



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE ESTADO DE
MEDIO AMBIENTE



oecc
Oficina Española de Cambio
Climático

Informe técnico sobre alternativas a los HFCs en refrigeración comercial en España



Oficina Española de Cambio Climático

Enero 2016



INDICE

1. Objeto.....	1
2. Antecedentes	1
2.1. Definición de la prohibición en refrigeración comercial.....	1
2.2. Flexibilidades que permite el Rg 517/2014.....	3
3. Metodología	4
4. Resultados.....	6
4.1. Cuestionarios remitidos	6
4.2. Análisis de las principales variables	7
4.3. Evolución de las tecnologías desde 2013	9
4.4. Otras observaciones.....	10
5. Discusión de resultados	11
6. Conclusiones y próximos pasos	12

1. Objeto

Este informe realiza un primer análisis sobre las alternativas a gases fluorados en refrigeración comercial en España con objeto de evaluar las posibilidades de hacer frente a la prohibición establecida en el Anexo III del Rg 517/2014, sobre gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Rg 842/2006.

Se trata de un primer informe realizado por parte de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) con las aportaciones de los integrantes del Grupo de Trabajo del Rg 517/2014, en refrigeración y en próximos años se irán realizando actualizaciones del mismo.

Su finalidad es conocer el estado de la situación sobre alternativas en España en refrigeración comercial y servir de base para definir la posición española en el Comité de Gases fluorados del Rg 517/2014 respecto a esta prohibición.

2. Antecedentes

2.1. Definición de la prohibición en refrigeración comercial

Conforme al Anexo III punto 9. Del Rg 517/2014, la prohibición en refrigeración comercial se define de la siguiente manera

Centrales frigoríficas multicompresor compactas, para uso comercial, con una capacidad valorada igual o superior a 40 kW, que contengan gases fluorados de efecto invernadero, o cuyo funcionamiento dependa de ellos, con un PCA igual o superior a 150, excepto en los circuitos refrigerantes primarios de los sistemas en cascada, en que pueden emplearse gases fluorados de efecto invernadero con un PCA inferior a 1500.

Respecto de la definición de circuito refrigerante primario de sistemas en cascada establece en su artículo 2 lo siguiente “*circuito primario de sistemas indirectos de temperatura media, en los que la combinación de dos o más circuitos separados de refrigeración se conecta en serie de modo que el circuito primario absorbe el calor del condensador del circuito secundario para la temperatura intermedia*”.

La interpretación que establece la Comisión (COM) de sistemas en cascada permitidos conforme a esta prohibición aparece ilustrada en la siguiente figura. Así sólo estarían permitidos sistemas de cascada indirecta en donde el circuito primario confinado en la

sala de compresores absorbe calor del condensador del circuito secundario para temperatura media mientras que sistemas de cascada directa, también conocido como CO2 subcrítico, en donde el circuito de media temperatura absorbe el calor del condensador del circuito de baja temperatura no estaría permitido.

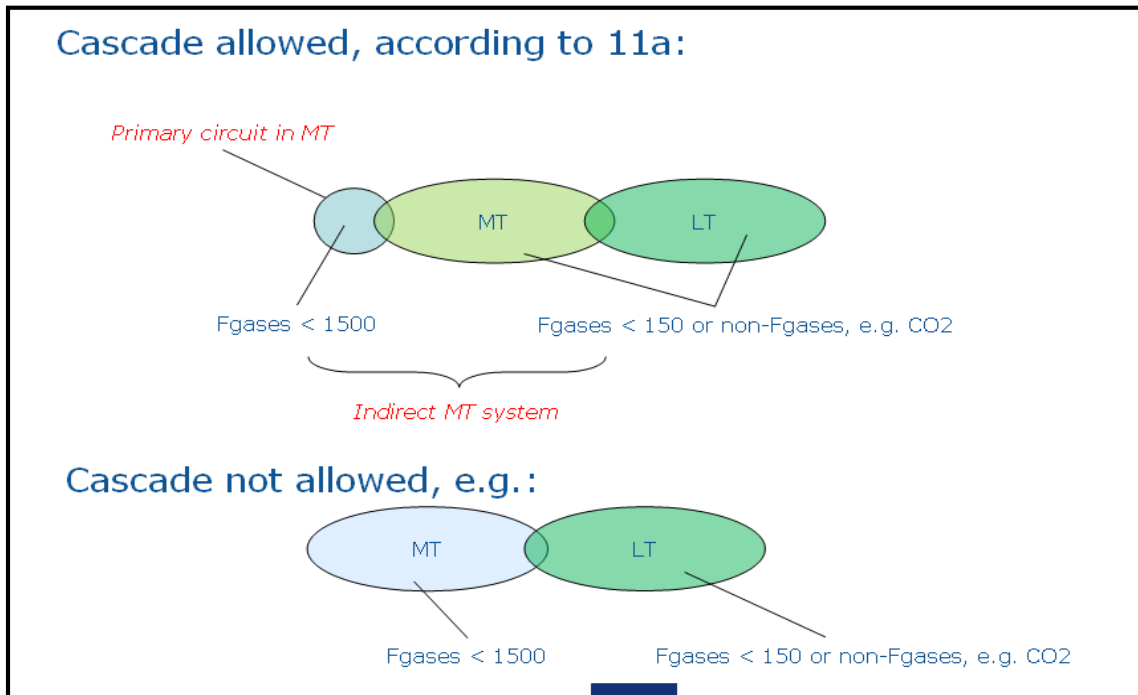


Figura 1. Sistemas en cascada permitidos por la prohibición en refrigeración comercial del Rg 517/2014

Respecto del límite de 40 KW, la COM establece la siguiente interpretación.

La identificación de una aplicación se realiza conforme a la estructura técnica del sistema y no según su localización o función y una aplicación se debería considerar como un conjunto de componentes y tuberías que forman una estructura continua a través de la cual gases fluorados pueden fluir.

Así si dos circuitos de refrigeración que no están conectados pero se utilizan para un mismo propósito (por ejemplo dos o más circuitos para baja temperatura en un supermercado) a estos se les considera como dos aplicaciones distintas.

Por último, el límite de 40 KW aplica a la potencia frigorífica y no a la potencia eléctrica y, en el caso, de sistemas multicompresores se consideraría la suma de las potencias frigoríficas del circuito de baja temperatura y de media temperatura.

2.2. Flexibilidades que permite el Rg 517/2014

Para esta prohibición y para el resto de prohibiciones el artículo 11.3 del Rg 517/2014, establece lo siguiente.

Previa solicitud motivada de una autoridad competente de un Estado miembro y teniendo en cuenta los objetivos del presente Reglamento, la Comisión podrá autorizar de modo excepcional, mediante actos de ejecución, una exención de hasta cuatro años, para permitir la comercialización de los productos y aparatos enumerados en el anexo III que contengan gases fluorados de efecto invernadero o cuyo funcionamiento dependa de ellos, en caso de que se haya demostrado que:

- a) para un producto específico o una parte de aparato, o para una categoría específica de productos o aparatos, no se dispone de alternativas o no se puede recurrir a ellas por motivos técnicos o de seguridad, o*
- b) el uso de alternativas técnicamente viables y seguras genera costes desproporcionados.*

Dichos actos de ejecución se adoptarán de conformidad con el procedimiento de examen contemplado en el artículo 24.

Además de manera específica para esta prohibición en su artículo 21.3 establece.

A más tardar el 1 de julio de 2017, la Comisión publicará un informe de evaluación de la prohibición contemplada en el anexo III, punto 13, en que considere en particular la disponibilidad de alternativas, rentables, técnicamente viables, energéticamente eficaces y fiables a los centrales frigoríficas multicompresor compactas, múltiples a que se refiere dicha disposición. A la luz de este informe, la Comisión presentará al Parlamento Europeo y al Consejo, si procede, una propuesta legislativa con objeto de modificar la disposición contemplada en el anexo III, punto 13.

Así, para flexibilizar la aplicación de esta prohibición se plantea dos posibilidades: bien retraso de 4 años en su implementación siempre que haya razones de costes, seguridad o técnicas que así lo justifiquen y que se realiza por medio de un acto de ejecución que se aprueba por el Comité de gases fluorados de la Comisión, bien revisión de esta prohibición en 2017 lo cual debe realizarse a través de procedimiento legislativo de codecisión y aprobarse por Consejo y Parlamento europeo.

De todas dos posibilidades planteadas es más factible la posibilidad de solicitar un retraso que tendría que adoptarse a través de acto de ejecución. Dentro del Comité de Gases Fluorados de la COM ya se ha comunicado por parte de España su

preocupación y se ha establecido contactos con países mediterráneos que tienen una problemática similar.

3. Metodología

Para realizar este estudio se ha distribuido un cuestionario a los integrantes del Grupo Técnico del Grupo de Trabajo para la implementación del Rg 517/2014 en refrigeración comercial. En la siguiente tabla se recoge la descripción de las variables incluidas en este cuestionario así como las categorías propuestas para cada una de ellas en este cuestionario.

Nº Supermercado	Se especificará un número correlativo de cada uno de los supermercados/hipermercados por el que se reportan resultados
Cadena de supermercado	Se especifica la cadena a la que pertenece cada supermercado/hipermercado.
Localización	Se especificará la localidad y la provincia en la que se ubica el supermercado/hipermercado. Para el posterior análisis agregado se consideran las siguientes zonas climáticas: Zona A < 26,5 °C, Zona B, entre 26,5 y 32,5 °C y zona C > 32,5 °C.
Tipo de alternativa	Se considerarán las siguientes alternativas: CO2 transcrito, CO2 cascada, sistemas bombeados con glicol, sistemas autónomos con HC
Superficie de supermercado	Superficie del supermercado en metros cuadrados. Para el posterior análisis de resultados la información se agregará en los siguientes grupos: < 500 m2, 500 - 1500 m2, 1500 - 4500 m2, > 4500 m2.
Potencia frigorífica	Potencia frigorífica instalada. Se especificará la potencia total y la instalada en cada una de las líneas en Kw: congelados y refrigerados
Año	Año del que se recogen datos
Consumo energético	Consumo energético anual de la instalación en MWh
Emisiones indirectas (Ton CO2-eq)	Es una celda que se autocalcula a partir del consumo energético anual utilizando en factor de emisión del mix eléctrico español conforme a los datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia del año 2014. 0,370 kg CO2/kwh
% Fugas	% de fugas anual detectado
Emisiones directas (Ton CO2-eq)	Emisiones directas anuales debidas a las fugas registradas
TEWIS (ton CO-eq)	Valor de emisiones totales anuales de CO2-eq que se autocalcula a partir de la suma de las emisiones indirectas más las directas
Costes de inversión	Especificar los costes en € de la inversión inicial
Costes anuales de mantenimiento y servicio	Especificar los costes anuales € de mantenimiento y servicio que incluyen los costes fiscales de la recarga de los gases:
Estándar de seguridad	Especificar el estándar seguridad conforme al Real Decreto 138/2011: A1, A2, A3, B1 y B2
Principales limitaciones de seguridad	Especificar las principales limitaciones al uso de estas tecnologías conforme a los estándar de seguridad
Otras barreras	Especificar otras barreras que limitan el fomento de estas tecnologías: fiabilidad en cuanto a posibilidad de poder romper la cadena de frío, dificultad en el manejo, etc

Tabla 1. Variables consideradas en el cuestionario de refrigeración comercial

Una vez recibidas las contestaciones de los integrantes de este Grupo de Trabajo se ha procedido al análisis de estas contestaciones.

Asimismo, se ha utilizado otras fuentes de información de entre las que destacan: el informe de SHECCO sobre alternativas a los HFCs, y el informe sobre alternativas en refrigeración comercial del MAGRAMA, ambos del año 2013. Además, se ha considerado las presentaciones y aportaciones realizadas por integrantes de este Grupo de Trabajo en reuniones previas: AEFYT, Universidad de Castellón, ASEDAS, ANGED, CARRIER, etc.

4. Resultados

4.1. Cuestionarios remitidos

En total se han recibido contestaciones de las siguientes cadenas de supermercados/hipermercados: Carrefour, Eroski, Mercadona, Día, Consum, Ahorramas, Gadis, Covirán y Alimerka que representan entre 40-50% de la superficie en refrigeración comercial en nuestro país.

En total de supermercados/hipermercados reportados con instalaciones alternativas a los HFCs en España es de 78 siendo las alternativas reportadas CO₂ en cascada, CO₂ transcrito, sistemas bombeados de glicol. Destaca sin duda la alternativa CO₂ transcrito que supone el 70% del total de las instalaciones con tecnologías alternativas a los HFCs.

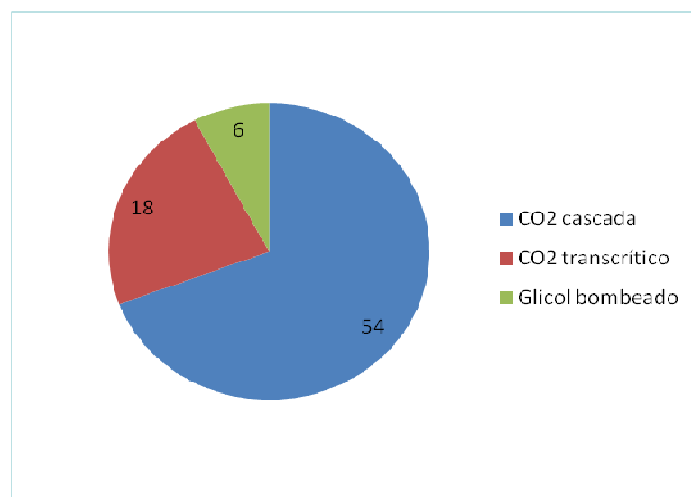


Figura 9. Distribución reportada de alternativas HFCs en refrigeración comercial¹

¹ También se ha reportado sistemas autónomos de HC en el circuito de baja temperatura para supermercado de pequeño tamaño



Si extrapolamos esta distribución al resto de supermercados/hipermercados existentes en España, aproximadamente, existirían 150 instalaciones con tecnologías alternativas a los HFCs de las cuales 110 serían sistemas de CO₂ en cascada, 40 sistemas transcrito y 10 sistemas bombeados de glicol.

En el siguiente gráfico se recoge la distribución por tipos de alternativas

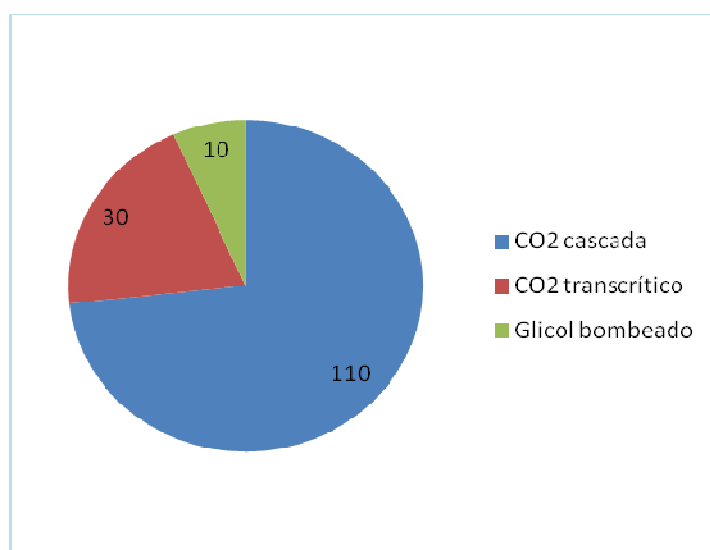


Figura 3. Distribución estimada de alternativas a los HFCs en refrigeración comercial

4.2. Análisis de las principales variables

En este apartado se realiza un análisis por tecnologías alternativas: CO₂ transcrito, CO₂ en cascada y sistemas bombeados con glicol de las principales variables del estudio: costes de inversión, eficiencia energética y emisiones directas e indirectas.

La siguiente tabla recoge los valores medios de estas variables para cada una estas tecnologías según el formato de tamaño de supermercados/hipermercados.

Tipo de alternativa	Superficie	Nº observ	Costes inversión	Consumo energía (MWh)	Emisiones directas (ton CO ₂ -eq)	Emisiones indirectas	TEWIS
CO ₂ transcrito	> 4500	3	700.000	660.000	0,029	243	243
CO ₂ en cascada	500- 1500	25	256.000	330.00	10	125	135
Sistemas glicol	500 - 1500	3	330.000	400.000	0	187	187

Tabla 2. Resultados medios de las variables por alternativas a HFCs en refrigeración comercial



Se observa, conforme a los pocos datos obtenidos, que el sistema CO₂ en cascada es 20% más eficiente que los sistemas bombeados con glicol en formato de supermercado de 500-1500 m². Además, tiene menores costes de inversión y menores emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (GEIs).

En el siguiente gráfico se representan esta comparativa de la TEWIS entre sistema de CO₂ en cascada y glicoles bombeados para formatos de supermercados de 500-1500 m².

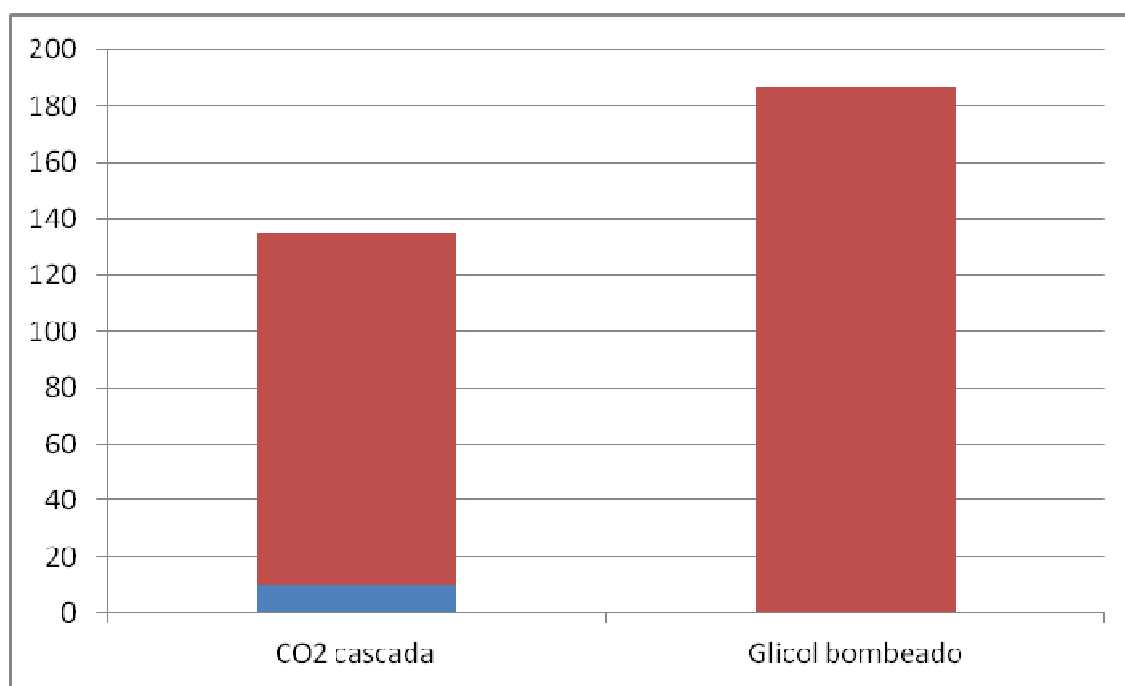


Figura 4. Comparativa TEWIS sistema de glicol bombeado vs CO₂ en cascada (ton CO₂-eq)

Cabe decir que esta comparativa se ha realizado utilizando muy pocos datos para el formato de supermercados entre 500-1500 m². En concreto, para los sistemas con glicol bombeado sólo se ha dispuesto de 3 datos, por lo que el análisis no es muy riguroso desde el punto de vista estadístico por el bajo número de observaciones. A este respecto hay que destacar que algunas cadenas que han reportado instalaciones con sistemas bombeados con glicol en España comentan que los resultados en eficiencia están siendo buenos aunque no han aportado datos al respecto.

Respecto de la tecnología CO₂ transcrito sólo se han tenido datos para 3 hipermercados y no se podido valorar debidamente el incremento en el consumo energético que produce en la temporada estival. No obstante, los datos reportados para formatos de hipermercados parece que dan buenos resultados en términos de eficiencia energética



Por último, respecto de la tecnología HC en sistemas autónomos, sobre todo en el circuito de baja temperatura, no se han obtenido datos para su valoración.

4.3. Evolución de las tecnologías desde 2013

Esta sección recoge la situación en España justo en 2013 conforme a los datos del informe de SHECCO y del estudio técnico encargado por MAGRAMA para ese año.

Conforme a estos estudios en España existían 50 instalaciones con alternativas a los HFCs: 6 sistemas con CO₂ transcrito, 32 sistemas en cascada y 12 con sistemas autónomos con HC.

El siguiente gráfico representa la evolución en los dos últimos años de las tecnologías CO₂ cascada y CO₂ transcrito.

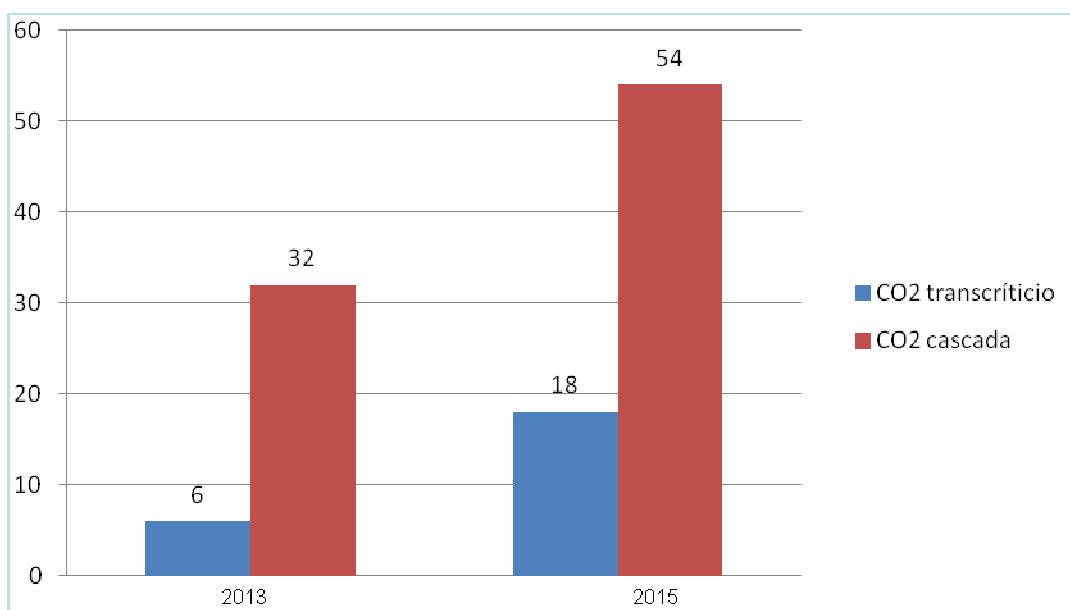


Figura 5. Evolución de las alternativas en España en los últimos dos años

Como se observa en el gráfico se han producido un fuerte incremento en estas tecnologías, sobre todo en el caso del CO₂ transcrito donde el incremento es del 300%, mientras que el caso del CO₂ en cascada este incremento ha sido del 70%.

Considerando la distribución estimada de instalaciones con tecnologías alternativas a los HFCs este incremento sería notablemente superior como se refleja en el siguiente gráfico.

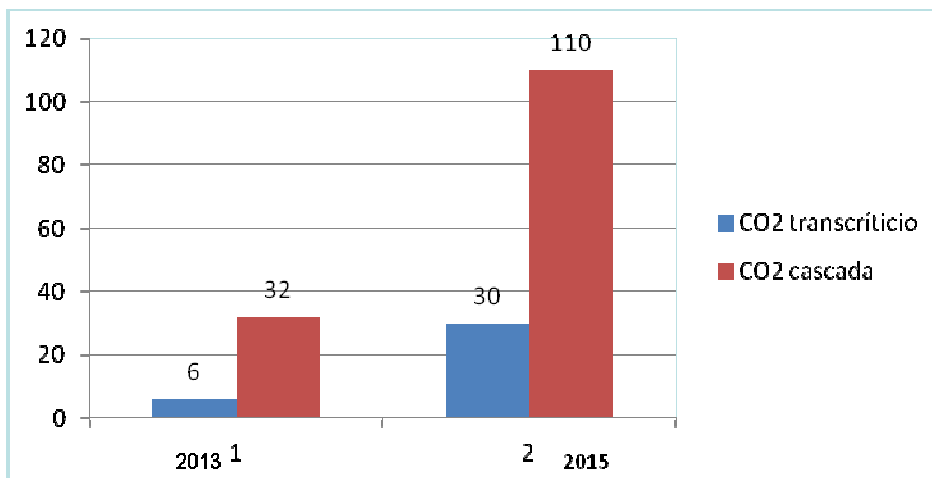


Figura 6. Evolución estimada de las alternativas a los HFCs en refrigeración comercial

4.4. Otras observaciones

Conforme a los cuestionarios reportados por algunas de las cadenas se observa que la falta de formación de profesionales para el manejo de la tecnología CO₂, es una de las barreras para la introducción de esta tecnología en España.

Respecto del CO₂ transcrito otra de las cuestiones comentadas por algunas cadenas es que en supermercados situados en las plantas bajas de edificios es el hecho de tener que realizar tuberías hasta las azoteas donde están los compresores es una dificultad técnica por la alta presión del CO₂ que circula por estas tuberías.

Asimismo, llama la atención que en instalaciones existentes se está produciendo reconversiones de HFCs de alto potencial de calentamiento atmosférico (PCA) como R404A por otros gases de menor potencial como el R407F o el R450A.

Otras de las medidas que se han implantado en instalaciones existentes son sistemas automáticos de control de fugas y de tele-gestión que reducen de manera significativa las fugas. Se trata de sistemas preventivos que avisan a los responsables del mantenimiento de las instalaciones de aquellos puntos en los que es probable que se produzca una fuga.

Además se constata que en el caso de supermercados de pequeño formato una buena solución para hacer frente a la prohibición en refrigeración comercial es la instalación de puertas en los muebles frigoríficos, medida que además permite la reducción del consumo energético de manera significativa (entorno al 40%). Así sin la instalación de puertas este umbral de 40 KW de potencia frigorífica equivaldría a un supermercado con una superficie de 500 m², mientras que con la instalación de puertas se conseguiría que este límite fuera próximo a 1.000 m².



5. Discusión de resultados

La tecnología alternativa que mayoritariamente se está implementado en España es el CO₂ en cascada que representa aproximadamente el 70% de instalaciones con tecnologías alternativas a los HFCs en España. Esta situación es similar en países del entorno mediterráneo donde esta es la tecnología predominante al contrario que países del centro y norte de Europa donde la tecnología predominante es el CO₂ transcrito. Otros sistemas como los sistemas bombeados con glicol tienen una presencia más minoritaria.

El incremento experimentado en tecnologías alternativas a los HFCs ha sido muy significativo desde el año 2013, especialmente en la tecnología CO₂ transcrito, en la que se estima que se ha producido un incremento de aproximadamente un 500% en los últimos años.

Además, se ha constatado que instalaciones existentes que utilizan HFCs de alto Potencial de Calentamiento Atmosférico como el R404A se están reconvirtiendo al uso de otros HFCs de menor potencial como el R407F o el R450A y otras están instalando sistemas para control automática de fugas que consiguen reducir de manera significativa las fugas.

Sin duda todos estos cambios son consecuencia de los cambios legislativos que han sucedido en los últimos años, tanto a nivel europeo como nacional, Rg 517/2014, sobre gases fluorados de efecto invernadero, y el impuesto nacional a los gases fluorados de efecto invernadero adoptado por medio del artículo 5 de la ley 16/2013.

En cuanto a la comparación por alternativas no se ha dispuesto de número de datos para poder realizar un análisis estadístico robusto. No obstante, los pocos datos reportados parecen indicar que la tecnología de glicol bombeado aporta resultados peores en consumo de energía que los sistemas en CO₂ en cascada. Por su parte la tecnología CO₂ en transcrito en hipermercados parece que aporta buenos resultados en consumo energético conforme a los datos reportados aunque no se ha podido realizar una comparación con otras tecnologías y tampoco valorar el incremento que se produce en el consumo energético con esta tecnología durante la temporada estival.

Para esta tecnología una barrera que se ha identificado es la falta de técnicos cualificados para su manejo, cuestión que además eleva sus costes de mantenimiento.

Por último, otra de las cuestiones detectadas es el límite de potencia frigorífica de 40 KW a partir del cual no aplica la prohibición en refrigeración comercial. Este límite equivaldría a una superficie de 500 m² en instalaciones que no tienen puertas mientras que instalaciones con puertas instaladas esta potencia frigorífica podría equivaler a una superficie cercana a 1000 m². Por ello, la instalación de puertas es una buena medida para hacer a esta prohibición en refrigeración comercial en supermercados pequeños que además permite reducir su consumo de energía significativamente.



6. Conclusiones y próximos pasos

Conforme a este estudio se ha registrado un notable incremento en los últimos años en la implantación de tecnologías alternativas a los HFCs en refrigeración comercial consecuencia de las medidas puestas en práctica tanto a nivel nacional como europeo.

No obstante, sería necesario seguir mejorando la información al respecto para realizar un mejor análisis comparativo de las alternativas. Particularmente, en la tecnología CO2 transcrito sería conveniente conseguir datos para poder valorar el incremento en el consumo energía que se produce durante la temporada estival.

Este tipo de análisis podría servir de gran utilidad a la hora de definir la posición española en las dos flexibilidades que permite el Rg 517/2014 para hacer frente a la prohibición en refrigeración comercial: posible revisión en 2017 por codecesión y retraso en su implementación de 4 años en 2022 por medio de acto de ejecución.

De cara a estas dos posibilidades por parte de la OECC se va seguir explorando las posiciones de los distintos Estados Miembros dentro del Comité de Gases Fluorados así como el procedimiento que conlleva cada una de estas posibilidades.

Por último, se constata que la instalación de puertas en los muebles frigoríficos es una medida que sin duda debieran estar planteando las cadenas de supermercados/hipermercados, tanto para hacer frente a la prohibición en refrigeración comercial en supermercados de pequeño tamaño como para mejorar de manera significativa su eficiencia energética.

A largo del año que viene se intentará realizar una nueva versión de este estudio en la que se intentará incluir nuevos datos reportados por las cadenas de supermercados/hipermercados en España.