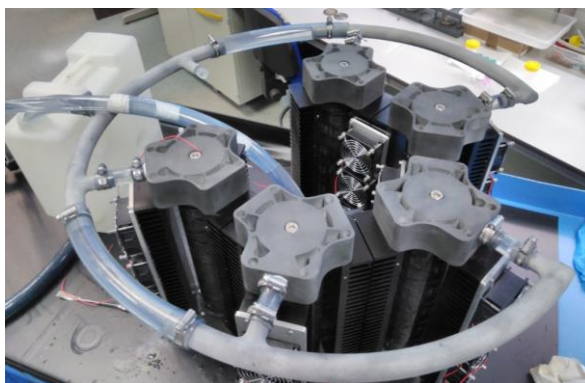
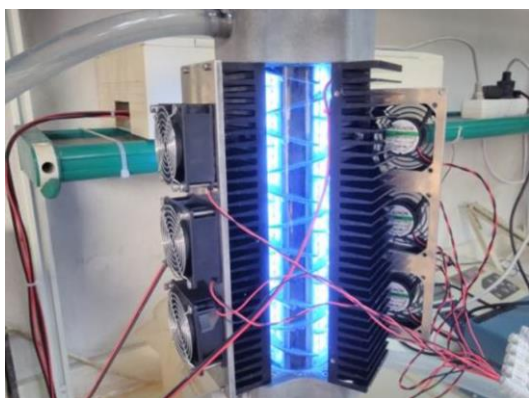


FOTOGRAFENO (IMDEEA/2017/80, IMDEEA/2018/9, IMDEEA/2019/7)

El proyecto **FOTOGRAFENO** ha desarrollado un prototipo innovador de reactor fotocatalítico modular, que permite adaptar la capacidad de tratamiento a las necesidades específicas de tratamiento de efluentes, especialmente en el tratamiento de aguas residuales y la eliminación de contaminantes emergentes. Este reactor emplea tiras LED como fuente de emisión de luz UV-A, una tecnología más eficiente en términos de consumo energético y con una irradiancia superior en comparación con los tubos de emisión tradicionales, lo que acelera los procesos fotocatalíticos.

El fotocatalizador utilizado en el prototipo es un material basado en ZnO modificado con óxido de grafeno reducido. Este fotocatalizador, al ser irradiado por la luz UV, genera pares electrón/hueco, los cuales son especies reactivas capaces de producir radicales hidroxilo ($\text{OH}\bullet$), que tienen un alto poder oxidante y facilitan la degradación de la materia orgánica. Para evitar la recombinación rápida de estos pares electrón/hueco, el óxido de grafeno reducido actúa como un medio conductor que mejora la eficiencia del proceso fotocatalítico al deslocalizar los electrones, aumentando así la formación de especies oxidantes y, por lo tanto, mejorando la degradación de los contaminantes.

El prototipo ha sido probado con éxito en la degradación de aguas contaminadas de sectores industriales como el cartonaje, la industria química, el procesamiento de metales y el tratamiento de aguas residuales. En particular, la fase demostrativa del proyecto se ha centrado en el tratamiento de contaminantes emergentes, tales como pesticidas y fármacos, que son difíciles de eliminar mediante los métodos convencionales empleados en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR).



Además, el sistema ha sido escalado con éxito a un **reactor de cinco módulos** para aumentar la capacidad de tratamiento del sistema. Este diseño modular ha permitido ampliar la capacidad de tratamiento del prototipo, manteniendo la flexibilidad para adaptarse a diferentes volúmenes de agua a tratar según las necesidades del proceso.

El éxito del proyecto **FOTOGRAFENO** marca un paso importante hacia el desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles para el tratamiento de aguas residuales y la eliminación de contaminantes emergentes, ofreciendo soluciones más económicas y efectivas para la industria.

FILTAIR (IMDEEA/2021/13)

El proyecto **FILTAIR** ha logrado avances significativos en el desarrollo de superficies higienizantes con propiedades bactericidas y viricidas, destinadas al tratamiento de aire en espacios cerrados. Durante la investigación, se han empleado diferentes técnicas de **funcionalización y modificación superficial** para dotar a distintos materiales, tanto **poliméricos** como **metálicos**, de capacidades antimicrobianas, permitiendo su aplicación en una amplia gama de entornos.

Uno de los principales logros del proyecto ha sido el diseño y fabricación de piezas mediante **fabricación aditiva e impresión 3D**, lo que ha permitido personalizar y adaptar las superficies tratadas a diferentes necesidades y geometrías. Para las piezas metálicas, se ha utilizado la aleación **Ti6Al4V** para crear **superficies fotocatalíticas nanoestructuradas** de **TiO2**. Esta estructura nanoestructurada ha demostrado un rendimiento excepcional en términos de actividad bactericida y viricida cuando se expone a luz, actuando como un catalizador para la descomposición de microorganismos.

En cuanto a las superficies **poliméricas** de **polipropileno** y **poliuretano**, se han recubierto con **agentes bactericidas de contacto**, utilizando tecnologías avanzadas como recubrimientos **sol-gel** o mediante el **anclaje directo** de estos agentes activando previamente la superficie. Estos recubrimientos han mostrado un rendimiento sobresaliente, mejorando la resistencia a la contaminación microbiana durante periodos prolongados.

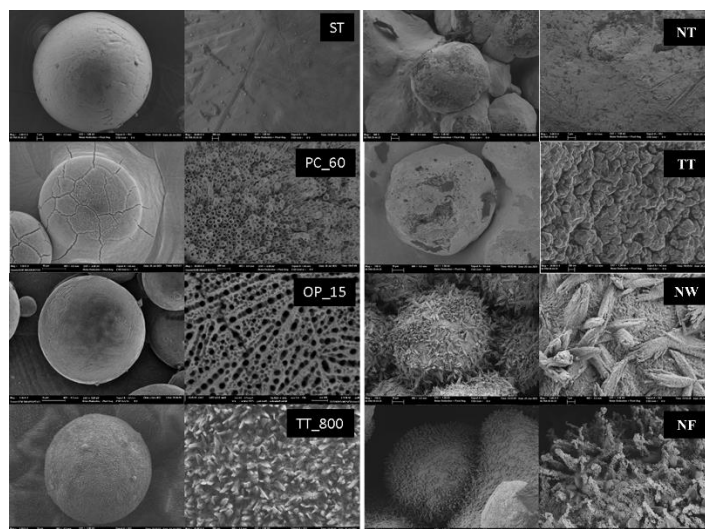
Uno de los resultados más destacados del proyecto ha sido la evaluación **antibacteriana y viricida** de las superficies desarrolladas, que ha arrojado **porcentajes de eliminación muy altos, cercanos al 100%**, en todas las superficies probadas. Esto confirma la efectividad de las soluciones desarrolladas en el proyecto **FILTAIR** para eliminar bacterias y virus, lo que las convierte en opciones altamente eficaces para la mejora de superficies antimicrobianas y antivíricas.

	Barra comercial	PBF-LB
Sin luz		
Luz 405 nm		
ΔR	2.8	1.2

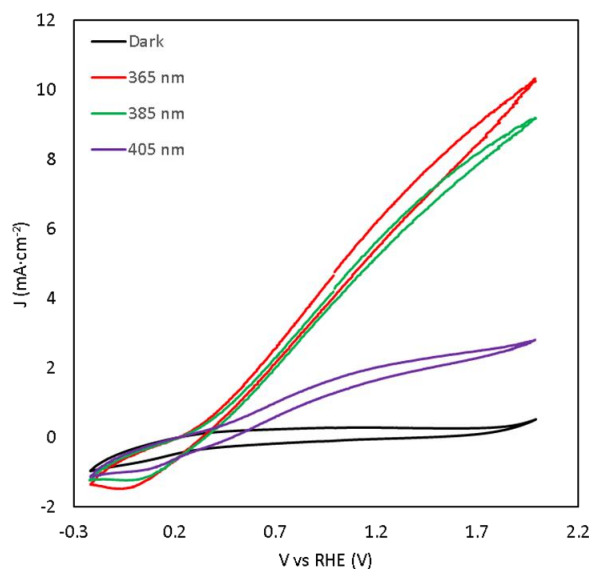
Los resultados obtenidos sitúan al proyecto FILTAIR como una innovación clave en el desarrollo de tecnologías avanzadas para la higiene y desinfección del aire en espacios cerrados, con aplicaciones potenciales en una amplia variedad de sectores industriales y de salud.

H2GREEN (IMDEEA/2022/52)

El proyecto **H2GREEN** ha logrado avances notables en el desarrollo de materiales de alta eficiencia para procesos de **fotorreformado de productos orgánicos** y **producción de hidrógeno** mediante celdas fotoelectroquímicas, alimentadas con luz UV cercana al visible. Durante el proyecto, se han obtenido más de **24 fotoánodos** y una cantidad similar de **fotocátodos** y **cátodos**, que han sido diseñados y fabricados con un enfoque en maximizar la eficiencia de los procesos.



En cuanto a los **fotoánodos**, los mejores resultados se obtuvieron con aquellos desarrollados en **base titanio** mediante el proceso de fabricación aditiva **PBF-EB** (fusión por electrones en polvo) y tratados electroquímica y térmicamente. Estos fotoánodos, mostraron un desempeño excepcional, tanto con como sin **níquel como dopante**, mejorando las propiedades de conducción y facilitando la eficiencia en el proceso fotoelectroquímico. Esta innovación ha permitido avanzar en el uso de materiales más eficientes y adaptables para la producción de hidrógeno.



En cuanto a los **cátodos**, los más efectivos fueron los de **base cobre**, también fabricados mediante **PBF-EB** y posteriormente modificados electroquímicamente. Estos cátodos presentaron un rendimiento óptimo en los ensayos realizados, contribuyendo significativamente a la eficiencia general de las celdas fotoelectroquímicas.

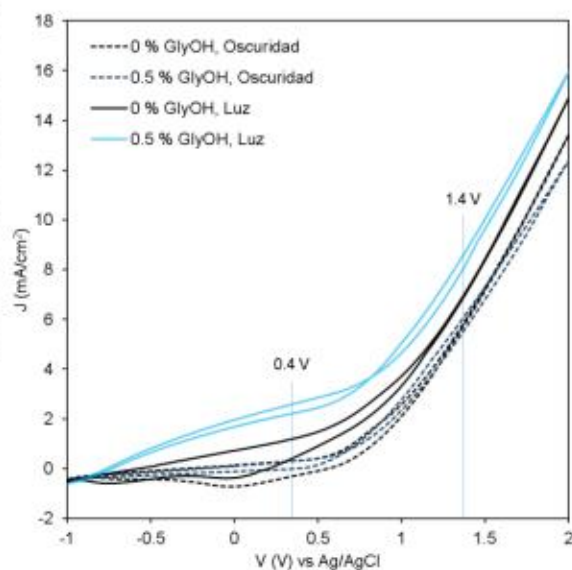
Para evaluar la efectividad de estos materiales en condiciones reales, se han tratado **6 tipos de residuos** provenientes de diferentes industrias, incluyendo la agroalimentaria, la construcción, la industria papelera y el sector de biocombustibles. Los resultados obtenidos han sido muy prometedores, ya que dos de los residuos tratados **duplicaron la producción de hidrógeno** en el proceso fotoelectroquímico, mientras que otros dos mantuvieron niveles constantes de producción, lo que indica un buen rendimiento sostenido durante el proceso.

Además, se ha observado que, en todos los residuos utilizados, se ha demostrado el **potencial de valorización y tratamiento como subproductos** tras los ensayos, lo que refuerza la viabilidad de este tipo de procesos para la **gestión y reutilización de residuos industriales**. La capacidad de convertir residuos de diversos sectores en recursos valiosos como el hidrógeno, y el tratamiento eficaz de subproductos, subraya el impacto positivo de los desarrollos alcanzados en el marco del proyecto H2GREEN.

Este conjunto de resultados no solo confirma la alta eficiencia de los fotoánodos y cátodos desarrollados, sino también el potencial de los procesos fotoelectroquímicos como una alternativa sostenible y eficiente para la producción de hidrógeno y la valorización de residuos industriales. El proyecto **H2GREEN** ha avanzado significativamente en la mejora de las tecnologías de **energía limpia** y **gestión de residuos**, contribuyendo al desarrollo de soluciones más sostenibles para el futuro.

ELECTROFEM (IMDEEA/2023/26)

El proyecto **ELECTROFEM** ha abordado uno de los principales retos medioambientales y económicos al centrarse en la **valorización de residuos industriales** como subproductos, contribuyendo significativamente a su integración en la cadena de valor de las empresas productoras. A través de la **valorización energética**, el tratamiento de residuos y la **generación de subproductos** provenientes de vertidos orgánicos industriales y efluentes ricos en nitratos, se ha logrado avanzar en la transformación de estos residuos en recursos útiles y sostenibles. Este enfoque no solo mejora la sostenibilidad del proceso productivo, sino que también ofrece soluciones innovadoras que benefician tanto al medio ambiente como a la economía de las empresas involucradas.



Una de las principales innovaciones del proyecto ha sido el desarrollo de una nueva generación de **materiales nanoestructurados**, diseñados para ser más eficaces y eficientes en los procesos de valorización de residuos. Estos materiales avanzados han sido fabricados mediante **sistemas avanzados de impresión en 3D** y modificados superficialmente utilizando **técnicas electroquímicas, químicas y/o térmicas**, creando estructuras con **arquitectura en dos fases**, tanto **micro** como **nanoestructuradas**. Estas modificaciones han optimizado sus propiedades para ser utilizados como **electrodos de alto rendimiento electroquímico o fotoelectroquímico** en los procesos de valorización energética y tratamiento de residuos.



El proyecto se ha validado a través de una **celda prototipo**, diseñada y construida específicamente para evaluar los procesos propuestos y testear los materiales generados. La celda prototipo ha permitido probar la eficacia de los materiales desarrollados en condiciones reales de operación, utilizando **técnicas electroquímicas y fotoelectroquímicas** junto con **luz solar** como fuente de energía limpia. Esto ha garantizado no solo la **generación de energía verde**, sino también la **valorización eficaz de los residuos**, optimizando el uso de recursos y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

En resumen, el proyecto **ELECTROFEM** ha logrado importantes avances en el desarrollo de tecnologías innovadoras para la **valorización de residuos industriales**, mejorando la eficiencia de los procesos de **tratamiento y generación de subproductos**. Los materiales avanzados desarrollados han demostrado ser altamente eficaces en procesos electroquímicos y fotoelectroquímicos, ofreciendo soluciones sostenibles para la **gestión de residuos** y la **producción de energía verde**, y consolidando el potencial de este enfoque como una herramienta clave en la transición hacia una economía circular y baja en carbono.