



LIFE - BRAINYMEM® ADVANCED-CONTROL MBR FOR WASTEWATER RECLAMATION



Layman's Report

Contract no. LIFE13 ENV/ES/000160



BRAINYMEM®: MBR CON CONTROL AVANZADO PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS

LIFE-BRAINYMEM® (<http://life-BRAINYMEM.com/>) es un proyecto apoyado y financiado por la Comisión Europea, dentro del programa LIFE, para reducir el consumo energético en las depuradoras y minimizar su impacto medioambiental.

Dada la creciente preocupación por el cambio climático en las últimas décadas, cada vez existe una mayor conciencia con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero (GHG). El principal objetivo del proyecto LIFE - BRAINYMEM® es reducir la emisión de estos gases por parte de las plantas de tratamiento de aguas residuales para disminuir así su impacto ambiental. En esta línea, se ha buscado reducir el consumo energético en las plantas de tratamiento de aguas residuales a través de la implementación de un sistema de control avanzado, lo que permite reducir tanto la aireación destinada a la membrana como la aireación biológica, y en consecuencia, los gases de efecto invernadero asociados.

Por otro lado, se ha evidenciado que las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) no son capaces de eliminar ciertas sustancias llamadas "contaminantes emergentes" que incluyen desde fármacos a productos de higiene personal y nanomateriales. De esta manera, otro objetivo del proyecto BRAINYMEM® es mejorar la eliminación de los contaminantes emergentes en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

El proyecto LIFE-BRAINYMEM®, con una duración de tres años, (julio 2014 - junio 2017) y una inversión total de 506.367€ (con una contribución de la EU de 253.183 €), está liderado por ACCIONA Agua, empresa líder en el sector del tratamiento de agua.

BRAINYMEM®: ADVANCED-CONTROL MBR FOR WASTEWATER RECLAMATION

LIFE-BRAINYMEM® (<http://life-BRAINYMEM.com/>) is a Project supported and financed by the European Commission to reduce the energy consumption in wastewater treatment plants and minimize its environmental impact.

Due to the increased concern on global warming there is more awareness about emissions of greenhouse gases (GHGs) worldwide. Three of the main GHGs can be produced during wastewater treatment and one of the two objectives of the BRAINYMEM® project is to reduce them. In this line, it has been sought to reduce energy consumption in wastewater treatment plants through the implementation of an advanced control system, which allows to reduce both aeration and membrane as biological aeration, and consequently the associated GHG emissions.

On the other hand, it has been evidenced that WWTP are not able to remove efficiently some substances, the so-called emerging pollutants or micropollutants, a broad group of substances that includes from pharmaceutical products to personal care products and nanomaterials. Therefore, another objective of the BRAINYMEM® project is to improve the effectiveness of the dosage of innocuous compounds in the removal of emerging pollutants.

The three-year long project BRAINYMEM® (July 2014 - June 2017) has had a total investment of € 506,367 (with an EU contribution of € 253,183) and is led by ACCIONA Agua, a leader in the treatment sector of water.



Fig. 1. Planta de demostración BRAINYMEM®. BRAINYMEM® demonstration plant.

LA TECNOLOGÍA

Los RBM (Reactores Biológicos de Membrana) combinan dos procesos básicos: la degradación biológica producida por bacterias y la separación por membrana. En estos sistemas están presentes bacterias que degradan las sustancias contaminantes presentes en las aguas residuales que se van a tratar y que no ha sido posible separar previamente por decantación. Tras el tratamiento biológico, los sólidos en suspensión y los microorganismos responsables de la biodegradación se separan del agua tratada mediante una unidad de filtración por membrana.

La unidad biológica requiere un flujo de aireación necesario para la actividad depuradora de las bacterias, para garantizar el buen funcionamiento del sistema y controlar el ensuciamiento ya que evita la acumulación de las sustancias en la superficie de la membrana. La sustitución de la decantación secundaria empleada como alternativa por las membranas RBM implica menor superficie de implantación. Con el sistema RBM se obtiene una buena calidad de efluente permitiendo cumplir con la legislación de vertido y reutilizar el agua en zonas de escasez hídrica.

Sin embargo, uno de los principales retos de los sistemas RBM para depuración de aguas residuales es su elevado coste operacional en comparación con la tecnología convencional de fangos activos. Su coste, aunque cada vez más competitivo, depende tanto de la reducción de los consumos energéticos como del precio de las membranas. El principal consumo energético de las EDAR es el asociado a la aireación de los reactores biológicos así como al bombeo y agitación de los lodos activos. En el caso de los bioreactores de membrana se añaden a estos consumos la aireación de la membrana, necesaria para controlar su ensuciamiento.

Dentro del proyecto BRAINYMEM se han desarrollado dos sistemas de control, uno para la aireación biológica, basado en medidas especies nitrogenadas, y otro para la aireación de membrana. Además, se ha implementado un sistema de dosificación de sustancias que mejoran el tratamiento del agua.

THE TECHNOLOGY

The MBRs (Membrane Bioreactor) combine two basic processes: biological degradation produced by bacteria and membrane separation. In these systems are present the bacteria that degrade the contaminating substances that are in the residual waters that are being treated and that have not been possible to separate previously by the decanting. After biological treatment, the suspended solids and the microorganisms responsible for biodegradation are separated from the treated water by a membrane filtration unit.

The biological unit requires a flow of air necessary for the purification activity of the bacteria, to ensure the proper functioning of the system and control the fouling and avoidance of accumulation of substances on the surface of the membrane. The substitution of the secondary decantation used as an alternative by the MBR membranes implies a smaller implantation surface. With the MBR system, a good effluent quality is obtained, allowing compliance with waste legislation and reusing water in areas of water scarcity.

One of the main challenges of MBR systems for wastewater treatment is its high operational cost compared to conventional active sludge technology. Its cost, although increasingly competitive, depends both on the reduction of energy consumption and the price of membranes. The main energy consumption of the WWTPs is associated to the aeration of the biological reactors as well as the pumping and the agitation of the active sludge. In the case of membrane bioreactors, these additions were added to the aeration of the membrane, which is necessary to control their soiling.

In the project, two control systems have been developed, one for the biological aeration based on the measurement of nitrogen species and another for the membrane aeration. Moreover, a dosing system has been implemented that will help improving the water treatment.

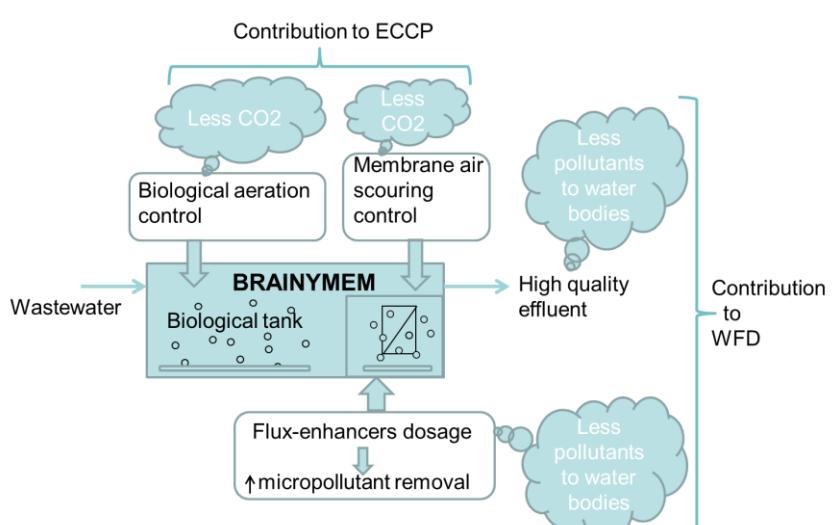


Fig. 2. Esquema del proyecto. Scheme of the project.



PLANTA DE DEMOSTRACIÓN

El proyecto LIFE - BRAINYMEM® se ha llevado a cabo en una planta de demostración instalada en la EDAR de Almuñécar (Granada, España).

Esta planta está diseñada y construida para estudiar diferentes tecnologías de regeneración de aguas residuales, en especial para optimización RBMs. Esta planta trata agua residual urbana y contiene un módulo de membrana de fibra hueca con aireación optimizada.

Las dimensiones de la planta (55 m³, caudal de tratamiento de 144 m³/d) hacen que los resultados sean representativos de una planta real. Durante el proyecto LIFE - BRAINYMEM®, la planta ha sido optimizada con la implementación de sistemas de control avanzado para reducir su impacto medioambiental.

DEMONSTRATION PLANT

The BRAINYMEM® project has taken place in a demonstration plant installed in the WWTP of Almuñécar (Granada, Spain).

This demonstration plant is designed and developed to study different advanced wastewater reclamation technologies for water reuse focusing on MBR optimization. This plant treats real urban wastewater and it contains a hollow fiber module with optimized aeration for membrane scouring.

The large dimensions of the pilot plant (55 m³, treatment capacity of 144 m³/d) will make the results representative of a full-scale plant. Within the BRAINYMEM® project, the demonstration plant has been upgraded with the implementation of advanced control systems in order to reduce its environmental impact.



Figura 3. Fotos de la planta. *Pictures of the plant*



LIFE BRAINYMEM® ACTIVIDADES

La consecución de los objetivos del proyecto LIFE – BRAINYMEM® responde a la ejecución de una serie de actividades:

- Se ha desarrollado e implementado un sistema de control lógico. Este sistema de control se ha diseñado para controlar la aeración de la unidad biológica y la membrana, y para controlar la adición de un incrementador de flujo.
- Se ha realizado una campaña analítica sobre la eliminación de los contaminantes emergentes. Para ello, en la planta de Almuñécar, el equipo de ACCIONA Agua ha estudiado los efectos de la adición del incrementador de flujo sobre la eliminación de contaminantes emergentes. Asimismo, se han realizado tests de toxicidad sobre el efluente para analizar el efecto de las modificaciones integradas y se ha realizado un análisis de coste/beneficio para la obtención del procedimiento más eficiente.
- Por último se ha procedido a la implementación y demostración del sistema de control desarrollado. Para ello, en primer lugar, se han instalado sensores de N₂O y amoníaco para integrar el sistema de control de la aeración en el reactor biológico. Por último se ha instalado y ajustado el sistema de dosificación de incrementador del flujo, lo que ha sido seguido de una demostración del sistema. Una vez realizadas estas acciones, se ha procedido a evaluar los resultados obtenidos.
- A lo largo del proyecto se ha realizado una monitorización de los impactos del mismo, tanto a nivel ambiental como socio-económico. También se han realizado acciones de difusión, se ha asistido a ferias y eventos especializados para disseminar los resultados y establecer contactos, se ha desarrollado una página web del proyecto que se ha actualizado periódicamente y se han preparado carteles.

LIFE BRAINYMEM® ACTIVITIES

ACCIONA has set a series of action lines to achieve the objectives of the LIFE-BRAINYMEM® project.

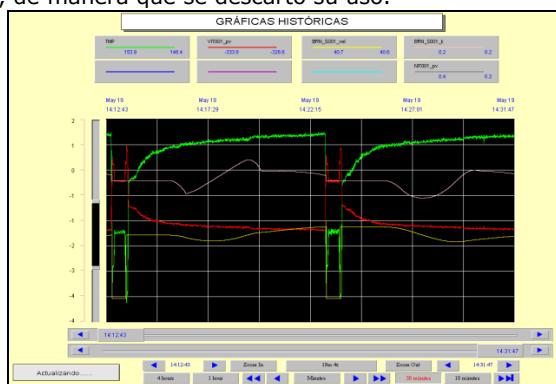
- A logical control system has been developed and implemented. This control system is designed to control the aeration of the biological unit and the membrane, and to control the addition of a flow enhancer.
- An analytical campaign has been carried out on the disposal of micropollutants. To this end, the ACCIONA Agua team has studied the effects of adding the flow enhancer on the removal of emerging pollutants at the WWTP of Almuñecar. In addition, effluent toxicity tests were performed to analyze the effect of the integrated modifications and a cost / benefit analysis was performed to obtain the most efficient procedure.
- Finally the implementation and demonstration of the developed system has been carried out. To do this, firstly, N₂O and ammonia sensors have been installed to integrate aeration control system into the biological reactor. Finally the flux-enhancer dosing system has been installed and adjusted, which has been followed by a demonstration of the system. Once these actions have been carried out, the results obtained have been evaluated.
- Throughout the project a monitoring of its impacts has been carried out, both at the environmental and socio-economic levels. Dissemination actions have also been carried out, fairs and specialized events have been carried out to disseminate the results and establish contacts through networking, a project website has been developed and updated periodically and posters have been prepared.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Sistema de control de la aireación LIFE - BRAINYMEM®

Los resultados obtenidos indican que la implementación del control LIFE - BRAINYMEM® ha logrado reducir significativamente el consumo energético asociado a la aireación sin comprometer la calidad del permeado. El control ha estado en operación sin fallos significativos durante 12 meses, demostrando la estabilidad del sistema. El ahorro energético con la aplicación del control ha sido de un 22%, correspondiente a un 35% para la aireación de membrana y a un 19% para la aireación biológica comparado con los valores obtenidos con el sistema sin control.

En cuanto a la dosificación controlada de sustancias que mejoren la filtrabilidad del fango en situaciones de alto potencial de ensuciamiento de la membrana, su aplicación no tuvo un efecto significativo sobre la operación de la planta, de manera que se descartó su uso.



RESULTS AND CONCLUSIONS

BRAINYMEM® aeration control system

The results obtained indicated that the implementation of the BRAINYMEM® control reduced significantly the energy consumption associated to the aeration without compromising the permeate quality. The control assured a stable operation during 12 months, demonstrating the robustness of the system. 20% mean energy savings were associated to the implementation of the control, corresponding to a reduction of 35% energy consumption of the membrane aeration and a 19% reduction of the energy consumption of the biological aeration compared to operating without a control system.

Regarding to the dosage of substances that could improve the filterability of the activated sludge in situations of high fouling potential, their application did not show a significant effect on membrane permeability, and for this reason their use was dismissed.

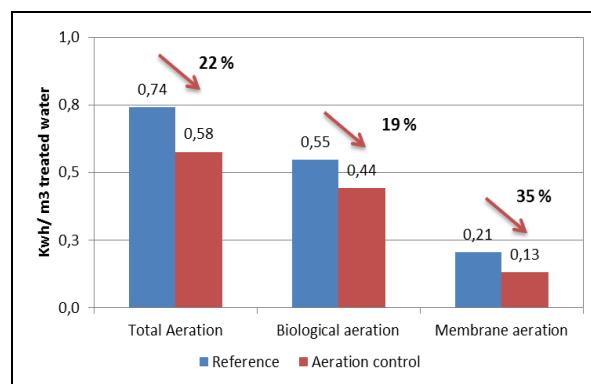


Figura 4. Comparativa del consumo energético del sistema de aeration original respecto a BRAINYMEM®
Comparison of the energy consumption of the original aeration system with BRAINYMEM®

Eliminación de contaminantes emergentes

La eliminación de contaminantes emergentes se ha evaluado tras la adición de las sustancias que se utilizaron en planta para mejorar la filtrabilidad del fango activo. Su efecto sobre la eliminación de contaminantes emergentes no ha sido significativo, de manera que se ha decidido tomar una alternativa y evaluar el post-tratamiento del efluente mediante esponjas adsorbentes cubiertas de carbón activo, lo cual ha tenido un gran efecto sobre la concentración de contaminantes emergentes en el efluente, consiguiendo alcanzar reducciones mayores del 90%.



Emerging micropollutant removal

The removal of emerging micropollutant was evaluated after the addition of the substances that were used to improve sludge filterability. As their effect on the removal of emerging micropollutants was not significant, a new post-treatment consisting on adsorbent sponges containing activated carbon was used. This treatment had a positive effect on micropollutant removal, achieving removal rates higher than 90% after 12 hour treatment.

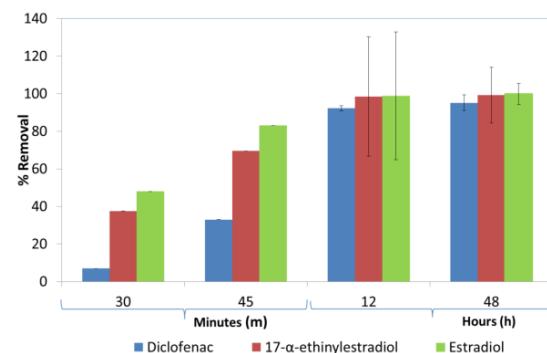


Figura 5. (Izquierda) esponjas con carbón activo empleadas para la captura de contaminantes emergentes; (Derecha) Evolución de la concentración de contaminantes emergentes en el tiempo.
(Left) activated carbon sponges used to capture emerging pollutants; (Right) Evolution of the concentration of emerging pollutants over time.

IMPACTO

El ahorro energético hace de esta tecnología una opción más competitiva y de menor impacto ambiental. El impacto medioambiental de la reducción del consumo energético se ha cuantificado en kgCO₂ equivalentes por metro cúbico de agua tratada.

IMPACT

The energy savings in the technology transform the MBR in a more competitive alternative with a lower environmental impact. The environmental impact associated to the reduction in the energy consumption was quantified in terms of kgCO₂ equivalent per cubic meter of treated water.

Period	Energy consumption	Kg CO ₂ equivalent
Reference	0.74 Kwh/ m ³	0.40 KgCO ₂ / m ³
Brainymem control	0.58 Kwh/ m ³	0.31 KgCO ₂ / m ³

Tabla 1. Comparación entre el consumo energético de un sistema MBR de referencia y el consumo del sistema BRAINYMEM®

Comparison between the energy consumption of a reference MBR system and the consumption of the BRAINYMEM® system

SIGUIENTES PASOS

El primer paso tras la conclusión del proyecto será la transferencia de la tecnología del control de aeración a una planta real. Esto se realizará en Kobaron (Vizcaya, España), donde está en construcción una planta RBM que dispondrá de tecnología BRAINYMEM®.

Las siguientes acciones a realizar también incluyen la difusión de los resultados finales entre los principales actores del agua.

NEXT STEPS

The first step will be to validate the biological air control system in a real WWTP. This will be done in Kobaron (Vizcaya, Spain), where an MBR plant is in construction, and this will be operated with the BRAINYMEM® technology.

The next actions will include also the dissemination of final results among the main water stakeholders.

MÁS INFORMACIÓN /MORE INFORMATION:

www.life-brainymem.com / www.accionia.com

Contacto/Contact: Teresa de la Torre García teresa.torre.garcia@accionia.com

