

## LIFE MATRIX - RECARGA GESTIONADA DE ACUÍFEROS CON AGUA REGENERADA EN LA COSTA DEL SOL

El sistema de recarga gestionada de acuíferos con agua regenerada propuesto en el proyecto de investigación aplicada LIFE Matrix, combina la aplicación de tecnologías basadas en la capacidad del medio geológico para el tratamiento adicional del agua con un estricto control de los parámetros de calidad objetivo en las tres fases (agua, suelo y acuífero), y así asegurar la calidad óptima del agua recargada. De esta forma, en LIFE Matrix se reutilizarán 50.000 m<sup>3</sup> de agua regenerada para la recarga de acuíferos por infiltración en superficie, incrementando así en un 15% los recursos hídricos subterráneos disponibles y reduciendo a su vez el consumo energético y la emisión de gases de efecto invernadero en un 99%, respecto a otras tecnologías usadas.

### ¿Por qué nace LIFE Matrix?

En la última década, los períodos de sequía se han sucedido con mayor frecuencia en la UE, donde más de un tercio de su territorio está experimentando estrés hídrico, particularmente intenso en aquellas regiones con una demanda estacional muy variable que comprometen la disponibilidad de los recursos hídricos, como ocurre en las zonas costeras. La reducción de volúmenes de agua disponible y la creciente demanda del recurso están directamente relacionadas con un deterioro del estado ecológico, químico y cuantitativo de las masas de agua superficiales y subterráneas, lo que conlleva con frecuencia a la sobreexplotación y salinización de los acuíferos.

En la Costa del Sol (Marbella), el consumo de agua en la época estival llega a duplicarse e, incluso, a triplicarse debido al turismo. A esto, debe añadirse el aumento del 30% en la población residente en la región de Málaga en los últimos 20 años, donde el Índice de Explotación del Agua Subterránea es superior a 1,13. Además, el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (PH-DHCMA) para los años 2015-2021 pone de manifiesto que 34 masas de agua subterránea, de un total de 69, presentan presiones significativas debidas al uso del agua (21 por actividades agrícolas, 11 por suministro urbano y 2 por actividades relacionadas con los campos de golf). Por ello, se hace necesaria la integración de recursos hídricos no convencionales y sostenibles, como es el agua regenerada, en los planes de gestión.

Actualmente, en la zona de Marbella, respecto de la capacidad de tratamiento terciario disponible sólo se regenera un 3,6%, por lo que existe un gran potencial para impulsar la recarga gestionada de acuíferos costeros con este recurso alternativo, ya que permitiría reducir la dependencia de otros sistemas hídricos menos sostenibles y reducir los costes energéticos y emisiones de gases de efecto invernadero asociados.

### LIFE Matrix y la Recarga Gestionada de Acuíferos (MAR)

La solución MATRIX tiene como objetivo principal demostrar la viabilidad técnica, medioambiental y sanitaria

## LIFE MATRIX – MANAGED AQUIFER RECHARGE WITH RECLAIMED WATER IN COSTA DEL SOL AREA

The LIFE Matrix project proposes a Managed Aquifer Recharge System with reclaimed water that combines the implementation of technologies based on the capacity of the geological environment for additional water treatment with strict control of the target quality parameters in the three phases (water, soil and aquifer), in order to ensure the optimum quality of the recharged water. LIFE Matrix will reuse 50,000 m<sup>3</sup> of reclaimed water to recharge aquifers by surface infiltration, thus increasing available groundwater resources by 15% and reducing energy consumption and greenhouse gas emissions by 99%, compared to other technologies implemented.

### How did LIFE Matrix come about?

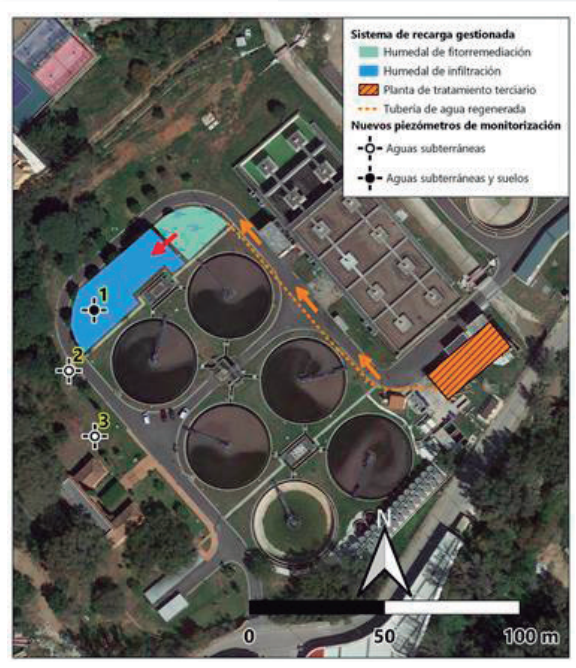
In the last decade, periods of drought have become more frequent in the EU, where more than one third of the territory is experiencing water stress. This water stress is particularly intense in regions where a highly variable seasonal demand compromises the availability of water resources, as is the case in coastal areas. The reduction of available water resources and the increasing demand for water are directly related to a deterioration of the ecological, chemical and quantitative status of surface and groundwater bodies, often leading to overexploitation and salinisation of aquifers.

Water consumption on the Costa del Sol (Marbella) doubles and sometimes even triples in the summer season due to tourism. Moreover, the population of the Malaga region, where the Groundwater Exploitation Index is over 1.13, has grown by 30% in the last 20 years. The 2015-2021 Management Plan for the Andalusian Mediterranean River Basin District (PH-DHCMA) indicates that 34 groundwater bodies of a total of 69 are experiencing significant stress due to water use (21 because of farming activities, 11 due to urban supply and 2 because of golf courses). Therefore, non-conventional and sustainable water resources, such as reclaimed water, need to be included in management plans.

In the Marbella area, only 3.6% of available tertiary treatment capacity is currently reclaimed. There is, therefore, great potential for the promotion of managed recharge of coastal aquifers with this alternative resource, which would reduce dependence on other less sustainable water systems, whilst also reducing associated energy costs and greenhouse gas emissions.

### LIFE Matrix and Managed Aquifer Recharge (MAR)

The main goal of the MATRIX solution is to demonstrate the feasibility of managed aquifer recharge with reclaimed water in technical, environmental and health terms. The main objective is to increase the



de la recarga gestionada de acuíferos con agua regenerada. El principal objeto es aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos abordando el problema de la escasez de agua y sobreexplotación de acuíferos, a partir de dos técnicas diferentes: Recarga Gestionada de Acuíferos (MAR) y Planes de Seguridad Sanitaria (SP). La solución planteada consiste en la combinación de tres componentes:

1. Componente físico: Integra el sistema multi-balsa de recarga por percolación con la aplicación de tecnologías basadas en (1) la capacidad del medio natural para el tratamiento adicional del agua: fitorremediación y capa orgánica permeable reactiva y (2) una red de monitorización hidrogeológica y control de parámetros de calidad objetivo en las tres fases (agua, suelo y acuífero).
2. Componente digital: Sistema de Soporte a la Decisión (SSD) que transformará la información registrada en los puntos de control (parámetros, variables e indicadores) en niveles de riesgo para la salud e impactos ambientales. Esta herramienta integra 3 módulos para la gestión del riesgo sanitario y medioambiental, la estimación del impacto socioeconómico y la optimización del sistema de recarga.
3. Componente de gobernanza: consistente en el desarrollo de guías metodológicas con el fin de potenciar la recarga de acuíferos con agua regenerada y contribuyendo a estandarizar su implementación bajo un marco legal o regulatorio a nivel nacional y europeo.

La construcción del sistema de recarga gestionada de acuíferos se llevará a cabo en las instalaciones de la EDAR La Víbora (Marbella). El volumen de agua regenerada necesario será conducido desde la planta de tratamiento terciario hasta el conjunto de balsas. Pasará por un humedal artificial donde se llevará a cabo la fitorremediación y posteriormente será transferida a la balsa de recarga donde se infiltrará por gravedad a través de una capa orgánica permeable y reactiva hasta alcanzar el nivel acuífero. El flujo de agua regenerada a través del sistema de recarga mejorará su calidad de forma natural, reduciéndose la salinidad, cantidad de nutrientes y compuestos emergentes.

### Resultados esperados de la solución LIFE Matrix

Los resultados esperados tras la implementación de la solución LIFE Matrix engloban aspectos como la seguridad sanitaria y ambiental, demostrando así la viabilidad de reutilizar agua cuando se implementan sistemas de recarga gestionada de acuíferos, en términos de seguridad hídrica (riesgo humano y ambiental), cantidad del agua (disponibilidad y aceptación de los usuarios finales) y la sostenibilidad (impactos ambientales y económicos). Para ello, se facilitará a los principales interesados el acceso a la herramienta DSS de gestión del riesgo y a la información sobre el riesgo e impactos asociados a la recarga de acuíferos.

Con ello se pretende contribuir a mejorar la aceptación y la percepción de la población sobre la reutilización de aguas regeneradas, a partir de iniciativas clave como la difusión de los beneficios de la herramienta DSS de gestión del riesgo y la promoción de su aplicación práctica.



availability of groundwater resources by addressing the problem of water scarcity and overexploitation of aquifers, based on two different techniques: Managed Aquifer Recharge (MAR) and Sanitary Safety Plans (SP). The proposed solution consists of a combination of three components:

1. Physical component: Integrates the multiple-pond percolation recharge system with the application of technologies based on (1) the capacity of the natural environment for additional water treatment: phytoremediation and permeable reactive organic layer and (2) a hydrogeological monitoring and control network to monitor target quality parameters in the three phases (water, soil and aquifer).
2. Digital component: Decision Support System (DSS) to transform the information recorded at the control points (parameters, variables and indicators) into levels of health risk and environmental impacts. This tool integrates 3 modules, for health and environmental risk management, estimation of socio-economic impact and optimisation of the recharge system, respectively.
3. Governance component: consisting of the development of methodological guidelines in order to enhance aquifer recharge with reclaimed water and contributing to the standardisation of the implementation of these guidelines through a legal or regulatory framework at national and European level.

The managed aquifer recharge system will be built at the facilities of the La Víbora WWTP (Marbella). The volume of reclaimed water required will be conveyed from the tertiary treatment plant to the set of ponds. It will pass through a constructed wetland, where phytoremediation will take place, and will then be transferred to the recharge pond where it will percolate by gravity through a permeable reactive organic layer until it reaches the aquifer level. The flow of reclaimed water through the recharge system will naturally improve its quality, with a reduction in salinity, nutrients and contaminants of emerging concern.

### Expected results of the LIFE Matrix solution

The expected results following the implementation of the LIFE Matrix solution include aspects such as health and environmental safety, demonstrating the feasibility of reusing water when managed aquifer recharge systems are implemented, in terms of water security (human and

Finalmente, se evaluará el rendimiento técnico y económico de la solución implementada y se desarrollará un plan de negocio para su comercialización.

### Solución sostenible y respetuosa con el medioambiente

La solución LIFE MATRIX tiene beneficios directos sobre el medioambiente, aportando un 15% más de volumen de agua infiltrada en el acuífero, respecto a la entrada natural en la zona de estudio, lo cual repercute directamente en la reducción del Índice de Explotación de Agua (13%). En cuanto a la calidad química del agua, se estima que con el componente físico de la solución MATRIX se podrá reducir en torno al 50% de la concentración de sustancias potencialmente peligrosas para la salud, como son los contaminantes emergentes.

Respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero y consumo energético, ambas se verán reducidas en un 99%, respecto a las generadas por otras tecnologías.

A nivel operacional, se producirán dos impactos relevantes: uno relacionado con la reducción de agua depurada vertida al mar, ya que aumentará un 10% la reutilización de este recurso alternativo producido por la EDAR La Víbora; y otro con una gran repercusión sobre los costes de implementación de la solución, ya que el CAPEX y OPEX (capitales de inversión y de operación) se verán reducidos en un 76 y 60 % respectivamente, comparado con otros esquemas convencionales de recarga gestionada de acuíferos.

### Entidades participantes

El proyecto LIFE MATRIX, está coordinado por Cetaqua Andalucía (Fundación Centro Andaluz de Investigaciones del Agua), entidad que desarrolla soluciones para el ciclo integral del agua con foco en dos áreas de actividad: desarrollo de soluciones digitales e investigación para la preservación, conservación y gestión eficiente de los recursos hídricos. Cuenta con la participación en el consorcio de Cetaqua Barcelona, centro tecnológico que integra, gestiona y ejecuta proyectos de investigación para el ciclo integral del agua. ACOSOL, empresa pública que se ocupa del ciclo integral del agua en la Costa del Sol Occidental y el Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga (CEHIUMA).

### Agradecimientos

El proyecto LIFE MATRIX, con un presupuesto superior a 1,6 millones de euros y una duración de 36 meses, está cofinanciado por la Comisión Europea a través del Programa LIFE (LIFE20ENV/ES/000788).

Se agradece el apoyo de entidades locales tales como la Junta de Andalucía, el Ayuntamiento de Marbella, la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental y la operadora de agua Hidralia. ■

environmental risk), water quantity (availability and acceptance by end-users) and sustainability (environmental and economic impacts). To achieve this, key stakeholders will be provided with access to the DSS risk management tool and information on the risk and impacts associated with aquifer recharge.

The aim is to contribute to improving public acceptance and perception of the reuse of reclaimed water through key initiatives such as the dissemination of the benefits of the DSS risk management tool and the promotion of its practical application.

Finally, the technical and economic performance of the implemented solution will be evaluated and a business plan will be developed for commercialisation purposes.

### Sustainable eco-friendly solution

The LIFE MATRIX solution has direct benefits for the environment. The implementation of surface infiltration will mean an increase of 15% over the natural inflow of water into the aquifer in the study area, which has a direct impact on the reduction of the Water Exploitation Index (13%). With regard to the chemical quality of the water, it is estimated that the physical component of the MATRIX solution will enable a reduction of around 50% in the concentration of substances potentially hazardous to health, such as contaminants of emerging concern.

Greenhouse gas emissions and energy consumption will both be 99% lower in regard to technologies.

There will be two significant impacts at operating level. One is related to the reduction of treated water discharged into the sea, as the reuse of this alternative resource produced at the La Víbora WWTP will increase by 10%. The second is a major impact related to the cost of implementing the solution. CAPEX and OPEX (investment and operating costs) will be 76% and 60% lower, respectively, than those of other conventional managed aquifer recharge schemes.

### Participating organisations

The LIFE MATRIX Project is coordinated by Cetaqua Andalucía (Andalusian Water Research Centre Foundation), which develops solutions for the integrated urban water cycle with particular focus on two areas: the development of digital solutions and research aimed at the preservation, conservation and efficient management of water resources. Project partners include Cetaqua Barcelona, a technology centre that integrates, manages and executes research projects related to the integrated urban water cycle; ACOSOL, a publicly-owned company responsible for the integrated urban water cycle in the western area of the Costa del Sol and the Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga (Hydrogeology Centre of the University of Malaga - CEHIUMA).

### Acknowledgements

The LIFE MATRIX project, which has a budget of over 1.6 million euros and a duration of 36 months, is co-funded by the European Commission through the LIFE Programme. (LIFE20ENV/ES/000788).

The support of local entities such as the Regional Government of Andalusia, the Municipal Council of Marbella, the Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental and water utility Hidralia is gratefully acknowledged. ■

**Sara Espinosa Martínez**

Project Manager en Fundación Centro Andaluz de Investigaciones del Agua, Cetaqua Andalucía  
Project Manager at Cetaqua Andalucía, Andalusian Water Research Centre Foundation.

**Juan Antonio Barberá Fornell**

Dpto. de Geología y Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga  
Dept. of Geology and Hydrogeology Centre, University of Malaga

**Bartolomé Andreo Navarro**

Dpto. de Geología y Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga  
Dept. of Geology and Hydrogeology Centre, University of Malaga

**Belén Miranda Burgos**

Jefa de Planta EDAR Arroyo de la Miel y Cala de Mijas de ACOSOL  
Plant Manager of Arroyo de la Miel y Cala de Mijas WWTP at ACOSOL

**Sergio Martín Guzmán**

Jefe de Servicios de Saneamiento Integral de ACOSOL | Head of Integrated Sanitation Services at ACOSOL