

# Uso actual de los HCFC y los HFC

## Antecedentes:

Por sus propiedades, los productos químicos fluorocarbonados resultan adecuados para aplicaciones de muy diversa índole. Sin embargo, también presentan algunas propiedades desfavorables desde el punto de vista ambiental, especialmente las relacionadas con el agotamiento de la capa de ozono y el cambio climático. Esto ha motivado que se iniciara un proceso de eliminación de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y, más recientemente, otro proceso de reducción gradual de los hidrofluorocarburos (HFC) con alto PCA. Existen cinco mercados principales para las diversas moléculas y mezclas de fluorocarbono<sup>1</sup>:

1. Refrigerantes para refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor
2. Propelentes de aerosoles
3. Agentes espumantes para fabricar espuma aislante
4. Fluidos de protección contra incendios
5. Disolventes

El tamaño relativo de estos mercados ha cambiado significativamente en los últimos 25 años. Antes de que se reconociera el problema de la capa de ozono, los aerosoles constituían la aplicación más extendida de los CFC. También era significativo en aquel momento el mercado de los disolventes. Durante el proceso de eliminación de los CFC, la estructura del mercado se modificó y gran parte de los mercados de aerosoles y disolventes optaron por otras alternativas. El mercado de la refrigeración, el aire acondicionado y las bombas de calor ha crecido en importancia relativa y la mayoría de las aplicaciones de CFC y HCFC se están abandonando en favor de alternativas de HFC. Antes de desarrollar una estrategia para reducir el uso de los HFC, es importante comprender cuáles son los sectores y subsectores clave del mercado que usan HCFC y HFC.

## La transición hacia fluidos con cero PAO y bajo PCA:

Desde el momento en que la comunidad mundial tomó conciencia de los problemas relacionados con la capa de ozono y el clima y empezó a responder en consecuencia, los usuarios de fluorocarburos han atravesado cuatro generaciones de productos.

- **1<sup>ra</sup> generación: 1940-1990; predominio de los CFC.** Los CFC fueron desarrollados por químicos en la década de 1930 y se reconoció rápidamente que se adecuaban a diversas aplicaciones, especialmente en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado. Al no ser tóxicos ni inflamables, esta opción gozó de gran aceptación, convirtiéndose en el refrigerante dominante en muchas aplicaciones durante la década de 1960. Su uso creció rápidamente en otros mercados como el de los aerosoles, los disolventes y los propelentes de espuma.
- **2<sup>da</sup> generación: 1990-2010; aumenta el uso de los HCFC.** Una de las soluciones al problema del ozono adoptadas para algunas aplicaciones fue pasar de los CFC a determinados HCFC. Los HCFC también dañan la capa de ozono, pero en menor medida que los CFC. Los HCFC solo se utilizan como soluciones “provisionales”, y su eliminación está prevista para 2030 en los países que operan al amparo del artículo 5.
- **3<sup>ra</sup> generación: 1995-2020; predominio de los HFC.** Antes de 1990 no se usaban HFC ya que eran más caros de producir que los CFC y, antes de que se iniciara el control de las SAO en virtud del Protocolo de Montreal, no mostraban beneficios aparentes. Para muchas de las aplicaciones de CFC, la solución de menor costo era pasarse a HFC, por lo que diversos HFC gozaron de una gran expansión en los países que no operan al amparo del artículo 5.
- **4<sup>ta</sup> generación: 2010 en adelante; fluidos de bajo PCA.** Los usuarios de HFC comienzan a buscar alternativas de menor PCA. Algunos mercados adoptan refrigerantes alternativos como los hidrocarburos, el CO<sub>2</sub> y el amoníaco, si bien algunas de sus propiedades no son ideales para todas

	PAO	PCA
1 <sup>ra</sup> generación	Muy alto	Muy alto
2 <sup>da</sup> generación	Alto	Alto
3 <sup>ra</sup> generación	Nulo	Alto
4 <sup>ta</sup> generación	Nulo	Bajo / Muy bajo

<sup>1</sup> La hoja informativa 14 ofrece una lista de todos los acrónimos utilizados.

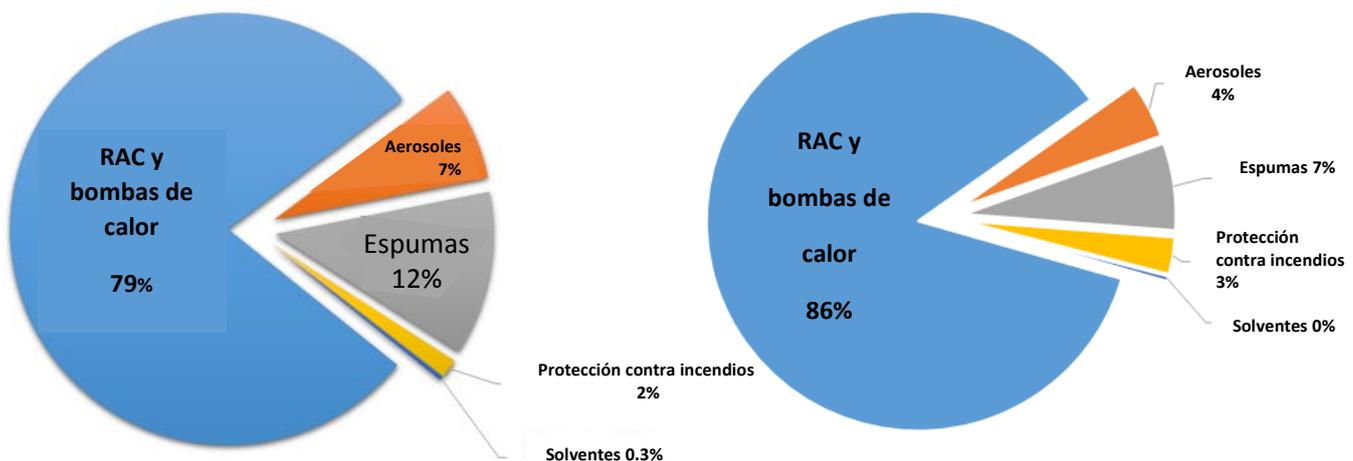
las aplicaciones (por ejemplo, la alta inflamabilidad de los hidrocarburos). Los productores de fluorocarbono van introduciendo diversas alternativas, como nuevas moléculas de hidrofluoroolefina (HFO).

**Distribución del uso en los principales mercados:** En la figura 1 se muestra una distribución aproximada de los HCFC y HFC vendidos a nivel mundial en 2012, por mercado principal. Se han utilizado los datos de 2012 ya que este fue un año en el que hubo poca influencia del uso de fluidos de 4<sup>ta</sup> generación.

El predominio del mercado de la refrigeración, el aire acondicionado y las bombas de calor es claro. El gráfico de la izquierda ilustra la distribución del consumo conjunto de HCFC y HFC expresado en toneladas métricas. El gráfico de la derecha representa el peso en términos de PCA, donde se expresa el consumo en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. El mercado de la refrigeración, el aire acondicionado y las bombas de calor presenta una preponderancia incluso mayor en el gráfico de la derecha porque utiliza un HFC de PCA particularmente alto, como el R404A y el R410A, mientras que los mercados del aerosol y la espuma usan menos unos HFC de menor PCA<sup>2</sup>.

**Figura 1: Mercados que usan HCFC y HFC, 2012**

% del total de toneladas métricas % de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> ("ponderado por PCA")



**Importancia de los subsectores del mercado:** Para comprender cómo se seleccionan determinadas moléculas o mezclas de fluorocarburos para aplicaciones específicas, es importante reconocer que los mercados ilustrados en la figura 1 incluyen una amplia variedad de subsectores de mercado que influyen en la elección de los fluidos. Por ejemplo, en el mercado de la refrigeración, el aire acondicionado y las bombas de calor, el tipo de equipo utilizado se basa principalmente en un proceso técnico muy similar: el ciclo de compresión de vapor. Sin embargo, la temperatura de funcionamiento puede variar considerablemente en entre los diferentes subsectores de este mercado. La temperatura de evaporación del refrigerante puede variar de la siguiente manera:

- -40°C para congelar helado
- 0°C para almacenar alimentos refrigerados
- +10°C para aire acondicionado
- +30°C para una bomba de calor

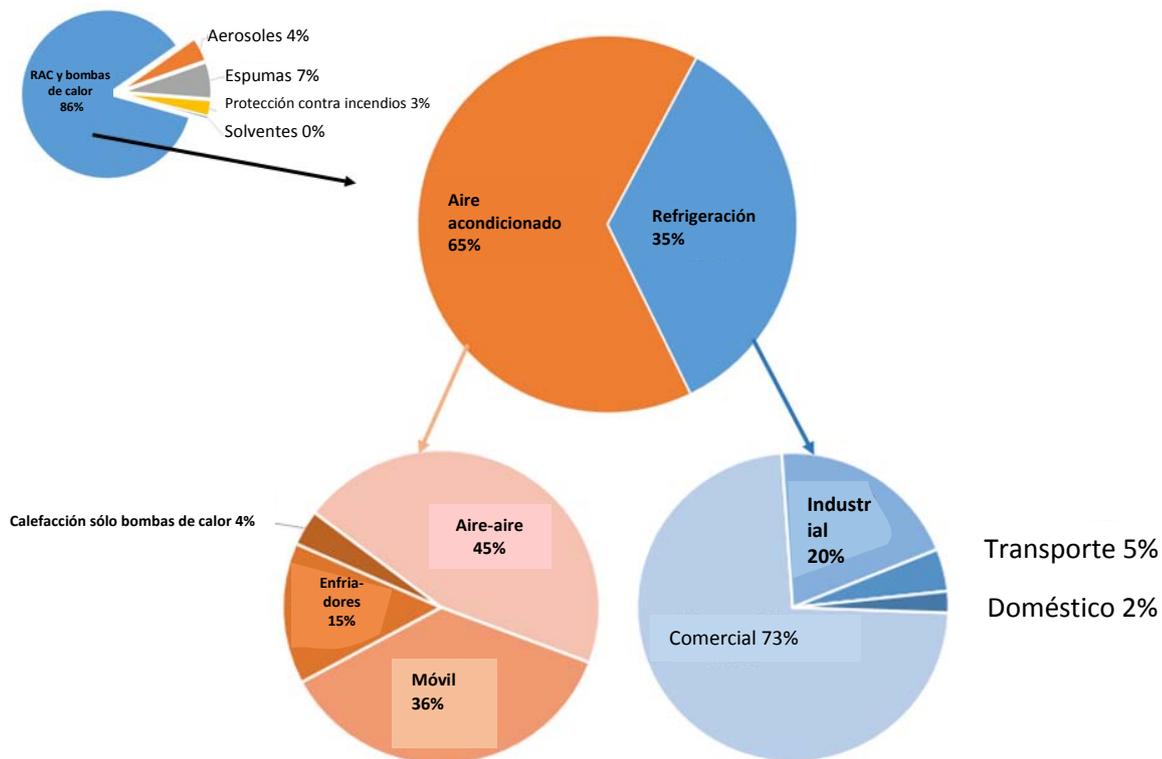
Las propiedades termodinámicas óptimas para cada una de estas aplicaciones difieren de manera significativa, de manera que se requieren diferentes refrigerantes para los distintos niveles de temperatura. El tamaño y la ubicación del equipo también puede influir en la selección de fluidos. Un sistema de

<sup>2</sup> Véase la hoja informativa núm. 3 para una explicación del CO<sub>2</sub> equivalente.

refrigeración industrial de gran tamaño puede recurrir a un refrigerante como el amoníaco (que es tóxico y ligeramente inflamable) mientras que una unidad de aire acondicionado pequeña en un lugar residencial requerirá un fluido que no sea tóxico ni inflamable.

Las cifras adjuntas proporcionan un desglose del uso combinado de HCFC y HFC en diferentes subsectores de los principales mercados. Se trata de promedios a nivel mundial: la proporción real podría variar de un país a otro. Por ejemplo, el tamaño del mercado del aire acondicionado en países muy calurosos será mucho mayor que el que se muestra en la figura 2. Es importante comprender la distribución de usos de cada país en el desarrollo de una estrategia de reducción de los HFC (para más detalles, véase la hoja informativa núm. 6).

**Figura 2: Mercado de la refrigeración, el aire acondicionado y las bombas de calor, uso de los HCFC y los HFC, 2012, ponderado por PCA**



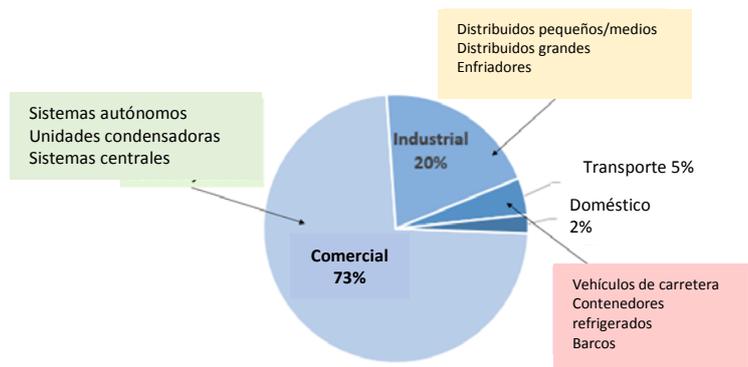
La figura 2 muestra cómo el mercado de la refrigeración, el aire acondicionado y las bombas de calor se puede dividir entre el aire acondicionado y la refrigeración y, a su vez, en subsectores (como la refrigeración comercial). Para comprender los factores que influyen en la elección de un refrigerante específico, a menudo es necesario subdividir aún más los mercados de la refrigeración, el aire acondicionado y las bombas de calor, teniendo en cuenta el tipo y el tamaño del equipo. Esto se ilustra en las figuras 3 y 4, y se explica para el subsector de refrigeración comercial en el recuadro 1 y para el aire acondicionado residencial en el recuadro 2.

**Recuadro 1: Refrigeración comercial**

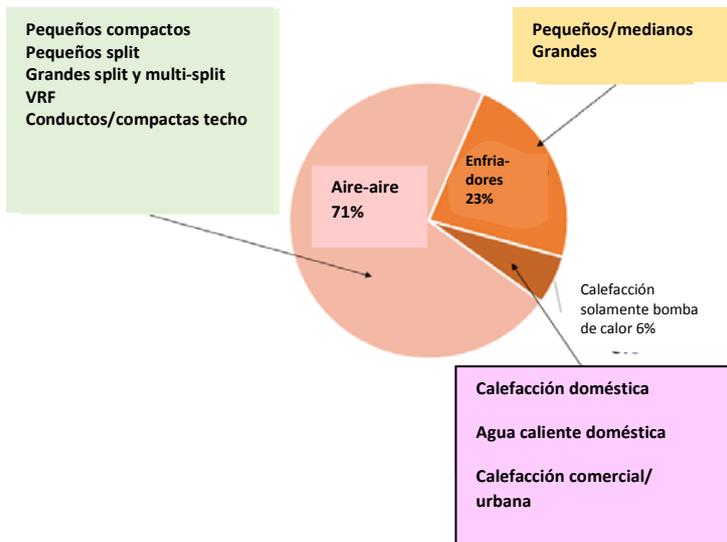
La refrigeración comercial se utiliza principalmente en la venta de alimentos al por menor y en las actividades de restauración. Como se muestra en la figura 3, este sector se puede dividir en 3 subsectores, según el tamaño y el diseño. La siguiente tabla muestra la cantidad de refrigerante requerida. Los sistemas autónomos vienen sellados de fábrica, prácticamente no tienen fugas y contienen una carga de refrigerante muy pequeña. Esto permite elegir entre una amplia gama de refrigerantes, incluidas algunas opciones inflamables. Los sistemas centrales pueden ser la opción más eficiente en términos de energía, pero la gran carga de refrigerante y el alto nivel de fugas restringe la elección del refrigerante a opciones no inflamables.

Subsector	Carga típica de refrigerante, kg
Autónomo	0,1 a 0,5
Unidad condensadora	5 a 10
Sistemas centrales	50 a 200

**Figura 3: Subsectores de mercados de refrigeración**



**Figura 4: Subsectores del mercado del aire acondicionado y las bombas de calor**



**Recuadro 2: Aire acondicionado residencial**

Hay muchas opciones de diseño de aire acondicionado residencial disponibles: desde pequeños dispositivos para enfriar una habitación de tamaño reducido hasta enfriadores de agua que pueden enfriar un gran edificio de varios pisos o un distrito entero.

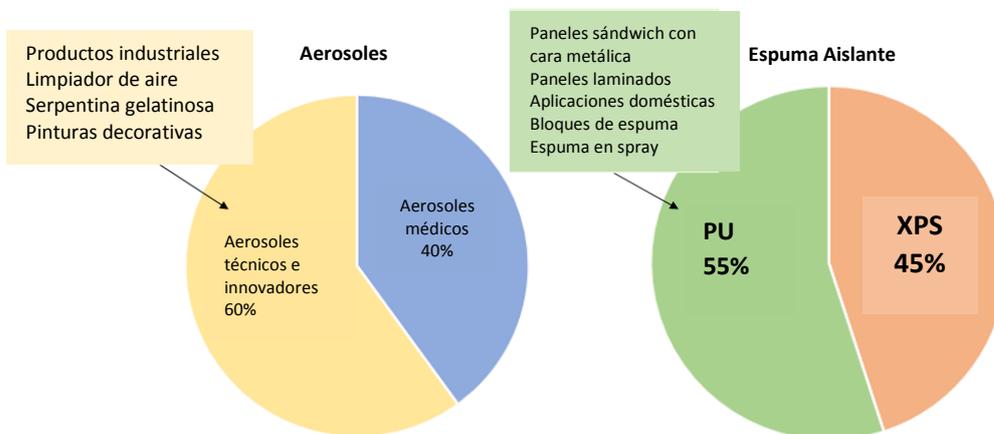
En el caso de los enfriadores de agua, la carga de refrigerante es alta, pero el equipo suele encontrarse en un lugar de acceso limitado, por ejemplo, una sala de máquinas o una azotea. Esto permite ampliar las opciones de refrigerantes, incluyendo fluidos inflamables, a pesar del gran tamaño.

En el caso de los sistemas *split* y los sistemas VRF\*, el refrigerante fluye hacia la habitación que se está enfriando, desaconsejándose la elección de un refrigerante inflamable, especialmente para los sistemas VRF debido a su alta carga de refrigerante.

Subsector	Carga típica de refrigerante, kg
Pequeños <i>split</i>	0,5 a 3
VRF	20 a 60
Enfriadores de agua	50 a 500

\* VRF = flujo de refrigerante variable. Los sistemas VRF son sofisticados sistemas de aire acondicionado *multi-split* utilizados para enfriar y calentar edificios de tamaño medio.

**Figura 5: Subsectores de los mercados de aerosoles y espumas**



**Recuadro 3: Aerosoles**

Desde la eliminación de los CFC, la mayoría de los aerosoles se fabrican con propelentes de hidrocarburos inflamables (HC). Los HFC se usan como propelentes en situaciones en las que no se puede recurrir a HC más baratos. Los inhaladores de dosis medida (MDI, por sus siglas en inglés), usan HFC para administrar medicamentos que tratan enfermedades pulmonares como el asma. Algunos aerosoles técnicos e innovadores (por ejemplo, aerosoles lubricantes y aerosoles de aire) requieren un propulsor no inflamable y actualmente utilizan HFC.

**Recuadro 4: Espuma aislante**

Muchos de los países que operan al amparo del artículo 5 todavía usan HCFC para fabricar espuma aislante. A las grandes plantas de producción de espuma que fabrican espuma de tipo PU, les suele resultar rentable cambiar a HC. En los casos en los que no se pueden utilizar agentes espumantes inflamables, se han introducido varios HFC, como el HFC-245fa. Por ejemplo, una parte significativa del mercado de espuma de PU corresponde a la espuma en aerosol, que se aplica a edificios *in situ*. La espuma en aerosol requiere el uso de un agente espumante no inflamable.