



KET4F-Gas

Una solución circular para reducir el impacto ambiental de los gases fluorados

 | FEUGA | www.feuga.es

La emergencia climática ha puesto sobre la mesa un reto de urgencia para el sector de la refrigeración y la climatización.

Los gases fluorados (F-gases) que desde finales de los 90 representaban la alternativa mayoritaria a las sustancias que afectan a la capa de ozono,

están desde el año 2015 en el punto de mira de la Comisión Europea por su elevado potencial de calentamiento global (PCG) —hasta 23000 veces ma-

yor que el CO₂— y el incremento es-pectacular que han experimentado sus emisiones en los últimos años.

Para atajar el problema, Europa apuesta por reducir las emisiones mediante el control de uso de los gases fluorados, sustituyéndolos por otro tipo de gases con menor impacto ambiental antes de 2030. Esta hoja de ruta, además de impulsar los esfuerzos de investigación de nuevas mezclas y refrigerantes naturales (que todavía presentan problemas de toxicidad y/o inflamabilidad), ha abierto el camino al desarrollo de tecnologías para recuperar, reciclar y reutilizar los F-gases, aplicando principios de la economía circular.

Es precisamente en este campo de recuperación, reutilización y puesta en valor donde actúa el proyecto europeo KET4F-Gas, cofinanciado por el Programa Interreg Sudoe a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Con la participación de 13 socios y 6 entidades asociadas de España, Portugal, Francia y Emiratos Árabes Unidos, KET4F-Gas ha desarrollado tecnologías innovadoras para separar y reciclar eficientemente los F-gases al final de la vida útil de los equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Cooperación transnacional en I+D+i, sensibilización y transferencia de resultados son los ejes de actuación del proyecto, que finaliza el próximo mes de septiembre. A lo largo de los últimos cuatro años, el consorcio de KET4F-Gas ha organizado diversas jornadas para presentar sus avances e involucrar a gestores de residuos, administraciones, industria y asociaciones de consumidores en la búsqueda de soluciones eficientes a la gestión de los gases fluorados.

Más de 600 personas han participado ya en estos talleres, en los que se han abordado temas como las nuevas tecnologías para luchar contra el calentamiento global producido por estas emisiones, el impacto de las normativas europeas y nacionales sobre

la industria y el mercado o las barreras tecnológicas y económicas que dificultan cumplir con los objetivos que marca la legislación. La próxima cita en el calendario de KET4F-Gas es el 9 de junio, con una jornada online organizada por FEUGA en el marco de la Semana Verde Europea, en la que se abordará la gestión de los F-gases desde las

yan la transición hacia el uso de nuevos compuestos con bajo PCG.

TECNOLOGÍAS PARA CERRAR EL CÍRCULO

En Europa, solo el 1% de los F-gases se recoge al final de su ciclo de vida, aunque existan unidades de reciclaje. Esto significa que existen una amplia gama de posibilidades para mejorar la recuperación y reutilización de estos compuestos, integrándolos en el mercado de la economía circular. Además, este reciclaje selectivo es fundamental para reducir la dependencia de la industria de los refrigerantes con mayor potencial de calentamiento global, reducir los precios generales y aliviar la presión sobre toda la cadena del mercado.

Desde el punto de vista científico, capturar y regenerar gases fluorados supone un verdadero reto tecnológico. Las mezclas refrigerantes suelen diseñarse para comportarse prácticamente como compuestos puros, con el objetivo de mejorar la eficiencia de los ciclos de refrigeración. Esto supone que los métodos tradicionales de separación, como la destilación, no sirvan para su tratamiento.

Para superar esta dificultad, el equipo de KET4F-Gas ha conseguido desarrollar y demostrar dos nuevas tecnologías, facilitadas por la investigación en nanotecnología, materiales avanzados, y procesos de separación avanzados para recuperar el compuesto R-32, presente en mezclas como el refrigerante R-4010A, de uso común en aparatos de aire acondicionado.

El éxito de los ensayos realizados en laboratorio ha llevado a la construcción de dos prototipos de bajo coste basados en tecnologías de membrana y tecnologías de adsorción. Ambos diseños han demostrado su viabilidad y permiten operar una cantidad aproximada de 3200 kg del refrigerante R-4010A, recuperando el R-32 con

**EL PROYECTO EUROPEO
KET4F-GAS HA
DESARROLLADO
TECNOLOGÍAS
INNOVADORAS PARA
SEPARAR Y RECICLAR
EFICIENTEMENTE LOS
F-GASES AL FINAL DE
LA VIDA ÚTIL DE LOS
EQUIPOS DE
REFRIGERACIÓN Y AIRE
ACONDICIONADO ●**

posibilidades que ofrecen la industria 4.0 y la economía circular.

En paralelo, los socios están estableciendo contactos con empresas fabricantes, instaladoras y gestoras de gases refrigerantes en España, Francia y Portugal con el objetivo de trasladarles los principales resultados del proyecto. Estas visitas de transferencia están evidenciando el interés de la industria en implementar tecnologías como la de KET4F-Gas, que responden a las exigencias legislativas y apo-



El equipo de KET4F-Gas ha conseguido desarrollar y demostrar dos nuevas tecnologías facilitadas por la investigación en nanotecnología, materiales avanzados y procesos de separación avanzados para recuperar el compuesto R-32, presente en mezclas como el refrigerante R-4010A, de uso común en aparatos de aire acondicionado

una pureza superior a 98%. Suponiendo un horizonte temporal de 10 años, la recuperación del R-32 con esta tecnología implica un ahorro ambiental de entre el 60 y el 70% en emisiones de CO₂ frente al sistema actual de producción e incineración empleado en la gestión de este tipo de compuestos.

Desde el punto de vista económico, capturar y regenerar refrigerantes como el R-32 supone también una ventaja importante para el sector industrial. Los costes de operación de la tecnología KET4F-Gas se sitúan en el rango de 32 euros por Kg de R-32 recuperado para

100 kg/año, por debajo del precio de compra actual del refrigerante. Este coste podría reducirse todavía más con una base de tratamiento mayor. Además, el R-32 forma parte de los refrigerantes de cuarta generación que sustituyen a aquellos de mayor potencial de calentamiento global cuyo uso es restringido a nivel europeo.

HERRAMIENTAS ACCESIBLES PARA UN NUEVO ENFOQUE

El CO₂ y los CFCs (clorofluorocarbonos) han protagonizado durante años el

discurso y campañas de sensibilización sobre los gases de efecto invernadero, debido a su elevado poder destructivo del ozono atmosférico y su aportación al calentamiento global. Sin embargo, ahora que el foco se dirige hacia los gases fluorados, es necesario informar y concienciar a industria y sociedad sobre los riesgos que suponen para el medio ambiente y los beneficios que una adecuada gestión de estos compuestos supone para todos.

En esta línea, el proyecto KET4F-Gas ha creado una herramienta en línea gratuita que permite clasificar los resi-

duos siguiendo el método europeo (LER – Lista Europea de Residuos), identificar el impacto de los F-gases en el calentamiento global y conocer las mejores soluciones para su tratamiento, basándose en las Tecnologías Facilitadoras Esenciales (TFEs) existentes. Esta herramienta está disponible en la sección de resultados de la web del proyecto: <http://www.ket4f-gas.eu/>.

De manera ágil e intuitiva, esta plataforma de consulta facilita el aprendizaje sobre los gases fluorados, ofreciendo datos relevantes sobre su composición, tipos de mezclas en las que se encuentran y su nivel de impacto ambiental. Además, supone un valioso apoyo en la toma de decisiones, ya que los usuarios pueden elegir entre dos gases que tengan un impacto menor o mayor, y pueden saber de antemano qué tecnologías están disponibles para la recuperación de los componentes de las mezclas seleccionadas.

Las TFEs propuestas se dividen en tres grandes categorías: materiales avanzados (incluidos solventes alternativos, matrices sólidas porosas y MOF), sistemas de producción avanzados (incluida la tecnología de membranas) y nanotecnología (incluidas las suspensiones de nanopartículas). La base de datos se actualiza de manera constante y puede consultarse en cuatro idiomas: español, portugués, inglés y francés.

UNA HOJA DE RUTA REALISTA

Existen tres grupos de F-gases, siendo el más común de ellos los hidrofluorocarbonos (HFCs). Podemos encontrar HFCs en la mayoría de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado que se comercializan actualmente, así como también en extintores de incendios o disolventes. Para 2050, hasta el 12% del total de emisiones globales de gases de efecto invernadero podrían tener su origen en los

ENTIDADES QUE PARTICIPAN EN KET4F-GAS

Bajo la coordinación de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad NOVA de Lisboa (FCT NOVA), el consorcio está formado por otros 13 socios y 6 asociados de Portugal, España, Francia y Emiratos Árabes Unidos.

Socios

- Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad NOVA de Lisboa (FCT NOVA)
- Fundación Empresa – Universidad Gallega (FEUGA)
- IQS School of Engineering. Universitat Ramon Llull
- Université de Pau et des Pays de l'Adour

- Universidad de Cantabria

- APIA Systems

- FUNDECYT-PCTEX

- INTERLUN, S.L.

- Xunta de Galicia

- EnviEstudios, S.A.

- No Waste. Gestão e Recuperação de Resíduos, LDA.

- Universidade de Vigo

- Université Clermont Auvergne

Asociados

- PI – The Petroleum Institute - Khalifa University of Science and Technology
- MARE
- FCC ámbito
- Europea Recycling Platform Portugal
- European Recycling Platform España
- ZERO. Associação Sistema Terrestre Sustentável

En el marco del proyecto se ha creado una herramienta en línea gratuita para consulta de información y que sirve además de apoyo en la toma de decisiones en la gestión de gases

UE para las sustancias químicas, publicada a finales de 2020, anuncia políticas todavía más restrictivas para los compuestos fluorados, prohibiendo su uso en toda actividad considerada "no esencial". Sin embargo, para muchos de ellos no existe un sustituto viable a nivel industrial y comercial. Los gases fluorados no son tóxicos desde el punto de vista químico, a diferencia de alternativas naturales como el amoníaco, ni suponen un riesgo en su manipulación, ya que no son reactivos ni inflamables. Además, en muchos casos son más eficientes que algunos de los refrigerantes naturales, por lo que son necesarias menores cantidades para conseguir el mismo rendimiento.

Con un adecuado tratamiento que ponga en valor y permita su reutilización, es posible aplicar principios de economía circular, reducir el mercado negro y marcar una hoja de ruta realista para los gases fluorados en la que investigación, industria y administración trabajen mano a mano por un futuro más sostenible. Esta es la apuesta de KET4F-Gas.

HFCs, ya que se espera que la demanda mundial de energía para equipos de refrigeración se triplique por el incremento de la temperatura. Además, no podemos obviar la existencia de un mercado ilegal importante a nivel mundial que dificulta la contabilización real de este tipo de emisiones.

La Estrategia de sostenibilidad de la

“KET4F-Gas propone dar un paso adelante hacia una implementación efectiva de procesos de captura de gases de efecto invernadero”

 **ANA B. PEREIRO Y JOÃO M. M. ARAÚJO,**
COORDINADORES DEL PROYECTO KET4F-GAS

¿Cuál es la situación actual de la gestión de los gases fluorados en España y Europa?

Con el objetivo de disminuir en un 79% el consumo de gases fluorados (F-gases) para 2030, la Unión Europea ha establecido reglamentos estrictos con cuotas para promover la reducción progresiva de estos gases en el mercado europeo. Esta directiva regula el uso de los F-gases en los equipos nuevos, su mantenimiento y la recuperación y el tratamiento correcto de estos gases al final del ciclo de vida de los sistemas. En la UE la emisión de refrigerantes a la atmósfera está estrictamente prohibida y sujeta a sanciones. Al final de la vida útil de los equipos o cuando se modernizan las instalaciones existentes, el refrigerante se debe recuperar para su reutilización o destrucción.



En España, la transposición del acto jurídico de la UE tuvo lugar el 17 de febrero de 2017 mediante un Real Decreto Ley 115/2017 y el gobierno ha puesto en marcha medidas fiscales como un sistema de impuestos sobre el uso de GEI.

Los datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente muestran que las emisiones y la eliminación de F-gases en Francia, Portugal y España han aumentado sustancialmente desde 1990. Sin embargo, los últimos datos correspondientes a 2018, muestran que la zona del SUDOE ha reducido ligeramente sus emisiones, aunque estos datos no incluyen, por supuesto, las emisiones procedentes del mercado ilegal, ya que no están declaradas.

¿Qué amenazas supone una mala gestión de estos elementos?

Los F-gases contribuyen en gran medida al calentamiento global. Debido a su utilidad y aplicación industrial, se espera que la producción mundial de estos compuestos aumente en un futuro previsible. Las emisiones de F-gases se liberan voluntariamente o a través de fugas en los sistemas y estas emisiones han aumentado en un 60% desde 1990. Aunque todavía no tenemos los datos reales disponibles, las últimas previsiones hablan de un aumento de casi un 140% en las emisiones de estos gases entre 2005 y 2020. Este incremento está contribuyendo en gran medida al calentamiento global y afecta no sólo a los ecosistemas sino también a la vida humana debido al aumento de las inundaciones, las olas de calor y el aumento del nivel del mar. En el contexto actual de sequía persistente en las regiones del sudoeste europeo, que sufren cada vez más eventos de incendios difícilmente controlables, relacionados

con períodos prolongados de sequía y fuertes vientos, la investigación sobre alternativas que contribuyan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero es de la más alta prioridad.

¿Cómo nace el proyecto KET4F-Gas? ¿Qué necesidades se pretenden cubrir?

KET4F-Gas es un proyecto europeo cofinanciado por el Programa Interreg Sudoe que tiene como objetivo principal reducir el impacto ambiental de los gases fluorados a través del desarrollo y la implementación de Tecnologías Facilitadoras Esenciales (TFEs). Estas TFEs son diseñadas de acuerdo con los principios de la química verde, más benignos y eficientes, para recuperar los gases fluorados empleados en equipos de refrigeración y aire acondicionado y reducir sus emisiones.

De este modo, el proyecto incrementa la investigación aplicada y la eco-innovación para proteger el medio ambiente y permite la transferencia tecnológica a las PYMEs del sudeste europeo, para la mejora de su competitividad.

Los resultados de esta investigación también benefician a la ciudadanía en su conjunto, al crear conciencia sobre la problemática de los gases fluorados, así como a los gestores de residuos, las administraciones públicas y la industria, ya que en las regiones del área SUDOE no existe hasta el momento tecnología aplicada en este ámbito y las empresas tienen una clara e inminente necesidad de cumplir con la legislación vigente.

¿Qué ventajas ofrecen las soluciones desarrolladas en el marco de KET4F-Gas?

En el marco del proyecto KET4F-Gas, se han construido dos prototipos para la recuperación eficiente de los F-gases de valor añadido (como el R-32) de las mezclas de refrigerantes de alto Potencial de Calentamiento Global (PCG) presentes en los equipos al final de su vida útil, con el fin de reutilizarlos en nuevas mezclas de refrigerantes respetuosas con el medio ambiente y de bajo PCG. Estas tecnologías representan una alternativa a corto plazo durante la transición hacia refrigerantes más avanzados y con menor impacto. Los prototipos de KET4F-Gas proporcionan muchas ventajas a los gestores de residuos, ya que representan una alternativa realista al actual proceso de recuperación, transporte e incineración. La posibilidad de recuperar el R-32 con una pureza mínima de 98% en peso permitirá reutilizarlo tantas veces como se necesite, con una pérdida mínima. Además, los dos prototipos tienen un coste de implementación relativamente bajo y representan un enorme beneficio desde el punto de vista ambiental.

En el marco del proyecto KET4F-Gas también se desarrolló una herramienta online que permite clasificar los residuos según el método europeo, e identificar el impacto de los F-gases

en el calentamiento global y las mejores soluciones de disponibles para su tratamiento, basándose en las TFEs existentes.

¿Qué aspectos innovadores destacaría de las investigaciones realizadas?

Las tecnologías de separación y recuperación existentes hasta ahora no son adecuadas para la mayoría de los F-gases, lo que ha ocasionado que la incineración resulte ser el destino final de demasiadas de estas sustancias una vez finalizado su ciclo de vida. En este contexto, el proyecto KET4F-Gas propone una estrategia multivital, analizando la combinación de diferentes tecnologías facilitadoras. Dentro del proyecto, las tecnologías se utilizaron individualmente y de forma combinada para desarrollar cada uno de los procesos de separación. La fertilización cruzada derivada de esta combinación mejora el rendimiento general del proceso, y permite buscar soluciones eficaces y económicas adaptadas a cada compuesto concreto.

¿Cuáles son los principales sectores de aplicación y qué impacto podría tener la aplicación de estas tecnologías?

KET4F-Gas propone dar un paso adelante hacia una implementación efectiva en todo el sector industrial de refrigeración y aire acondicionado, de procesos de separación, purificación y captura de gases del efecto invernadero. Los resultados de esta investigación también beneficiarán a los gestores de residuos, las administraciones públicas y la industria que usa en grandes cantidades sistemas de refrigeración. Hoy en día no existe tecnología aplicada para la separación y recuperación de este tipo de gases y las empresas tienen una clara necesidad de implementar economía circular en este sector para cumplir con la legislación vigente y aumentar su competitividad.

El proyecto encara su fase final este año, ¿qué veremos a partir de ahora?

Una de las actividades del proyecto tiene como objetivo la creación de un catálogo de oportunidades de financiación para asegurar la continuidad de esta investigación. Con lo que en este momento estamos preparando distintas propuestas y a la espera de resultados de otros concursos europeos donde ya hemos presentado propuestas para la continuación de la investigación iniciada en KET4F-Gas. El objetivo es demostrar el funcionamiento de los prototipos diseñados en ambiente industrial y a escala real para aumentar la eco-innovación y la competitividad del sector de refrigeración y aire acondicionado a nivel europeo. ●