Sludge wetlands



Con la colaboración de / With the collaboration of:

- Reducción del área requerida por habitante equivalente (HE) ($<1\text{m}^2/\text{HE}$).
- Mejorar la calidad del efluente, especialmente la eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- Desinfección y reúso de agua para pequeñas poblaciones.
- Desarrollar un sistema de soporte de decisión (DSS) para la correcta solución del Hub INTEXT implantado en la EDAR de Talavera de la Reina (Toledo, España), que cuenta con 16 tecnologías híbridas innovadoras de depuración de aguas residuales para pequeñas poblaciones. Se incluyen los siguientes trenes de tratamiento:
 - Pretratamiento anaerobio de flujo ascendente (UASB) con alimentación pulsada PUSH®.
 - Humedales artificiales verticales para el tratamiento de agua residual bruta, agua pretratada, tratamiento de fangos o clarificación de efluentes secundarios.
 - Humedales artificiales horizontales con aireación forzada.
 - Lagunas de microalgas.
 - Sistemas de biopelícula (filtro percolador, biofiltro).

- Humedales flotantes.
- Sistema aerobio granular.
- Sistemas de recuperación de nutrientes, desinfección solar, riego inteligente.

La plataforma INTEXT proporciona apoyo a aquellos usuarios que requieren tomar decisiones en materia de selección tecnológica de sistemas de tratamiento de agua residual tanto para pequeñas poblaciones sin tratamiento previo, como para aquellas que requieren una mejora de los sistemas existentes. Los siguientes parámetros son incorporados en la herramienta DSS de manera sencilla para ayudar en la toma de decisiones para el usuario:

- Superficie disponible
- Caudal de entrada / Carga contaminante
- Variaciones de caudal y carga
- Climatología
- CapEx vs. OpEx
- Reúso del agua
- Límites de vertido (nitrógeno, fósforo en zona sensible).



Recursos alternativos: reutilización, potabilización y desalación

En el actual escenario de estrés hídrico es clave el aprovechamiento de fuentes de agua no convencionales. El Reglamento (EU) 2020/741 relativo a la reutilización de aguas residuales garantiza para las aguas regeneradas los mismos niveles de calidad y de control de riesgos en todos los países de la UE. Por su parte, el Real Decreto 1085/2024 de reutilización del agua establece un nuevo régimen jurídico para el empleo de estas aguas regeneradas. Para las aguas potables, la Directiva 2020/2184 y el Real Decreto 3/2023 establecen los criterios técnicos y sanitarios con una creciente preocupación por la salud y los contaminantes emergentes, y exigen una modernización de gran parte de los procesos de potabilización en Europa para abordar los nuevos límites sobre disruptores endocrinos, productos farmacéuticos y microplásticos.

Este conjunto de requerimientos motiva el desarrollo de soluciones innovadoras de potabilización y de regeneración de aguas residuales. Para cada objetivo establecemos soluciones a medida, de manera que

podamos alcanzar la sostenibilidad en todas sus vertientes: técnica, económica, medioambiental y social.

Las nuevas normas requieren, además de **medir y eliminar contaminantes emergentes y microplásticos**, desarrollar estrategias de control de riesgos y herramientas de diagnóstico. Estas herramientas permitirán seleccionar la combinación óptima de tecnologías para cada situación, evaluando también la viabilidad de modernizar las plantas existentes para cumplir con los nuevos requisitos.

Junto con el reúso, la **desalinización** también contribuye a asegurar el recurso hídrico. En Europa ya operan más de 1.700 plantas, con caudal nominal de 3.400 Mm³/año, y un crecimiento anual global estimado en torno al 7 % desde 2010. Un factor clave es, sin duda, la optimización de estos procesos, gracias a la introducción de nuevos materiales y membranas, que aumentan el rendimiento y reducen el consumo energético.



Vista aérea del Hub REUSA.

ACTUACIÓN DESTACADA EN 2024

HUB REUSA**Plataforma para la regeneración y reutilización avanzadas de aguas residuales urbanas**

De izquierda a derecha, decantación lastrada (CLARIFAST) y flotación por aire y/o ozono disuelto (DAFAST).

Desafío: trabajar en la regeneración y reutilización avanzada de aguas residuales urbanas.

En el contexto de las nuevas exigencias legales, el **Hub REUSA** se enfoca en la regeneración y reutilización avanzadas de aguas residuales urbanas. Se trata de una plataforma a escala demostrativa ubicada en la EDAR El Toyo (Almería, España), en la que actualmente se desarrollan los proyectos europeos **Life Phoenix** y **H2020 Rewaise**.

La plataforma REUSA nació con la ambición inicial de desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles a escala semi industrial para producir agua con calidad de reúso en agricultura, de acuerdo con los nuevos requisitos del RD 741/2020. Hoy en día, este objetivo se ha superado, habiendo validado todas sus tecnologías, y las combinaciones entre ellas, para la producción de agua para riego agrícola clase A, la más restrictiva del reglamento.

El Hub REUSA ha superado este requerimiento, logrando producir agua de calidad adecuada para los demás usos contemplados en el RD 1085/2024: urbanos, industriales, ganaderos o deportivos. Además, se han desarrollado diferentes combinaciones de procesos de oxidación avanzada para eliminar contaminantes emergentes y microplásticos, futuros tratamientos cuaternarios contemplados en el borrador de Directiva Europea de depuración de aguas residuales urbanas.

Los **objetivos principales** que persigue la plataforma REUSA son:

- Desarrollar soluciones innovadoras de regeneración de aguas residuales urbanas para pequeñas, medianas y grandes depuradoras, ajustando las soluciones a cada caso específico, en función del tamaño de población, calidad del agua, así como de su capacidad económica. Para cada tamaño de población se desarrollan soluciones a medida para así alcanzar la sostenibilidad total, que se traduce en viabilidad técnica, económica y medioambiental.
- Soluciones con un coste bajo para garantizar el reúso, especialmente en el sector agrícola, donde el precio juega un papel crucial para su aceptación.
- Cuantificar y eliminar contaminantes emergentes mediante procesos de oxidación avanzada. La plataforma REUSA cuenta, por lo tanto, con tratamientos cuaternarios, que están de nuevo por delante de la nueva directiva de depuración que se encuentra en fase de negociación.
- Cuantificar y eliminar microplásticos mediante procesos de filtración avanzada.
- Diagnosticar los sistemas terciarios existentes en la provincia española de Almería, para su optimización, con el fin de alcanzar los nuevos requisitos de calidad para uso agrícola, viabilidad de *upgrading* de plantas existentes para alcanzar los nuevos requisitos.



De izquierda a derecha, skid de filtros de lavado en continuo y semicontinuo; contenedor de desinfección con UV, O_3 y H_2O_2 .



- Desarrollar una herramienta de diagnóstico que permitirá seleccionar la mejor combinación de tecnologías para cada caso, realizando, además, un mapeo de los tratamientos terciarios de las depuradoras existentes tanto a nivel nacional como internacional.

La plataforma REUSA cuenta con **16 tecnologías innovadoras** —de las cuales seis son desarrollos de nuestro Departamento de Innovación y Tecnología— a escala semi industrial, con una capacidad de tratamiento que oscila de 10 a 50 m³/h y que pueden aplicarse a diferentes tipos de EDAR. Estas tecnologías tienen como objetivo pretratar el agua antes de que pase por el tratamiento secundario, con el objetivo de mejorar al máximo su calidad. Con ello se puede reducir significativamente la cantidad de desinfectante necesaria en etapas posteriores. Esto es importante porque la dosis de desinfección es un factor clave para cumplir con los estándares de calidad del agua establecidos.

Entre estas tecnologías, la mayoría se encuentra en fase de patente o ya patentadas, tales como:

- Decantación lastrada con carbón activado particulado (CLARIFAST), equipo en fase de protección mediante patente.
- Flotación por aire y/o ozono disuelto (DAFAST), equipo en fase de protección mediante patente.
- Filtro de lavado en continuo (PURASAND HR), patente europea EP4344761.
- Filtro de lavado en continuo de doble etapa (PURASER).
- Filtro de lavado en semicontinuo con carbón activado biológicamente (PURABAC).
- Concentrador solar Fresnel, equipo en fase de protección mediante patente.
- Reactor de microalgas combinado con humedales clarificadores, como solución para pequeñas poblaciones.



Sostenibilidad y eficiencia energética

La revisión de la Directiva UWWTD recoge el objetivo de neutralidad energética de las EDAR con capacidades superiores a 10.000 h-eq., y propone aumentar la contribución de fuentes renovables hasta un 100 % en 2040. Actualmente en el ciclo integral del agua, el consumo eléctrico asociado en bombeo para captación, abastecimiento y distribución de agua urbana supone 0,5 kWh/m³, muy similar al consumo específico medio de las EDAR de 0,5 kWh/m³, lo que representa conjuntamente el 2 % del consumo anual de España.

En los trabajos de innovación se considera el agua residual como una fuente de energía capaz de abastecer el propio proceso de depuración, y aun así

generar un excedente energético. Estamos avanzando en el desarrollo de alternativas tecnológicas como los tratamientos anaerobios; y en maximizar la transformación de materia orgánica en bioenergía (biometano y/o hidrógeno). En paralelo, también optimizamos los equipos y el control de la operación de las plantas gracias a herramientas digitales. Para maximizar la producción y el aprovechamiento de energía en las EDAR, estamos incorporando al proceso energías renovables, como la solar o la eólica.

Por otro lado, trabajamos en recuperar energía en los saltos de agua dentro del ciclo integral y el control activo de presiones.



Vista aérea de la EDAR de Linares (Jaén) y distribución de los paneles innovadores incorporados:

- 1) 8 placas curvas verticales en decantadores.
- 2) 8 placas fijas convencionales.
- 3) 341 placas fijas convencionales.
- 4) 200 placas retráctiles.

ACTUACIÓN DESTACADA EN 2024

INNOVACIÓN EN ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y EÓLICA**Instalación de soluciones innovadoras para la obtención de energía fotovoltaica y eólica en la EDAR de Linares**

Desafío: soluciones de almacenamiento eficientes para garantizar un suministro constante de energía.

En el marco de nuestro ambicioso plan de energías renovables, en 2024 validamos nuevas soluciones de producción de energía eléctrica renovable con la incorporación de paneles innovadores a los ya existentes en la EDAR de Linares (Jaén, España). Estos paneles permiten aumentar la producción diaria en las horas con más sol, especialmente en los meses con menor irradiación.

Uno de los principales retos es la intermitencia de estas fuentes: por ejemplo, la energía solar solo está disponible durante el día y la eólica depende de la velocidad del viento. El almacenamiento de electricidad generado por fuentes renovables presenta tanto desafíos significativos como oportunidades prometedoras. Además, la capacidad de almacenamiento actual es limitada y a menudo costosa, lo que plantea la necesidad de innovaciones tecnológicas y economías de escala para hacerlas más accesibles.

Por otro lado, se presentan otras oportunidades destacadas en torno a las soluciones de almacenamiento, como las baterías, que pueden revolucionar la forma en que gestionamos la energía para mejorar su eficiencia y reducir su coste. A largo plazo, el almacenamiento de electricidad a partir de

fuentes renovables es clave para una transición exitosa hacia un sistema energético más sostenible y limpio.

Más allá de esta actuación, hemos desarrollado una experiencia piloto en otra EDAR ubicada en España —en este caso, Badajoz— para explorar soluciones de almacenamiento eléctrico en baterías con mayor eficiencia energética y menor coste.

En esta experiencia piloto implantada en esta EDAR se han alcanzado las siguientes conclusiones sobre el almacenamiento eléctrico en baterías:

- **Permite el desplazamiento de energía** de unos periodos a otros, lo que ofrece mayores rendimientos económicos directos.
- **Permite la adaptación ante los cambios regulatorios** que precisarán sistemas de almacenamiento de energía.
- **Permite adaptar la necesidad de cada instalación** del ciclo integral del agua EDAR y gestionar excedentes de instalación en futuros servicios auxiliares remunerados.
- Mediante el compromiso entre potencia instalada y el sistema de almacenamiento se **optimiza el rendimiento económico, la autosuficiencia y los ahorros en las instalaciones.**





Economía circular, eco y biofactorías

El **Plan Europeo de Economía Circular (EU CEAP)** promueve la eficiencia de los procesos industriales y el aprovechamiento de recursos para evitar residuos. Al mismo tiempo, está en preparación una nueva ley europea de materias primas fundamentales y estratégicas, que incluirá un plan de contaminación cero del aire, agua y suelo.

Según el Registro Nacional de Lodos, en España se producen anualmente alrededor de cinco millones de toneladas de lodos de depuración (asumiendo una sequedad del 20 %), cuyo principal destino es la utilización agrícola (80 % aproximadamente), además del resto, que terminan depositados en vertederos e incinerados (cerca del 4 %). La directiva UWWTD establece que los lodos deben tratarse, reciclarse y valorizarse en conformidad con la jerarquía definida en la Directiva marco sobre residuos.

La UE fijará un mínimo de recuperación del fósforo, y recomienda la reutilización de nutrientes como la valorización de los biosólidos y sus compuestos con valor agronómico (materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y otros micronutrientes) en agricultura. Desde 2014, en Aqualia trabajamos con la Universidad de Santiago de Compostela para precipitar el fósforo presente en el efluente de las centrífugas

de deshidratación, y recuperar los cristales de estruvita. De esta forma, en 2024 conseguimos la **Patente Europea EP3112320A1** (*Method and system for the crystallisation of struvite for recovering phosphates in wastewater*).

El primer reactor de estruvita a escala industrial se ejecutó en la EDAR de la localidad española de Guillarei, y en los últimos años se ha operado otra planta, también en España, en la EDAR de Guadalete para suministrar un fertilizante, Aquavite®, a las fábricas de Fertilberia.

Muchos proyectos de innovación desarrollan soluciones alternativas a las EDAR convencionales para transformarlas en bio o ecofactorías, y conseguir así minimizar el consumo energético y de reactivos, y evitar la producción de residuos. Es también una manera de crear oportunidades de generación de bioproductos a través de la recuperación de recursos: biofertilizantes, bioestimulantes, biopesticidas, biocarbones, carbón vegetal, ectoína, o proteína unicelular, entre otros.

Asimismo, en la gestión de fangos en las EDAR se abordan tratamientos de higienización y estabilización, su valorización material y energética, así como su biometanización y codigestión.



Secado de fango mediante sistema solar.

ACTUACIÓN DESTACADA EN 2024

CENTRO DE INNOVACIÓN EN EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA EN LA EDAR DE SALAMANCA

Coordina actividades de alcance nacional e internacional para desarrollar soluciones innovadoras



A la izquierda, fango desecado mediante sistema solar. A la derecha, Centro de Innovación en el Ciclo Integral del Agua en la EDAR de Salamanca.

Desafío: en 2024 cumplió un año el **Centro de Innovación en el Ciclo Integral del Agua**, ubicado en la EDAR de la ciudad española de Salamanca. En este centro se están desarrollando soluciones innovadoras para abordar los retos actuales y futuros de un ciclo integral del agua sostenible, garantizar la calidad del agua potable y un sistema de gestión de las aguas residuales descarbonizado que permita obtener el verdadero valor del agua. Desde el centro también se coordinan actividades de alcance nacional e internacional.

Durante 2024 se desarrollaron varias actividades entre las que destacan:

- **Tratamiento y gestión del agua para consumo humano** para su monitorización y gestión de reservorios que se han puesto en práctica en embalses como el de Fuentesclaras (Ávila, España). En cuanto al proceso de potabilización cabe citar las pruebas llevadas a cabo con sensores avanzados para medir y registrar en continuo las concentraciones de cloro en la ETAP de Salamanca. Si atendemos a la distribución y detección de fugas, es reseñable que la ciudad de Salamanca fue pionera en la gestión inteligente de redes con el sistema de gestión activa de presiones que se puso en marcha hace unos años.
- **Saneamiento y depuración** para aumentar la eficiencia de los procesos y reducir el consumo energético de las EDAR. Una de las líneas de trabajo en la que mayores avances se produjeron en 2024 es la valorización de los fangos de depuración. Estas acciones incluyen:
 - Codigestión: digestión conjunta de lodos generados en las instalaciones con otros biorresiduos de las industrias locales que permite la producción de biogás.
 - Estabilización e higienización de los fangos para su aprovechamiento como enmienda agrícola y recuperación de suelos degradados.
 - Limpieza y enriquecimiento de biogás. Los nuevos procesos implantados a escala demostrativa han permitido avanzar en la obtención de biometano de alta calidad, incluyendo los estándares más restrictivos para su inyección en red.
 - Digestión en fase seca para medianas aglomeraciones urbanas. El departamento ha desarrollado el primer reactor anaerobio de alta concentración de sólidos. Tecnología para dar solución a la inmensa mayoría de las EDAR gestionadas por Aqualia (mediano tamaño de aireación prolongada).
 - Secado de fango mediante sistema solar en la EDAR de Bohumin, en colaboración con SmVaK en República Checa, con el que la sequedad aumenta del 25 al 91 % mejorando la calidad microbiológica significativamente para su aprovechamiento posterior. Esta planta arrancó su andadura en Chiclana de la Frontera en 2012, donde el secadero solar se optimizó mediante el acople de captadores solares, que tenían la función de calentamiento del aire. Esto permite una mayor eficiencia del sistema al aumentar significativamente la temperatura dentro del secadero solar.



Desarrollos digitales

Las herramientas avanzadas han revolucionado la gestión del ciclo del agua y del consumo energético, optimizando los procesos con tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), que conecta múltiples sensores. El análisis de datos y la inteligencia artificial, por su parte, monitorizan en tiempo real los sistemas de agua y de energía para la detección temprana de problemas, y permiten una respuesta rápida y eficiente.

Los sistemas de soporte de decisión (DSS, por sus siglas en inglés) son fundamentales en este contexto, ya que integran datos de diversas fuentes y utilizan algoritmos avanzados para ofrecer recomendaciones precisas. En

la gestión del agua estos sistemas pueden prever la demanda futura, optimizar la distribución y asegurar que los recursos se utilicen de manera eficiente.

En cuanto al consumo energético, los DSS pueden identificar patrones de uso, sugerir medidas de ahorro y gestionar la carga de manera más efectiva, reduciendo el consumo y los costos asociados.

En Aqualia diseñamos nuestros propios sistemas basados en el conocimiento de miles de profesionales, aportando valor, marca, y diferenciándonos de la competencia como un valor añadido a la gestión que realizamos en todos los municipios en los que operamos.

ACTUACIÓN DESTACADA EN 2024

LIFE RESEAU

Desarrollo de tecnología granular propia para tratar volúmenes de agua en un menor espacio, puesta en práctica en la EDAR de Moaña

Desafío: desarrollar soluciones de depuración sostenibles.

El Departamento de Innovación y Tecnología (DIT) lleva una década trabajando en el desarrollo de tecnología granular propia en línea de agua. Los gránulos aerobios son conjuntos de microorganismos que presentan una capacidad de sedimentación significativamente más alta que los flóculos de los sistemas AS (velocidades de $> 8,0$ m/h frente a $0,5 - 1,0$ m/h). Al ser una tecnología compacta, es capaz de tratar determinados volúmenes de agua empleando un menor espacio.

- La estratificación de distintas poblaciones microbianas en el interior del gránulo permite que se produzcan procesos biológicos de forma simultánea (eliminación de materia orgánica, nitrificación, desnitrificación y asimilación de fósforo), algo que en los sistemas convencionales se realiza en distintas zonas del reactor o a distintos tiempos en el mismo reactor.

- Aumento tanto en la capacidad de tratamiento de la planta como en el ahorro energético, pues estas agrupaciones de microorganismos son capaces de tratar caudales mayores en periodos de tiempo inferiores.
- La excelente capacidad de sedimentación que presentan los gránulos evita la necesidad de emplear sedimentadores, ahorrando un paso del proceso y economizando el uso del terreno, además de suponer un ahorro en bombeos y recirculaciones. Así, se estima que una planta basada en biomasa granular requiere un 75 % menos de superficie y tiene un 30 % menos de requerimientos de energía comparando con un proceso convencional de AS, alcanzando una calidad de vertido igual o superior.

Esta serie de ventajas hacen atractiva esta tecnología para la construcción de nuevas depuradoras requiriendo una extensión menor a la convencional y disminuyendo los costes de obra civil, o para plantas ya en funcionamiento

que requieran un aumento de su capacidad de tratamiento (mayores volúmenes o requerimientos más estrictos de eliminación de materia orgánica o nutrientes como los que exige la nueva Directiva de Aguas Residuales), realizando pequeñas adaptaciones en los reactores ya construidos.

En el marco del proyecto de innovación **LIFE RESEAU**, diseñamos, construimos y arrancamos en la EDAR de Moaña (Pontevedra, España) dos reactores de 450 m³, en los que se ha aumentado un 400 % la capacidad de tratamiento por superficie de reactor hasta llegar a los 2.000 m³/d de agua residual.

Además, como parte de los proyectos **REWASE** y **RESEAU**, se han desarrollado las siguientes líneas de trabajo en el marco de la digitalización en Moaña:

- Valoración del estado de digitalización de la red (GIS), determinación de las cuencas vertientes, y obtención de los puntos críticos de monitorización.
- Desarrollo de modelos (por ejemplo en SWMM) para evaluar la dinámica de la red, tanto en tiempo seco, como en escenarios de precipitaciones.
- Instalar en puntos estratégicos la sensórica adecuada para la monitorización en términos de caudales, niveles, medición de puntos de alivio, y parámetros de calidad de las aguas residuales. Además, servirán para la calibración de los modelos y para la predicción

de parámetros derivados que no están disponibles en tiempo real.

- Integración de los datos en plataformas de supervisión SCADA.
- Controlar los caudales y cuantificar la resistencia y capacidad de respuesta de las redes de saneamiento mediante el uso de los modelos, conociendo la dinámica de la red para detectar zonas de infiltraciones y/o alivio que puedan causar inundaciones.
- Integración en una red inteligente de los modelos de *machine learning*/inteligencia artificial a partir de la información recopilada en las fases anteriores para permitir predicciones del caudal y de la calidad del agua que circula por la red, del número de alivios y su impacto en los medios receptores, además de ayudar en la toma de decisiones para la operación de la EDAR.

También se han llevado a cabo desarrollos informáticos en la captación para prevenir las proliferaciones de algas y en la potabilización, como la eliminación de trihalometanos (THM) o la dosificación de reactivos. En materia de desalación se han utilizado algoritmos para optimizar el consumo eléctrico de las plantas desaladoras en instalaciones nacionales e internacionales. Del mismo modo, se han aplicado métodos de optimización numérica y modelado matemático para minimizar el consumo energético del sistema de alcantarillado o de los procesos de aireación en el tratamiento de agua residual.



Reactores granulares del proyecto LIFE RESEAU en la EDAR de Moaña.



Aguas industriales

El papel del agua en la industria es clave y en Aqualia trabajamos para que nuestros clientes industriales cumplan con objetivos de sostenibilidad e innovación, y mejoren los procesos implicados tanto en la adecuación del agua de proceso como el de sus efluentes a las normativas vigentes. Para ello, hemos desarrollado soluciones encaminadas a la optimización del tratamiento de las aguas residuales industriales en los sectores agroalimentario, minero e industria química, hasta alcanzar su reutilización, y reducir la huella hídrica.

En esta línea hemos trabajado en distintas tecnologías como:

- Los rectores anaerobios de membranas, testados desde 2014 en el Ecoparc de Barcelona, en la fábrica Citroën de Vigo, y actualmente para tratar purines en Xinzo de Limia.
- El reactor avanzado de flujo ascendente como la patente PUSH®.
- El reactor ELAN® con varias referencias en el sector industrial, donde destaca la implantación a escala industrial en la planta de Heineken en Sevilla.

Una corriente particular que se genera en muchas industrias son las salmueras, también abundantes en la desalinización de agua de mar. Estos efluentes resultantes de la separación de minerales deben gestionarse convenientemente, y por ello, se trabaja en su aprovechamiento como fuente de materias primas críticas y estratégica, para separar minerales críticos como el magnesio.

ACTUACIÓN DESTACADA EN 2024

TECNOLOGÍA ELSAR® EN LA FÁBRICA CERVECERA DE MAHOU SAN MIGUEL EN LLEIDA

Reactor bioelectroestimulado que optimiza el proceso de depuración y permite obtener energía y recursos de las aguas residuales industriales

Desafío: minimizar el consumo de agua y maximizar el aprovechamiento de las corrientes de aguas residuales para obtener energía y recursos.

Hemos puesto en marcha en la fábrica de Lleida (España) del grupo cervecero Mahou San Miguel el mayor reactor bioelectroestimulado del mundo para tratar sus aguas residuales industriales. Esta tecnología desarrollada y patentada por Aqualia, en colaboración con la Universidad de Alcalá, ha sido bautizada como ELSAR®



y presenta ventajas importantes frente a otros sistemas del mercado, ya que, además de la excelente calidad de agua depurada, consigue aumentar la producción de bioenergía (biometano e hidrógeno), y alcanzar a la vez un ahorro energético, flexibilidad y estabilidad.

El sistema ELSAR® está dimensionado para dar respuesta al 80 % de las factorías de alimentación y bebidas del país. Alcanza unas elevadas cotas de circularidad en la gestión de las aguas industriales ligadas a los procesos de fabricación de los productos del grupo Mahou San Miguel y se aprovecha la carga orgánica para obtener biocombustibles. El proyecto europeo que ha apoyado el último escalado del ELSAR® es ULTIMATE, aunque el desarrollo de la tecnología se debe a proyectos previos como ADVISOR, ANSWER e ITACA.

Proyectos ejecutados en 2024

Líneas de trabajo

Acronimo	Nombre	Inicio	Fin	Localización	Depuración sostenible	Recursos alternativos: reutilización, potabilización y desalación sostenible	Sostenibilidad y eficiencia energética	Economía circular, eco y biofactorías	Aguas industriales	Desarrollos digitales
BBI B-FERST	Bio-based FERTilising products as the best practice for agricultural management Sustainability	2019	2024	Jerez de Frontera	●			●		
BBI DEEP PURPLE	Conversion of diluted mixed urban bio-wastes into sustainable materials and products in flexible purple photo biorefineries	2019	2024	Linares / Badajoz	●			●		
LIFE INTEXT	Innovative hybrid Intensive Extensive resource recovery from wastewater in small communities	2019	2024	Talavera de la Reina (Hub INTEXT)	●	●				
H2020 SEA4VALUE	Developing radical innovations to recover minerals and metals from seawater desalination brines	2020	2024	Denia (Centro de Innovación en Desalación) / Adeje (Centro WAVE)		●				
H2020 ULTIMATE	Industry water-utility symbiosis for a Smarter Water Society	2020	2024	Lleida			●		●	
LIFE ZERO WASTE WATER	Positive energy wastewater treatment plant for combined treatment of waste water and bio-waste in small populations	2020	2025	Almería	●		●			
LIFE INFUSION	Intensive treatment of waste effluents and conversion into useful sustainable outputs: biogas, nutrients and water	2020	2025	Gijón	●				●	
MISIONES ECLOSION	Nuevos materiales, tecnologías y procesos para la generación, almacenamiento, transporte e integración de Hidrógeno renovable y biometano a partir de biorresiduos	2021	2025	Salamanca (Centro de Innovación en el Ciclo Integral del Agua) / Jerez de la Frontera			●	●		
MISIONES ZEPPELIN	Investigación en Tecnologías Innovadoras y Eficientes de Producción y Almacenamiento de Hidrógeno Verde basadas en la economía Circular	2021	2025	Algeciras			●	●		
H2020 REWAISE	Resilient Water Innovation for Smart Economy	2020	2025	Moaña / Almería (Hub REUSA) / Denia (Centro de Innovación en Desalación) / Adeje (Centro WAVE) / Oviedo / Salamanca		●		●		●
LIFE PHOENIX	Innovative cost-effective multibarrier treatments for reusing water for agricultural irrigation	2020	2025	Almería (Hub REUSA)	●	●				
H2020 NICE	Innovative and enhanced nature-based solutions for sustainable urban water cycle	2021	2025	Talavera de la Reina (Hub INTEXT) / Madrid	●	●				
LIFE RESEAU	Resilience enhancement in the urban water sector	2021	2025	Moaña	●					●
UMI AQUATIM	Unidad mixta de investigación: futuro sostenible del ciclo del agua circular, eficiente y resiliente	2022	2025	Santiago de Compostela	●		●			●
HE D4RUNOFF	Smart implementation of adaptive hybrid solutions in sewage networks for preventing and managing diffuse pollution from urban water runoff	2022	2026	Santander	●					●
HE CHEERS	Producing novel non-plant biomass feedstocks and bio-based products through upcycling and the cascading use of brewery side-streams	2022	2026	Lleida				●	●	
HE NINFA	Taking action to prevent and mitigate pollution of groundwater bodies	2022	2026	Los Alcázares		●				●
HE RESURGENCE	Industrial water circularity: reuse, resource recovery and energy efficiency for greener digitized processes	2023	2027	Algeciras				●	●	
LIFE SALTEAU	Sustainable drinking and irrigation water production from saline alternative water resources	2024	2028	Denia (Centro de Innovación en Desalación) / Adeje (Centro WAVE)		●				
INTERREG GESTEAUR	Gestión Sostenible y digitalizada del Agua en entornos rurales del espacio SUDOE	2024	2027	Tiñosillos / Fontiveros / Nogales				●		●
HE CIRSEAU	Building a water smart economy and society	2024	2026	Madrid						●
UNITED CIRCLES	Interconnected efforts from feasibility to finance for industrial-urban symbiosis driven by circularity hubs	2024	2028	Salamanca (Centro de Innovación en el Ciclo Integral del Agua)		●		●		
INTERREG IDIWATER	DESAL + LIVING LAB MAC	2024	2026	Adeje (Centro WAVE)		●				

Nuevas implementaciones de procesos de I+D aplicados en instalaciones gestionadas por la compañía

En 2024 seis soluciones desarrolladas por el Departamento de Innovación y Tecnología (DIT) fueron aplicadas en instalaciones gestionadas por Aqualia:

- AnMBR + ELAN
- ANPHORA®
- ELSAR®
- Control avanzado de espesador (I4U)
- Recuperación de Aquavite®
- Reutilización terciaria con membranas UF + OI

Patentes

Durante el año 2024 se han aumentado las familias de patentes y las marcas siguen creciendo año tras año, quedan resumidas en la lista anexa.

	Tipo de protección	Nombre corto	Fecha de concesión	Nº concesión
1	Patente nacional OEPM	Sistema reparto de agua y lavado para filtro	08/02/2005	ES2196949
	Patente nacional OEPM	Sistema anaerobio de depuración de agua por lotes	06/05/2009	ES2300164
	Patente nacional OEPM	Sistema de carbonatación	04/03/2015	ES2451579
	Patente europea EPO	Sistema de carbonatación	18/11/2015	EP2712917
2	Patente nacional OPEM	Proceso Anammox ELAN	10/09/2014	ES2466090
	Patente europea EPO	Proceso Anammox ELAN	17/12/2014	EP2740713
	Registro de marca	ELAN®	08/06/2013	11256559
	Registro de marca	ELAN® UK	15/09/2022	UK00911265559
	Patente europea EPO	AQU-ELAN® (ELAN® en línea de aguas)	30/08/2023	EP3255016
3	Registro de marca	AQU-ELAN®	19/06/2024	18986044
	Patente europea EPO	Algas-HRAP optimizado	06/01/2016	EP2875724
4	Patente europea EPO	MFCs lecho fluidizado	22/04/2020	EP2927196
	Registro de marca	ELSAR®	02/06/2021	18398327
5	Patente europea EPO	Influent distribution and Mixing Device for UASB Reactors PUSH	05/10/2016	EP3090408
	Patente europea EPO	Mejora PUSH	15/11/2023	EP4166514
6	Patente europea EPO	Biogas upgrading	29/03/2017	EP3061515
	Patente internacional PCT	Biogas upgrading USA	27/02/2018	US9, 901, 864 B2
	Patente internacional PCT	Biogas upgrading MÉXICO	02/12/2021	388417
	Registro de marca	ABADBioenergy®	22/05/2017	16146151
	Patente europea EPO	MDC (Microbial Desalination Cells MIDES)	26/08/2020	EP3336064
7	Patente internacional PCT	MDC USA	23/03/2021	US10,954,145
	Patente internacional PCT	MDC MÉXICO	02/12/2024	419316
	Patente europea EPO	SAnMBR	20/05/2020	EP3225596
8	Patente internacional PCT	SAnMBR USA	03/03/2020	US10,577,266 B2
	Patente internacional PCT	SAnMBR MÉXICO	21/06/2022	393297
	Patente europea EPO	ADVANSIST	10/07/2020	EP3546562
9	Registro de marca	ANPHORA®	02/06/2021	18398329
	Patente internacional PCT	ADVANSIST/ANPHORA® USA	03/09/2024	US12,077,737
	Patente internacional PCT	ADVANSIST/ANPHORA® MÉXICO	19/07/2024	415126
	Patente internacional PCT	ADVANSIST/ANPHORA® COLOMBIA	27/03/2019	41631
	Patente europea EPO	DARE	19/05/2021	EP3527538
10	Patente europea EPO	CRISTALIZACIÓN DE ESTRUVITA	17/04/2024	EP3112320
11	Patente europea EPO	Purasand High Recovery	31/07/2024	EP4344761
12	Patente europea EPO	WETFAN	27/11/2024	EP4375242

En 2024 se solicitaron dos patentes nuevas y varios registros de marca para los procesos con la nueva identidad de marca creada para los procesos resultado de la innovación de Aqualia. De las solicitudes de patentes entregadas en los años anteriores, dos siguen en proceso de evaluación, en la tabla de patentes en trámite:

	Tipo de protección	Nombre corto	Fecha de solicitud	Nº solicitud	Resultado
1	Patente europea EPO	Reactor a presión	19/10/2017	EP17382699.1	En evaluación
2	Patente europea EPO	Producción ectoína	03/03/2023	EP23382198.2	En evaluación

Premios y reconocimientos en materia de I+D+i

Premio Transferencia de Tecnología Fernando Calvet Prats de la Real Academia Galega de Ciencias (RAGC) a la patente de Aqualia y la Universidad de Santiago de Compostela (USC) que permite extraer estruvita de aguas residuales.



Premio de Investigación del Consejo Social de Universidad de Valladolid en la modalidad de Empresas e Instituciones, otorgado a Aqualia y FCC Medio Ambiente por más de 20 años de compromiso con la investigación y la innovación.





www.aqualia.com