Un filtro inteligente para “limpiar” aguas residuales y proteger humedales como Fuente de Piedra

12/12/2025

Fuente de Piedra



Un equipo interdisciplinar de investigadores españoles ha diseñado y construido un dispositivo electromagnético capaz de retirar del agua distintos contaminantes, en particular nutrientes como el fósforo cuando se encuentra en exceso, utilizando nanopartículas magnéticas, que posteriormente se reciclan para producir fertilizante agrícola. La tecnología, desarrollada en la Universidad de Granada, se plantea como una herramienta clave para mejorar la calidad de las aguas residuales urbanas y proteger humedales tan emblemáticos como la laguna de Fuente de Piedra (Málaga).

La Catedrática del Departamento de Ecología de la Universidad de Granada Inmaculada de Vicente, investigadora principal del proyecto coordinado junto con José María Conde Porcuna, explica que este avance “es la culminación de más de 15 años de trabajo en restauración de ecosistemas acuáticos en estrecha colaboración con la Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía”. En el proyecto han participado ecólogos, biólogos, físicos, químicos e ingenieros industriales y electrónicos.

El dispositivo es un claro ejemplo de economía circular: las nanopartículas magnéticas capturan el fósforo y otros compuestos disueltos y, tras su separación del agua mediante un campo magnético, permiten recuperar el fósforo, un recurso escaso y estratégico en todo el mundo por su uso como fertilizante. Tanto el fósforo recuperado como las nanopartículas pueden reutilizarse múltiples veces, cerrando el ciclo de uso.

Diseñado en Granada con tecnología de bajo coste

Copyright© 2026 Universidad de Granada

El equipo ha construido un filtro de bajo coste basado en estropajos metálicos tipo “nanas”, que actúan como matriz sobre la que se retienen las nanopartículas en presencia del campo magnético generado por un electroimán. El dispositivo funciona en etapas y dispone de un sistema de retrolavado que permite limpiar el filtro y recuperar las partículas cargadas.

El ingeniero electrónico responsable de la construcción del dispositivo, José Carlos Ruiz López, detalla que “la columna magnética permite retener las nanopartículas y, con ellas, nutrientes como el fósforo y diversos contaminantes emergentes, mejorando de forma muy notable la calidad del agua a la salida”.

El diseño y construcción se han llevado a cabo en el Laboratorio Singular F2N2Lab de la Universidad de Granada por el grupo de investigación Magnetic Soft Matter Group (MSMG), liderado por el catedrático de Física Aplicada Juan de Vicente. Se trata de un dispositivo electromagnético totalmente automatizado para trabajar en flujo continuo, una de las principales novedades del proyecto frente a experiencias previas a escala de laboratorio.

Fuente de Piedra, humedal clave del sur de Europa

Los resultados obtenidos en laboratorio son muy prometedores y el equipo confía en poder instalar próximamente el dispositivo en el entorno de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga). Este humedal ha sido elegido por dos motivos principales: es uno de los más importantes del sur de Europa, al albergar la mayor colonia de reproducción de flamenco rosa (Phoenicopterus roseus) de la Península Ibérica, y recibe una aportación significativa de aguas residuales tratadas, que contribuyen a problemas de eutrofización del sistema.

Consciente de esta presión, la Consejería de Medio Ambiente impulsó en los años 90 la construcción de un sistema de lagunas seminaturales por las que se hace pasar el agua depurada antes de su vertido al humedal. Trabajos previos de las universidades de Jaén y Málaga liderados por el catedrático de Ecología Francisco Guerrero Ruiz demostraron una reducción notable en la concentración de nutrientes (fósforo y nitrógeno), y en el marco del actual proyecto se ha comprobado además una disminución significativa de contaminantes emergentes como pesticidas, fármacos o drogas.

“Sabemos que el sistema de lagunas seminaturales es muy eficiente y reduce de forma importante la carga que soporta el humedal”, señala Inmaculada de Vicente. “Sin embargo, las concentraciones de algunos compuestos en el punto de vertido siguen siendo demasiado elevadas, de ahí la necesidad de incorporar soluciones complementarias como este nuevo dispositivo magnético”.

Copyright© 2026 Universidad de Granada

La idea es instalar el filtro en el canal de salida de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR), de manera que actúe como una etapa adicional de tratamiento, reduciendo aún más la concentración de nutrientes como el fósforo y de contaminantes emergentes antes de que el agua llegue al humedal. “El fósforo es un nutriente imprescindible, pero cuando se vierte en exceso puede alterar profundamente la estructura y el funcionamiento del ecosistema y afectar a los servicios ecosistémicos que los humedales nos proporcionan; por tanto, reducir su concentración en las aguas residuales es fundamental”, subraya la investigadora.

Un proyecto financiado con fondos públicos y orientado a la política ambiental

La investigación se ha llevado a cabo gracias a financiación pública en el marco de un proyecto coordinado de dos años de duración, financiado por la Agencia Estatal de Investigación, dependiente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR (referencia TED2021-129384B, MCIN/AEI /10.13039/501100011033).

Los miembros del equipo interdisciplinar llevan más de una década trabajando con adsorbentes magnéticos para gestionar el fósforo en medios naturales. La principal novedad ahora es dar el salto a escala real y condiciones de flujo continuo, un paso imprescindible para la futura integración de esta tecnología en infraestructuras de depuración y en la gestión rutinaria de humedales.

Además, el equipo de investigación ha solicitado recientemente un proyecto a la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) para mejorar la política pública andaluza de gestión y restauración de humedales, consolidando así esta tecnología como herramienta de apoyo a la gestión ambiental.

El dispositivo se ha concebido como una herramienta modular y trasladable, de manera que podría aplicarse también en otras lagunas, embalses, estaciones depuradoras u otros sistemas acuáticos sometidos a problemas similares de exceso de nutrientes y contaminantes emergentes. En este sentido, en un futuro, se plantea su posible instalación en humedales fuertemente impactados por la acción antrópica como es la laguna Honda de la Albufera de Adra.

¿Qué es la eutrofización y por qué es peligrosa?

La palabra eutrofización puede resultar poco familiar, pero sus consecuencias son bien conocidas. Se refiere al proceso por el cual un ecosistema acuático se enriquece en exceso con nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, procedentes de vertidos agrícolas, industriales o de aguas residuales urbanas.

Copyright© 2026 Universidad de Granada

Ese exceso de nutrientes provoca un crecimiento desmesurado de fitoplancton, algas y plantas acuáticas, que enturbia el agua y reduce el oxígeno disuelto. La consecuencia última es una afectación completa del sistema y de la biodiversidad que éste alberga, desencadenando episodios de mortalidad masiva de peces, como los ocurridos en 2019 y 2021 en el Mar Menor (Murcia).

Proyectos como el desarrollado en la Universidad de Granada buscan precisamente reducir la carga de nutrientes y de contaminantes antes de que el agua llegue a lagos, lagunas y humedales, contribuyendo así a prevenir episodios de eutrofización y a conservar estos ecosistemas de alto valor ecológico.



Ver noticia en el Diario Ideal

Copyright© 2026 Universidad de Granada