acciona
BUSINESS AS UNUSUAL

ACCIONA es un grupo global centrado en el desarrollo y gestión de **soluciones sostenibles de infraestructuras** y energías renovables. Desde su negocio del agua, ACCIONA lidera el sector del tratamiento del agua a través del diseño, construcción y operación de infraestructuras de desalación por ósmosis inversa, plantas potabilizadoras, depuradoras de aguas residuales y tratamientos terciarios para la reutilización del agua, además de prestar servicios y abastecimiento en diversos municipios. En este contexto, ACCIONA activa su potencial innovador y técnico para crear soluciones que hagan frente a la escasez de agua, el aumento de la demanda los problemas de saneamiento, y garanticen el acceso a este recurso vital.

Para completar sus capacidades y experiencia en Innovación, ACCIONA adopta un enfoque colaborativo y abierto bajo un modelo de innovación de cuádruple hélice (academia, gobierno, empresa y sociedad civil), cooperando con entidades públicas y privadas que cubren toda la cadena de valor de los proyectos. Esto permite a la compañía ampliar el alcance de la innovación a diferentes áreas de especialización y con distintos niveles de madurez, y posicionarse en la vanguardia tecnológica del sector.

Situación Actual:

Las sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS, por sus siglas en inglés) son una gran familia de sustancias químicas perflouroalquiladas que se utilizan desde la década de 1950 para fabricar una gran variedad de productos de consumo, principalmente en impermeabilizantes o revestimientos. Algunos de estos PFAS no se descomponen fácilmente y, por lo tanto, permanecen en el medio ambiente durante mucho tiempo, especialmente en el agua, mostrando alta persistencia.

Entre las diferentes tecnologías disponibles para la eliminación de contaminantes en agua, y PFAS en concreto, destacan los procesos de adsorción, en los que el carbón activo granular (GAC) es el material más comúnmente utilizado. Este tipo de adsorbente se utiliza actualmente en etapas avanzadas del tratamiento de potabilización, siendo, además, uno de los tratamientos más estudiados para la eliminación de PFAs (Franke,

Ullberg et al. 2021, Ilavský and Barloková 2023), por su robustez, facilidad de implantación y eficacia en la eliminación de contaminantes en agua.

Problema No Resuelto:

El empleo de adsorbentes presenta una serie de limitaciones, como la pérdida de eficacia conforme el adsorbente (GAC en este caso) se acerca a su punto límite de saturación. Además, cuando esta saturación del material ocurre, el GAC se reemplaza por uno nuevo, ya que no existen opciones económicas y viables para la regeneración y/o recuperación del material.

Con el objetivo de ampliar la sostenibilidad en el proceso de adsorción además de reducir costes, se plantea poder regenerar el GAC de forma eficiente y con un bajo coste. Actualmente existen diferentes maneras de reactivar el GAC (Omorogie, Babalola et al. 2016) pero la viabilidad de las diferentes estrategias de regeneración de un GAC debe evaluarse desde el punto de vista sostenible, además de económico.

En la actualidad, la regeneración térmica es el proceso más empleado para reactivar adsorbentes granulares saturados con PFAs (clasificados según la longitud de la cadena de carbonos en PFAs de cadena larga y PFAs de cadena corta) ya que los contaminantes se volatilizan, pirolizan y/o se fragmentan, pero no es posible comprobar fehacientemente si su destrucción es completa con las herramientas/metodologías disponibles actualmente, e incluso se pueden formar PFAs de cadena corta a partir de la fragmentación de PFAs de cadena larga. Por otra parte, este proceso presenta pérdidas significativas de material (entre el 5-10 % en volumen para el caso de carbones activos granulares (GAC)), lo que implica un número limitado de ciclos de regeneración del material. Además, el empleo de elevadas temperaturas durante la regeneración térmica conlleva un elevado consumo energético (y por ende, económico) que limita la implementación a gran escala de este sistema de reactivación de adsorbentes (GWI November 2020). Finalmente, la pirólisis de las sustancias supone una liberación de CO_2 y otras sustancias a la atmósfera, posiblemente nocivas, lo que resta sostenibilidad al proceso ((Gehrmann, Taylor et al. 2024)).

Por otro lado, a día de hoy no existe un procedimiento de ensayo estandarizado para evaluar o comparar la capacidad de adsorción de los carbones activos granulares. Sólo es posible evaluar las propiedades de adsorción de los carbones activados a escala de laboratorio y de manera parcial, utilizando diferentes métodos, entre los que destaca el método de adsorción del azul de metileno. Sin embargo, este método, ampliamente usado, es una técnica que puede ser no representativa para otros materiales adsorbentes o puede dar lugar a falsos resultados en la capacidad de adsorción para otros contaminantes.

En resumen, en la actualidad la única alternativa de regeneración viable a gran escala es de tipo térmico, pero no resulta un proceso sostenible debido al impacto

medioambiental, los altos consumos energéticos y a la necesidad de transportar el material a otros lugares para su regeneración, ya que no se suele realizar *in situ* porque implicaría disponer de altos hornos en cada una de las plantas de tratamiento. Esto implica que la opción más frecuente sea la reposición del adsorbente con material nuevo, desechando el material saturado, una opción también muy poco sostenible. Por tanto, **se necesitan otros tipos de regeneraciones de menor impacto**, y preferiblemente que se puedan realizar *onsite* y con bajo coste.

Además, la capacidad de regeneración es difícil de estimar, dadas las limitaciones del método de azul de metileno para otro tipo de materiales adsorbentes que no sean GAC y limitaciones del propio método (no proporciona información sobre el mecanismo o la velocidad de adsorción, dependiente del tamaño de la molécula...). Por ello, se necesitan también alternativas a esta evaluación (como podría ser el uso de técnicas con luz de sincrotrón), que permitan la caracterización de la capacidad de adsorción de diferentes materiales adsorbentes y contaminantes.

Reto Propuesto:

Con este reto buscamos propuestas que desarrollen **metodologías de regeneración de adsorbentes porosos**, tales como GAC u otros adsorbentes con una estructura interna con muchos poros, saturados con PFAs, idealmente **que incluyan maneras de evaluar la posible afectación en la capacidad de adsorción y la estructura del adsorbente** después del proceso de regeneración.

Qué Buscamos:

Se priorizarán las propuestas que planteen soluciones con procesos de regeneración química y/o por ultrasonidos o similares, descartando los procesos basados en regeneración térmica, oxidación fotoasistida, electroquímica, ozonización y BAC (microbiológica).

A la vista de las deficiencias existentes en cuanto a metodología y alcance **se valorarán positivamente las propuestas centradas o que incluyan el desarrollo metodología para evaluar la capacidad de regeneración** de adsorbentes granulados saturados en PFAs.

Las soluciones propuestas deben ser viables y escalables desde el punto de vista de costes de una planta de tratamiento de agua. Por tanto, se valorará positivamente tecnologías con un alto grado de desarrollo o fácilmente implementables en entornos reales, además de con alta viabilidad para hacer ensayos *onsite* y a escala laboratorio.

Además, también puntuarán altas eficiencias de regeneración y la sostenibilidad de las tecnologías propuestas.

Referencias:

- EPA (2019). Technologies for Reducing PFAS in Drinking Water.
- Franke, V., M. Ullberg, P. McCleaf, M. Wålinder, S. J. Köhler and L. Ahrens (2021). "The Price of Really Clean Water: Combining Nanofiltration with Granular Activated Carbon and Anion Exchange Resins for the Removal of Per- And Polyfluoralkyl Substances (PFASs) in Drinking Water Production." ACS ES&T Water 1(4): 782-795.
- Gehrmann, H.-J., P. Taylor, K. Aleksandrov, P. Bergdolt, A. Bologa, D. Blye, P. Dalal, P. Gunasekar, S. Herremanns, D. Kapoor, M. Michell, V. Nuredin, M. Schlipf and D. Stapf (2024). "Mineralization of fluoropolymers from combustion in a pilot plant under representative european municipal and hazardous waste combustor conditions." Chemosphere 365: 143403.
- GWI (November 2020). GWI November 2020. GLOBAL WATER INTELLIGENCE. Volume 21, Number 11.
- Ilavský, J. and D. Barloková (2023). "The Removal of Selected Pharmaceuticals from Water by Adsorption with Granular Activated Carbons." Engineering Proceedings 57(1): 33.
- Omorogie, M. O., J. O. Babalola and E. I. Unuabonah (2016). "Regeneration strategies for spent solid matrices used in adsorption of organic pollutants from surface water: a critical review." Desalination and Water Treatment 57(2): 518-544.