



# Minimización de microfibras en el ciclo de vida de los productos textiles y en el tratamiento de aguas residuales: Proyecto Fiberclean

En la actualidad a nivel mundial se utilizan millones de toneladas de plásticos, de los cuales gran parte se desechan y acumulan al final de su vida, sobre todo en los medios receptores como ríos, mares y lagos. El proyecto Fiberclean tiene como objetivo principal estudiar diversas soluciones tecnológicas que permitan reducir la emisión de microfibras a través de toda la cadena de valor, desde la fabricación y mantenimiento de tejidos y prendas (fabricación de nuevos hilos, tejidos y productos y el desarrollo de nuevas tecnologías para la eliminación o disminución de microfibras durante el lavado), hasta el tratamiento y depuración de aguas residuales empleando nuevas tecnologías compatibles con los sistemas convencionales.

## Palabras clave

Microplásticos, aguas residuales, lodos de EDAR, microfibras.

## MINIMISATION OF MICROFIBERS DURING THE LIFECYCLE OF TEXTILE PRODUCTS AND WASTEWATER TREATMENT: FIBERCLEAN PROJECT

*Millions of tonnes of plastic are used worldwide every year. At the end of its life much of this plastic is disposed of and accumulates in receiving media, such as rivers, seas and lakes. The main objective of the Fiberclean project is to study different technological solutions that would enable a reduction in microfiber emissions through the entire value chain, from the manufacture and maintenance of textiles and garments (manufacture of new yarns, fabrics and products, and the development of new technologies for the elimination or reduction of microfibers during washing) to wastewater treatment and purification using new technologies that are compatible with conventional systems.*

## Keywords

Microplastic, wastewater, sewage sludge, microfibers.

### Javier E. Sánchez Ramírez

doctor en Ingeniería Química e investigador del Departamento de I+D+i de Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM)

### Laura Pastor Alcañiz

doctora en Ingeniería Química y responsable del Departamento de I+D+i de Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM)

### Silvia Doñate Hernández

ingeniera agrónoma y técnica del Departamento de I+D+i de Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM)

### Edxon Eduardo Lincon

doctor investigador y responsable de Proyectos en el Centro Tecnológico Leitai

### Salvador Llado Fernández

doctor investigador senior del Centro Tecnológico Leitai

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha aumentado la preocupación sobre la presencia de microplásticos y plásticos en diversos medio acuáticos, principalmente por el aumento significativo de plásticos encontrado en las zonas costeras y en gran parte del océano pacífico. Los plásticos de gran tamaño terminan en el fondo de los ríos o mares y otros flotan en la superficie, siendo en muchos casos consumidos por los animales marinos con los problemas que esto supone.

Existe otro foco de contaminación menos visible y que está relacionado con las partículas de plástico que miden menos de un milímetro y que son consideradas como microplásticos. Son partículas que se desprenden de toda clase de textiles (tejidos de calada, punto, no-tejidos, etc.) y que finalmente acaban en el mar, o peor aún, en el estómago de los peces. Son las llamadas microfibras, una gran masa de basura marina que durante décadas ha pasado desapercibida y que actualmente representa cerca del 85% de los materiales de origen humano que se encuentran en las costas. Se trata de la basura plástica más abundante del planeta y que está provocando importantes daños en el medio marino.

Gran parte de las microfibras que contaminan el mar provienen de prendas sintéticas que se liberan durante los lavados y terminan en las aguas residuales. Para evitar este tipo de contaminación se han estudiado algunas soluciones de forma aislada, como la utilización de filtros en las máquinas de lavado y la identificación y cuantificación de las mismas en las depuradoras sin llegar al punto de estudiar todas las posibles vías que permitan reducir la emisión de microfibras a lo largo del ciclo de vida de estos textiles.

En este sentido, el proyecto Fiberclean tiene como objetivo principal estudiar diversas soluciones tecnológicas que permitan reducir la emisión de microfibras a través de toda la cadena de valor de la fabricación y mantenimiento de tejidos y prendas, visto desde dos puntos de vista: fabricación de nuevos hilos, tejidos y productos y el desarrollo de nuevas tecnologías para la eliminación o disminución de microfibras durante el lavado y depuración que sean compatibles con los sistemas convencionales (**Figura 1**).

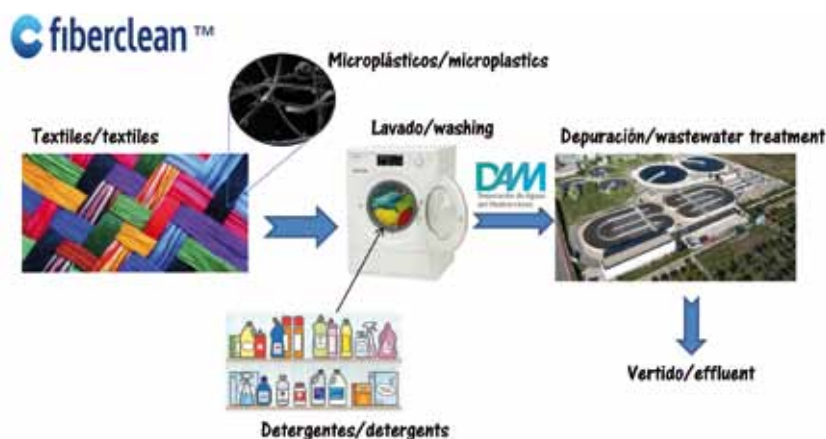
## 2. PROBLEMÁTICA ACTUAL

Las nuevas normas ambientales cada vez más restrictivas ganan fuerza y se difunden más rápidamente cuando se consolida la evidencia científica del daño provocado por los plásticos o microplásticos en los diferentes ambientes. Las leyes contra los microplásticos, enfocadas a eliminarlos de los productos de cuidado personal, están ganando influencia mundial desde hace varios años, pues la presencia de grandes volúmenes de basura plástica en los mares es alarmante y está generando interés por parte de todos los gobiernos y organizaciones dedicadas a la protección ambiental.

Dada la creciente preocupación de que los microplásticos se bioacumulan en la cadena trófica y representan un serio riesgo para la vida marina y las personas, el Departamento de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (2015), después de examinar la literatura científica sobre microplásticos, recomendó su inclusión como una sustancia tóxica en la Canadian Environmental Protection Act, 1999. Además, otras iniciativas han incluido los microplásticos en sus agendas, por ejemplo: The United States' Microbead Free Waters Act, 2015; European Marine Strategy Framework Directive's State Compliance Framework; The United Nations and the UN Convention on the Law of the Seas; y Voluntary Corporate Codes of Conduct and the ISO14000 Series. Todo parece indicar que las fibras sintéticas utilizadas para fabricación de textiles no escaparán a la legislación y que se deberán llevar a cabo ciertas acciones para impedir que se viertan al medio ambiente.

El plástico está presente en millones de productos de consumo diario como en las prendas textiles. La creciente demanda de la industria textil, por ejemplo, ha elevado el consumo de poliéster, que en 2015 re-

FIGURA 1. Esquema general del proceso del proyecto Fiberclean.





presentó el 55% de las fibras textiles (más del doble del consumo de fibra de algodón). La industria petrolera, mientras tanto, respalda la industria de los plásticos, ya que al menos el 8% de la producción mundial de petróleo se destinó a la producción de plásticos en 2016 (4% para el plástico), una cantidad que aumentará con una producción anual de plástico que superará los 500 millones de toneladas en 2025.

Los plásticos son polímeros orgánicos sintéticos que se forman por la polimerización de monómeros extraídos del petróleo (Cole *et al.*, 2011). La principal característica que hace este material atractivo para el ser humano es su durabilidad, que a la vez es también su mayor problema, ya que es extremadamente resistente a su degradación (Derraik, 2002).

Se estima que el polipropileno, un tipo de plástico que se usa habitualmente como por ejemplo en los tapones de botellas o en los envases de yogur, puede tardar de 100 a 300 años en degradarse de manera natural. Respecto a otros tipos de plásticos, como por ejemplo el PET (tereftalato de polietileno) que se encuentra en botellas o el PVC (policloruro de vinilo) que se puede encontrar en tubos y cañerías entre otros, pueden llegar a tardar hasta 1.000 años. Las bolsas de plástico que se utilizan cada día necesitan unos 150 años para degradarse, mientras que las botellas de plástico podrían necesitar un mínimo de 450 años (León y Ávila, 2015).

Este panorama es alarmante y obliga a buscar alternativas que permitan minimizar el uso de estos plásticos y el vertido de plásticos y microplásticos a los medios receptores. Actualmente no existe una estimación de la cantidad de este material que pasa por las depura-

» El objetivo del proyecto Fiberclean es reducir o eliminar la microfibra en toda la cadena de valor textil. En su relación con el agua, también implica evitar que estas microfibras lleguen al medio marino a través de la depuración de las aguas residuales mediante su cuantificación y degradación

doras y acaba en los ríos o mares. El proyecto Fiberclean pretende evaluar diversas soluciones tecnológicas que permitan una adecuada identificación, cuantificación y minimización en toda la cadena de valor de la industria textil, desde la fabricación de prendas y lavado hasta la depuración de las aguas, tanto industriales como domésticas.

### 3. PROYECTO FIBERCLEAN

El objetivo general del proyecto Fiberclean es reducir o eliminar la microfibra en toda la cadena de valor textil a través del uso de diferentes tecnologías, desde la investigación y desarrollo de nuevas fibras y tejidos que reduzcan la emisión de microfibras durante su fabricación, pasando por sistemas eficientes de minimización aplicables a los procesos de acabado y lavado de estos tejidos, y a las grandes depuradoras que eviten que estas microfibras lleguen al medio marino a través de las aguas residuales.

Para lograrlo, se han planteado los siguientes objetivos específicos y operativos:

- Objetivos específicos:
  - Reducir la cantidad de microfibras que se desprenden durante el proceso de depuración de aguas residuales y llegan al medio marino y a los fangos de EDAR.
  - Conseguir la degradación par-

cial o total de los microfibras en las EDAR.

- Aumentar la calidad del agua y de los fangos de posible uso agrícola que tienen un impacto directo en el medio ambiente y en la calidad de los alimentos.
- Recuperar las microfibras que se transmiten al proceso de depuración de agua y reintroducirlas en la cadena de valor.

- Objetivos operativos:

- Estudiar de los requerimientos y limitaciones de la depuración de las aguas de lavado.
- Investigar las características y el comportamiento de las microfibras en los procesos de depuración.
- Cuantificar las microfibras en las diferentes etapas EDAR.
- Estudiar nuevas técnicas de retención y separación de microfibras en distintos procesos y configuraciones de EDAR.
- Desarrollar y validar nuevas técnicas de recuperación/degradación de microfibra de aguas residuales mediante biofiltración.
- Captar y valorizar los residuos provenientes de las microfibras para su reutilización y reciclado.

#### 3.1. PARTICIPANTES DEL PROYECTO

Además de la empresa Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM),

**FIGURA 2.** Técnicas de separación de microplásticos en aguas y lodos de EDAR.



en este proyecto participan otras seis empresas: Textil Santanderina, que actúa como coordinadora, Angles Textil, Polysistec, Suavizantes y Plastificantes Bituminosos, Ego Appliance Controls y Magtel Operaciones. También lo hacen tres organismos de investigación (Leitat, Aitex y Cetim) y dos universidades, la Universidad de León y la Universidad de Córdoba.

### 3.2. AVANCES DEL PROYECTO

El proyecto, que se inició en octubre de 2017 y que está previsto que finalice en agosto de 2021, está dividido en tres grandes bloques que permitirán cumplir con los objetivos propuestos:

- Investigación de nuevas fibras, tejidos y tratamientos.
- Investigación de sistemas de lavado y depuración.
- Desarrollo y validación de soluciones.

En estos momentos y de forma simultánea, las diversas empresas que

participan en el proyecto investigan sobre nuevos tejidos, procedimientos avanzados de texturizado, hilos resistentes y técnicas para la fabricación de textiles que minimicen el desprendimiento de microfibras. También, la fabricación de nuevos detergentes menos agresivos y amigables con el medio ambiente que permitan un lavado óptimo, con el mínimo grado de degradación de las prendas. Respecto al lavado de las prendas, también se está investigando el desarrollo de nuevos electrodomésticos con nuevos materiales, filtros y nuevos ciclos de lavado que minimicen el desprendimiento de microfibras.

En relación al tratamiento de aguas residuales, la empresa DAM está estudiando los límites de toxicidad y biodegradabilidad permitida en las aguas de lavado y cómo los requisitos del proceso de lavado afectan a la composición de las mismas. También está realizando una evaluación de los parámetros que permiten conocer el comportamiento de los microplásticos dentro del

proceso de depuración de agua. Además, realizará la cuantificación de los microplásticos y determinará si existe alguna relación entre los mismos y las actividades propias de la EDAR. Para esto se estudiarán diferentes EDAR con distintos influentes y tipo de tratamiento.

DAM pretender ir más allá y estudiará el contenido de microplásticos en fangos que posteriormente se compostan y que son utilizados como enmienda agrícola. DAM actuará en la línea de aguas y en la línea de fangos de una EDAR y realizará la evaluación experimental con una planta piloto que permitirá la separación y recuperación de los microplásticos. Por último, estudiará la viabilidad de incluir, en el sistema de degradación, biofiltros con cepas bacterianas capaces de degradar microplásticos.

### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2018 se recolectaron un total de 13 muestras, 10 muestras en EDAR ubicadas en Valencia, 1 muestra de una industria textil y



2 muestras de la salida de una lavadora doméstica. Las muestras de EDAR fueron recogidas en diferentes puntos (influyente, decantador primario, decantador secundario, efluente y digestión anaerobia). Se recolectó información básica de la EDAR con respecto a su capacidad de tratamiento, población servida y tipo de tratamiento. Después de la recolección, las muestras fueron almacenadas en la nevera para su conservación antes del análisis.

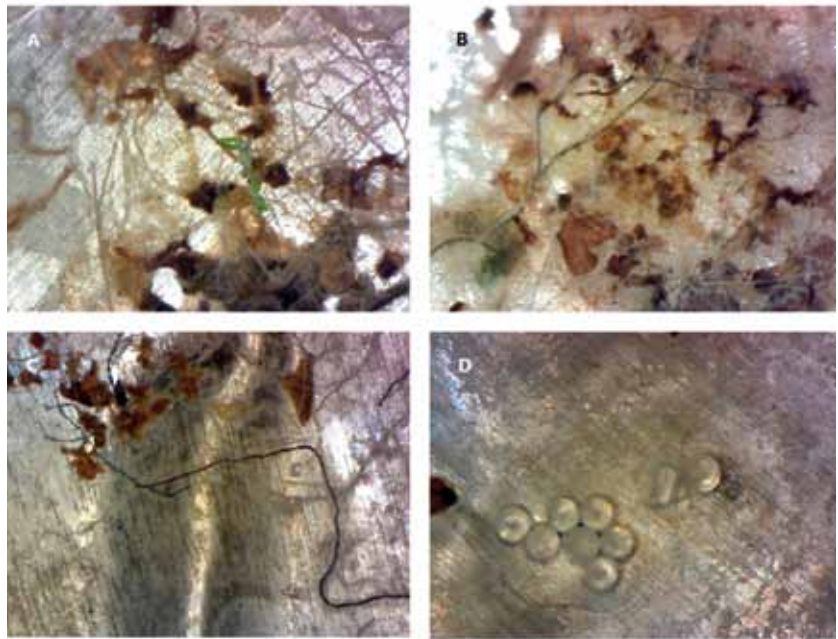
Se determinó el contenido de sólidos totales y volátiles de las muestras de agua residual y lodo. Para la separación de los microfibras se han empleado diferentes técnicas: elutriación, tamizado (0,015-1,6 mm) y separación ciclónica (**Figura 2**). La cuantificación inicial se ha realizado mediante tres métodos: visual, cromatográfico y fluorescencia. Para la identificación del tipo de material está previsto emplear técnicas de espectrofotometría de infrarrojo (FT-IR) y calorimetría diferencial de barrido (DSC).

## 5. RESULTADOS PRELIMINARES

La visualización de muestras bajo el microscopio permitió determinar que existe una cantidad importante de fibras y microplásticos que se derivan de las etapas de lavado y que finalmente se envían a los colectores principales. En las muestras de la EDAR analizadas se pueden observar diferentes tipos de microfibras o microplásticos, así como en presencia de los restos de material coloidal.

Se ha realizado el diseño experimental a escala laboratorio empleando técnicas de separación física como el caso de la elutriación y separación ciclónica para separar con éxito los microplásticos presentes en el agua residual urbana y en los fangos de EDAR.

**FIGURA 3.** Microfilamentos y microesferas observadas en las muestras de EDAR analizadas.



Durante el análisis al microscopio se observaron microesferas y filamentos presentes en las muestras de agua residual analizada. Estos microplásticos provienen probablemente de productos de cuidado personal (**Figura 3**). Actualmente, se está elaborando un protocolo adecuado para una correcta separación, identificación y cuantificación.

## 6. CONCLUSIONES

Las técnicas de separación empleadas hasta el momento en este proyecto han permitido separar adecuadamente los microplásticos del agua residual y el lodo. Se están investigando diversas técnicas de identificación y cuantificación más idóneas para este tipo de aguas residuales y lodos.

Las investigaciones actuales sobre microplásticos han mejorado el nivel de comprensión sobre la dinámica de estos contaminantes en las EDAR. Sin embargo quedan desafíos y retos tecnológicos por resolver que

deben ser abordados a lo largo del proyecto FiberClean y en investigaciones futuras

## 7. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto está financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, a través del centro para el desarrollo de la tecnología Industrial (CDTI), como parte del programa de CIEN.

### Bibliografía

- [1] Li, X.; Chen, L.; Mei, Q.; Dong, B.; Dai, X.; Ding, G.; Zeng, E.Y. (2018). Microplastics in sewage sludge from the wastewater treatment plants in China. *Water Research*, núm. 142, págs. 75-85.
- [2] Thompson, R.C.; Olsen, Y.; Mitchell, R.P.; Davis, A.; Rowland, S.J.; John, A.W.; McGonigle, D.; Russell, A.E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? *Science*, núm. 304 (5.672), págs. 838.
- [3] Sun, J.; Dai, X.; Wang, Q.; van Loosdrecht, M.C.; Ni, B.J. (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: detection, occurrence and removal. *Water Research*.
- [4] Van Cauwenberghe, L.; Vanreusel, A.; Mees, J.; Janssen, C.R. (2013). Microplastic pollution in deepsea sediments. *Environ. Pollut.*, núm. 182, pág. 495. 