

# MICROALGAS Y RADIACIÓN SOLAR PARA REGENAR AGUAS



MIGUEL BLANCO  
FOTOS: CIESOL

**E**l déficit hídrico de zonas como la provincia de Almería está fomentando la investigación en depuración y regeneración de aguas. Se busca tratar estas aguas para desinfectar y eliminar contaminantes, presentes aun en el agua tratada, para poder reutilizarlas en riego de cultivos, siguiendo la normativa europea, cada vez más estricta en este ámbito.

El Centro de Investigación en Energía Solar de la Universidad de Almería, CIESOL, a la vanguardia mundial en tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, está desarrollando un proyecto para conseguir la depuración y regeneración de estas aguas mediante la utilización de radiación solar.

El proyecto INTEGRASOL (TED2021-130458B-I00), dirigido por José Luis Casas López, combina dos tecnologías que en el CIESOL han investigado con éxito en anteriores proyectos: el sistema foto-Fenton solar para regenerar las aguas residuales y la utilización de microalgas para depurarlas. El sistema foto-Fenton consiste en la utilización de hierro y peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) para provocar una reacción química impulsada por la radiación solar, cuyo resultado final es la desinfección y eliminación simultánea de microcontaminantes orgánicos.

El problema es que hay algunos compuestos inorgánicos, como el amonio, los fosfatos o los carbonatos, que afectan a la efec-

tividad del sistema foto-Fenton, así que en el proyecto INTEGRASOL se están investigando los efectos de realizar una depuración previa de las aguas mediante microalgas que se alimentan de estos nutrientes, facilitando así la posterior regeneración de las aguas mediante el sistema foto-Fenton solar.

## CONTAMINANTES DE PREOCUPACIÓN EMERGENTE

Esta investigación, que forma parte de los Proyectos de Transición Ecológica y Transición Digital 2021 financiados por el Ministerio de Ciencia e Innovación, presentará en septiembre de este año sus resultados, tras tres años de estudios. Las conclusiones están siendo muy positivas, posicionando el sistema propuesto por los investigadores del CIESOL como una alternativa eficaz y eficiente para el tratamiento de aguas.

El origen del proyecto está en la nueva legislación de la UE sobre los requisitos mínimos para la reutilización del agua, debido a la presencia en ellas de los llamados contaminantes de preocupación emergente (CEC, por sus siglas en inglés). Estos son microcontaminantes de origen variado, cuya presencia en las aguas se ha detectado en época reciente gracias a la mejora de los instrumentos científicos utilizados para medir esa contaminación. Se trata de compuestos químicos presentes en concentraciones muy bajas pero que pueden suponer un grave peligro para el medio ambiente y la salud.

Por ello, para cumplir con la legislación y asegurar la disponibilidad de suficiente agua de calidad para las necesidades de la sociedad actual, es necesario desarrollar nuevos tratamientos de las aguas que consigan que se alcancen los requisitos de calidad establecidos. Y todo ello, buscando asimismo la sostenibilidad económica de estos nuevos tratamientos.

En Almería, además, disponer de más agua y de mejor calidad para el riego de los campos de cultivo es una necesidad que sería más sencillo mediante un sistema como el que propone INTEGRASOL, que asegura la producción de agua regenerada de calidad con la que evitar los peligros medioambientales y de salud pública que se podrían derivar de la acumulación de CEC. Además, se recuperan esos nutrientes contaminantes en forma de biomasa microalgal, que puede tener también sus usos como biofertilizante o para obtener energía.

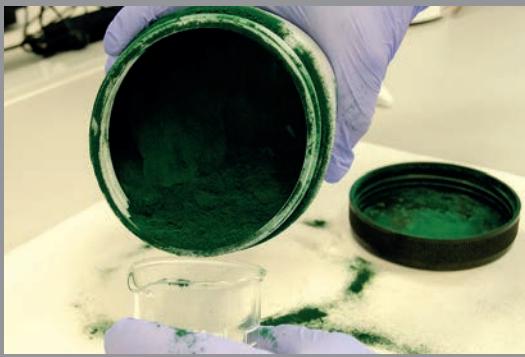
## PLANTA PILOTO

El sistema que se está investigando en el proyecto INTEGRASOL se inicia con una primera etapa de depuración de las aguas residuales para reducir la cantidad de nutrientes inorgánicos y facilitar así el proceso foto-Fenton posterior. Es en esta primera fase cuando se produce, mediante la utilización de microalgas y bacterias, la biomasa microalgal. Es un tratamiento de costes reducidos que logra eliminar compuestos como bicarbonatos y fosfatos.



A la izquierda, investigadores del CIESOL que participan en el proyecto INTEGRASOL; análisis de microalgas, parte de la investigación. Abajo, biomasa obtenida a partir de las microalgas.

En la página anterior, reactor foto-Fenton y microalgas.



A continuación, en la segunda etapa se lleva el agua al reactor, donde se realiza el proceso foto-Fenton, con el que se consigue agua regenerada apta para regar cultivos agrícolas, facilitando así la lucha contra el déficit hídrico en lugares como Almería.

La investigación se ha centrado en el estudio y la optimización del acoplamiento de ambos tratamientos. Dentro del proyecto se realizan también tareas de modelado y simulación, con el objetivo de diseñar e implementar herramientas de ayuda a la toma de decisiones, con las que poder seleccionar las condiciones de operación de los dos procesos en función de las condiciones ambientales y el objetivo de tratamiento.

La regeneración de aguas residuales mediante la combinación de tecnología de microalgas y foto-Fenton solar es un campo de investigación reciente, en el que el CIESOL tiene ya experiencia previa con buenos resultados. Ahora, con el proyecto INTEGRASOL, los investigadores de este centro están dando un paso adelante, combinando tecnologías de regeneración de aguas para conseguir un sistema más sostenible y eficaz, que se puede implementar en distintos lugares adaptado a las necesidades de cada uno.

El sistema, asimismo, es un ejemplo de contribución a la economía circular, al producir, además de agua regenerada, una biomasa utilizable en distintos campos a partir de las aguas residuales. ■

## Elisabeth Gualda / Investigadora del CIESOL

**“El desarrollo de sistemas sostenibles para la regeneración y reutilización de aguas residuales, como el propuesto en el proyecto INTEGRASOL, es fundamental para preservar el buen estado de las masas de agua de la provincia”**

### *¿Cuáles han sido los principales objetivos del proyecto Integrasol?*

Este proyecto surge como respuesta a la creciente demanda de nuevas tecnologías por parte de las estaciones depuradoras de aguas residuales, que deben afrontar el reto de cumplir con los altos requerimientos de las nuevas normativas del marco legislativo del agua. Estas normativas exigen, por un lado, alcanzar niveles más elevados de calidad en el agua tratada y, por otro, que dichos niveles se consigan mediante procesos energéticamente eficientes.

Para afrontar este reto, el proyecto INTEGRASOL combina dos sistemas sostenibles, basados en la energía solar, para la depuración y regeneración de aguas residuales urbanas. En particular, se busca el acoplamiento de un tratamiento biológico con microalgas, capaz de eliminar nutrientes, junto con el proceso foto-Fenton solar, un proceso de oxidación avanzada orientado a la desinfección y eliminación de microcontaminantes o contaminantes de preocupación emergentes.

Para alcanzar este objetivo, es fundamental optimizar las condiciones operativas del sistema de microalgas, con el fin de reducir la concentración de nutrientes y otras especies presentes en el agua que puedan comprometer la eficiencia de la etapa posterior de tratamiento mediante foto-Fenton solar.

### *¿Qué conclusiones o logros se han obtenido?*

Aunque el proyecto aun está en ejecución, ya se han alcanzado varios hitos relevantes. Este estudio nos ha permitido demostrar que con esta combinación de tecnologías podemos alcanzar los requerimientos más altos de la regulación UE 2020/741 relativa a los requerimientos mínimos para la reutilización del agua, Clase A. Además, hemos logrado porcentajes de degradación de microcontaminantes superiores al 85%.

### *¿Qué aplicaciones en la práctica podría tener este sistema de regeneración de aguas?*

El sistema propuesto en el proyecto INTEGRASOL está diseñado principalmente para pequeñas comunidades rurales y zonas con clima mediterráneo, donde las condiciones solares son favorables. En áreas sin acceso a plantas de tratamiento de aguas convencionales, este sistema podría operarse de manera autónoma, proporcionando una solución descentralizada que se adapta a las necesidades locales de tratamiento de aguas.

Además, la producción de biomasa microalgal proporciona un valor añadido, ya que puede aprovecharse para usos energéticos, la fabricación de biofertilizantes o la obtención de productos de alto valor, contribuyendo así a una economía circular y sostenible.

### *¿Qué importancia tienen sistemas como este y otros que desarrolláis en CIESOL para territorios como Almería, con déficit hídrico y recurrentes sequías?*

El desarrollo de sistemas sostenibles para la regeneración y reutilización de aguas residuales, como el propuesto en el proyecto INTEGRASOL, es fundamental para preservar el buen estado de las masas de agua de la provincia, proporcionando un recurso hídrico alternativo a los convencionales.

Además, el producir agua regenerada en las horas de luz solar, se sincroniza con los momentos de mayor requerimiento hídrico de los cultivos, que suelen ser durante el día, cuando la radiación solar es más intensa. Esto permite satisfacer las necesidades de riego sin depender completamente de las fuentes tradicionales de agua, lo que alivia la presión sobre los acuíferos y otras fuentes de agua potable, además de fortalecer la resiliencia frente al cambio climático, al garantizar un suministro de agua estable e independiente de las precipitaciones.

