



Reconversión de sistemas

con refrigerantes alternativos de PCA bajo

Índice

- 1- Eliminación gradual de gases fluorados
- 2- Conversión
- 3- Refrigerantes disponibles



Bienvenido al Programa europeo de aprendizaje mixto de REAL Alternatives

Este cuadernillo de estudio es parte de un programa mixto de enseñanza para técnicos que trabajan en el sector de los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor, diseñado para mejorar sus habilidades y conocimientos sobre seguridad, eficiencia, fiabilidad y el confinamiento de refrigerantes alternativos. El programa está complementado por una combinación de materiales interactivos y en papel: guías de formación, herramientas, evaluaciones para el uso de proveedores de formación y una biblioteca digital que contiene recursos adicionales destacados por los usuarios en www.realalternatives.eu/espanol

REAL Alternatives ha sido elaborado por un consorcio de asociaciones y organismos de formación de toda Europa, cofinanciado por el Programa de Aprendizaje Permanente de la Unión Europea, con el apoyo de agentes del sector. Tanto educadores, como fabricantes y diseñadores de toda Europa han participado en el contenido. Los materiales estarán disponibles en holandés, inglés, alemán, italiano y polaco.

Módulos del programa Real Alternatives Europe:

1.	Introducción a los refrigerantes alternativos - seguridad, eficiencia, fiabilidad y buenas prácticas
2.	Diseño de sistemas con refrigerantes alternativos
3.	Contención y detección de fugas de refrigerantes alternativos
4.	Mantenimiento y reparación de sistemas de refrigeración alternativos
5.	Reconversión de sistemas con refrigerantes de PCA bajo
6.	Lista de control de las obligaciones legales que se deben cumplir al trabajar con refrigerantes alternativos
7.	Impacto económico y medioambiental de las fugas
8.	Herramientas y consejos para realizar inspecciones

Se puede estudiar cada uno de los módulos por separado o completar el curso completo y la evaluación.

www.realalternatives.eu

Traducción Oficina Española de Cambio Climático (OECC) Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Co-funded by:



Más información disponible en la biblioteca digital de referencia.

A lo largo de todo el texto, el usuario encontrará referencias a fuentes con información más detallada. Una vez completado el módulo se puede volver para consultar las referencias que hagan falta o buscar más información [en www.realalternatives.eu/e-library](http://www.realalternatives.eu/e-library). Los usuarios también pueden añadir recursos adicionales a la biblioteca como enlaces a páginas web, manuales técnicos o presentaciones, si piensan que pueden resultar útiles para otros usuarios. El módulo 6 proporciona una lista completa de legislación y normas de aplicación a las que se hace referencia en el programa.

Existen opciones de evaluación a demanda para conseguir un Certificado CPD reconocido.

Al final de cada módulo hay una serie de preguntas y ejercicios de autoevaluación para que el usuario pueda valorar su propio aprendizaje. Existen certificaciones y evaluaciones opcionales disponibles tanto *online* como en papel. Esta opción solamente se encuentra disponible para los usuarios cuyo programa se encuentre supervisado por un proveedor de formación o empresa reconocidos por REAL Alternatives. Los Certificados CPD se emiten a través de empresas asociadas de REAL Alternatives (CPD = *Continued Professional Development*, desarrollo profesional permanente). En la página web se ofrece una lista de proveedores de formación reconocidos.

Regístrate si estás interesado en refrigerantes alternativos

en www.realalternatives.eu para recibir novedades, noticias e invitaciones a eventos relacionados con la formación, las competencias y los avances en el sector de la refrigeración.

Este material se puede utilizar y compartir

con fines de formación individual. El cuadernillo de estudio y su contenido están protegidos por derechos de autor a nombre de Institute of Refrigeration y sus socios. El material se puede reproducir en su totalidad o parcialmente con fines formativos previa solicitud por correo electrónico a Real Alternatives Consortium, c/o Institute of Refrigeration, Reino Unido: ior@ior.org.uk. Cualquier consulta sobre el contenido o sobre el programa de formación deberá también dirigirse a ior@ior.org.uk.

Historia del programa y cómo se desarrolló.

Este programa de formación se desarrolló como parte de un proyecto de dos años realizado por un consorcio de seis socios europeos y financiado por el Programa de Aprendizaje Permanente de la Unión Europea. Fue diseñado para abordar lagunas de competencias de los técnicos que trabajan en el campo de los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor. Ofrece información independiente y actualizada en un formato sencillo. El consorcio del proyecto está formado tanto por instituciones formativas y profesionales como por órganos de representación patronal. Los principales agentes, que van desde empresarios, fabricantes o asociaciones gremiales hasta instituciones profesionales, contribuyeron también con material formativo, asesoraron sobre el contenido y revisaron el programa a medida que se iba desarrollando. Los seis socios del consorcio fueron:

- Association of European Refrigeration Air Conditioning and Heat Pump Contractors
- Associazione Tecnici del Freddo, Italia
- IKKE training centre Duisburg, Alemania
- Institute of Refrigeration, Reino Unido
- Limburg Catholic University College, Bélgica
- London South Bank University, Reino Unido
- PROZON recycling programme, Polonia.

Módulo 5 - Reconversión de sistemas con refrigerantes alternativos

Este manual (5 de 8) se centra en la reconversión de sistemas con refrigerantes alternativos. Este documento ofrece una introducción al tema. No sustituye la formación práctica o la experiencia. Al final del módulo se relacionan una serie de enlaces a información útil proveniente de distintas fuentes que han sido verificadas por profesionales del sector y suponen una orientación técnica en caso de que el usuario quiera aprender más sobre estos temas.

Las siguientes páginas se centran en las opciones disponibles para sustituir el R404A o el R507 y otros refrigerantes de PCA alto por alternativas de PCA bajo en sistemas ya existentes. Se hace hincapié en los HFO emergentes, pero en contenido es genérico para incorporar las propiedades de las nuevas sustancias según vayan surgiendo.

La reconversión de sistemas a existentes al amoníaco, hidrocarburo o dióxido de carbono no se recomienda generalmente por razones de seguridad y de incompatibilidad de las piezas, los lubricantes y las tuberías.

Tampoco se incluye en este módulo la reconversión con un refrigerante de PCA alto tradicional, ya que no es una solución a largo plazo y se desaconseja.

1. Eliminación gradual de gases fluorados

El Reglamento de 2015 sobre gases fluorados introduce un sistema de cuotas que restringirá la oferta de refrigerantes de PCA alto a partir de 2017. Estos refrigerantes aún se utilizan de forma generalizada en muchos sistemas RAC. La siguiente tabla muestra la eliminación progresiva de la oferta de HFC en Europa.

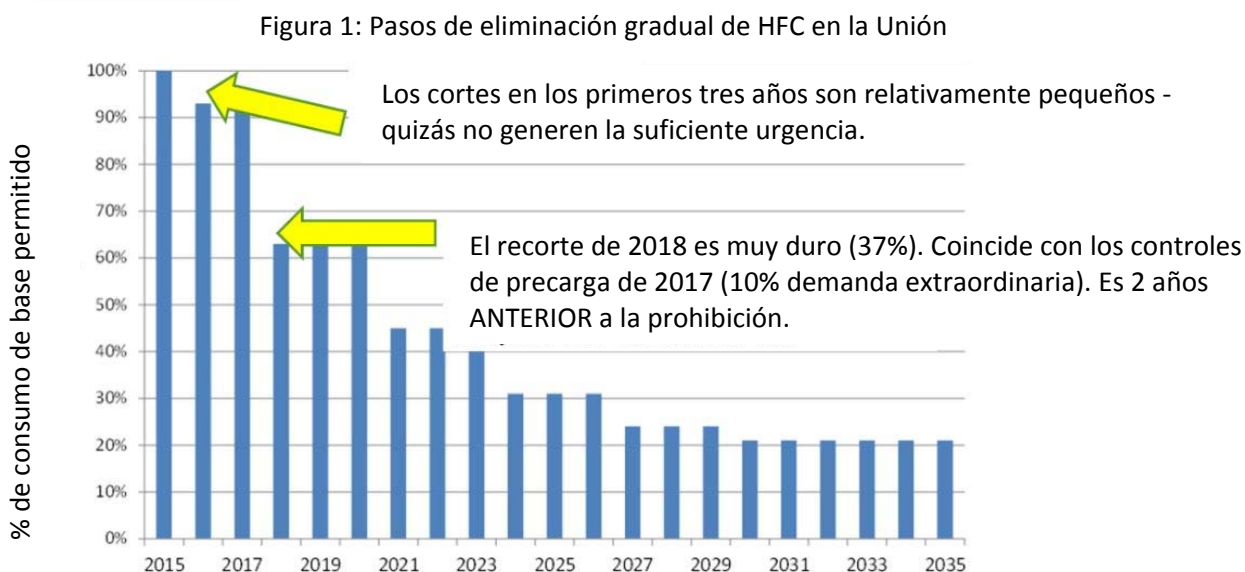
Año	% eliminación	PCA medio
2015	100	2300
2016-17	93	2139
2018-20	63	1449
2021-23	45	1035
2024-26	31	713
2027-30	24	552
2030	21	483

El porcentaje de eliminación se basa en CO2 equivalente. Por ejemplo, si en 2016/2017 los proveedores continúan vendiendo el mismo peso de refrigerante que en 2015, el CG medio se tendrá que reducir en 2139. Alternativamente, se podría vender un mayor peso de HFC si su PCA es menor y viceversa.

La repercusión probable del sistema de cuotas es que los refrigerantes de PCA alto no estarán prácticamente disponibles para 2018. Esto se refiere a los siguientes refrigerantes: R404A, R507, R422D, la serie R407 y R410A.

Estos refrigerantes (a excepción del R422D) aún se utilizan en sistemas nuevos, así que será complicado realizar el mantenimiento de éstos antes de que lleguen al final previsto de su vida útil, especialmente si hay fugas.

Perfil de eliminación gradual: primer gran recorte en 2018



Recuperación de HFC

Se exige por ley que los refrigerantes de HFC que se desechen al final de la vida útil pasen por un proceso de recuperación. La recuperación del refrigerante debe ser realizada por un técnico certificado. Las máquinas de recuperación deberían poder retirar más del 95% del refrigerante del sistema.

Los gases fluorados recuperados se pueden:

- Enviar para que se destruyan mediante incineración a una instalación de residuos autorizada;
- Enviar a una planta especialista que pueda reprocessar el refrigerante viejo y convertirlo en un gas con propiedades idénticas a las de un gas virgen para generar un refrigerante recuperado.
- Someter a un proceso de limpieza básico para generar un refrigerante reciclado apto para ser reutilizado.

Los refrigerantes HFC enviados para recuperación pueden tener algo de valor residual. No obstante, si están contaminados no se pueden recuperar y se deben destruir. Es importante también no mezclar distintos gases en la misma bombona de recuperación, porque esto los inutilizaría para el proceso de recuperación.

2. Conversión

La mayoría de los refrigerantes alternativos incluidos en la información de REAL Alternatives no son aptos para la reconversión de equipos ya existentes por su inflamabilidad, su toxicidad y las altas presiones de servicio. Los proveedores de refrigerante están desarrollando una amplia gama de refrigerantes basados en HFO (R1234ze y R1234yf) que son aptos para la conversión de sistemas existentes.

La gama de mezclas de HFO es cada vez mayor a medida que más y más proveedores desarrollan nuevas mezclas. Cada mezcla se desarrolla para usos concretos y para sustituir a los refrigerantes que actualmente se utilizan. Por ejemplo, ya hay refrigerantes disponibles para sustituir:

- Al R134a en usos a temperatura media;
- Al R404A en usos fijos a media y baja temperatura;
- Al R404A en usos de transporte a temperatura media;
- Al R404A en usos a temperatura baja;
- Al R404A en usos de aire acondicionado y bomba de calor.

Las mezclas válidas como sustitución del R404A probablemente también puedan sustituir a los refrigerantes de la serie R407.

A la hora de elegir un refrigerante de sustitución, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Inflamabilidad** —algunas de las mezclas de HFO son poco inflamables (clasificación de seguridad A2L) y puede que no sean aptas para la mayoría de los usos actuales - para más información sobre las clasificaciones de seguridad, consultar el Módulo 1 - *Introducción a los refrigerantes alternativos*;
- **Rendimiento** —si el sistema actual es muy grande, puede ser aceptable realizar una pequeña reducción en la capacidad de enfriamiento. Nunca se debe aceptar una reducción de la eficiencia energética.
- **Presión** —si las presiones de servicio y en parada son mayores que las del nuevo refrigerante, la PS (presión máxima admisible) del sistema se verá afectada. Si lo hay, habrá que sustituir los dispositivos de descarga de presión y cambiar el punto establecido para el presostato. Sobre todo, se tendrá que volver a evaluar el sistema conforme a la Directiva de Equipos a Presión, puesto que el cambio de refrigerante supone un cambio sustancial en el sistema;
- **Temperatura de descarga** —para muchas mezclas, le temperatura de descarga será mayor que la del refrigerante actual, lo que puede causar problemas, especialmente con sistemas de baja temperatura;
- **Deslizamiento de temperatura** —muchas de las mezclas tienen un deslizamiento de temperatura alto, por lo que las válvulas de expansión se deben revisar y reajustar;
- **Aceite** —habitualmente hay que comprobar que el aceite utilizado en el sistema es compatible con el refrigerante de sustitución;

[Ver REAL Alternatives Manual 1 Introducción](#)

- **Compatibilidad de piezas** —se debe consultar al fabricante del equipo original antes de emprender un proceso de reconversión para asegurarse de que las piezas tales como el compresor, el condensador, el intercambiador de calor, etc. son compatibles, y así no invalidar la garantía y asegurarse de que se tienen en cuenta los cambios en el rendimiento y en la capacidad de enfriamiento originales.

Hay software disponible para simular las repercusiones de los cambios que podría tener la sustitución del refrigerante y es una ayuda útil a la hora de tomar una decisión.

En la biblioteca digital de REAL Alternatives se ofrece un vídeo de un ejemplo de cómo una herramienta de software de este tipo muestra una comparación al sustituir el R404A de un sistema por una mezcla de HFO.

*Vídeo demostración
de CoolTool en la
biblioteca digital*

3. Refrigerantes disponibles

Los fabricantes y proveedores de refrigerante están desarrollando una serie de mezclas basadas en HFO y la lista de refrigerantes disponibles crece rápidamente. Para más información sobre las últimas mezclas disponibles y sus características, es recomendable ponerse en contacto con los proveedores. En la página de Recursos Adicionales se muestran enlaces a los principales proveedores.

Visitar el Módulo 1 - Introducción a los refrigerantes alternativos para más información sobre las propiedades de los refrigerantes HFO.

[Ver REAL Alternatives Manual 1 Introducción](#)

Refrigerantes mezcla HFO / HFC con calificación ASHRAE para reconversión

Refrigerante	Composición	PCA	Sustituye a	Inflamabilidad
R513A (DuPont)	R1234yf / R134a 56% : 44%	631	R134a M/T	a1
R449 (DuPont)	R32/R125/R1234yf/R134a 24,3% : 24,7% : 25,3% : 25,7%	1397	R404A M/T & L/T	A1
R452A (DuPont)	R32/R125/R1234yf 11,0% : 59,0% : 30,0%	2141	R404A M/T & L/T Transporte	A1
R450A (Honeywell)	R1234ze / R134a 59% : 41%	605	R134a M/T	A1
R448A (Honeywell)	R32/R125/R1234yf/R134a/R1234ze 26,0% : 26,0% : 20,0% : 21,0% : 7%	1386	R404A L/T	A1
R445A (Honeywell)	R32 / R152a / R1234ze 10,0% : 5,0% : 85,0%	90	R134a M/T	A2L

Refrigerantes disponibles para reconversión de sistemas en febrero de 2015

*No hay evaluación asociada a este módulo.
Este módulo está diseñado únicamente como lista de información esencial.*

4. ¿Qué viene ahora?

La información recogida en este manual es una introducción a los refrigerantes alternativos más comunes. Hay mucha más información en los documentos destacados en los enlaces. Animamos al usuario a visitar la biblioteca digital de referencia en www.realalternatives.eu/e-library para explorar información adicional que le pueda ser de utilidad.

Para conseguir un Certificado CPD de REAL Alternatives, el usuario debe someterse a una evaluación al final de todo el curso bajo supervisión de un centro de formación reconocido por REAL Alternatives. Para más información sobre evaluaciones: <http://www.realalternatives.eu/cpd>

Ahora puedes continuar con tu plan de estudio personal con uno de los siguientes módulos del programa REAL Alternatives Europe:

1. Introducción a los refrigerantes alternativos - seguridad, eficiencia, fiabilidad y buenas prácticas
2. Diseño de sistemas con refrigerantes alternativos
3. Contención y detección de fugas de refrigerantes alternativos
4. Mantenimiento y reparación de sistemas de refrigeración alternativos
5. Reconversión de sistemas con refrigerantes de PCA bajo
6. Lista de control de las obligaciones legales que se deben cumplir al trabajar con refrigerantes alternativos
7. Impacto económico y medioambiental de las fugas
8. Herramientas y consejos para realizar inspecciones

5. Recursos adicionales

La información contenida en este módulo cubre los aspectos básicos de la reconversión de los sistemas existentes. No está diseñado para reemplazar la formación práctica y la experiencia basada en el trabajo. Si quieres encontrar más información sobre algunos de los temas cubiertos, puedes explorar algunos de los recursos recomendados a continuación. Éstos provienen a menudo de los fabricantes o las asociaciones de especialistas. Todo el material ha sido revisado por nuestro panel para asegurar que proporciona un asesoramiento e información de buena calidad técnica, que es más detallado de lo que podemos ofrecer en nuestro programa de e-learning. La inclusión de estos enlaces no implica el respaldo de los productos y no hay relación comercial con cualquiera de las empresas mencionadas.

Proveedores de alternativas de HFO de bajo PCA adecuados para la reconversión:

- Honeywell – Solstice guide: <http://www.honeywell-refrigerants.com/europe/product/solstice-1234ze/>
- Mexichem Fluor via Harp International Refrigerants: <http://www.harpintl.com/refrigerants.php>
- Dupont – Opteon Refrigerants: http://www2.dupont.com/Refrigerants/en_GB/
- Bitzer Refrigerant Report 18: <https://www.bitzer.de/documentation/a-501-18.pdf>
- Cool Tool Software for evaluating of refrigerant options (free sample version available) : http://www.cooltool-software.com/index_english.htm

Traducción Oficina Española de Cambio Climático (OECC) Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Condiciones de uso

Los materiales de aprendizaje online se proporcionan gratuitamente a los alumnos para fines formativos y no se pueden vender, imprimir, copiar o reproducir sin consentimiento escrito previo. Todos los materiales son propiedad del Institute of Refrigeration (Reino Unido) y sus socios. Los materiales han sido desarrollados por expertos y están sujetos a rigurosas revisiones y pruebas realizadas por expertos del sector. No obstante, el Institute of Refrigeration y sus socios no se hacen responsables de los errores u omisiones que pudiera contener. (C) IOR 2017