

# WATER2RETURN: RECUPERACIÓN Y RECICLAJE DE NUTRIENTES CONVIRTIENDO EL AGUA RESIDUAL EN PRODUCTOS DE VALOR AÑADIDO PARA CONTRIBUIR A LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR AGRÍCOLA

EN UN MUNDO EN QUE LOS RECURSOS ESTÁN SIENDO SOBREEXPLOTADOS, EXISTE UNA DEMANDA CRECIENTE DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS Y SOSTENIBLES PARA HACER FRENTE A SU PREVISIBLE FUTURA ESCASEZ. CENTRÁNDOSE EN DOS SECTORES ECONÓMICOS RELEVANTES, LAS INDUSTRIAS DE MATADEROS Y DE MANUFACTURACIÓN DE PRODUCTOS AGRONÓMICOS, AMBAS IMPORTANTES PARA LA ALIMENTACIÓN HUMANA, WATER2RETURN PROPONE SEGUIR LOS PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA CONVERTIR LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LOS MATADEROS EN "BIO-REFINERÍAS"

Hoy en día, la recuperación de recursos ha cobrado una gran relevancia, y la demanda de nutrientes crece continuamente. El sector europeo de los mataderos, con alto consumo de agua y energía, produce mucha agua residual cargada de nutrientes relevantes como nitratos o fosfatos que son desechados diariamente. Se producen aproximadamente 750.000 m<sup>3</sup> de agua residual al año en mataderos de ganado porcino, ovino, bovino y avícola<sup>1</sup>, que representan el 98% de los mataderos europeos, constituyendo una importantísima fuente de nutrientes. Sin embargo, la tendencia actual respecto a su tratamiento no es la de la recuperación y reciclaje de nutrientes, sino su desaprovechamiento. Así, se desperdician materia orgánica fácilmente metanizable y nutrientes que podrían transformarse en energía y productos fertilizantes y bioestimulantes respectivamente o, lo que es peor, se emiten al medio ambiente. Si se desechan sin tratamiento alguno, pueden ser medioambientalmente peligrosos, contribuyendo a la eutrofización, la contaminación de suelos y aguas profundas y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otra parte, hay otro sector experimentando un crecimiento imparable: los fertilizantes químicos (que contienen principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, entre otros componentes). Su consumo en Europa alcanzó alrededor de 13,6 millones de toneladas en 2012<sup>2</sup>. Su uso extensivo es problemático, pues están asociados a las emisiones de óxido nítrico, un potente gas de efecto inver-

# WATER2RETURN PROJECT: RECOVERY AND RECYCLING OF NUTRIENTS TURNING WASTEWATER INTO ADDED-VALUE PRODUCTS FOR A CIRCULAR ECONOMY IN AGRICULTURE

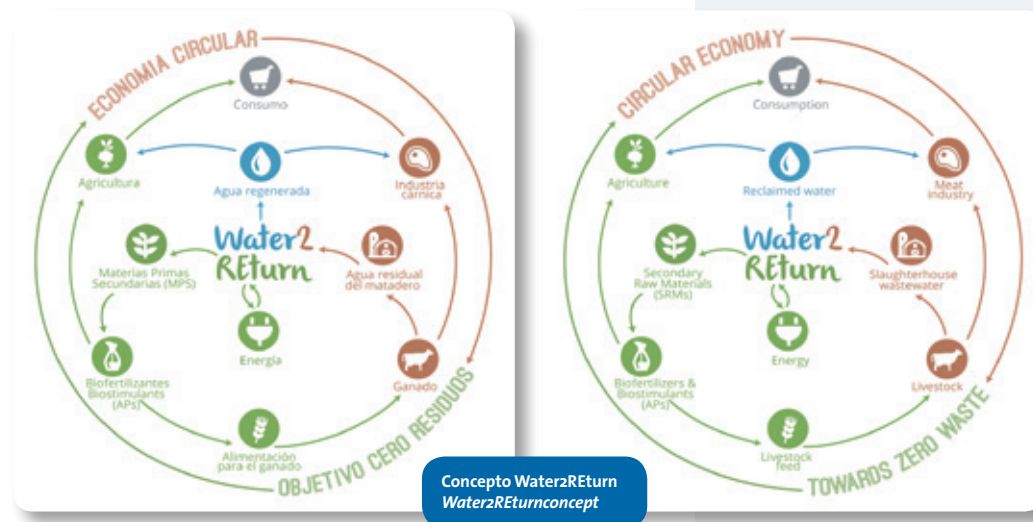
IN A WORLD IN WHICH RESOURCES ARE BEING USED UP, THERE IS RISING DEMAND FOR ALTERNATIVE AND SUSTAINABLE SOLUTIONS TO COPE WITH FORESEEN SHORTAGES. FOCUSING ON TWO RELEVANT ECONOMIC SECTORS, SLAUGHTERING AND THE MANUFACTURE OF AGRONOMIC PRODUCTS, BOTH IMPORTANT FOR HUMAN NOURISHMENT, WATER2RETURN PROPOSES TO USE A CIRCULAR ECONOMY APPROACH TO TURN WASTEWATER TREATMENT FACILITIES IN SLAUGHTERHOUSES INTO "BIO-REFINERIES"

Resource recovery is a very important topic nowadays, and the demand for nutrients continues to grow. The EU slaughtering sector, with high water and energy consumption, produces large amounts of wastewater containing nutrients like nitrates and phosphates that are discarded on a daily basis. Around 750,000 m<sup>3</sup> of wastewater is produced per year in pig, cattle and poultry slaughterhouses<sup>1</sup>, which together constitute 98% of the EU slaughtering sector. This wastewater represents a huge source of nutrients. However, the current approach for treating it is not focused on nutrients recovery and recycling, but rather, nutrients removal. As a consequence, the easily methanisable organic matter and the nutrients that could be transformed into energy, fertilisers and biostimulant products respectively, are wasted, or worse, emitted into the environment. If discharged without being treated, this can be environmentally dangerous, contributing to eutrophication, soil and groundwater contamination and greenhouse gases emissions.

On the other hand, there is another sector experiencing an unstoppable increase in demand: chemical fertilisers (containing mainly nitrogen, phosphorous and potassium, among other components). European consumption of chemical fertilisers had already reached around 13.6 million tonnes by 2012<sup>2</sup>. Their extensive use is problematic because they are associated with emissions of nitrous oxide, a potent greenhouse gas, as well as additional environmental problems, such as eutrophication if they leach into water bodies.

Taking this into account, why not make use of industrial symbiosis by turning wastewater treatment facilities in slaughterhouses into bio-refineries?

Water2Return is an Innovation Action co-funded by the European Commission under its Horizon 2020 (H2020) programme. It is coordinated by BIOAZUL company (Malaga, Spain) and is focused on the



Concepto Water2Return Water2Return concept

<sup>1</sup> De acuerdo con cálculos sobre balance de masas hechos por el consorcio | According to mass balance calculations made by the consortium  
<sup>2</sup> Consumo total de fertilizantes minerales (N+P2O5+K2O) en Europa según datos de la CE 2011/2012 | Total mineral fertilisers (N+P2O5+K2O) consumption in Europe according to EC 2011/2012 data

nadero, así como a otros problemas medioambientales como la eutrofización si llegan a las masas de agua.

Teniendo esto en cuenta, ¿por qué no hacer uso de la simbiosis industrial, convirtiendo las instalaciones de tratamiento de aguas residuales instaladas en los mataderos en bio-refinerías?

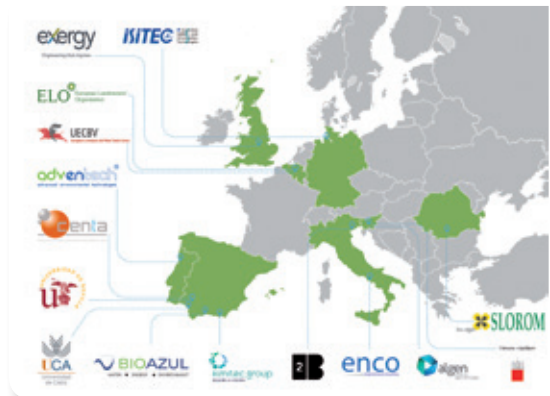
Water2REturn es una Acción de Innovación cofinanciada por la Comisión Europea según su programa Horizonte 2020 (H2020). Está coordinada por la empresa BIOAZUL (Málaga, España) y pretende recuperar y reciclar nutrientes de las aguas residuales de matadero siguiendo un modelo de Economía Circular. Los nutrientes recuperados se convierten en productos de valor añadido para la industria agroquímica, consecuentemente, para el sector agrícola.

Water2REturn constituye un verdadero avance tecnológico que sigue los principios de la Economía Circular. Los nutrientes extraídos pueden ser introducidos de nuevo en la economía como nuevas materias primas, que pasan a ser consideradas recursos y no residuos. Extrayendo el máximo valor de las aguas residuales de matadero, se mejora la seguridad del suministro de nutrientes clave y se evita el vertido y las emisiones adicionales. Además, se promueven procesos de simbiosis entre sectores industriales clave como la agricultura, el procesado de alimentos y el tratamiento de aguas, se maximiza la eficiencia del uso de la tierra, se reducen los impactos ambientales de la producción de alimentos y se mejora la competitividad de las empresas recicladoras gracias a la obtención de ingresos adicionales de los sub-productos previamente considerados residuos.

Water2REturn propone un proceso de demostración a escala real viable, intersectorial e integrado para tratar las aguas residuales de matadero utilizando una combinación novedosa de tecnologías y procesos bioquímicos y físicos en cascada, favoreciendo también un balance positivo en la huella energética, proceso innovador que incluirá sistemas de aireación biológica, tecnologías de membranas, procesos anaeróbicos para la producción de bio-metano y tecnologías de algas, todos combinados en un sistema que no emite residuos, incluyendo una herramienta integrada de monitorización y control que mejorará la calidad de datos sobre flujos de nutrientes.

A través de este sistema se recuperarán nitrógeno y fósforo solubles como un concentrado de nitratos y fosfatos (Materia Prima Secundaria 1, MPS1), que servirá como fertilizante orgánico en la agricultura (Producto Agronómico 1, PA1). Además, se utilizará un proceso de fermentación innovador diseñado para la valorización de lodos (con producción de energía), resultando una fracción sólida, un lodo hidrolizado (MPS2) que puede usarse como producto bioestimulante para aumentar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o rasgos de calidad de los cultivos (PA2). Asimismo, se producirá biomasa algal (MPS3) mediante la captación de CO<sub>2</sub> liberado desde la unidad de biogás que se utilizará para formular un producto bioestimulante con base algal (PA3). Los productos agronómicos resultantes (PAs) estarán libres de patógenos, metales pesados y contaminantes emergentes, permitiendo la reutilización segura de las aguas residuales del matadero (totalmente valorizadas gracias a este proceso en cascada), y listos para su comercialización a escala europea e internacional.

Water2REturn se construye en base a una demanda actual del mercado. El sector agrícola reclama productos más sostenibles, capaces de cumplir con la legislación cada vez más restrictiva sobre la fabricación y el uso de productos agronómicos. Así, Water2REturn desarrollará una tecnología capaz de producir las MPSs que posibilitarán la fabricación de los productos agronómicos demandados.



Consortio de Water2REturn – distribución geográfica  
Water2REturn consortium – geographical distribution

recovery and recycling of nutrients from slaughterhouse wastewater in the framework of a Circular Economy model. Nutrients recovered are turned into value added products for the agro-chemical industry and, consequently, for the agricultural sector.

Water2REturn constitutes a real technological breakthrough

based on a Circular Economy approach. The extracted nutrients can be injected back into the economy as new raw materials, thereby becoming a resource instead of a waste. By extracting the maximum value from slaughterhouse wastewater, the security of supply to key nutrients is improved, and landfilling and additional emissions are avoided. Moreover, symbiosis between key industrial sectors (e.g. agriculture, food processing and wastewater treatment) is promoted, land use efficiency is maximised, the environmental impacts of food production are reduced and the competitiveness of recycling companies is improved by obtaining additional revenues from by-products that were formerly treated as waste.

Water2REturn proposes a viable, cross-sectoral and integrated full-scale demonstration process to treat slaughterhouse wastewater by using a novel combination of biochemical and physical technologies and processes in cascade, aiming also a positive balance in terms of energy footprint. This innovative process will include biological aeration systems, membrane technologies, anaerobic processes for bio-methane production and algal technologies, all combined in a zero-waste-emission system, with an integrated monitoring control tool that will improve the quality of data on nutrient flows.

Through this system, soluble nitrogen and phosphorous will be recovered as a nitrate and phosphate concentrate (Secondary Raw Material 1, SRM1), which can be used as organic fertiliser in agriculture (Agronomic Product 1, AP1). In addition, an innovative fermentative process designed for sludge valorisation (with energy production) will be used, resulting in a solid fraction, a hydrolysed sludge (SRM2) that can be used as a biostimulant product to enhance nutrition efficiency, abiotic stress tolerance and/or crop quality traits (AP2). Moreover, algal biomass (SRM3) will also be produced by capturing CO<sub>2</sub> released from a biogas unit, which will then be used to make a biostimulant algal-based product (AP3). The resulting agronomic products (APs) will be free of pathogens, heavy metals and emerging pollutants, allowing for the safe re-use of slaughterhouse wastewater (fully valorised thanks to this cascading process), and ready to be commercialised at EU and international level.

Water2REturn is built on a bottom-up approach based on current market demand. The agricultural sector seeks more sustainable products that can fulfil the increasingly restrictive legislation on agronomic product manufacturing and use. Thus, Water2REturn will develop a technology that is capable of producing the SRMs needed for manufacturing the bio-agronomic products demanded. At the same time, the SRMs providers solve their wastewater management problems, reducing costs related to water consumption as well.

With regards to commercialisation, customer segmentation is imperative when trying to reach all groups potentially interested in the project outcomes in the most appropriate way. In this sense, the slaughtering industry is our early adopter, followed by the meat processing industry. Both of these are wastewater generators, and

Al mismo tiempo, el proveedor de MPSs resuelve sus problemas de gestión de aguas residuales, reduciendo también los costes relacionados con el consumo de agua.

Respecto a la comercialización, la segmentación de clientes es imprescindible cuando se pretende llegar de la manera más apropiada a todos los grupos potencialmente interesados en los resultados del proyecto. En este sentido, la industria de mataderos es la primera en adoptar nuestro sistema, seguida por la industria de procesamiento de carne. Ambas generan aguas residuales, siendo así clientes potenciales del sistema de tratamiento de aguas. También puede aplicarse en otras industrias agroalimentarias generadoras de aguas residuales con alto contenido en materia orgánica. En todos los casos, el sistema puede diseñarse incluyendo todos los procesos (como en el demostrador del proyecto) o puede ser personalizado según la aplicación. El siguiente segmento es la industria de fabricación y distribución de productos bio-agrónicos, constituyendo un cliente intermedio que hace uso de las MPS recuperadas de las aguas residuales de los mataderos y la industria de procesamiento de carne. El último segmento de clientes es el sector agrícola, incluyendo tanto la agricultura convencional como la orgánica, que usará los PAs comercializados por los fabricantes y distribuidores de productos bio-agrónicos.

Además de fomentar la simbiosis industrial, Water2REturn también pretende crear nuevas oportunidades de negocio y empleos verdes en el contexto de la recuperación y reciclaje de nutrientes, así como promover una rápida y amplia penetración de mercado de los procesos y productos de Water2REturn gracias a la elaboración de planes de negocios adaptados y mejorar su aceptación a través de la capacitación y la concienciación.

El demostrador de Water2REturn, con una capacidad de tratamiento de 50 m<sup>3</sup> de agua residual / día, será fácil de operar, versátil, compacto y poco demandante de energía. Se implementará en un matadero español activo llamado "Matadero del Sur", ubicado en Salteras, cerca de Sevilla, con un flujo diario real de agua residual de 150 m<sup>3</sup>. Se espera que la fase de implementación comience durante el verano de 2018, mientras que la fase de demostración y optimización está prevista para finales de 2018 hasta prácticamente el cierre del proyecto a finales de 2020.

Paralelamente a dicha fase de demostración se desarrollará una campaña de concienciación, incluyendo visitas al matadero dirigidas al público (jornadas de puertas abiertas), talleres internacionales de demostración y talleres de capacitación dirigidos a integrantes de las industrias cárnica y agrícola en cinco países de la UE identificados como mercados clave (España, Italia, Bélgica, Reino Unido y Alemania), una conferencia final para cerrar el proyecto y un 'brokerage event' en Bruselas y un análisis técnico-económico útil para apoyar la introducción de mejoras e inversiones en las normativas de gestión de aguas residuales.

El consorcio de Water2REturn está compuesto por 15 socios multidisciplinares: 9 PYMEs, 2 asociaciones europeas y 4 instituciones investigadoras. Water2REturn reúne la experiencia de actores de toda la cadena de valor en ocho países diferentes (España, Portugal, Eslovenia, Rumanía, Italia, Bélgica, Alemania y Reino Unido): expertos en tratamiento de aguas residuales y recuperación de nutrientes, valorización de lodos, producción de energía y TI, fabricantes experimentados en la producción de fertilizantes que invertirán en el reciclaje de nutrientes y usuarios finales de la tecnología de recuperación de nutrientes (organización que representa la industria cárnica a nivel europeo) y de los PAs (organización europea de propietarios rurales), así como una cooperativa agrícola que pondrá a prueba los tres PAs en sus propios terrenos.



**Pilar Zapata Aranda**

Gestora de proyectos en Bioazul S.L.  
Coordinadora del proyecto Water2REturn  
Project Manager at Bioazul S.L.  
Coordinator of Water2REturn project



Consortio de Water2REturn en Sevilla, España durante la reunión inicial del proyecto | Water2REturn consortium at Sevilla, Spain during the project Kick-off Meeting

are therefore potential clients for the wastewater treatment system. The system can also be applicable for other agri-food industries that generate wastewater with a high degree of organic matter. In all cases, the system can be designed including all processes (as the project demonstrator), or it can be customised according to each application. The following segment is the bio-agronomic products manufacturing and distribution industry, constituting an intermediate client that makes use of the SRMs recovered from slaughtering and meat processing industry wastewater. The final customer segment is the agricultural sector, including both conventional and organic farmers, which will make use of the APs that are commercialised by bio-agronomic product manufacturers.

As well as fostering industrial symbiosis, Water2REturn also aims to create new business opportunities and green jobs based on nutrient recovery and recycling, as well as to promote wide and fast market uptake of Water2REturn processes and products by implementing targeted business plans and to improve their acceptance through capacity building and awareness raising.

The Water2REturn demonstrator, with a treatment capacity of 50 m<sup>3</sup> wastewater/day, will be easy-to-operate, versatile, compact and energy efficient. It will be implemented in a working Spanish slaughterhouse called "Matadero del Sur" that is located in Salteras, near Sevilla, with a real wastewater daily flow of 150 m<sup>3</sup>. The implementation phase is expected to be started next summer, 2018, while the demonstration and optimisation stage is expected to run from the end of 2018 until the end of the project in late 2020.

Along with the demonstration process, an awareness raising campaign will be implemented, including visits to the slaughterhouse addressed to the public (open days), the organisation of international demonstration workshops and capacity building workshops addressed to the meat and agriculture industries in five EU countries identified as target markets (Spain, Italy, Belgium, United Kingdom and Germany), a final project conference and brokerage event in Brussels and a techno-economic analysis to support the inclusion of improvements and investments in wastewater management in public policy.

The Water2REturn consortium is made up of 15 multidisciplinary actors: 9 SMEs, 2 EU associations and 4 research institutions. Water2REturn brings together the experience from stakeholders covering the whole value chain in eight EU countries (Spain, Portugal, Slovenia, Romania, Italy, Belgium, Germany and United Kingdom): experts in wastewater treatment and nutrient recovery, sludge valorisation, energy production and IT, fertiliser manufacturers that will invest in nutrient recycling and end-users of the resulting nutrients recovery system (organisation representing the meat industry at EU level) and the APs (landowners' association representing EU farmers), as well as an agriculture cooperative that will test the three APs in its own land.