

Reducción gradual del consumo de HFC en la Unión Europea: evaluación de las implicaciones para el sector RAC

INFORME FINAL

- Versión 11
- Septiembre de 2012

Reducción gradual del consumo de HFC en la Unión Europea: evaluación de las implicaciones para el sector RAC

INFORME FINAL

- Versión: 11
- Septiembre de 2012

SKM EnviroS
New City Court, 20 St Thomas Street, Londres, SE1 9RS
Reino Unido
Tlfn.: +44 20 7759 2600
Fax.: +44 20 7759 2601
Web: www.skmenviros.com

COPYRIGHT: Las ideas y datos contenidos en este documento son propiedad de Sinclair Knight Merz (Europa) Ltd. Usar o copiar el presente documento parcial o totalmente sin permiso previo por escrito de Sinclair Knight Merz (Europa) Ltd es una infracción del copyright.

LIMITACIÓN: Este informe ha sido preparado en representación de y para el uso exclusivo de l cliente de Sinclair Knight Merz (Europa) Ltd. Está sujeto a las cláusulas del acuerdo entre Sinclair Knight Merz (Europa) Ltd y su cliente y se edita según tales cláusulas. Sinclair Knight Merz (Europa) Ltd se exime de responsabilidad ante cualquier uso de este informe por un tercero o por fundamentarse en lo expuesto en el documento.

Índice

Resumen	1
1. Introducción	13
1.1. Objetivos del estudio y estructura del informe	13
1.2. Antecedentes del uso de gases fluorados	14
1.3. Políticas para reducir las emisiones de gases fluorados	15
1.4. Comprendiendo las emisiones, la demanda y el consumo de HFC	15
2. Uso de refrigerantes alternativos en los mercados de RAC	17
2.1. Selección de un refrigerante adecuado	17
2.2. Sectores y subsectores del mercado	18
2.3. Uso actual de refrigerantes	20
2.4. Reducción del consumo y de las emisiones de HFC	21
2.5. El impacto de la selección del refrigerante en la eficiencia energética	23
3. Fundamentos de la modelización	26
3.1. Introducción del modelado de sectores RAC	26
3.2. Análisis de escenarios	26
3.3. Parámetros de entrada	27
3.4. Metodología de análisis económico	29
4. Perfiles de sectores del mercado y opciones de refrigerantes	31
4.1. Descripciones de subsectores	31
4.2. Análisis de opciones de refrigerantes siguiendo los colores del semáforo	34
5. Escenarios de consumo futuro de HFC para RAC	38
5.1. Presentación de los escenarios de RAC	38
5.2. Resultados para el mercado total de RAC	40
5.3. Resultados para los 7 sectores principales del mercado de RAC	50
5.4. Beneficios ambientales de las bombas de calor	54
5.5. Análisis económico	55
5.6. Pronta reducción gradual de HFC 404 ^a	60
5.7. Pronta reducción gradual de HFC 404 ^a	63

6. Interacción con sectores del mercado diferentes de RAC	65
6.1. Aerosoles técnicos	65
6.2. Aerosoles médicos	66
6.3. Agentes esponjantes	67
6.4. Sistemas de protección de incendios	68
6.5. Perfiles de consumo futuro de HFC en sectores diferentes de RAC	69
7. Perfiles de reducción gradual de HFC	70
7.1. Propuestas de reducción gradual	70
7.2. Evaluación de los HFC en el sector RAC	72
7.3. Evaluación global incluyendo sectores diferentes de RAC	73
Apéndice A Acrónimos y abreviaturas	74
Apéndice B Referencias	75
Apéndice C: Perfiles de subsectores del mercado	76
Apéndice D: Elección de refrigerantes por subsector	120

Resumen

Antecedentes y metodología

1. En el presente informe se indican los resultados de un estudio sobre el potencial de la reducción gradual del consumo de HFC en los mercados de refrigeración, acondicionamiento de aire y bombas de calor (RAC) de la Unión Europea. SKM Enviros llevó a cabo el estudio en representación de EPEE en el periodo de marzo a junio de 2012.
2. El objetivo del estudio es investigar los costes potenciales y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en perfiles alternativos ideados para conseguir la reducción gradual del consumo de HFC en la Unión Europea.
3. Se realizó una modelización detallada de los mercados de RAC en Europa. Se desarrolló un nuevo modelo denominado "modelo de refrigerantes de SKM" con el objetivo de proporcionar el nivel de detalle requerido para evaluar totalmente la posible reducción de emisiones y las implicaciones económicas de una reducción gradual de HFC. El nuevo modelo se basa en los resultados de trabajos anteriores llevados a cabo por EPEE (Erie-Armines, 2011).
4. El mercado de RAC se modeló utilizando 7 sectores principales y 43 subsectores. Un número elevado de subsectores garantiza que se tengan en cuenta las diferentes circunstancias de este mercado. Otros estudios recientes han utilizado menos subsectores (Okó Recherche 2011 tiene 18 subsectores, y Erie-Armines 2011 34). El presente informe descompone más detalladamente, por lo que permite un modelado más exacto.
5. Para cada subsector se definió un "sistema actual estándar". Se identificaron características clave como el tamaño actual del mercado, los índices de carga y de fuga de refrigerantes, la eficiencia energética y el coste del capital. Se evaluaron refrigerantes alternativos que pudieran utilizarse en cada subsector. El impacto de cada alternativa se evaluó en términos de eficiencia energética, de coste del capital, de coste de funcionamiento y considerando cualquier barrera potencial para su empleo (por ejemplo, legislación de seguridad). La mayoría de las alternativas consideradas fueron para nuevos equipos, si bien en algunos mercados también se evaluó la posibilidad de la readaptación de sistemas existentes para cargarlos con un refrigerante alternativo.
6. Se definió una situación de referencia que prevé el consumo probable de refrigerante entre la fecha actual y 2040 considerando la mezcla de refrigerantes utilizados para equipos nuevos en un periodo anual. En la situación de referencia se mantienen durante los próximos 30 años las prácticas y las tendencias actuales de empleo de refrigerantes. Se definieron escenarios alternativos para contrastarlos con la situación de referencia. Cada escenario introduce cambios que conducen a reducir el consumo de HFC.
7. Se modeló y se comparó el impacto económico de cada escenario con la situación de referencia, por lo que se ofrece una estimación del coste de la reducción de emisiones en términos de € por tonelada de CO₂ eliminada. Se estableció el consumo anual de

refrigerantes en cada escenario y se comparó con los perfiles de reducción gradual propuestos a través del proceso del Protocolo de Montreal.

8. Los datos iniciales utilizados como variables de entrada en el modelo de refrigerantes de SKM muestran un crecimiento importante en algunos subsectores entre 2010 y 2030. Concretamente se prevé que el uso de aire acondicionado estacionario aumente un 90% durante este periodo y el de las bombas de calor de solamente calefacción en un 290% (promedio de un 7% por año, desde un valor inicial pequeño). Este elevado crecimiento aumentará significativamente la demanda de refrigerantes en tales mercados. La evaluación de la reducción gradual de HFC debe considerar totalmente estos cambios en el tamaño del mercado.

Escenarios analizados

9. En el informe se presentan los cuatro escenarios siguientes:

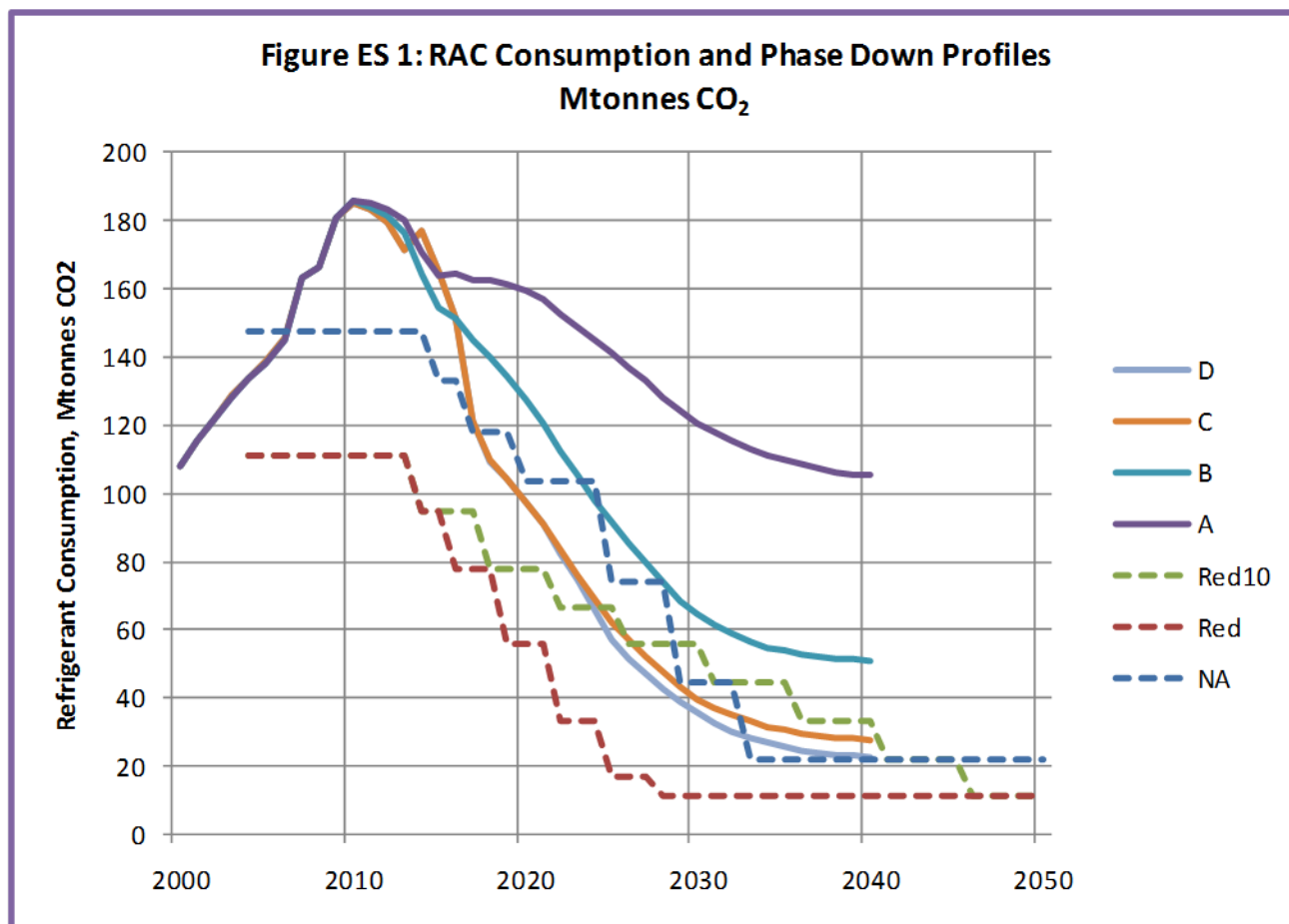
Escenario	Descripción	Comentarios
A	Bajo impacto, situación de referencia (Todos los escenarios se comparan con el escenario A para evaluar su impacto económico)	El escenario A refleja un punto de vista conservador de los cambios actuales en el uso de refrigerantes y se utiliza como previsión de "situación invariable" frente a los demás escenarios que se pueden comparar. El escenario A refleja el uso posible de HFC según el presente régimen normativo (en particular el Reglamento sobre Gases Fluorados de 2006).
B	Impacto medio	El escenario B introduce recortes en el empleo de HFC debidos a la disponibilidad de sistemas nuevos y a la mejora de los niveles de fugas generada por la implantación completa del Reglamento sobre Gases Fluorados.
C	Impacto elevado	Con respecto al escenario B, este escenario considera (i) un mayor uso de alternativas con un potencial de efecto invernadero muy bajo, (ii) empleo temprano de alternativas con potencial de efecto invernadero medio en los equipos nuevos para evitar la instalación de sistemas nuevos con refrigerantes con GWP muy alto y (iii) readaptación de parte del abanico de refrigerantes con GWP elevado (concretamente HFC 404A) en las circunstancias oportunas.
D	Impacto muy elevado	Este escenario mejora el escenario C considerando mayor difusión del uso de refrigerantes A2L (ligeramente inflamables) a partir de 2020 en los mercados de aire acondicionado estacionario e industrial.

Refrigerantes alternativos considerados

10. Se consideraron catorce refrigerantes diferentes, alternativos a los HFC correspondientes que se emplean actualmente. Se clasificaron en 3 grupos según su potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés):
- **Grupo 1:** 6 refrigerantes con un GWP muy bajo (inferior a 10) que incluyen amoníaco, CO₂, hidrocarburos (HC) y 3 fluorocarburos insaturados (HFO) nuevos.
 - **Grupo 2:** 4 refrigerantes con GWP bajo (del orden de 100 a 1.000) como el HFC 32, HFC 245fa y 2 mezclas basadas en HFO (una mezcla ligeramente inflamable con un GWP nominal de 300 y una mezcla no inflamable con un GWP de 700).
 - **Grupo 3:** 4 refrigerantes con un GWP medio (en torno a 1.000 hasta un poco por encima de 2.000) como HFC 134a, HFC 410A, HFC 407A y HFC 407F. Es importante tener en cuenta que estos refrigerantes tienen un GWP de solo un tercio a la mitad del ampliamente utilizado HFC 404A y pueden permitir una reducción rápida y económica del consumo de HFC.

Perfiles de reducción gradual para todo el mercado de RAC

11. Un resultado esencial del modelo es la comparación del consumo futuro de refrigerante con los perfiles de reducción gradual de la propuesta Norteamericana (NA) y los escenarios de la Unión Europea desarrollados por Oko Recherche. En la Figura ES 1 se muestra el consumo dentro de un abanico de escenarios con respecto a las propuestas de reducción gradual. Las 3 líneas “escalonadas” son propuestas de reducción gradual y las 4 curvas marcadas como A, B, C y D son los 4 escenarios de consumo analizados en este estudio.



En la Figura ES 1 aparece claramente:

- El escenario A (el caso de referencia) muestra solamente una disminución moderada del consumo de refrigerantes.
- El escenario B solamente cumple el perfil de NA en 2024 y 2028.
- El escenario C cumple el perfil de reducción gradual de NA entre 2018 y 2032, aunque no llega a los objetivos en los primeros años ni después del último paso de reducción gradual en 2033.
- El escenario D genera recortes más profundos que C, pero no cumple el último final del perfil de NA.

- Los objetivos de 2014 a 2018 son muy difíciles de cumplir porque los valores de referencia iniciales definidos en cada propuesta no tienen en cuenta el crecimiento del mercado entre 2005 y 2012.
- La profundidad de los recortes propuestos en los perfiles de reducción gradual de la Unión Europea será muy difíciles de lograr en los sectores de RAC dentro de los escenarios analizados.

Costo de la reducción

12. El potencial global de reducción de emisiones de los 3 escenarios se resume en la Tabla ES 1.

Tabla ES 1: Reducción de las emisiones brutas (millones de toneladas de CO₂) - con respecto a A, 2030			
	B	C	D
1 - Refrigeración doméstica	0,1	0,1	0,1
2 - Refrigeración comercial	24,2	34,6	34,6
3 - Refrigeración de transporte	0,9	1,4	1,4
4 - Refrigeración industrial	2,7	5,2	5,4
5 - Aire acondicionado estacionario y bombas de calor	14,5	15,4	16,9
6 - Enfriadores y bombas de calor hidrónicas	5,0	5,8	5,8
7 - Aire acondicionado móvil	2,3	2,5	2,5
Total	49,6	64,8	66,6

En esta tabla se muestra que se pueden ahorrar entre 65 y 67 millones de toneladas de CO₂ en 2030 mediante los escenarios C y D. Más de la mitad del ahorro potencial procede del sector de la refrigeración comercial.

13. El impacto económico de cada escenario en términos de coste de la reducción (€ por tonelada de CO₂ reducida) se resume en la Tabla ES 2.

Tabla ES 2: Coste de la reducción (€/tCO₂) - con respecto al Escenario A, 2030, supuesto medio			
	B	C	D
1 - Refrigeración doméstica	-119	-95	-95
2 - Refrigeración comercial	15	23	23
3 - Refrigeración de transporte	5	-11	-11
4 - Refrigeración industrial	10	-1	16
5 - Aire acondicionado estacionario y bombas de calor	24	27	45
6 - Enfriadores y bombas de calor hidrónicas	-7	4	4
7 - Aire acondicionado móvil	7	11	11
Total	15	19	25

En esta tabla aparece que el coste global de la reducción de emisiones utilizando supuestos económicos “medios” se sitúa entre 15 y 25 euros por tonelada de CO₂. Los valores de los costes de la reducción de la Tabla ES 2 son para 2030.

14. El análisis económico es muy sensible a las consideraciones de entrada relacionadas con (a) el coste del capital adicional relacionado con el empleo de refrigerantes alternativos, (b) el coste de mantenimiento adicional y (c) la diferencia en la eficiencia energética. Muchos de los refrigerantes alternativos considerados en el análisis (en particular HFO y mezclas de HFO) solamente deben entrar obligatoriamente en el mercado en torno a 2015; por lo que es muy difícil prever el coste y el rendimiento de los sistemas RAC que utilicen estos refrigerantes. Otras opciones importantes como el CO₂ se encuentran solamente en etapas muy iniciales de su desarrollo comercial, por lo que vuelve a ser muy difícil predecir su rendimiento y coste.

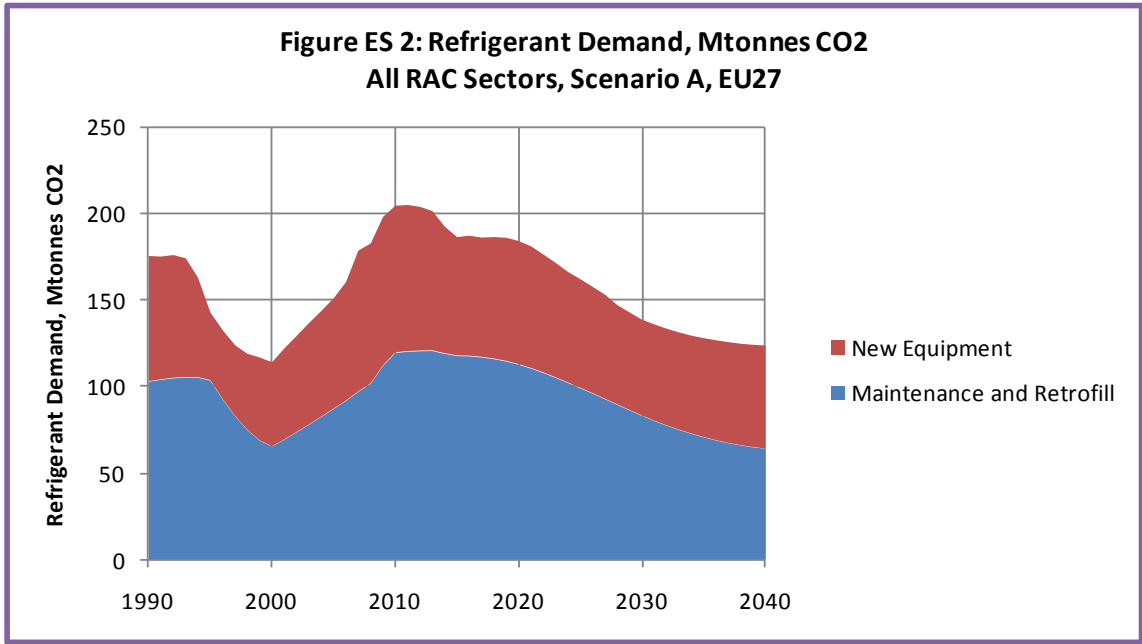
En la Tabla ES 3 se muestran los resultados del análisis de sensibilidad. Tales resultados indican que la incertidumbre de los costes de la reducción se encuentran en torno a 4 y 43 € por tonelada de CO₂.

Tabla ES 3	Coste de la reducción (€) por tonelada de CO ₂			
	Escenario:	B	C	D
Capital elevado, mantenimiento elevado, eficiencia baja		25	34	43
Valores de supuesto medio		15	19	25
Capital bajo, mantenimiento bajo, eficiencia alta		4	4	7

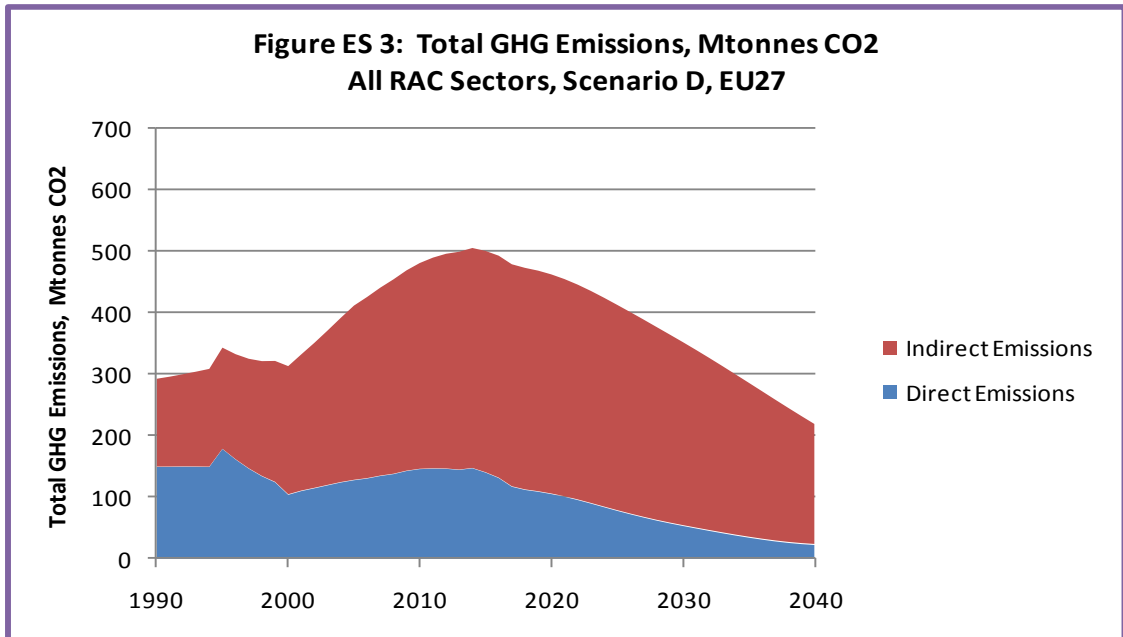
15. Las cifras del coste de la reducción que aparecen en Oko Recherche 2011 aparecen a partir de consideraciones muy optimistas de la mejor eficiencia energética de alternativas como el amoníaco. Este estudio ofrece una evaluación más realista de las diferencias de eficiencia energética entre refrigerantes.

Emisiones de gases de efecto invernadero

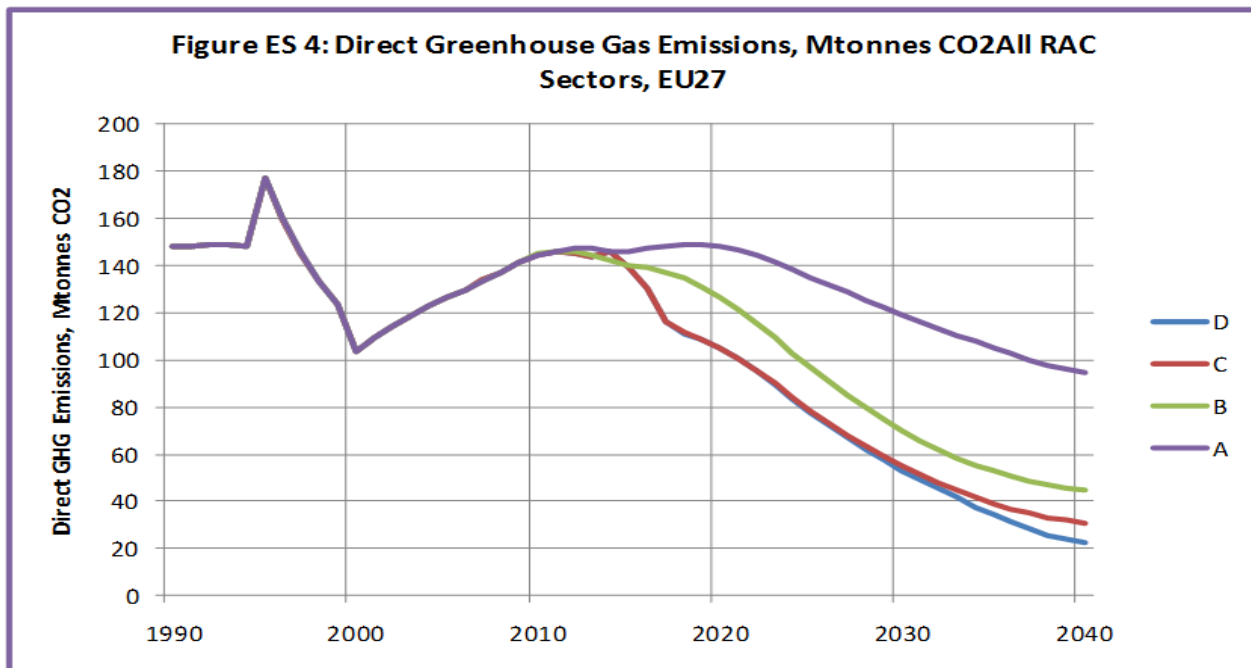
16. Los resultados de la modelización indican que el tope de las emisiones por fugas representa el 60% de la demanda de refrigerante ponderada por gases de efecto invernadero en 2030 dentro del escenario A (supuesto de referencia). Esto resalta la importancia de continuar mejorando los índices de fugas mediante el marco establecido en el Reglamento F-Gas de 2006. En la Figura ES 2 se muestra la división en la demanda entre equipos nuevos y mantenimiento.



17. La modelización demuestra la importancia de las emisiones “indirectas” de CO₂ asociadas a la energía. En 2030, las emisiones asociadas a la energía representarán el 85% de las emisiones totales, según se indica en la Figura ES 3. Para lograr una reducción máxima de las emisiones totales resulta obvio que es necesario mejorar la eficiencia energética de los sistemas de RAC. No se debe permitir que la elección del refrigerante suponga un obstáculo para mejorar la eficiencia energética.



18. En la Figura ES4 se muestra la previsión de las emisiones directas de gases de efecto invernadero procedentes de cada uno de los 4 escenarios principales. En 2030 la reducción de emisiones lograda con respecto a 2010 será de 74 millones de toneladas de CO₂ para el escenario B y de 91 millones de toneladas de CO₂ para el escenario D.



Reducción de emisiones de las bombas de calor

19. Este modelo se ha utilizado para evaluar los beneficios ambientales de las bombas de calor (tanto de solamente calefacción como reversibles de aire acondicionado y bomba de calor). Los resultados muestran su enorme importancia. Se estima para 2030 una reducción neta de emisiones de gases de efecto invernadero de 155 millones de toneladas de CO₂ debida al empleo de bombas de calor en lugar de calderas de gas. Esto es unas 3 veces mayor que la reducción probable del nivel de emisiones lograda mediante la reducción gradual de los HFC. Incluso en el escenario del supuesto de referencia las emisiones directas de refrigerantes relacionadas con estas bombas se estima solamente de 15 millones de toneladas de CO₂. Estos datos resaltan la importancia de contar con un programa de reducción gradual flexible que deje a las bombas de calor suficiente espacio para que el mercado crezca utilizando refrigerantes que ofrezcan la máxima eficiencia energética.

Disponibilidad de refrigerante recuperado

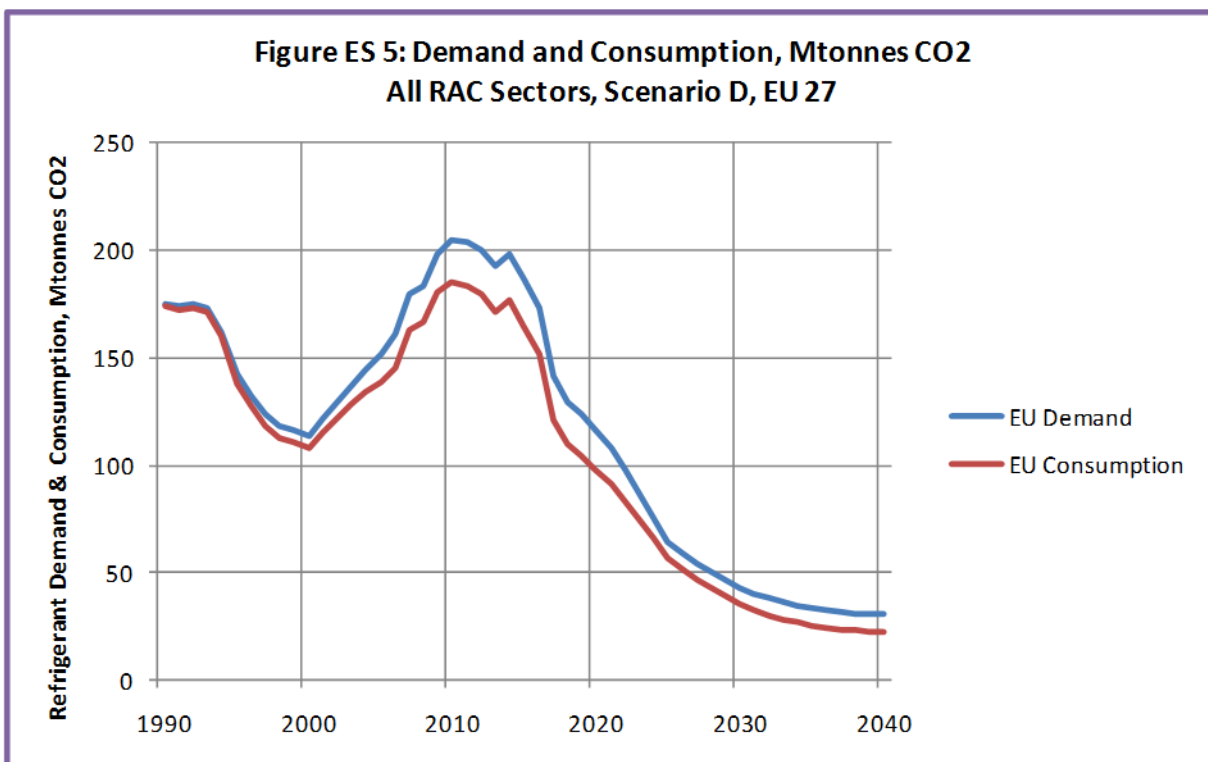
20. Según el modelo, en 2025 habrá unas 28 millones de toneladas de CO₂ de refrigerantes HFC disponibles para recuperarse y reutilizarse procedentes de equipos antiguos que se encuentren al final de su vida útil. Este dato cae a unos 20 millones de toneladas de CO₂ en 2033. Esta recuperación de refrigerante puede contribuir de manera importante al cumplimiento de los objetivos de reducción gradual en el periodo de hasta 2035 si se puede establecer un buen mercado para los HFC reciclados o recuperados y siempre que las normas de la reducción gradual permitan el uso de materiales reciclados o recuperados.

Consumo y demanda

21. Existe una diferencia entre el consumo (según la definición del Protocolo de Montreal se excluyen las importaciones y exportaciones de equipos precargados) y la demanda (que incluye tales importaciones y exportaciones) de refrigerante de la Unión Europea. La mayor parte de la diferencia se encuentra en el mercado del pequeño aire acondicionado, para el que existen niveles importantes de importaciones de equipos precargados. La diferencia entre las previsiones de consumo y de demanda en el modelo de refrigerantes de SKM se ilustra en la Figura ES 5.

Nota: la reutilización de refrigerante recuperado no se incluye en las definiciones de consumo o demanda, que solamente incluyen refrigerante nuevo.

En este informe la palabra «consumo» siempre hace referencia a su definición según el Protocolo de Montreal, mientras que «demanda» siempre significa consumo más importaciones en productos menos exportaciones en productos.



Necesidad de una pronta reducción gradual del HFC 404A

22. El análisis muestra la relativa importancia del HFC 404A en términos de consumo y emisiones. El modelo de refrigerantes de SKM muestra que el HFC 404A supondrá alrededor del 50% de la emisiones directas en el periodo 2015 a 2020 dentro del escenario A.
23. Recientes informes como Oko Recherche 2011, Erie Armines 2011 y TEAP 2012 no resaltan la importante oportunidad relacionada con una pronta reducción gradual del HFC 404A, de hecho, TEAP 2012 se refiere a un solo grupo de refrigerantes de “GWP medio o elevado” que incluye al HFC 134a en el mismo grupo que el HFC 404A, a pesar de que sus GWP se diferencian en un factor de 3. Esto simplifica demasiado la categorización de los refrigerantes y no orienta adecuadamente a los responsables políticos sobre las mejores opciones disponibles para la reducción gradual de los HFC. Ninguno de los informes anteriores hace una referencia adecuada al uso temprano de otros refrigerantes con GWP medio en equipos nuevos a corto plazo, ni a la posibilidad de readaptar los sistemas existentes para rellenarlos con un refrigerante alternativo.
24. Evitar el uso de refrigerantes con un GWP elevado supone el beneficio que se reducen las emisiones directas entre un 50% y un 70% (considerando unos índices de fuga iguales). Las políticas de reducción gradual de HFC deberían ayudar a los usuarios finales a comprender esta oportunidad. Es necesario que los responsables políticos entiendan que el uso a corto plazo de HFC adicionales con un GWP medio sería beneficioso para el medio ambiente. En el periodo comprendido entre 2013 y 2018, el empleo del HFC 404A se puede reducir considerablemente utilizando alternativas con un GWP medio. Durante ese periodo también se pueden utilizar refrigerantes con un GWP muy bajo como el CO₂, pero solamente en sistemas nuevos.
25. El análisis muestra que una pronta reducción gradual del HFC404A es esencial para conseguir el objetivo de reducción gradual global del 30% para 2020.

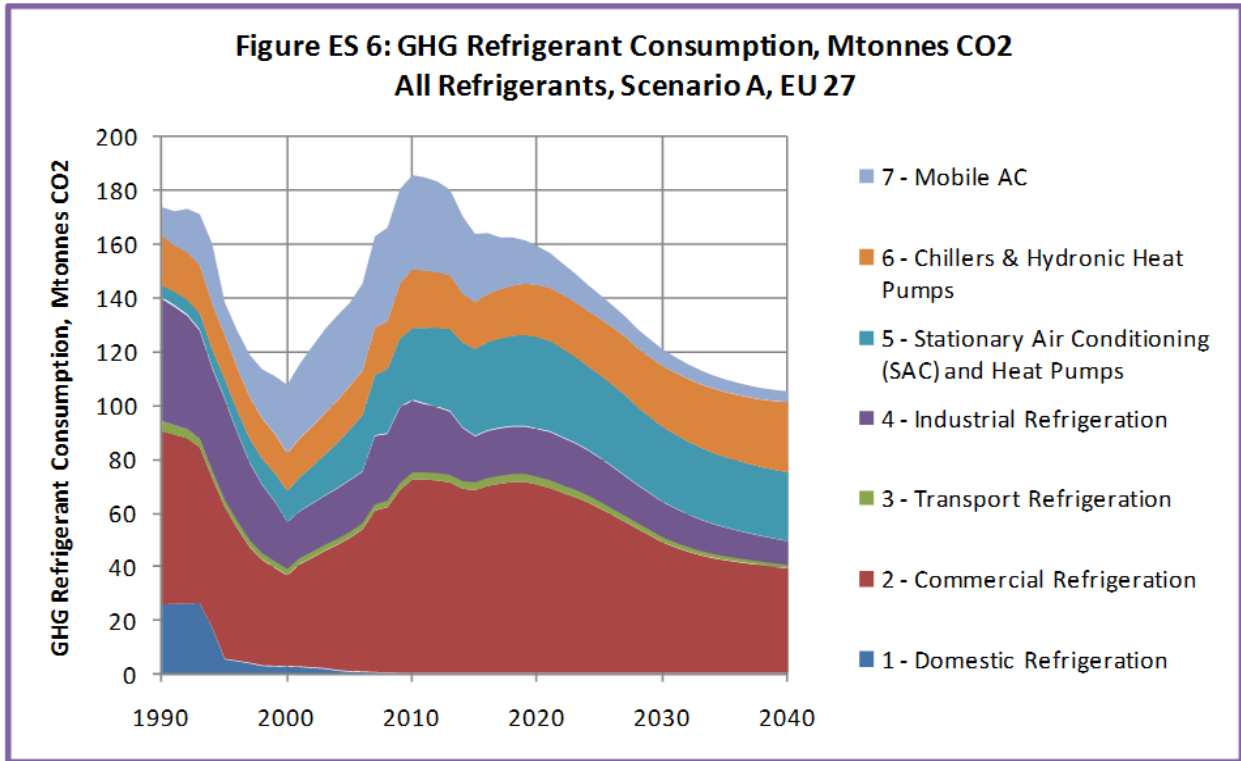
Uso de refrigerantes ligeramente inflamables

26. Probablemente la utilización de refrigerantes ligeramente inflamables será una estrategia a tener en cuenta para lograr recortes importantes en el consumo de HFC. Refrigerantes tales como el HFC 32, los HFO y mezclas de HFO ofrecen GWP bajos o muy bajos a la vez que un buen rendimiento. No obstante, las barreras “institucionales” relacionadas con los códigos de práctica y las legislaciones nacionales sobre seguridad probablemente van a restringir su empleo a corto plazo. Es importante que la industria de RAC comprenda mejor los riesgos relacionados con los refrigerantes ligeramente inflamables y que los organismos pertinentes actualicen las normas y regulaciones para permitir un uso más generalizado.

Resultados para los 7 sectores principales del mercado de RAC

27. En la Figura ES 6 se muestra una división del consumo de refrigerantes, medidos en términos de toneladas de CO₂ equivalentes, entre los 7 sectores principales del mercado de

RAC. Esta figura muestra que el mercado de la refrigeración comercial es el mayor, ya que representa el 40% del consumo total en 2010 y el 46% en 2020. En los apartados posteriores se resumen los resultados clave de cada sector del mercado.



28. El **Sector de la Refrigeración Doméstica** representaba solamente el 0,2% del consumo de refrigerantes con gases de efecto invernadero en 2010. Esta cifra es baja debido a que (a) este sector ya utiliza generalizadamente refrigerantes con GWP muy reducidos (HC) y (b) sus niveles de fugas son muy bajos, por lo que el consumo por mantenimiento es muy pequeño. En 1990 el sector doméstico representaba alrededor del 15% del consumo, debido al empleo de CFC 12, el cual tiene un GWP muy elevado. En 2010 el sector doméstico suponía el 10% del consumo eléctrico de RAC total. Esto pone de manifiesto que el sector doméstico es mucho mayor de lo que indican las cifras de consumo de refrigerantes con gases de efecto invernadero de 2010. Se estima que el 90% de los equipos nuevos de este sector ya utilizan HC. El restante emplea el HFC 134a. Puede ser que antes de 2020 el R134a en equipos nuevos pueda sustituirse por HC o HFO 1234yf.

29. El **Sector de la Refrigeración Comercial** representaba el 40% del consumo de refrigerantes con gases de efecto invernadero en 2010. La mayor parte de este consumo (85%) pertenece a grandes sistemas de refrigeración de supermercados, la mayoría de los cuales utilizan un refrigerante con GWP elevado, el HFC 404A. El consumo restante se divide entre pequeños sistemas herméticos y sistemas de una sola unidad de condensación. Tradicionalmente los índices de fuga en el sector comercial son elevadas. Se están ensayando nuevas tecnologías dentro del sector de los supermercados y probablemente en el futuro se empleen generalizadamente sistemas de refrigeración de CO₂. Las mezclas de HFO y los HC probablemente también tendrán un papel importante en el sector comercial. Existe un potencial elevado para readaptar los sistemas existentes de HFC 404A para

cargarlos con el HFC 407A o 407F. El valor de GWP de estas alternativas es aproximadamente la mitad del correspondiente a HFC 404A y pueden también mejorar la eficiencia energética.

30. El **Sector de la Refrigeración en el Transporte** representaba el 2% del consumo de refrigerantes con gases de efecto invernadero en 2010. Este sector incluye la refrigeración empleada en furgonetas, camiones y contenedores. Los sistemas actuales emplean considerablemente el HFC 404A, un refrigerante con un elevado GWP. La penetración de refrigerantes alternativos en este sector es reducida. Puede que a corto plazo se utilicen refrigerantes de GWP medio como los HFC 407A o 407F en vez del HFC 404A. Para 2020, las mezclas de HFO podrían ser la alternativa más rentable. Puede que el CO₂ también sea adecuado para este sector.
31. El **Sector de la Refrigeración Industrial** representaba el 15% del consumo de refrigerantes con gases de efecto invernadero en 2010. Se trata de un sector complejo con un amplio abanico de requisitos en términos de dimensiones de los sistemas y de niveles de temperatura. Aún se utiliza una cantidad importante del HCFC 22, el cual se debe retirar paulatinamente para final de 2014 según el Reglamento del Ozono. En los grandes sistemas se emplea amoniaco manera generalizada. Los HFC se utilizan principalmente en sistemas industriales relativamente pequeños, de entre 20 y 200 kW. Los sistemas con HFC emplean extensamente el HFC 404A, un refrigerante con un GWP elevado. Se pueden adoptar diversas alternativas. El amoniaco actúa bien en sistemas grandes, mientras que el CO₂ podría desempeñar un buen papel especialmente cuando la recuperación de calor es un beneficio secundario útil. Para 2020, las mezclas de HFO podrían ser una alternativa a tener en cuenta para sistemas de pequeño tamaño.
32. El **Sector del Aire Acondicionado Estacionario y de la Bomba de calor** representaba el 15% del consumo de refrigerantes con gases de efecto invernadero en 2010. Este sector de rápido crecimiento incluye varios tipos de sistemas aire-aire como unidades de solo enfriamiento, unidades reversibles (proporcionan aire acondicionado en verano y bomba de calor en invierno) y bombas de calor de solamente calefacción. El refrigerante de elección actual para muchos sistemas es el HFC 410A, el cual tiene un GWP medio (de 2.088). Este refrigerante ofrece niveles elevados de eficiencia energética y sistemas compactos (debido al pequeño tamaño del compresor). Al corto plazo no existen alternativas no inflamables que puedan utilizarse en este sector de manera rentable. Si serían viables refrigerantes ligeramente inflamables; una opción actualmente disponibles es el HFC 32 (GWP 675). Para 2020 puede que también esté disponible de manera generalizada una mezcla de HFO ligeramente inflamable y rentable. El elevado nivel de crecimiento de este mercado generará un consumo de HFC cada vez mayor hasta que se introduzcan alternativas con un GWP más bajo. Las bombas de calor de este sector contribuirán de manera importante a reducir las emisiones de CO₂ asociadas a la energía, especialmente conforme el suministro de electricidad se descarbonice.
33. El **Sector de los Enfriadores y de las Bombas de Calor Hidráulicas** representaba el 9% del consumo de refrigerantes con gases de efecto invernadero en 2010. Este sector incluye

varios tipos de sistemas hidrónicos (fundamentados en el agua) como los enfriadores de agua, los enfriadores de agua reversibles y las bombas de calor de solamente calefacción. Los índices de fuga son bajos con respecto a muchos otros sectores del mercado, dado que la mayoría de los equipos se construyen en fábrica. En sistemas de tamaño pequeño y mediano existe un gran potencial para utilizar alternativas ligeramente inflamables como el HFC 32 o las mezclas de HFO. En sistemas grandes, ya se está ensayando el HFO 1234ze como alternativa al HFC 134a y también se pueden tener en cuenta el amoniaco y los HC.

34. El **Sector de la Refrigeración Móvil** representaba el 20% del consumo de refrigerantes con gases de efecto invernadero en 2010. Este sector incluye los aires acondicionados de los automóviles y de vehículos mayores como autobuses o trenes. El consumo y las emisiones de este sector caerán rápidamente después de 2020 cuando la Directiva MAC (MAC, aire acondicionado móvil por sus siglas en inglés) tenga su máximo efecto. El consumo del sector MAC de vehículos habrá caído desde los 18 millones de toneladas de CO₂ en 2010 a solo 0,04 millones de toneladas de CO₂ en 2030. El consumo en autobuses y trenes no se reducirá tan rápidamente debido a que aún no existen alternativas rentables. Para 2020 puede que esté disponible una mezcla adecuada no inflamable de HFO.

Conclusiones del estudio

35. Conclusiones clave del presente estudio:

- a) Hacer previsiones exactas para un periodo de 20 a 30 años es muy difícil, especialmente debido a que algunos de los refrigerantes que se emplearán aún no están disponibles comercialmente o se encuentran tan solo en las primeras fases de su desarrollo comercial.
- b) La prevención de fugas es una estrategia clave dentro de una reducción gradual de los HFC. Las fugas generan el 60% de la demanda de refrigerantes en el Escenario A. Existe un entorno excelente para reducir significativamente las fugas a través del reglamento actual de F-Gas. Las medidas adicionales del Reglamento revisado para maximizar la reducción de fugas permitirán lograr una reducción gradual y global de los HFC.
- c) La reducción gradual del consumo del HFC 404A puede ofrecer descensos importantes y rápidos. Existen alternativas ya disponibles para este refrigerante de alto GWP en prácticamente todos los tipos de equipos nuevos y muchos sistemas existentes se pueden reacondicionar utilizando refrigerantes con un GWP medio.
- d) La eficiencia energética siempre tiene una importancia crucial. El 80% de las emisiones totales de RAC en 2015 proceden de la energía, mientras que el 20% restante proceden de pérdidas directas de refrigerante. La proporción de emisiones asociadas a la energía aumentará conforme vaya teniendo efecto la reducción gradual de los HFC. Los esfuerzos para mejorar la eficiencia energética no deberían sufrir por la existencia de restricciones inadecuadas.
- e) Los beneficios energéticos de las bombas de calor son potencialmente mucho mayores que los originados por una reducción gradual de los HFC. Las menores emisiones netas de las

bombas de calor (con respecto a las de las calderas de gas) en 2030 podría superar los 150 millones de toneladas de CO₂, con respecto a la reducción de aproximadamente 65 millones de toneladas de CO₂ que supondría la reducción gradual de los HFC. Para maximizar este beneficio es esencial que se disponga de un refrigerante para bombas de calor que sea rentable y energéticamente eficiente.

- f) Los valores de referencia iniciales de las propuestas de reducción gradual de Norteamérica (NA) y de la Unión Europea RED no son nada realistas, ya que se basan en el consumo de 2005 a 2008 y de 2004 a 2006. Ignoran el aumento de consumo producido desde 2008, lo que hace que sea imposible cumplir las primeras fases de la reducción gradual. Un conjunto de referencia inicial correspondiente al periodo de 2010 a 2012 ofrecería un mejor punto de arranque para establecer un perfil de reducción gradual.
- g) Para casi lograr la propuesta de reducción gradual de Norteamérica son necesarios profundos recortes en el consumo. Evitar el HFC 404A urgentemente (mediante el uso a corto plazo de HFC con GWP medio) y establecer iniciativas de reducción de fugas son dos estrategias importantes y baratas. El uso de CO₂, amoníaco, HC, HFO y mezclas de HFO en equipos nuevos en los mercados pertinentes permitirá conseguir la mayor parte de las reducciones de HFC a largo plazo.
- h) Los perfiles de reducción gradual de EU RED y RED 10 son demasiado difíciles de lograr de una manera económicamente viable. Las primeras reducciones son demasiado abruptas (debido a unos valores de referencia iniciales nada realistas que no reflejan el crecimiento del mercado) y el paso final también es demasiado grande (el 10% del valor inicial de referencia con respecto al 15% de la propuesta de Norteamérica).
- i) La pronta disponibilidad y el desarrollo comercial de mezclas de HFO podrían influir considerablemente en ciertos sectores del mercado, especialmente los vertiginosos mercados del aire acondicionado y de las bombas de calor.
- j) Los esfuerzos por eliminar las barreras al uso de refrigerantes ligeramente inflamables (por ejemplo, cambios en las normativas nacionales contra incendios o en los códigos de práctica de seguridad) ayudarán a que se adopten mucho más rápidamente alternativas con GWP bajos.
- k) El coste promedio para que sean efectivas las medidas de reducción gradual en los sectores de RAC se encuentra entre los 15 y los 25 euros aproximadamente por tonelada eliminada. Estas cifras son sensibles a las consideraciones iniciales, por lo que los costes de la reducción se pueden situar en el ámbito de los 4 a los 43 euros por tonelada eliminada.
- l) El coste promedio para que sean efectivas las medidas de reducción gradual en sectores no RAC se sitúa mejor en torno a los 10 euros por tonelada eliminada para aerosoles, espumas y protección de incendios.

- m) Es importante comprender la distinción entre consumo (suministro del producto tal cual en la UE) de la Unión Europea y demanda (que también tiene en cuenta los HFC en productos importados precargados) de la Unión Europea. Un proceso de reducción gradual que solamente aborde el consumo podría permitir la importación ilimitada de equipos precargados que contengan los gases afectados por la reducción gradual (es necesario evitar este “agujero” en la política de reducción gradual).