

Life Clean Up

El objetivo principal del proyecto CLEANUP consiste en la validación de un sistema de eliminación de contaminantes emergentes (CEs) y microorganismos patógenos, que no son eliminados de forma adecuada por los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales, mediante el empleo combinado de un polímero de ciclodextrinas y técnicas de oxidación avanzada.

El sistema incorpora una primera fase de pretratamiento basada en una micro y ultrafiltración, que asegura la calidad microbiológica del agua a la entrada a la torre de adsorción, donde se encuentra el polímero de ciclodextrinas que retiene elevadas concentraciones de CEs. A la salida de la torre, el caudal de agua se somete a un proceso de oxidación avanzada (POA) mediante fotocatalisis (FC), para degradar los contaminantes no retenidos por el polímero.

Para poder trabajar en continuo, la planta está provista de dos torres de adsorción, para que una vez saturado el polímero de la torre en uso (T1), se pueda trabajar con la otra (T2) mientras se hace pasar por T1, una solución de limpieza para desorber los CEs retenidos, quedando lista la T1 para poder utilizarla cuando se sature T2 (que será sometida al mismo proceso que T1).

La solución de limpieza cargada de CEs se acumula en un tanque, para ser tratada posteriormente con un sistema de pulsos de luz (PL) que trabaja en continuo, para eliminar los contaminantes desorbidos. El proceso completo no generará residuos y la energía eléctrica necesaria se obtendrá de fuentes renovables, ya que el sistema lleva incorporados paneles de energía solar fotovoltaica.

El prototipo instalado en la estación depuradora de Cabezo Beaza, ubicada en Cartagena (Murcia), tiene capacidad para tratar un caudal de agua de 5 m³/h, dependiendo el flujo de la calidad del agua de entrada al sistema, debiendo rebajar dicho caudal de paso cuando el agua presenta turbidez a consecuencia de los fenómenos atmosféricos. Durante el desarrollo del proyecto se han conseguido eliminar concentraciones globales de CEs superiores al 90%. Si bien en el caso de ciertos fármacos los rendimientos se aproximan al 50%, con respecto a los compuestos fitosanitarios, la eliminación es completa.



Consiglio Nazionale
delle Ricerche



REGENERA
energy&environment



Centro Tecnológico
Nacional de la Conserva
y Alimentación



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA

Validation of adsorbent materials and advanced oxidation techniques to remove emerging pollutants in treated wastewater.



Life Clean Up
LIFE16 ENV/ES/000169

Presupuesto

1.492.512€

Cofinanciación

895.506€

Duración

01/10/2017 a 30/06/2022



Disclaimer: This project is financed by the LIFE Programme 2014-2020 of the European Union for the Environment and Climate Action under the project number LIFE16 ENV/ES/000169.



Metodología

El agua de salida de la estación depuradora es enviada, mediante un sistema de bombeo, a un depósito situado en la entrada del prototipo industrial.

Una vez allí, se procede a la etapa de pretratamiento que consta de dos etapas, una **micro-filtración con filtros** de polipropileno extruido, con selectividad de una micra, y una filtración con membranas cerámicas, con un corte de filtración de 0,14 μm . El modo de operación es en flujo cruzado, recirculando parte del caudal de entrada al tanque de alimentación. Así se consigue una elevada velocidad de flujo, y una reducción del grado de ensuciamiento de las membranas.

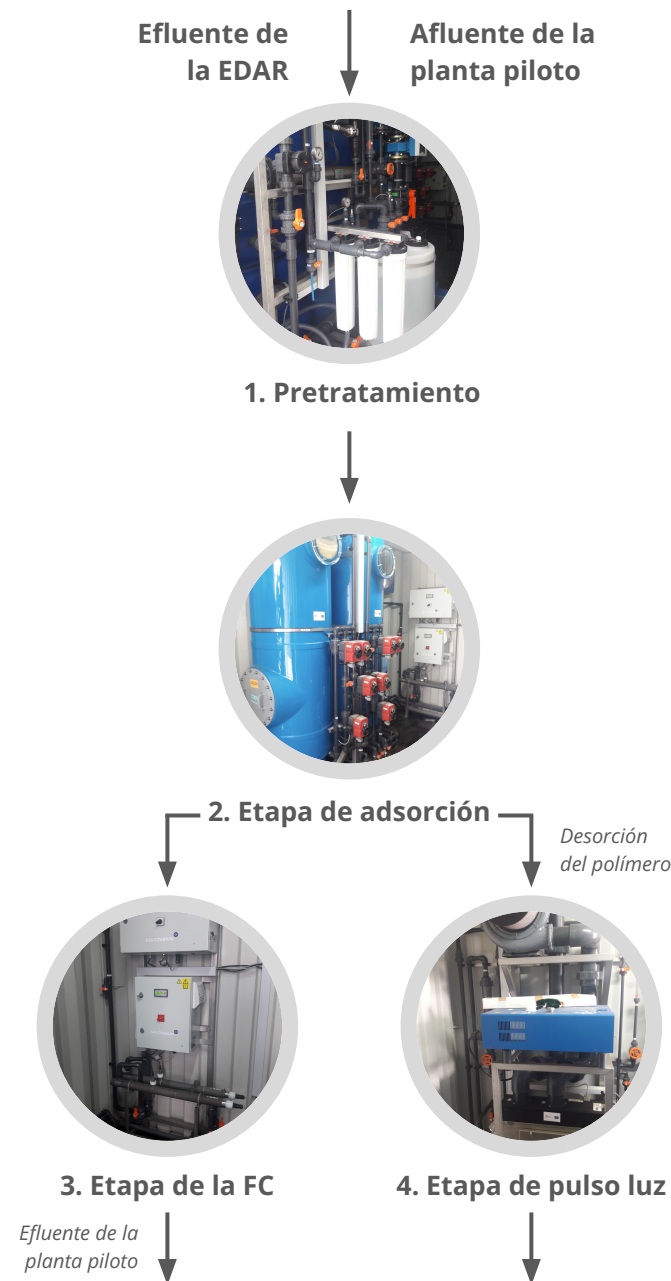
En consecuencia, la **fase de pretratamiento (F1)** del agua antes de la entrada a la **torre de adsorción (F2)**, asegura una reducción de la carga microbiana y de los sólidos presentes en el efluente, a valores inferiores a 1 mg/L, evidenciando así una calidad de agua óptima para que el proceso de adsorción de los CE en el polímero de ciclodextrinas (F2), no se vea condicionado por fluctuaciones ambientales externas.

Polímero de ciclodextrinas. Si bien las ciclodextrinas aisladas presentan una cavidad hidrofóbica que permite retirar de las aguas residuales sustancias apolares, al polimerizarlas con un agente reticulante de naturaleza polar, el polímero resultante adquiere propiedades anfífilas, permitiendo por tanto retener contaminantes de naturaleza polar y apolar, mejorando en consecuencia su capacidad de retención.

Fotocatálisis heterogénea. Tratamiento fotoquímico basado en la generación de radicales hidroxilo ($\text{OH}\cdot$), con un elevado potencial oxidante, utilizando como catalizador dióxido de titanio (TiO_2). Proceso que permite eliminar la mayor parte de los contaminantes presentes en el agua (F3).

Pulsos de luz. Una vez el polímero ha sido regenerado, la solución de limpieza cargada en CE es tratada mediante un sistema de pulsos de luz (F4), adaptado para trabajar en continuo.

Fases

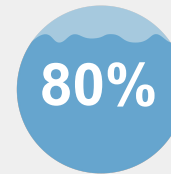


Resultados

Los principales resultados obtenidos son los siguientes:

La combinación de tecnologías desarrollada ha demostrado, tanto a escala de laboratorio como semi-industrial, el cumplimiento de la calidad microbiológica del agua establecida por el Reglamento (UE) 2020/74. En este sentido, cabe destacar que el sistema propuesto, no implica la adición o generación de subproductos de desinfección, también limitados en el nuevo Reglamento (UE) 2020/74.

En cuanto a los Contaminantes Emergentes (CEs), los compuestos fitosanitarios detectados por cromatografía a la entrada al sistema (más de 400 sustancias activas han sido analizadas), se eliminan totalmente tras su paso por el prototipo. Con respecto a las sustancias con actividad farmacológica, si bien se ha observado un rendimiento individual de eliminación inferior para determinados compuestos (intervalo 24-100%), su índice global de eliminación fue próximo al 80%.



Tasa media de eliminación en los compuestos farmacéuticos analizados

En cuanto a la capacidad de regeneración del polímero, los resultados obtenidos han permitido validar un protocolo de regeneración eficaz, evidenciando que la vida útil del polímero es larga, lo que favorece tanto la economía circular como su viabilidad industrial en otros ámbitos. En cuanto a la eliminación de los contaminantes desorbidos, los pulsos de luz pueden eliminar hasta el 70% de las mezclas de CE en condiciones moderadas de uso.

En resumen, el prototipo Clean Up permite obtener un alto ratio de eliminación de CE y carga microbiana del agua en estaciones depuradoras, con un bajo coste de operación. El sistema trabaja en continuo y de manera autónoma, ya que es alimentado por energía renovable, garantizando de este modo la reutilización segura del agua mediante una tecnología robusta y versátil.

Replicabilidad

Se están realizando cinco estudios teóricos sobre la replicabilidad del proyecto Clean Up en cinco plantas ubicadas en España e Italia. Tres de ellos corresponden con Replication Sites (sitios de replicación) y consisten en tres EDARs, dos de ellas en Italia (Gioia del Colle y Canosa di Puglia) y otra en Huelva (España). Por lo que respecta a los Transfer sites (sitios de transferencia), éstos consisten en la evaluación de la solución desarrollada en el proyecto Clean Up en entornos industriales, seleccionando para la transferencia una empresa de procesamiento de cítricos (Murcia, España) y una empresa láctea (Gioia del Colle, Italia).