aitex
research & innovation center

TEXTIL SOLUCIONES & OPORTUNIDADES

49 SIMPOSIUM

AEQCT

11 DE ABRIL DE 2024 - TERRASSA

Museu Nacional de la Ciència i la Tècnica de Catalunya (MNACTEC)

SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA Y LA PRESENCIA DE PFAS EN PROCESOS DE ACABADO TEXTIL

Óscar Calvo, Juan Jesús Pérez, Elia Ana Sirvent, Víctor Herráez, Aitana Senabre, Jesús Yagüe

Empresas protectoras

Centro FP Colaborador

TEXTIL SOLUCIONES & OPORTUNIDADES
49 SIMPOSIUM AEQCT
11 DE ABRIL DE 2024 - TERRASSA
Museu Nacional de la Ciència i la Tècnica de Catalunya (MNACTEC)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

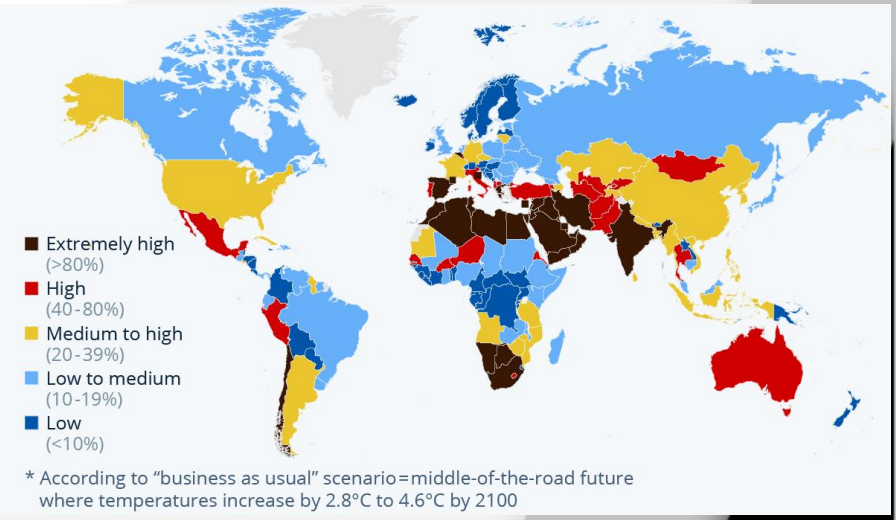
- PROBLEMÁTICAS EN PROCESOS POR VÍA HÚMEDA Y POR PRESENCIAS DE PFAS.
- EJEMPLOS DE SOLUCIONES PARA EL RECICLADO DE AGUA
- ESTRATEGIAS Y ACTUACIONES PARA REDUCIR PFAS EN TEXTILES Y AGUAS RESIDUALES.

PROBLEMÁTICAS EN PROCESOS POR VÍA HÚMEDA Y POR PRESENCIAS DE PFAS.

Origen de las problemáticas principales:

- **Cambio climático** y **escasez de agua.**
- **Zonas de estrés hídrico** coinciden muchas veces con las zonas **donde la industria textil está desarrollada.**
- La propia industria textil presenta **consumos masivos de agua.**
- Aguas residuales con **nuevos contaminantes emergentes.**
- **Microplásticos** o -más correctamente- **"fragmentos fibrosos" (incluyendo fibras naturales*),** contaminantes por su **baja/nula solubilidad, ser poco/nada biodegradables y capacidad de liberación de aditivos y químicos*** (plastificantes, colorantes, antimicrobianos, resinas, fluorocarbonos, etc.).
- **Fibras y químicos se acumulan** en los organismos vivos.

Proyección de estrés hídrico para 2050 por países, según estimación del World Resources Institute y su plataforma Aqueduct (extraído de Statista, 2024).



PROBLEMÁTICAS EN PROCESOS POR VÍA HÚMEDA Y POR PRESENCIAS DE PFAS.

Origen de las problemáticas principales:

- **PFAS (sustancias per- y polifluoroalquiladas),** presentes **sobre todo -pero no exclusivamente-** en **repelentes DWOR y DWR**, así como en FR, lubricantes, encolantes, emulsificantes, humectantes, etc.
- **Miles de sustancias diferentes** englobadas dentro de esta denominación general.
- **Contaminantes persistentes (POPs)** por sus **enlaces C-F, de los más fuertes** en química orgánica. **Poco reactivos**, son **difíciles de degradar** por métodos químicos/térmicos **y de retener** físicamente.
- Por ello, tienen **alta movilidad con efectos acumulativos,** en el medio ambiente, el agua potable y los alimentos (*fuente: ECHA, 2023*)…
- … **incluso en el cuerpo humano** (p.ej. detección en sangre).
- En textil, **no se identifican posibilidades técnicas y escalables inmediatas de desarrollar acabados** hidro/oleorepelentes **(DWOR) sin emplear fluorocarbonos (FCs).**
- **Legislación más estricta** (p.ej. UE, EEUU o estándar Oekotex).

UN EJEMPLO DE SOLUCIÓN PARA EL RECICLADO DE AGUA: PROYECTO LIFE ANHIDRA.

Esquema de funcionamiento de la tecnología y sistema H2Zero, base del proyecto LIFE ANHIDRA.

- Capaz de **trabajar con hasta 20 lavadoras industriales** conectadas.
- Las principales **tecnologías integradas** en el sistema, para regeneración del agua, incluyen procedimientos de **filtración mecánica, ozonización, ultrafiltración (por MBR) y autolimpieza**.
- Volumen de **agua residual generada -98%.**
- **Consumo efectivo de agua -92%.**
- **Ahorros de 120.000 m^3/año.**
- Capacidad de **tratar 15 m^3/h.**
- Consumo de **energía eléctrica -15%.**
- **Reutilización de agua** durante **60 días.**

LIFE anhidra

European Commission Life

Jeanologia THE SCIENCE OF FINISHING aitex PIZARRO

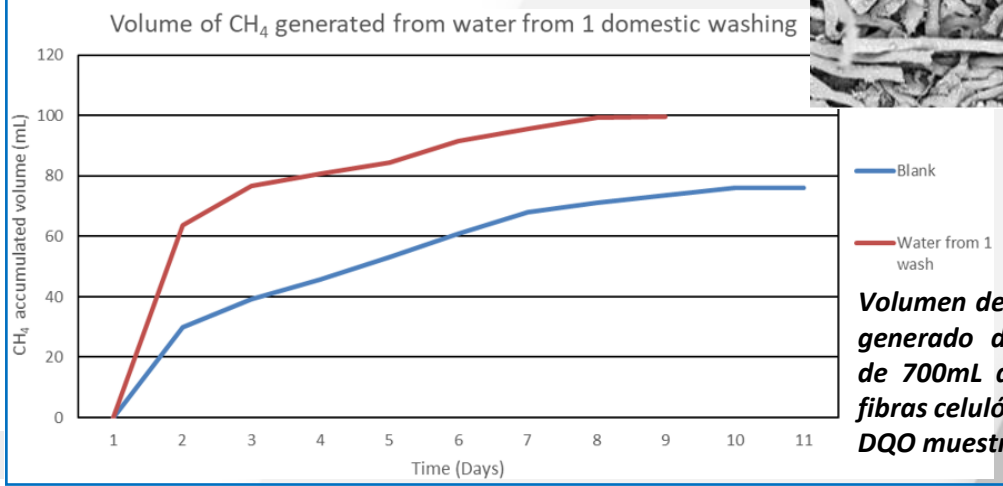
UN EJEMPLO DE SOLUCIÓN PARA EL RECICLADO DE AGUA: PROYECTO LIFE ANHIDRA.

¿Qué podemos hacer con el residuo fibroso recogido en la zona inicial de filtrado mecánico / desbaste?

Varias **estrategias de valorización del residuo fibroso:**

- Como **refuerzo/carga** para plásticos o composites.
- Posibilidad de **uso como "pigmento"** para estampación.
- **Generación de biometano, CH_4** (digestión anaerobia)**.**
- **Valorización energética** (por ser celulósico – tipo biomasa).

Triturado y pulverizado de residuos celulósicos (izq.) y dispersión de estos en una resina ligante para recubrimiento/estampación (dcha).



Volumen de CH_4 acumulado generado de una muestra de 700mL de agua rica en fibras celulósicas.
DQO muestra = 1.383mg/L.

LIFEanhidra

European Commission

Jeanologia THE SCIENCE OF FINISHING aitex PIZARRO

DOS EJEMPLOS MÁS: EFFI-TEX (2021) aitex CIRCULAR-TEXTIL (2023)

PLANTA PILOTO DE FILTRACIÓN DE MICROPLASTICOS

- Posibilidad de reutilización de las aguas en el proceso de producción.
- Eliminación de microplásticos en el agua residual tratada.
- Eliminación de Antimonio en el agua residual tratada.
- Eliminación de metales pesados.
- Eliminación de contaminantes emergentes.

Aspectos del agua, de izquierda a derecha: Agua residual textil, tras filtro arena, tras MBR y tras ultrafiltración.

- **Reducción de >70%** en la concentración de **fragmentos fibrosos, llegando hasta 92%.**
- **Se reduce la carga contaminante** del vertido.
- **Posibilidad de reutilización del agua en la industria textil.**

GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria d'Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital

Implementar y validar **tecnología de micronebulización integrada en una máquina de tintura en cuerda tipo Jet**, ampliando las rutas de tintura validadas hacia los colorantes naturales (sintéticos ya trabajados en 2022).

Resultados principales:

- **Reducción de la relación de baño** necesaria, pasando de 1:20 – 1:10 a 1:5 e incluso 1:1.
- **Ahorro cercano al 90% en uso de agua y productos químicos** (colorantes y auxiliares). Y **menor carga contaminante de las aguas residuales.**
- Posibilidad de **trabajar en lotes de producción pequeños (hasta 50 kg).**
- **Reducción del consumo energético,** al no ser necesario calentar grandes volúmenes de agua.

GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria de Innovación, Industria, Comercio y Turismo

S3 Estrategia de Especialización Inteligente de la Comunitat Valenciana

ESTRATEGIAS Y ACTUACIONES PARA REDUCIR PFAS EN TEXTILES

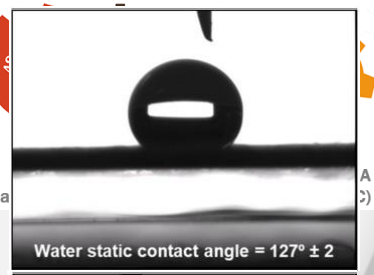
En cuanto a **estrategias u opciones de minimizar la presencia de PFAS empleando DWORs disponibles**:

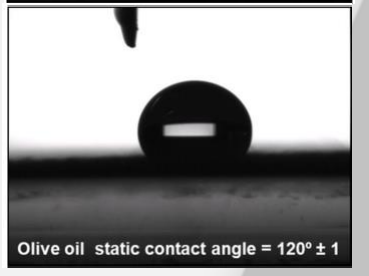
- **Reformular recetas de acabado actuales**, para reducir el uso de productos basados en PFAS y que el textil resultante tenga un contenido en flúor total <100 ppm (valor límite Oekotex 2024). **Combinaciones DWOR + DWR** (dendrímeros, ceras, etc.).
- Utilizar **productos de alto rendimiento** (10 – 30 g/L de DWOR) **+ incrementar concentración de reticulante** (5 – 15 g/L), **pick-up reducido** (60 – 70%). Para CO y sus mezclas.
- **Valorar la necesidad real de emplear fluorocarbonos en ciertos artículos textiles** que quizá no necesiten alta repelencia o repelencia al aceite (p.ej. ciertos textiles de exterior). **Explorar posibilidades de emplear DWRs biobasados y PFAS-free para la repelencia al agua.**
- Determinar posible **relación "concentración de baño" vs "ppm flúor total en tejido acabado" vs "tipo de FC empleado"**, para establecer una linealidad. Estudio de AITEX en el marco de su proyecto IVACE APRONATEX2. Resultados preliminares para septiembre 2024.

ESTRATEGIAS Y ACTUACIONES PARA REDUCIR PFAS EN TEXTILES

En cuanto a **nuevos productos PFAS-free y que puedan aportar efecto WOR** (agua/aceite):

- La **industria está trabajando en la síntesis de alternativas** viables y escalables.
- **Prototipos de productos con cierta repelencia al aceite ya disponibles. No comerciales.**
- **Proyectos UE** (p.ej. **PROPLANET**, Tornado, ZeroF o Bio-Sushy) investigando alternativas.





Lacruz, A. et al (2021)

- **NIC/KI** (Eslovenia) modifica biopolímeros y dispersiones iniciales.
- **AITEX** se encarga de su **formulación como acabado textil** y posterior **aplicación en planta piloto** (fulard y/o rasqueta)

Estructura y composición química	Superficie (material a recubrir)	Propiedades aportadas
Microcápsulas de aceites/ceras basadas en biopolímero reticulado, en una matriz de polisacárido	Textil	Repelencia al agua y aceite con buena durabilidad
Recubrimientos híbridos biobasados y con siloxano	Piezas metálicas	Anticorrosión, estabilidad térmica y mecánica
Recubrimientos híbridos de siloxano	Vidrio	Transparencia, antireflectancia, antisuciedad

- **Varias opciones de biopolímeros** considerados.
- Aplicaciones también con **técnicas escalables** como spray coating / dip coating.
- **Ángulo de contacto > 120º**.
- **AITEX** explora posibilidades con **extractos vegetales**.

Repelencia agua con extracto caqui (fulard).

PROPLANET

Enhanced Safe and Sustainable coatings for supporting the Planet

idener.ai

Funded by the European Union

Funded by the European Union under the GA no **101091842**. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or HADEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

ESTRATEGIAS Y ACTUACIONES PARA REDUCIR PFAS EN AGUAS RESIDUALES.

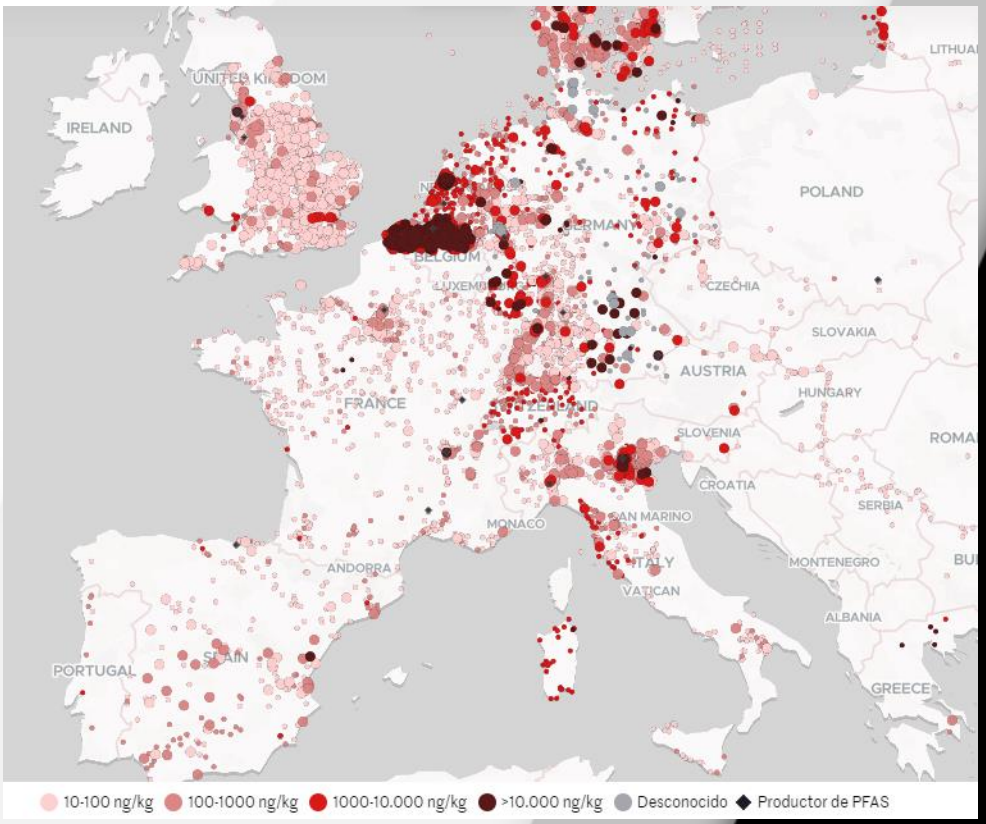
Y en cuanto a reducir la presencia de PFAS en aguas residuales:

- **Monitorizar su presencia** (p.ej. de 20 tipos principales de PFAS), y controlando incluso presencia no intencionada de PFOA/PFOS y otros PFAS de cadena larga (C8 y superior).

Experiencias del proyecto PERSISTENT (ATEVAL, 2023):

- Presencia significativa de PFAs totales en 3/5 de los participantes (> 0,1 µg/L o 100 ng/L).
- Presencia incluso de PFOAs, tipo C8 y ya restringidos en su uso, de entre 0,4 – 0,6 µg/L (400 – 600 ng/L).
- Sistemas de depuración implementados no logran eliminarlos o retenerlos.
- **Valorar posibilidades de instalar membranas de osmosis inversa** (estudios muestran cierta eficacia de retención).

Mapa de la contaminación por PFAS en Europa, según el consorcio "Forever Pollution Project", que mapea la contaminación causada por químicos persistentes. Fuente: https://foreverpollution.eu/ (último acceso: 26/07/23).



aitex
research & innovation center

TEXTIL SOLUCIONES & OPORTUNIDADES

49 SIMPOSIUM

AEQCT

11 DE ABRIL DE 2024 - TERRASSA

Museu Nacional de la Ciència i la Tècnica de Catalunya (MNACTEC)

SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA Y LA PRESENCIA DE PFAS EN PROCESOS DE ACABADO TEXTIL

Óscar Calvo, Juan Jesús Pérez, Elia Ana Sirvent, Víctor Herráez, Aitana Senabre, Jesús Yagüe

Empresas protectoras

Centro FP Colaborador