

Manual de manipulación de **gases** refrigerantes



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid
www.fenercom.com



Comunidad de Madrid
Dirección General de Industria,
Energía y Minas
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA
www.madrid.org

Manual de
manipulación
de **gases**
refrigerantes

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES, HISTORIA Y EFECTOS DE LOS GASES FLUORADOS EN EL MEDIO AMBIENTE	7
2.1. Historia.....	7
2.2. Consecuencias del agotamiento del ozono	13
2.3. Calentamiento global	17
2.4. Evolución histórica del marco legislativo.....	20
CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LOS GASES FLUORADOS EN LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN.....	27
3.1. Refrigerantes	27
3.2. Clasificación de los refrigerantes	29
3.3. Características de los refrigerantes fluorados	35
CAPÍTULO 4. MARCO LEGISLATIVO	49
4.1. Normativa de aplicación.....	49
4.2. Definiciones.....	50

4.3. Comercialización, manipulación y certificación gases: RD 795/2010.....	53
4.4. Refrigerantes: Capa de ozono y Efecto invernadero (Reglamento (CE) 1005/2009 y Reglamento (CE) 842/2006).....	63
4.5. Etiquetado de equipos, aparatos y botellas. RCE 1494 y RCE 2008.....	70
4.6. Recuperación y destrucción de refrigerantes.....	76
4.7. Control de fugas.....	81
4.8. Inspecciones y sanciones.....	89

CAPÍTULO 5 . GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN Y DEL REFRIGERANTE DURANTE LA INSTALACIÓN, EL MANTENIMIENTO, LA REVISIÓN O LA RECUPERACIÓN 93

5.1. Recordatorio del funcionamiento del ciclo frigorífico básico de compresión mecánica.....	93
5.2. Procedimiento de Montaje y Mantenimiento de las Instalaciones Frigoríficas.....	97
5.3. Limpieza del circuito frigorífico.....	102
5.4. Métodos de carga de refrigerante.....	102
5.5. Métodos de Recuperación de Refrigerante.....	108
5.6. Métodos de detección de fugas.....	115

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

La definición de gases fluorados es una definición compleja. En un principio, lo primero que nos sugiere es un gas que contiene flúor, pero para entender realmente el contexto de esta guía tomaremos como base el Real Decreto 795/2010 (por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan). En este Real Decreto la definición sería la siguiente:

«Gases fluorados: las sustancias enumeradas en los grupos I, II, III, VII, VIII y IX del anexo I del Reglamento (CE) n° 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009, así como los enumerados en el anexo I del Reglamento (CE) n° 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo, incluyendo las mezclas de fluidos que los contengan».

Atendiendo a la definición, deducimos que son sustancias reguladas a nivel europeo, y teniendo en cuenta los títulos de los dos Reglamentos anteriormente citados estas sustancias provocan efecto invernadero y agotan la capa de ozono:

- ▶ Reglamento CE 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006, sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.
- ▶ Reglamento CE 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009, sobre sustancias que agotan la capa de ozono.

El número de sustancias reguladas en los anexos de estos dos Reglamentos europeos es muy amplio, por lo cual, en este manual nos centraremos en las sustancias utilizadas como refrigerantes en procesos industriales, y más concretamente en equipos de refrigeración y climatización.

Teniendo en cuenta este planteamiento, las sustancias utilizadas como refrigerantes en equipos de refrigeración y climatización, en términos generales, podemos decir que son las siguientes:

- Sustancias que provocan efecto invernadero: hidrofluorcarburo (HFC), son ejemplos de refrigerantes utilizados en equipos de climatización y refrigeración formados de estas sustancias el R-407C, R-410A ó el R-134A
- Sustancias que agotan la capa de ozono: Clorofluorcarbonos (CFC) como por ejemplo R-11 y R-12 y hidroclorofluorcarbonados (HCFC) como el R-22.

A la vista de todo lo tratado hasta el momento, está claro que los refrigerantes utilizados en los equipos de refrigeración y climatización (además de otras muchas aplicaciones), son sustancias susceptibles de provocar un daño en el medio ambiente, de hecho, muchas de ellas se han prohibido (CFC), y otras están en vía de serlo (HCFC), por lo tanto a la hora de realizar las operaciones de montaje y mantenimiento de estos equipos se deberá cumplir un protocolo de actuación conducente a paliar lo máximo posible los efectos de estas sustancias sobre el medio ambiente.

Una vez introducido el concepto de gas fluorado y explicado el enfoque a seguir (refrigerantes utilizados en equipos de refrigeración y climatización), dividiremos la guía en cuatro apartados fundamentales:

1. Antecedentes, historia y efectos de los gases fluorados en el medio ambiente.
2. Fluidos Refrigerantes y su aplicación en los equipos de climatización y refrigeración.
3. Marco legislativo.
4. Gestión ambiental de los sistemas de refrigeración y climatización y del refrigerante durante la instalación, el mantenimiento, la revisión o la recuperación.

CAPÍTULO 2.

ANTECEDENTES, HISTORIA Y EFECTOS DE LOS GASES FLUORADOS EN EL MEDIO AMBIENTE

2.1. Historia

2.1.1. Desarrollo inicial

El ingeniero americano Thomas Midgley desarrolló los clorofluorocarbonos (CFC) en 1928 como una alternativa para el amoníaco (NH_3), clorometano (CH_3Cl) y el dióxido de azufre (SO_2), que son tóxicos pero que eran de uso común en aquel momento como refrigerantes. El nuevo compuesto desarrollado tenía que tener un punto de ebullición bajo, no ser tóxico y en general inerte.

Midgley específicamente desarrolló el CCl_2F_2 (R-12). No obstante, una de las características interesantes de este desarrollo es que actualmente existe una familia entera de estos compuestos, cada uno teniendo su punto de ebullición único, pudiendo adecuarse a diferentes aplicaciones. Además de su aplicación original como refrigerantes,



Foto 1. Thomas Midgley.

los clorofluoroalcanos han sido usados como propelentes en espráis, disolventes limpiadores para placas electrónicas y agentes espumantes para producir plásticos expandidos (tales como el poliestireno expandido utilizado, entre otras aplicaciones, en materiales de envasado).

En los años sesenta, los fluoroalcanos y bromofluoroalcanos pasaron a estar disponibles y fueron considerados entre los compuestos más efectivos para la lucha contra el fuego. A finales de la década de los 60 su utilización se hizo extensiva a buques de guerra, salas de arte, museos, centros de telecomunicaciones, etc.

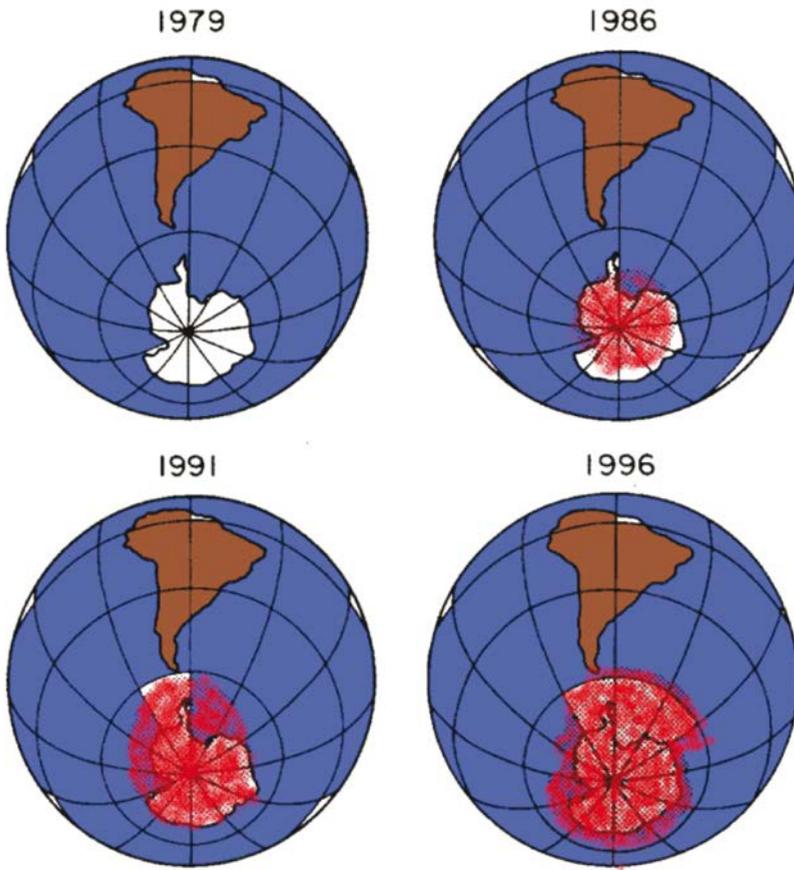


Figura 1. Evolución del agujero de la capa de ozono.

Las alternativas para los clorofluorocarbonos en refrigerantes comenzaron a finales de la década de los 70, después de las investigaciones y conclusiones de los químicos Molina y Rowland en 1974. Añadiendo hidrógeno y creando hidrofluorocarbonos (HCFC), los químicos hicieron a estos compuestos menos estables en la atmósfera inferior, permitiéndoles descomponerse antes de alcanzar la capa de ozono. Alternativas posteriores prescinden del cloro, creando hidrofluorocarbonos (HFC) con tiempos de vida todavía más cortos en la atmósfera inferior.

Finalmente, los bromofluoroalcanos (halónes) fueron retirados de forma general en muchos países europeos antes de 2004, basándose en el Protocolo de Montreal y las directrices de la UE, siendo permitidos desde entonces únicamente en aplicaciones críticas como aviación o militares. La producción de nuevos stocks cesó en la mayoría de los países a partir de 1994. Sin embargo muchos países todavía requieren que sus aeronaves sean equipadas con sistemas para extinción de incendios basados en halón, porque una alternativa completamente satisfactoria y segura aún no ha sido descubierta.

2.1.2. Efectos de los gases fluorados en el medio ambiente

A comienzos de 1974, los químicos estadounidenses F. Sherwood Rowland y Mario Molina, demuestran que los clorofluorocarbonos industriales (CFC) destruyen la capa de ozono, que tiene la función de proteger la vida de los animales y las plantas de la radiación ultravioleta procedente del Sol. Incluso hicieron un enfático llamamiento para prohibir el uso de dichos gases.

Recibieron el Nobel de Química en 1995, después de 20 años de dedicarse a responder lo que comenzó como una curiosidad científica: ¿cuál es el destino de las moléculas de CFC en la atmósfera? Una sencilla pregunta que los llevó a uno de los mayores problemas ambientales de comienzos de siglo.

En 1970, el científico británico James Lovelock había detectado los CFC en la atmósfera, pero no creyó que afectarían al ambiente. Molina y Rowland demostraron que si bien dichos gases se mantenían inactivos por debajo de los 29 mil metros, más allá empezaban a actuar: a esa altura la radiación ultravioleta del sol incide directamente con las moléculas de CFC, rompiéndolas en átomos de cloro y dejando fragmentos residuales en el ambiente (fotólisis ultravioleta en la atmósfera alta). En dichas condiciones, estos átomos se combinan con el ozono y forman óxido de cloro. El problema es que esta



Foto 2. F. Sherwood Rowland y Mario Molina.

nueva molécula tiene la característica de tener un electrón sin pareja, lo que la hace muy reactiva. A partir de este proceso, se produce una reacción en cadena: un solo átomo de cloro puede eliminar más de cien mil moléculas de ozono.

En 1974, Rowland y Molina hicieron una predicción inquietante: si la industria continuaba expulsando un millón de toneladas de CFC a la atmósfera cada año, el ozono atmosférico descendería con el tiempo entre un 7% y un 13%.

Se encontraban ante un problema muy serio. Se pasó de plantear el dar respuesta a «¿qué sucede con los CFC en la atmósfera?», a un gravísimo problema ambiental.

Para empeorar aún más las cosas, otros científicos habían demostrado que otro grupo de compuestos totalmente diferente, podía reducir aún más los niveles de ozono.

En 1970, Paul Crutzen fue el primero en demostrar que los óxidos de nitrógeno reaccionan de forma catalítica con el ozono, desempeñando un importante papel en el equilibrio natural del ozono. Dado que los microorganismos pre-

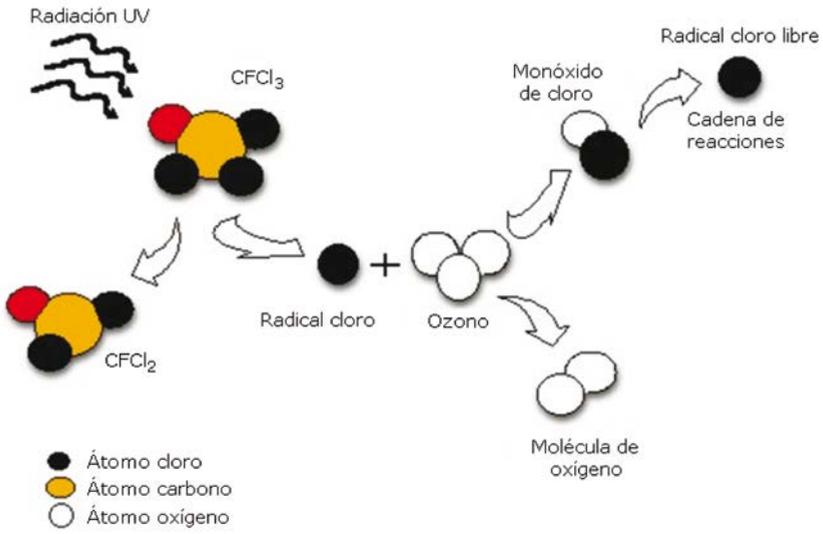


Figura 2. Destrucción del ozono causada por los CFC.

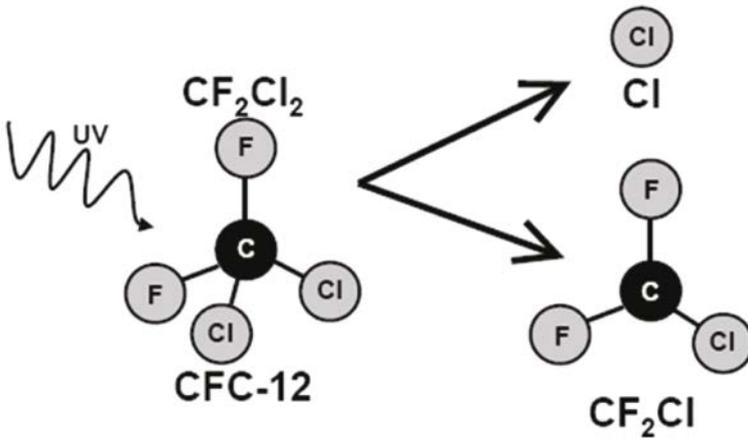


Figura 3. La radiación UV libera cloro de los CFC.

sentes en la tierra producen óxidos de nitrógeno como consecuencia de procesos de putrefacción, el trabajo de Crutzen ponía de relieve cómo fertilizantes agrícolas ricos en microbios podían provocar una reducción de los niveles de ozono. También existía el efecto de los óxidos de nitrógeno expulsados por los aviones a gran altitud. Estas emisiones también podían reducir los niveles de ozono en la estratosfera.

Diez años después del primer anuncio, en 1985, se descubre el agujero en la capa de ozono. Las investigaciones relacionadas con los CFC, su impacto en la atmósfera, la reducción del ozono en la misma y las posibles consecuencias sobre la salud, son cada día más numerosas.

Al haber menos ozono en la atmósfera, la cantidad de radiaciones ultravioleta que llega a la Tierra es mayor. Los científicos estimaron que una mayor exposición provocaría un aumento de los casos de cáncer de piel y cataratas, daños en el sistema inmunológico y una disminución del ritmo de crecimiento de las plantas. Dado que algunos CFC perduran en la atmósfera durante más de 100 años, estos efectos durarían durante todo el siglo XXI.

Puesto que no se podía aceptar un riesgo a tan largo plazo, Rowland y Molina solicitaron que se prohibiera la expulsión de más CFC a la atmósfera. Alertados sobre este peligro claro y real, EE.UU., Canadá, Noruega y Suecia decidieron prohibir a finales de los años 70 el uso de CFC en aerosoles.

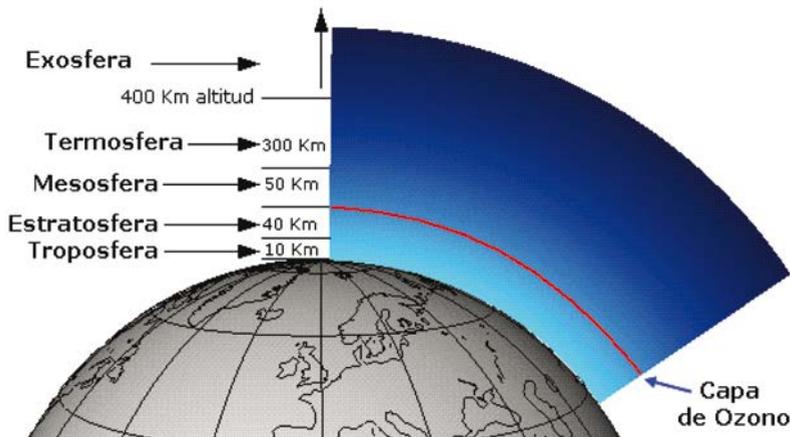


Figura 4. Atmósfera.

2.2. Consecuencias del agotamiento del ozono

2.2.1. Relación entre el agotamiento de la capa de ozono y el aumento de la radiación ultravioleta a nivel terrestre

El agotamiento de la capa de ozono lleva a un aumento de la radiación ultravioleta a nivel del suelo.

La cantidad de radiación UV solar recibida en cualquier lugar particular sobre la superficie de la tierra depende de la posición del sol sobre el horizonte, de la cantidad de ozono en la atmósfera y de las condiciones de nubosidad y contaminación locales.

La disminución del ozono atmosférico lleva consigo aumentos de la radiación UV a nivel del suelo.

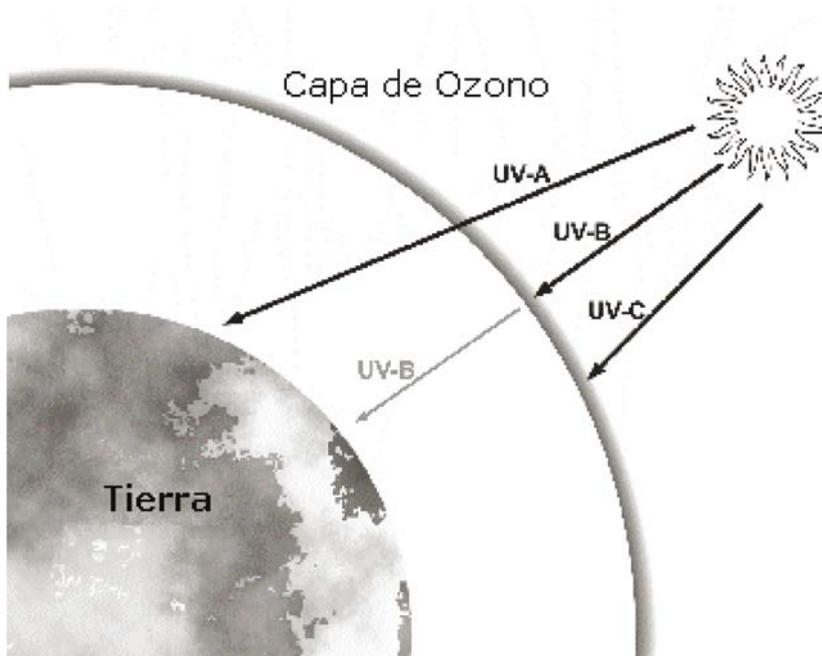


Figura 5. Capa de ozono.

2.2.1.1. Radiación ultravioleta y sus consecuencias

El ácido ribonucleico que juega un factor importante en la herencia genética, puede verse afectado por un aumento de la radiación ultravioleta, produciendo daños al ser humano y a los sistemas ecológicos.

- ▶ UV-A: Es la continuación de la radiación visible y es responsable del bronceado de la piel. Su longitud de onda varía entre 320 y 400 nm (1 nanómetro, nm= 0,000000001 m).
- ▶ UV-B: Llega a la Tierra muy atenuada por la capa de ozono. Es llamada también UV biológica, varía entre 280 y 320 nm y es muy peligrosa para la vida en general y, en particular, para la salud humana, en caso de exposiciones prolongadas de la piel y los ojos (cáncer de piel, melanoma, catarata, debilitamiento del sistema inmunológico). Representa sólo el 5% de la UV y el 0.25% de toda la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra.
- ▶ UV-C: Es en teoría la más peligrosa para el hombre, pero afortunadamente es absorbida totalmente por la atmósfera. Longitud de onda varía entre 200 y 280 nm.

El incremento de la radiación UV-B:

- ▶ Inicia y promueve el cáncer a la piel maligno y no maligno.
- ▶ Daña el sistema inmunológico, exponiendo a la persona a la acción de varias bacterias y virus.
- ▶ Provoca daño a los ojos, aparición de cataratas.
- ▶ Hace más severas las quemaduras del sol y avejentan la piel.
- ▶ Aumenta el riesgo de dermatitis alérgica y tóxica.
- ▶ Activa ciertas enfermedades por bacterias y virus.
- ▶ Aumentan los costos de salud.
- ▶ Impacta principalmente a la población indígena.
- ▶ Reduce el rendimiento de las cosechas.
- ▶ Reduce el rendimiento de la industria pesquera.
- ▶ Daña materiales y equipamiento que están al aire libre.

2.2.2. Relación entre la disminución del ozono y los cambios climáticos

El agotamiento del ozono y los cambios climáticos están relacionados de varios modos, pero el agotamiento del ozono no es una causa importante de los cambios climáticos.

El ozono atmosférico influye de dos formas en el equilibrio de las temperaturas de la tierra. Absorbe la radiación ultravioleta solar que calienta la estratosfera. También absorbe la radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra, atrapando de forma eficaz el calor en la troposfera. Por consiguiente, el impacto en el clima de modificaciones en las concentraciones del ozono varía con la altitud a la que ocurren estos cambios del ozono. Las pérdidas importantes del ozono que han sido observadas en la estratosfera inferior, debidas a los gases que contienen cloro y bromo producidos por el hombre, han tenido un efecto de enfriamiento de la superficie de la tierra. Por otro lado, los aumentos del ozono que se estima que han ocurrido en la troposfera, debidos a los gases que contaminan la superficie, tienen un efecto de calentamiento de la superficie de la tierra, por lo que contribuyen al efecto de invernadero.

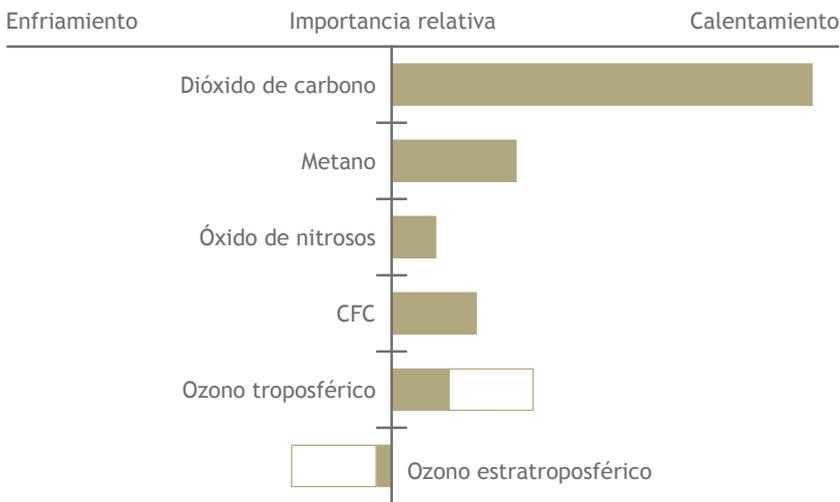


Figura 6. Importancia relativa de los cambios en la abundancia de diversos gases en la atmósfera.

El aumento de dióxido de carbono es el aporte principal al cambio climático. Las concentraciones de dióxido de carbono están aumentando en la atmósfera, primariamente como resultado de la quema de carbón, petróleo y gas natural. En la actualidad, la abundancia en la atmósfera de dióxido de carbono es un 30% mayor aproximadamente de la que existía hace 150 años.

Hay también un factor adicional que enlaza indirectamente el agotamiento del ozono con los cambios climáticos; es decir muchos de los mismos gases que están produciendo el agotamiento del ozono contribuyen también a cambios climáticos. Estos gases, tales como los clorofluorocarbonos (CFC), son gases de efecto invernadero, que absorben parte de la radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra, por lo que se produce un calentamiento eficaz de la superficie de la tierra.

2.2.3. Recuperación de la capa de ozono

Se espera que el agotamiento del ozono causado por los compuestos de cloro y de bromo de producción humana desaparezca gradualmente a mediados del siglo XXI a medida que estos compuestos se retiran lentamente de la estratosfera mediante procesos naturales. La mayoría de los CFC y de los halónes tienen tiempos de permanencia atmosférica de aproximadamente 50 a varios centenares de años.

En 1987, el reconocimiento de que el cloro y el bromo tenían un potencial de destruir el ozono estratosférico llevó al Protocolo de Montreal sobre las sustancias que agotan la capa de ozono, que forma parte del Convenio de Viena de 1985 para la protección de la capa de ozono, conducente a reducir la producción mundial de sustancias que agotan la capa de ozono. Subsiguientemente, observaciones mundiales de un agotamiento importante del ozono obligaron a incorporar enmiendas que dieran mayor vigor al tratado. La enmienda de Londres de 1990 exige que cese la producción de las sustancias más nocivas que agotan la capa de ozono al año 2000 en los países desarrollados y al año 2010 en los países en desarrollo. La Enmienda de Copenhague de 1992 modificó la fecha de la prohibición al año 1996 en los países desarrollados. Se ha convenido en otras restricciones de las sustancias que agotan la capa de ozono en Viena (1995) y en Montreal (1997).

2.3. Calentamiento global

Como se muestra en la siguiente figura, el efecto invernadero es debido a ciertos gases que son de origen natural como el vapor de agua y el CO_2 , etc. pero hay otros gases (que se tratarán en la parte de reglamentación de esta guía y regulados por el R (CE) 842/2006) que provocan efecto invernadero de origen antropogénico, que es sobre los que podemos influir, en particular los hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos, cuyo potencial de calentamiento atmosférico son muy elevados.

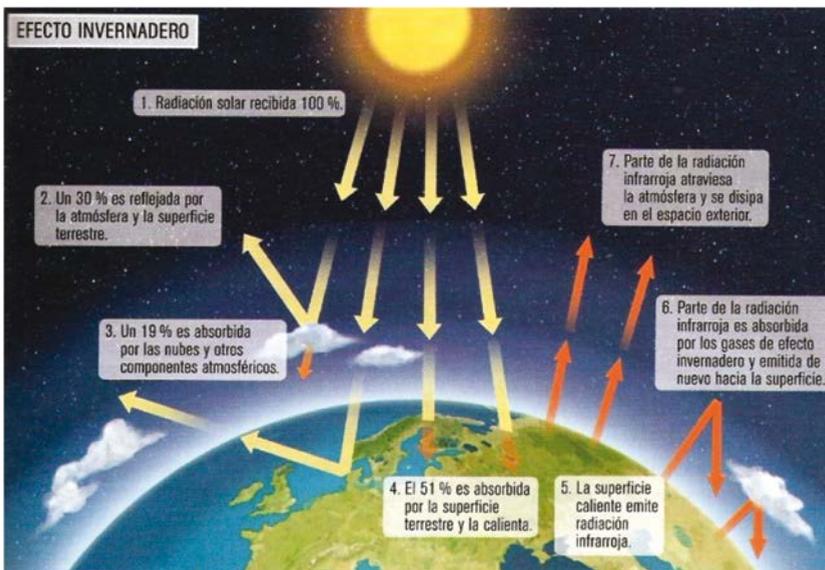


Figura 7. Efecto invernadero.

2.3.1. Consecuencias del calentamiento global

Los efectos probables del aumento de la presencia de gases de efecto invernadero se centran en un aumento de la temperatura atmosférica, lo que se conoce como «*calentamiento global*».

Este calentamiento provocaría una serie de consecuencias gravísimas para el planeta, y como consecuencia directa sobre su población, como pueden ser las siguientes:

- ▶ La cantidad y frecuencia de precipitación variará, por lo que, muy posiblemente, aumente la superficie de las áreas afectadas por sequías y también su duración y por tanto su repercusión en zonas ya afectadas. Así mismo, en ciertas zonas, al aumentar las precipitaciones se producirán inundaciones, incluso en zonas donde no son habituales o siendo aún más destructivas en zonas donde se producen de forma estacional.
- ▶ Una atmósfera más calurosa podría provocar que el hielo cerca de los polos se derritiera, elevando el nivel del mar. Además de la tragedia humana inmediata de este hecho, se inundarían tierras fértiles que dejarían de serlo, con las correspondientes hambrunas provocadas en ciertas zonas cuya dependencia de la agricultura o la ganadería es plena.
- ▶ Cambios abruptos en la temperatura y presión atmosférica traen como consecuencia la generación de tornados y huracanes.

En resumen, las consecuencias que podemos esperar del cambio climático para el presente siglo, en caso de que no cese el aumento paulatino de la temperatura media, entre otras son las siguientes:

- ▶ Aumento de sequías en unas zonas e inundaciones en otras.
- ▶ Mayor frecuencia de formación de huracanes.
- ▶ Progresivo deshielo de los casquetes polares, con la consiguiente subida de los niveles de los océanos.
- ▶ Incremento de las precipitaciones a nivel planetario, pero lloverá menos días y más torrencialmente.

- ▶ Aumento de la cantidad de días calurosos, traducido en olas de calor. Igualmente se espera que los extremos de calor y de frío sean mayores (veranos más calientes e inviernos más fríos).
- ▶ Desaparición de especies animales y vegetales del planeta.
- ▶ Reducción de los recursos agropecuarios en general, con incidencia especial en zonas cuya subsistencia depende directamente de estos recursos.

La situación futura de la capa de ozono no depende meramente de las concentraciones estratosféricas de cloro y de bromo producidos por el hombre. También está influenciada, por las cantidades atmosféricas de varios compuestos de producción humana como el metano, óxido nitroso, y partículas de sulfatos, así como por el clima cambiante de la tierra.

Por lo tanto, el cumplimiento pleno en todo el mundo de la reglamentación internacional acerca de las emisiones de CFC, HCFC y HFC posibilitará la recuperación de la capa de ozono que protege a la tierra de los rayos ultravioletas.

Es fundamental una concienciación general ante estos problemas, y en la parte que afecta a los refrigerantes, los instaladores y mantenedores tienen a su alcance la posibilidad de reducir al máximo estas emisiones.

Esto se puede lograr siendo conscientes de los efectos negativos de estos gases sobre el medio ambiente y procurando, mediante buenas prácticas en su profesión, evitar la emisión de éstos a la atmósfera, confinando la mayor cantidad posible de gases en el interior de los equipos o en recipientes antes de su desmontaje, preocupándose de que los refrigerantes tengan un correcto tratamiento posterior, y vigilando correctamente los equipos al objeto de localizar y reparar las posibles fugas de refrigerante de forma inmediata.

2.4. Evolución histórica del marco legislativo

En la figura siguiente se resume de una manera gráfica la evolución del marco normativo.

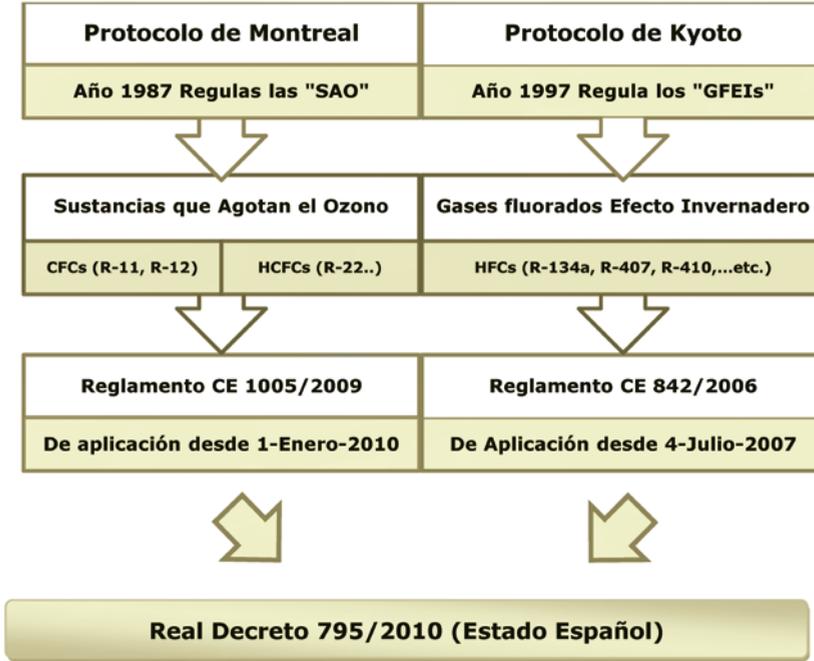


Figura 8. Desarrollo legislativo.

2.4.1. El Protocolo de Montreal

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente propició y auspició el Protocolo de Montreal, que se elaboró en 1987 y entró en vigor el 1 de Enero de 1989.

Básicamente el Protocolo se elabora para combatir el agotamiento de la capa de ozono estratosférico existente en la atmósfera de la Tierra. Por lo tanto, centra sus esfuerzos en una serie de sustancias que propician dicho agotamiento, definiendo las medidas que debían adoptar sus signatarios para limitar la producción y el uso de dichas sustancias.

Inicialmente las sustancias a controlar eran cinco CFC (Clorofluorocarbonos) y tres halónes, concretamente los indicados a continuación:

Tabla 1. Sustancias controladas en el Protocolo de Montreal.

Sustancia	Fórmula Química	Nombre químico
CFC-11	CCl_3F	Fluorotriclorometano
CFC-12	CCl_2F_2	Difluorodichlorometano
CFC-113	$\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$	Triclorotrifluoroetano
CFC-114	$\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$	Diclorotetrafluoroetano
CFC-115	C_2ClF_5	Cloropentafluoroetano
Halón-1211	CF_2BrCl	Bromoclorodifluorometano
Halón-1301	CBrF_3	Bromotrifluorometano
Halón-2402	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$	Dibromotetrafluoroetano

Estudios científicos posteriores demostraron que el Protocolo original no protegería de modo suficiente la capa de ozono, por lo que se realizó una revisión posterior en junio de 1990, en la que se acordó adoptar medidas de control suplementarias, y se previó una asistencia técnica y financiera para los países firmantes en desarrollo.

Las enmiendas de 1990 sumaron otros 10 CFC a la lista de sustancias controladas, cuyo listado se incluye a continuación:

- ▶ CF_3Cl (CFC-13) $\text{C}_3\text{F}_5\text{Cl}_3$ (CFC-215)
- ▶ C_2FCl_5 (CFC-111) $\text{C}_3\text{F}_6\text{Cl}_2$ (CFC-216)
- ▶ $\text{C}_2\text{F}_2\text{Cl}_4$ (CFC-112) $\text{C}_3\text{F}_7\text{Cl}$ (CFC-217)
- ▶ C_3FCl_7 (CFC-211)
- ▶ $\text{C}_3\text{F}_2\text{Cl}_6$ (CFC-212) CCl_4 tetracloruro de carbono
- ▶ $\text{C}_3\text{F}_3\text{Cl}_5$ (CFC-213)
- ▶ $\text{C}_3\text{F}_4\text{Cl}_4$ (CFC-214) $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$ 1,1,1-tricloroetano (metilcloroformo)

Además, se fijaron plazos para la eliminación de las sustancias controladas. Desde entonces las partes han aprobado varias medidas adicionales para controlar las SAO (Sustancias Agotadoras del Ozono), entre ellas el Bromuro de Metilo que se añadió en la enmienda de Copenhague de 1992.

Concretamente, en 1995 las partes en el Protocolo de Montreal decidieron limitar el consumo de esta sustancia por los países desarrollados a nivel básico de 1991 (con excepciones para los usos de preembarque y cuarentena) y eliminarlo en 2010 en los países desarrollados, así como congelar el consumo y la producción en el 2002 en los países en desarrollo.

En la Reunión de las partes que se celebró en 1997 en Montreal (Canadá) se fijaron nuevos requisitos para la reducción y eliminación del uso de bromuro de metilo, dándose más tiempo a los países en desarrollo. El consumo se debe reducir en 25% más en 1999, en 50% en 2001 y en 70% en 2003, con una eliminación total en 2005. Para los países en desarrollo el consumo se deberá congelar en 2002 a los niveles medios de 1995 - 1998, reducir en un 20% en 2005 y eliminar en 2015.

2.4.2. Protocolo de Kioto

La historia del protocolo de Kioto se puede decir que arranca el 4 de febrero de 1991, en el que el Consejo autorizó a la Comisión para que participara, en nombre de la Comunidad Europea, en las negociaciones sobre la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptada en Nueva

York el 9 de mayo de 1992. La Comunidad Europea ratificó la Convención marco, que entró en vigor el 21 de marzo de 1994, mediante la Decisión 94/69/CE, de 15 de diciembre de 1993.

La Convención marco contribuyó al establecimiento de los principios clave de la lucha internacional contra el cambio climático. Asimismo, contribuyó a reforzar la concienciación pública, a escala mundial, sobre los problemas relacionados con el cambio climático. No obstante, la Convención no contempla compromisos en términos de cifras detalladas por países respecto a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los efectos de estos gases se dejan notar al acumularse en la atmósfera, ya que una parte de la energía que el sol emite y que llega hasta nuestro planeta es reflejada por las capas altas de la atmósfera, y el resto llega hasta la Tierra, calentándola. A continuación, parte de ese calor es emitido de nuevo por la Tierra en forma de radiación infrarroja al espacio, pero queda atrapado en la atmósfera debido a la presencia de estos gases.

Por consiguiente, las Partes de la Convención decidieron, en la primera Conferencia de las Partes, que se celebró en Berlín en marzo de 1995, negociar un protocolo que contuviera medidas de reducción de las emisiones de los países industrializados en el período posterior al año 2000. Tras una larga preparación, el 11 de diciembre de 1997 se aprobó el Protocolo de Kioto.

El 29 de abril de 1998, la Comunidad Europea firmó el Protocolo, y los Estados miembros se comprometieron a depositar sus instrumentos de ratificación al mismo tiempo que la Comunidad y, en la medida de lo posible, antes del 1 de junio de 2002.

El anexo II de la Decisión indica los compromisos en materia de limitación y reducción de las emisiones acordados por la Comunidad y sus Estados miembros para el primer período de compromiso (2008-2012).

2.4.2.1. Contenido del Protocolo

El Protocolo de Kioto se aplica a las emisiones de seis gases de efecto invernadero:

- ▶ Dióxido de carbono (CO₂).
- ▶ Metano (CH₄).

- ▶ Óxido nitroso (N_2O).
- ▶ Hidrofluorocarbonos (HFC).
- ▶ Perfluorocarbonos (PFC).
- ▶ Hexafluoruro de azufre (SF_6).

Efectivamente, estos son los principales gases responsables del efecto invernadero, definido anteriormente. El CO_2 es uno de los principales productos de la combustión de hidrocarburos como el CH_4 , y los HFC son utilizados ampliamente como refrigerantes tanto en procesos industriales como en el ámbito doméstico.

El Protocolo representa un importante paso hacia adelante en la lucha contra el calentamiento del planeta, ya que contiene objetivos obligatorios y cuantificados de limitación y reducción de gases de efecto invernadero.

Globalmente, los Estados Partes en el Acuerdo del anexo I de la Convención marco (esto es, los países industrializados) se comprometen conjuntamente a reducir sus emisiones de gas de efecto invernadero para lograr que las emisiones totales de los países desarrollados disminuyan, al menos, un 5% con respecto al nivel de 1990 durante el período 2008-2012. El anexo B del Protocolo contiene los compromisos cuantificados suscritos por los Estados Partes en el Acuerdo.

Los Estados que eran miembros de la UE antes de 2004 deberán reducir conjuntamente sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 8% entre los años 2008 y 2012. Los Estados miembros que se hayan incorporado a la UE después de esa fecha se comprometen a reducir sus emisiones en un 8%, a excepción de Polonia y Hungría (6%), así como de Malta y Chipre, que no se encuentran incluidos en el Anexo I de la Convención Marco.

Para el período anterior a 2008, las Partes se comprometen a realizar progresos en el cumplimiento de sus compromisos, a más tardar, en el año 2005, y a facilitar las pruebas correspondientes.

El año 1995 puede considerarse el año de referencia para los Estados Partes en el Acuerdo que lo deseen en lo que respecta a las emisiones de HFC, PFC y SF_6 .

Para alcanzar estos objetivos, el Protocolo propone una serie de medios:

- Reforzar o establecer políticas nacionales de reducción de las emisiones (aumento de la eficacia energética, fomento de formas de agricultura sostenibles, desarrollo de fuentes de energías renovables, etc.).
- Cooperar con las otras Partes contratantes (intercambio de experiencias o información, coordinación de las políticas nacionales por medio de permisos de emisión, aplicación conjunta y mecanismo de desarrollo limpio).

Los Estados Partes en el Acuerdo establecerán un sistema nacional de estimación de las emisiones de origen humano y de absorción por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no regulados por el Protocolo de Montreal (el protocolo de Kioto complementa y amplía el de Montreal), a más tardar, un año antes del primer período de compromiso.

Para el segundo período de compromisos, se prevé un examen de los mismos, a más tardar, en el año 2005.

El 31 de mayo de 2002, la Unión Europea ratificó el protocolo de Kioto, que entró en vigor el 16 de febrero de 2005, tras la ratificación de Rusia. Sin embargo, varios países industrializados se negaron a ratificar el protocolo, entre ellos, Estados Unidos y Australia.

CAPÍTULO 3.

APLICACIÓN DE LOS GASES FLUORADOS EN LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN

3.1. Refrigerantes

3.1.1. Definiciones

- a) **Refrigerante (fluido frigorígeno):** Fluido utilizado en la transmisión de calor que, en un sistema de refrigeración, absorbe calor a bajas temperatura y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevadas. Este proceso tiene lugar, generalmente, con cambios de fase del fluido.

Se llama refrigerante al fluido que circula por el interior del circuito frigorífico, permitiendo la transmisión de calor entre el aire exterior y el aire interior del ambiente a climatizar.

Las características que debe reunir el refrigerante son las siguientes:

- ▼ Su temperatura de evaporación a presión atmosférica debe ser baja, inferior a 0 °C, es decir, a presión atmosférica estará generalmente en estado gaseoso.
- ▼ No debe ser perjudicial para la capa de ozono, ni debe crear efecto invernadero.

Los fluidos frigorígenos podrán estar compuestos de sustancias puras, o bien mezcla de sustancias atendiendo a la siguiente clasificación:

- ▼ **Refrigerantes puros.** Están formados por un único compuesto químico. Son completamente estables y homogéneos, caracterizándose por ser constante su temperatura de cambio de estado.

A este grupo de refrigerantes pertenece el **R-22**.

- ▼ **Refrigerantes mezcla.** Se obtiene por medio de la mezcla de varios refrigerantes puros, generalmente dos o tres refrigerantes.

Dentro de las mezclas refrigerantes, podemos establecer dos grupos:

1. **Mezclas azeotrópicas:** Son mezclas, normalmente de dos refrigerantes, que se caracterizan por ser estables y homogéneas, como si fueran refrigerantes puros. Su temperatura de cambio de estado es constante.

En este caso, la carga de refrigerante puede realizarse en estado gaseoso.

2. **Mezclas zeotrópicas:** Son mezclas heterogéneas, que se caracterizan por una temperatura de cambio de estado variable, es decir, primero se evaporará uno de los compuestos de la mezcla y posteriormente los otros.

La carga de refrigerante debe realizarse obligatoriamente en fase líquida, ya que es la fase donde el refrigerante presenta mayor homogeneidad.

- b) **Refrigerante fluorado:** Se entiende por refrigerantes fluorados aquellos que contengan alguna de las sustancias enumeradas en los grupos I, II, III, VII, VIII y IX del anexo I del Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009 sobre sustancias que agotan la capa de ozono o de las enumeradas en el anexo I del Reglamento (CE) nº 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo.

Los refrigerantes fluorados, como ya se ha comentado en la introducción, se dividen en tres grupos:

- ▼ **Refrigerantes CFC:** son hidrocarburos halogenados, con alto contenido de cloro. Se componen de moléculas de cloro, flúor y carbono.

En general, presentan un gran potencial de degradación de la capa de ozono.

A este grupo pertenecen el R-11, el R-12 y el R-502.

Actualmente, estos refrigerantes no pueden utilizarse, ni siquiera para la reparación o rellenado.

- ▼ **Refrigerantes HCFC: son hidrocarburos halogenados, con bajo contenido de cloro. Se componen de hidrógeno, flúor, carbono y cloro.**

Presentan un potencial intermedio de degradación de la capa de ozono.

A este grupo de refrigerantes pertenece el R-22.

Actualmente, este refrigerante no puede utilizarse para su incorporación en equipos nuevos.

- ▼ **Refrigerantes HFC: son hidrocarburos halogenados, que carecen de cloro en su composición. Se componen de hidrógeno, carbono y flúor.**

3.2. Clasificación de los refrigerantes

Los refrigerantes se pueden clasificar en función de varios criterios: inflamabilidad y toxicidad (efectos sobre la salud y seguridad). Y en función de su peligrosidad para el medio ambiente.

Según los efectos sobre la salud y la seguridad (que atienden a los posibles efectos causados en las personas por su inhalación y a su poder combustible al mezclarse con el aire) los refrigerantes se clasifican en estos tres grupos de seguridad:

- ▶ **Grupo de alta seguridad (L1):** Refrigerantes no inflamables y de acción tóxica ligera o nula.
- ▶ **Grupo de media seguridad (L2):** Refrigerantes de acción tóxica o corrosiva o inflamable o explosivos mezclados con aire en un porcentaje en volumen igual o superior a 3,5 por cien.
- ▶ **Grupo de baja seguridad (L3):** refrigerantes inflamables o explosivos mezclados con aire en un porcentaje en volumen inferior al 3,5 por cien.

Tabla 2. Refrigerantes según inflamabilidad y toxicidad.

		CLASIFICACIÓN DE LOS REFRIGERANTES	
		Grupo de seguridad	
Inflamabilidad creciente ↑	Altamente inflamable	A3	B3
	Ligeramente inflamable	A2	B2
	No inflamable	A1	B1
		Baja toxicidad	Alta toxicidad
		Toxicidad creciente →	

Una agrupación de forma simplificada sería:

- ▶ Grupo L1 de alta seguridad = A1.
- ▶ Grupo L2 de media seguridad = A2, B1, B2.
- ▶ Grupo L3 de baja seguridad = A3, B3.

3.2.1. Clasificación en función de su inflamabilidad

Los refrigerantes deberán incluirse dentro de uno de los tres grupos siguientes, basándose en el límite inferior de inflamabilidad a presión atmosférica y temperatura ambiente:

- ▶ *Grupo 1:* Refrigerantes no inflamables en estado de vapor a cualquier concentración en el aire.
- ▶ *Grupo 2:* Refrigerantes cuyo límite inferior de inflamabilidad, cuando forman una mezcla con el aire, es igual o superior al 3,5% en volumen (V/V).

- ▶ **Grupo 3:** Refrigerantes cuyo límite inferior de inflamabilidad, cuando forman una mezcla con el aire, es inferior al 3,5% en volumen (V/V).

3.2.2. Clasificación en función de la toxicidad

La toxicidad es propiedad de una sustancia que la hace nociva o letal para personas y animales debido a una exposición intensa o prolongada por contacto, inhalación o ingestión (no se considera nocivo todo malestar temporal que no perjudica a la salud).

Los refrigerantes deberán incluirse dentro de uno de los siguientes grupos dependiendo de su toxicidad.

- ▶ **Grupo A:** Refrigerantes cuya concentración media en el tiempo no tiene efectos adversos para la mayoría de los trabajadores que puedan estar expuestos al refrigerante durante una jornada laboral de 8 h diarias y 40 semanales y cuyo valor es igual o superior a una concentración media de 400 ml/m³ (400 ppm (v/v)).
- ▶ **Grupo B:** Refrigerantes cuya concentración media en el tiempo no tiene efectos adversos para la mayoría de los trabajadores que puedan estar expuestos al refrigerante durante una jornada laboral de 8 h diarias y 40 semanales y cuyo valor es inferior a una concentración media de 400 ml/m³ (400 ppm (v/v)).

3.2.3. Clasificación de las mezclas de los refrigerantes en función de sus efectos sobre la salud y la seguridad

A las mezclas de refrigerantes, cuya inflamabilidad o toxicidad puedan variar debido a cambios de composición por fraccionamiento, se les deberá asignar una doble clasificación de grupo de seguridad separada por una barra oblicua (/). La primera clasificación registrada deberá ser la clasificación de la composición original de la mezcla. La segunda registrada deberá ser la de la composición de la mezcla en el «caso del fraccionamiento más desfavorable». Cada característica deberá considerarse independientemente.

Ambas clasificaciones deberán determinarse utilizando los mismos criterios que si fuera un refrigerante con un único componente.

En cuanto a su toxicidad, «el caso del fraccionamiento más desfavorable» deberá definirse como la composición que resulta de la concentración más alta del (de los) componente(s) en fase líquida o vapor. La toxicidad de una mezcla específica deberá establecerse en base a sus componentes considerados individualmente.

Puesto que el fraccionamiento puede ocurrir como resultado de una fuga en el sistema de refrigeración cuando se determine «el caso de fraccionamiento más desfavorable» deberán considerarse la composición de la mezcla que queda en el sistema y la de la fuga. El «caso del fraccionamiento más desfavorable» podrá ser o bien la composición inicial o una composición generada durante el fraccionamiento.

3.2.4. Límites prácticos

Concentración máxima admisible, por razones de seguridad, expresada en Kg/m³, de gas refrigerante en un local habitado.

3.2.5. Certificado de la calidad del refrigerante y ficha de seguridad

Los distribuidores ó fabricantes de refrigerantes deberán suministrar junto al refrigerante el certificado de calidad del mismo acreditativo de su composición química concreta así como su ficha de seguridad.



Foto 3. Etiqueta identificativa de refrigerantes.

3.2.6. Clasificación en función de la peligrosidad para el medio ambiente

3.2.6.1. *Potencial de agotamiento del ozono (PAO) - (ODP)*

Como ya se ha visto anteriormente, el agotamiento de la capa de ozono es producido principalmente por el efecto catalítico del cloro, flúor y bromo en compuestos, los cuales separan las moléculas de ozono (O₃), destruyendo así la capa.

El valor del potencial de agotamiento de ozono (ODP) de un compuesto se indica en relación al de una molécula de cloro (ODP de una molécula de cloro = 1).

Los valores de ODP de las sustancias reguladas están especificados en los ane-xos del Protocolo de Kioto (R.C.E 1005/2009).

El ODP es cero para un fluido sin acción sobre el ozono.

3.2.6.2. *Potencial de calentamiento atmosférico (PCA) - (GWP)*

El potencial de calentamiento climático de un gas fluorado de efecto inver-nadero es un valor que se obtiene en relación con el del dióxido de carbono.

Se obtiene a partir del calentamiento de 1 kg de gas en relación con 1 kg de CO₂ sobre un período de 100 años.

En el caso de refrigerantes que sean mezclas de sustancias, el PCA se realiza como media ponderada de la suma de las fracciones expresadas en peso mul-tiplicadas por sus PCA correspondientes.

Por ejemplo, si miramos la última columna de la tabla del anexo I del R (CE) 842/2006 nos indica un GWP 100 de 1300 para el R-134A, esto significa que 1 kg de este fluido que llegue a la atmósfera produciría el mismo efecto inver-nadero que 1.300 kg de CO₂.

3.2.6.3. *Impacto total equivalente sobre el calentamiento atmosférico TEWI (Total Equivalent Warming Impact)*

El «TEWI» es un parámetro utilizado para evaluar el calentamiento atmosfé-rico producido durante la vida de funcionamiento de un sistema de refrige-ración, englobando la contribución directa de las emisiones del refrigerante

a la atmósfera con la contribución indirecta de las emisiones de dióxido de carbono resultantes de consumo energético del sistema de refrigeración durante su periodo de vida útil.

El TEWI ha sido concebido para determinar la contribución total del sistema de refrigeración utilizado al calentamiento atmosférico. Cuantifica el calentamiento atmosférico directo del refrigerante si se libera, y la contribución indirecta de la energía requerida para que el equipo trabaje durante su vida útil. Es válido únicamente para comparar sistemas alternativos u opciones de refrigerantes en una aplicación concreta y en un lugar dado. Para un sistema frigorífico determinado, el TEWI incluye:

- ▶ El impacto directo sobre el calentamiento atmosférico bajo ciertas condiciones de pérdida de refrigerante.
- ▶ El impacto directo sobre el calentamiento atmosférico debido a los gases emitidos por el aislamiento u otros componentes, si procede.
- ▶ El impacto indirecto sobre el calentamiento atmosférico por el CO₂ emitido durante la generación de la energía consumida por el sistema.
- ▶ Es posible identificar mediante la aplicación del TEWI la instalación más eficiente para reducir el impacto real del calentamiento atmosférico producido por un sistema de refrigeración.
- ▶ El factor TEWI podrá calcularse por medio de la siguiente fórmula, en la que los diferentes tipos de impacto están correspondientemente separados.

$$\text{TEWI} = [\text{PCA} \times \text{L} \times \text{n}] + [\text{PCA} \times \text{m} (1 - \alpha_{\text{recuperación}})] + [\text{n} \times \text{E}_{\text{anual}} \times \text{B}]$$

donde:

$\text{PCA} \times \text{L} \times \text{n}$ = Impacto debido a pérdidas por fugas = PCA directo

$\text{PCA} \times \text{m} (1 - \alpha_{\text{recuperación}})$ = Impacto por pérdidas producidas en la recuperación
= PCA directo

$\text{n} \times \text{E}_{\text{anual}} \times \text{B}$ = Impacto debido a la energía consumida = PCA indirecto

3.3. Características de los refrigerantes fluorados

3.3.1. Características de los CFC

Han sido los refrigerantes por excelencia, llegando a dominar todos los campos de la técnica frigorífica, desde el frío doméstico hasta el industrial, pasando por el comercial y cubriendo todo el campo de la climatización.

Estos refrigerantes se dejaron de producir en el año 1996. Sus características generales son las siguientes:

- ▶ Los refrigerantes CFC presentan un ODP elevado, lo que hace que estén en fase de eliminación y no se estén fabricando actualmente. Son refrigerantes del primer grupo, de alta seguridad. No son inflamables ni explosivos, aunque se descomponen en presencia de llama dando lugar a un gas irritante llamado fosgeno.
- ▶ El hecho de que se produzca este gas en presencia de llama hace que se tenga que ventilar los locales cuando se manipulen refrigerantes de este tipo y existan posibilidades de contacto con llama o superficie incandescente.
- ▶ Permanecer más de dos horas en una atmósfera con más del 10% de estos refrigerantes puede causar graves molestias al organismo humano.
- ▶ En estado líquido son incoloros. Inodoros mezclados con el aire, aunque en estado puro presentan un ligero olor a éter.
- ▶ Las temperaturas de descarga del compresor son moderadas.
- ▶ No son compatibles con el magnesio ni con aleaciones de este material y su miscibilidad con todo tipo de aceite es elevada.
- ▶ Para detectar las fugas se pueden utilizar los métodos tradicionales como la espuma de jabón, pasando por las lámparas halogenadas, los detectores de fuga electrónicos, hasta las lámparas ultravioletas.

En las tablas siguientes se muestran las características particulares de los CFC más representativos.

Tabla 3. Características del R-11.

Refrigerante	Tipo	Características Particulares	Aplicaciones	Sustitutos o alternativos
R-11	Puro	<ul style="list-style-type: none"> - Temperaturas de descarga del compresor moderadas. Altamente disolvente. Líquido a presión atmosférica a una temperatura inferior a 23,8°C. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plantas enfriadoras de agua con compresores centrífugos. - Climatización centralizada. 	<ul style="list-style-type: none"> - R-134A. Para climatización centralizada (se considera como refrigerante definitivo). - R-123. Para plantas enfriadoras de agua con compresores centrífugos (se considera como refrigerante de transición). - R-141B. Para limpieza de circuitos (se considera como refrigerante definitivo).

Tabla 4. Características del R-12.

Refrigerante	Tipo	Características Particulares	Aplicaciones	Sustitutos o alternativos
R-12	Puro	- Temperaturas de descarga del compresor moderadas.	- Altas, medias y bajas temperaturas. - Frío doméstico, comercial e industrial. - Climatización centralizada. - Climatización de automóviles.	- R-134A. Aire acondicionado de automóviles. Frío doméstico y comercial hasta -20°C. Para altas y medias temperaturas en general (se considera como refrigerante definitivo). - R-22. Aire acondicionado. Frío industrial y comercial. Para temperaturas medias altas y medias bajas (se considera como refrigerante de transición). - R-401A. Refrigeración comercial. Para temperaturas medias en general (se considera refrigerante de transición). - R-401B. Transporte frigorífico. Refrigeración comercial. Bajas temperaturas (se considera refrigerante de transición). - R-409B. Temperaturas medias de refrigeración (se considera refrigerante de transición). - R-717. Refrigeración industrial. Temperaturas medias bajas (se considera refrigerante definitivo).

Tabla 5. Características del R-502.

Refrigerante	Tipo	Características Particulares	Aplicaciones	Sustitutos o alternativos
R-502	Mezcla azeotrópica 48,8% de R-22 y un 51,2% de R-115	<ul style="list-style-type: none"> - Una permanencia superior a las dos horas en una atmósfera con un 30% o más de esta sustancia provoca graves molestias en las personas. - Temperaturas en la descarga del compresor aceptables. - Tiene un rendimiento volumétrico mayor comparado con el R-12 y el R-22, lo que se traduce en una capacidad frigorífica superior para condiciones similares de trabajo. - En dependencia de la temperatura se puede separar del lubricante y es menos miscible con éste que el R-22. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja temperatura en frío industrial (túneles de congelación). - Cámaras de conservación de congelados. - En los sistemas de cascadas realizando la parte superior del ciclo con temperaturas de -40°C mínima. 	<ul style="list-style-type: none"> - R-404A. Temperaturas medias bajas. Almacenamientos por debajo de -18°C. Transporte frigorífico a bajas temperaturas (se considera como refrigerante definitivo). - R-407A. En medias y bajas temperaturas (se considera como refrigerante definitivo). - R-407B. En medias y bajas temperaturas (se considera como refrigerante definitivo). - R-408A. En medias y bajas temperaturas (se considera como refrigerante de transición). - R-403B. En medias y bajas temperaturas. Transporte frigorífico a bajas temperaturas (se considera como refrigerante de transición). - R-402B. En máquinas de hielo. Temperaturas bajas (se considera como refrigerante de transición). - R-507. En todas las aplicaciones del R-502 (se considera como refrigerante definitivo). - R-717. Refrigeración industrial (se considera como un refrigerante definitivo).

3.3.2. Refrigerantes HCFC

Actualmente se está reduciendo gradualmente la producción de estos refrigerantes.

Su presencia en el mercado estaba limitada hasta el pasado año 2010, aunque muchos países, por su cuenta, han adelantado esta fecha.

A partir de ese momento comenzará un período de eliminación en las instalaciones que los tengan como refrigerantes.

Al igual que los CFC son refrigerantes que han tenido una gran presencia en el mercado, principalmente el R-22.

Actualmente las mezclas de R-22 con otros tipos de refrigerantes están siendo ampliamente utilizadas como sustitutivos provisionales de los CFC.

Los HCFC tienen las siguientes características:

- ▶ Son refrigerantes del primer grupo, de alta seguridad.
- ▶ No son inflamables ni explosivos.
- ▶ Se descomponen en presencia de llama dando lugar a un gas irritante llamado fosgeno; por lo que habrá que tomar las mismas precauciones que con los CFC.
- ▶ Permanecer más de dos horas en una atmósfera con una concentración superior al 10% de este refrigerante causa graves molestias.
- ▶ En estado líquido son incoloros, inodoros mezclado con el aire, aunque en estado puro presentan un ligero olor a éter.
- ▶ Su solubilidad con los aceites es peor que la de los CFC y disminuye con la temperatura.
- ▶ Por esta razón las tuberías deben ser calculadas e instaladas cuidadosamente.
- ▶ En muchos casos se hace recomendable la instalación de un separador de aceite, para garantizar el retorno de éste al compresor.
- ▶ Principalmente en aplicaciones de baja temperatura.
- ▶ Son compatibles con los lubricantes del tipo alquilbenceno.

- ▶ Con los aceites minerales la miscibilidad disminuye.
- ▶ Para detectar las fugas se pueden utilizar los métodos tradicionales como la espuma de jabón, pasando por las lámparas halogenadas, los detectores de fuga electrónicos, hasta las lámparas ultravioletas.

En la tabla se muestran las características particulares del R-22 como principal exponente de estos refrigerantes.

Tabla 6. Características del R-22.

Refrigerante	Tipo	Características Particulares	Aplicaciones	Sustitutos o alternativos
R-22	Puro	<ul style="list-style-type: none"> - Comparado con el R-12, en igualdad de condiciones las temperaturas de descarga del compresor son superiores. - Disuelve doce veces más agua que el R-12 lo que significa que el peligro de humedad libre en el sistema es menor cuando la instalación trabaja con R-22. - Su rendimiento es superior al del R-12. Esto significa que el consumo de potencia en condiciones similares de trabajo es menor. - Utilizado a bajas temperaturas pierde capacidad frigorífica, y experimenta un aumento notable de la temperatura de descarga del compresor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Climatización de baja y media potencia. - Frío comercial (conservación y congelación). - Frío industrial (congelación y conservación). - Compete con el amoniaco en este campo. 	<ul style="list-style-type: none"> - R-134A. Aire acondicionado. Refrigeración comercial a temperaturas medias (se considera como un refrigerante definitivo). - R-407A. Temperaturas medias de refrigeración. Temperaturas bajas de refrigeración (se considera como refrigerante definitivo). - R-407B. Temperaturas bajas de refrigeración (se considera como refrigerante definitivo). - R-410A. Aire acondicionado (se considera como refrigerante definitivo). - R-507. Bajas temperaturas (se considera como refrigerante definitivo). - R-717. Refrigerante industrial. Temperaturas medias bajas (se considera como refrigerante definitivo).

Tabla 7. Sustitución del R-22.

TABLA RESUMEN PARA LA SUSTITUCIÓN DEL R-22																
R-22	Aplicación	Deslizamiento	Aceite	Cambio de aceite	% Aceite residual	Cambio Ø línea líquido	Cambio Ø línea aspiración	Cambio Ø línea descarga	Cambio calderería	Tarado válvula seguridad Kg/cm ²	Cambio válvula de expansión	Regulación válvula expansión	Cambio filtro secador	Presión (bar) a 45°C	% Carga vs R-22	Detección de fugas
		0°C	Mineral Sintético AB							24,5				16,5		Efecto Corona Dióxido Platino Infrarrojo
SUSTITUTOS DISPONIBLES																
R-507	Ref. Ind. Todas T Enfriadoras	0°C	Poliéster	SI	1 - 3%	SI	NO	NO	SI	27,5	SI	-	SI	19,5	85%	Dióxido Platino Infrarrojo
R-404A	Ref. Ind. Todas T Enfriadoras	0,9°C	Poliéster	SI	1 - 3%	SI	NO	NO	SI	27,5	SI	-	SI	20	85%	Dióxido Platino Infrarrojo
R-407C	Climatización Ref. Ind. Alta T	7,2°C	Poliéster	SI	1 - 3%	NO	NO	NO	NO	24,5	SI	-	SI	16	95%	Dióxido Platino Infrarrojo
R-417A	Climatización hasta 15 kW	5,5°C	Mineral Semsintético Sintético AB Poliéster	NO	-	NO	NO	NO	NO	24,5	NO	SI	SI	15	95%	Dióxido Platino Infrarrojo
R-422A	Ref. Ind. Media T Ref. Ind. Baja T	2,5°C	Mineral Semsintético Sintético AB Poliéster	NO	-	SI	NO	NO	SI	27,5	SI	-	SI	19,5	92%	Dióxido Platino Infrarrojo
R-422D	Enfriadora de agua expansión directa. Ref. Ind. Media T Ref. Ind. Baja T	4,5°C	Mineral Semsintético Sintético AB Poliéster	NO	-	NO	NO	NO	NO	24,5	NO	SI	SI	17	94%	Dióxido Platino Infrarrojo
R-427A	Climatización Ref. Ind. Alta T Ref. Ind. Media T	7,1°C	Mineral Semsintético Sintético AB Poliéster	SI	15%	NO	NO	NO	NO	24,5	NO	SI	SI	17,5	94%	Dióxido Platino Infrarrojo

3.3.3. Refrigerantes HFC y sus mezclas

Los refrigerantes HFC se consideran de nueva generación, ya que han sido creados para sustituir a los CFC y HCFC.

En un principio han sido considerados como ecológicos, por no ser dañinos para la capa de ozono atmosférico.

La presencia de flúor en su composición provoca que al ser emitidos contribuyan al aumento del calentamiento de la atmósfera (efecto invernadero).

Por esta razón, tendrán que ser sometidos a restricciones en cuanto su uso para reducir al mínimo sus emisiones y de esta forma paliar sus efectos.

Sus características generales son las siguientes:

- ▶ Su ODP es nulo por lo que se considera un refrigerante definitivo.
- ▶ En general tienen valores de GWP elevados, lo que implica una influencia elevada en el efecto invernadero.
- ▶ Esto significa que en el futuro, sus instalaciones estarán afectadas por las reglamentaciones relacionadas con el ambiente.
- ▶ Son refrigerantes seguros, es decir, no inflamables ni explosivos, sin embargo, en caso de estar sometidos en el ambiente altas temperaturas, la descomposición del refrigerante en gases tóxicos puede afectar a las personas presentes. Concretamente el R-407C y el R-410A forman, entre otros CO y ácido fluorhídrico, que pueden producir la muerte por asfixia y ceguera en determinadas concentraciones.
- ▶ En estado líquido son incoloros, inodoros mezclado con el aire, aunque en estado puro presentan un ligero olor a éter. Son refrigerantes estables ante las variaciones de temperaturas.
- ▶ En comparación con las instalaciones que trabajan con CFC, las instalaciones de refrigerantes del tipo HFC necesitan de un 5% a un 30% de refrigerante menos para las mismas condiciones de trabajo. Presentan una mala miscibilidad con los aceites minerales y los alquilbencénicos.
- ▶ Incompatibles con el teflón, caucho, silicona, cinc, magnesio, plomo y aleaciones de aluminio y magnesio. Al estar constituidos por moléculas mucho más pequeñas que las de los refrigerantes antiguos, las probabilidades de fugas son mucho mayores. Esta particularidad hace que se deban extremar las medidas para asegurar la estanqueidad de las instalaciones.

Tabla 8. Características del R-134A.

Refrigerante	Tipo	Características	Aplicaciones
R-134A	Puro	<ul style="list-style-type: none"> - Se admite como segura una permanencia de 8 horas en una atmósfera de 1000 ppm de R-134A. A pesar de esto, una permanencia de más de dos horas en una atmósfera con un 30% o más de esta sustancia provoca graves molestias en las personas. - La temperatura en la descarga del compresor es moderada, un 10% menor que el R-12. - Presiones de aspiración más bajas que el R-12. - No resulta eficiente para temperaturas de evaporación inferiores a -20°C. - En igualdad de condiciones a temperaturas por debajo de 0°C la producción frigorífica es inferior a la del R-12, y superior cuando evapora por encima de 0°C. - En igualdad de condiciones la masa de refrigerante de circulación en el sistema es inferior a la cantidad que se necesita con R-12. Esto hace que se precise entre un 10 y un 20% menos de refrigerante en el sistema al cambiar de R-12 a R134A. - Presenta una relación de composición superior al R-12 lo que determina que su eficiencia volumétrica se reduzca un 7% al compararla con la del R-12. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se desarrolló con el objetivo inicial de sustituir al R-12, pero con el paso del tiempo sus aplicaciones han aumentado. - Refrigeración doméstica, comercial a temperaturas medias. - Climatización centralizada incluyendo sistemas con compresores centrífugos. - Climatización de automóviles.

Tabla 9. Características del R-23.

Refrigerante	Tipo	Características	Aplicaciones
R-23	Puro	Su miscibilidad con los lubricantes es difícil. Esta situación se ve agravada por el hecho de que este refrigerante se emplea en instalaciones de muy bajas temperaturas. Para compensar este aspecto negativo se requiere un diseño riguroso de las tuberías del sistema, así como el uso de separadores de aceite. Lo más recomendable es utilizarlo con aceites éster de baja viscosidad.	Aplicaciones de baja temperatura por debajo de -40°C a -100°C como refrigerante de la zona de baja presión en los sistemas de cascadas. Es alternativo del R-13B1 y del R-13.

Los HFC son menos tolerantes a las impurezas que pueden introducirse en la instalación que los HCFC y los CFC.

Esto hace que haya que extremar las precauciones para evitar la presencia de impurezas en la instalación.

3.3.4. Comparativa técnico ecológica entre los refrigerantes más utilizados en equipos de climatización y refrigeración

Tabla 10. Comparativa técnica-ecológica de los refrigerantes más utilizados.

COMPARATIVA TÉCNICA-ECOLÓGICA DE ALGUNOS DE LOS REFRIGERANTES MAS UTILIZADOS EN EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN					
CONCEPTOS COMPARATIVOS	R-22	R-407C	R-410A	R-134A	R-404A
ODP ó PAO	0,055	0	0	0	0
TIPO DE REFRIGERANTE	Puro	Mezcla zeotrópica	Mezcla cuasi-azeotrópica	Puro	Mezcla cuasi-azeotrópica
ACEITE DE LUBRICACIÓN	Sintético/Mineral	Sintético	Sintético	Sintético	Sintético
PUNTO DE EBULLICIÓN A 1 BAR	- 40,8°C	- 43,8°C	- 51,6°C	- 10°C	- 46,5°C
DESLLIZAMIENTO	0°C	± 7°C	± 0,2°C	0°C	± 1°C
CARGA DE REFRIGERANTE	Fase gaseosa o líquida	Siempre fase líquida	Siempre fase líquida	Fase gaseosa o líquida	Siempre fase líquida
PCA ó GWP	1500	1520	1720	1300	3260

CAPÍTULO 4.

MARCO LEGISLATIVO

4.1. Normativa de aplicación

Este capítulo pretende sacar los extractos de aquellas normas que afectan al sector de los refrigerantes, para su mejor entendimiento y aplicación a las instalaciones frigoríficas en la práctica de instaladores y mantenedores del RD 1027/2007 (RITE) o RD 138/2011 (RSIF).

Algunas de las normas que posteriormente se van a desarrollar:

- ▶ **RD 795/2010** (certificaciones profesionales para manipulación y comercialización).
- ▶ **RCE 842/2006** (efecto invernadero).
- ▶ **RCE 1005/2009** (capa de ozono).
- ▶ **RD 208/2005 0** (Residuos).
- ▶ **LEY 22/2011** (Residuos).
- ▶ **RCE 1516/2007** (control de fugas).
- ▶ **RCE 1494/2007**(etiquetado de botellas y equipos).
- ▶ **RCE 1272/2008** (etiquetado de botellas y equipos).
etc.

Para dar solución a alguna duda más específica que genere la lectura de los extractos de estas normas, se recomienda el análisis integral de las mismas.

4.2. Definiciones

A efectos del mejor entendimiento de las definiciones de las normas que se van a desarrollar, se entenderá por:

- ▶ «**Gases fluorados**»: las sustancias enumeradas en los grupos I, II, III, VII, VIII y IX del anexo I del RCE 1005/2009, así como las enumeradas en el anexo I del RCE 842/2006, incluyendo las mezclas de fluidos que las contengan.
- ▶ «**Potencial de agotamiento del ozono**» «**PAO ó ODP**»: la cifra especificada en los anexos I y II del RCE 1005/2009, que representa el efecto potencial de cada sustancia regulada o sustancia nueva sobre la capa de ozono. Es el equivalente en cloro de la sustancia, siendo este la unidad de una molécula de cloro.
- ▶ «**Potencial de calentamiento atmosférico**» «**PCA ó GWP**»: el potencial de calentamiento climático de un gas fluorado de efecto invernadero en relación con el del dióxido de carbono, cifra especificada en anexo I del RCE 842/2006. Se obtiene a partir del potencial de calentamiento de un kilogramo de gas en relación con un kilogramo de CO₂ sobre un período de 100 años.
- ▶ «**Recuperación**»: la recogida y almacenamiento de sustancias reguladas procedentes de productos y aparatos o recipientes durante el mantenimiento o la revisión o antes de la eliminación.
- ▶ «**Reciclado**»: la reutilización de una sustancia regulada recuperada tras un procedimiento básico de limpieza.
- ▶ «**Regeneración**»: el nuevo tratamiento de una sustancia regulada recuperada con el fin de alcanzar un rendimiento equivalente al de una sustancia virgen, teniendo en cuenta su uso previsto.
- ▶ «**Destrucción**»: el proceso mediante el cual la totalidad o la mayor parte de un gas fluorado de efecto invernadero es transformada o descompuesta de forma permanente en una o más sustancias estables que no son gases fluorados de efecto invernadero.
- ▶ «**Sustancias vírgenes**»: sustancias que no han sido utilizadas previamente.

- ▶
«Uso»: la utilización de sustancias reguladas o sustancias nuevas en la producción, el mantenimiento o la revisión, incluido el rellenado, de productos o aparatos o en otros procesos.
- ▶
«Instalación»: la conjunción de al menos dos piezas de equipos o circuitos que contengan o se hayan diseñado para contener o conducir gases fluorados, con el fin de montar un sistema en su lugar de funcionamiento, independientemente de que sea necesario o no cargarlo tras el montaje.
- ▶
«Mantenimiento o revisión»: todas las actividades que supongan acceder a los circuitos de sistemas existentes que contengan o se hayan diseñado para contener gases fluorados, y en particular, retirar una o varias piezas del circuito o equipo, volver a montar una o varias piezas del circuito o equipo, así como reparar fugas. No tendrán tal consideración la manipulación de componentes que no afecten al confinamiento del fluido.
- ▶
«Empresa»: cualquier persona física o jurídica que produzca, recupere, recicle, regenere, utilice o destruya sustancias reguladas o sustancias nuevas; que importe, exporte o introduzca en el mercado dichas sustancias, o que explote aparatos de refrigeración, aire acondicionado o bombas de calor, o sistemas de protección contra incendios, que contengan sustancias reguladas.
- ▶
«Empresas habilitadas»: aquellas facultadas para trabajar con sistemas frigoríficos fijos por el Reglamento de seguridad de instalaciones frigoríficas (RD 3099/1977 ó RD 138/2011), o por el Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RD 1751/1998 ó RD 1027/2007).
- ▶
«Distribuidor de gases fluorados»: persona física o jurídica que vende o cede gases fluorados, a otro distribuidor o a un tercero para su uso, siempre y cuando los mencionados fluidos no formen parte de un equipo o producto.
- ▶
«Fabricantes»: titulares de instalaciones en las que se desarrollen actividades de montaje o producción de equipos o productos basados en gases fluorados para su posterior comercialización o uso por un tercero y en un emplazamiento distinto.
- ▶
«Comercializador»: persona física o jurídica que suministre equipos basados en gases fluorados en condiciones comerciales a un tercero que sea usuario final de dicho producto.

- ▶ «**Titular**»: persona física o jurídica propietaria del bien en cuestión, o aquella que ésta designe, de mutuo acuerdo y por escrito, no teniendo en este caso la consideración de venta o cesión, salvo que implique también un traspaso de la propiedad del bien.
- ▶ «**Operador**»: la persona física o jurídica que ejerza un poder real sobre el funcionamiento técnico de los equipos y sistemas.
- ▶ «**Sistema sellado herméticamente**»: un sistema en el que todas las piezas que contengan refrigerante estén sujetas mediante soldaduras, abrazaderas o una conexión permanente similar y cuyo índice de fugas determinado mediante ensayo, sea inferior a 3 gramos al año bajo una presión equivalente como mínimo al 25 % de la presión máxima permitida.
- ▶ «**Contenedor**»: un producto concebido principalmente para transportar o almacenar gases fluorados de efecto invernadero.
- ▶ «**Residuo**»: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.



Foto 4. Botellas para desechos de refrigerantes.

4.3. Comercialización, manipulación y certificación gases: RD 795/2010

4.3.1. Introducción

Los hidrocarburos halogenados han venido siendo utilizados de manera habitual en numerosos sectores como refrigerantes, disolventes, agentes espumantes o como agentes extintores de incendios, por sus especiales propiedades con indudables beneficios para la sociedad.

Sin embargo, entre las características de estas sustancias hay que destacar su contribución al calentamiento de la atmósfera, así como el alto poder destructivo del ozono estratosférico de aquellos compuestos que contienen cloro y/o bromo, lo que ha obligado a que gran parte de estas sustancias hayan sido reguladas por el Protocolo de Montreal sobre sustancias que agotan la capa de ozono, y por el Protocolo de Kioto sobre gases de efecto invernadero.

En consonancia con esta política, se han aprobado el Reglamento (CE) 842/2006, sobre gases fluorados de efecto invernadero y el Reglamento (CE) 1005/2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono. Ambos reglamentos incluyen limitaciones y prohibiciones a su uso, así como medidas para fomentar la contención de las emisiones y la recuperación de estos fluidos una vez finalizados los usos permitidos.

El RCE 1005/2009 especifica la necesidad de que el personal que utilice estas sustancias disponga de la cualificación necesaria. El RCE 842/2006 va mucho más allá, recogiendo un ambicioso programa de certificación del personal involucrado en la instalación, mantenimiento, control de fugas y recuperación de sistemas frigoríficos fijos, que utilicen los gases fluorados enumerados en su anexo I. Todos los elementos relacionados con la certificación de personal y empresas ya han sido desarrollados por la Comisión Europea. Si bien estos requerimientos ya son obligatorios al derivar de reglamentos europeos, para su mejor aplicación se ha considerado oportuna su incorporación al ordenamiento jurídico español a través de la presente norma.

En el caso de los sistemas frigoríficos, debido a su mayor complejidad, elevado número de profesionales involucrados y existencia previa de diferentes elementos formativos y de acreditación de competencias, se plantean en este sector el reconocimiento de las cualificaciones existentes y la necesidad de

superar, en su caso, determinadas acciones formativas complementarias de distinta entidad por parte de los diversos profesionales.

Si la capacitación del personal involucrado en la manipulación de los fluidos regulados en esta norma redundará en una reducción de sus emisiones, así como en una mayor eficiencia y mejor funcionamiento de los diferentes equipos, es clara la necesidad de establecer mecanismos de control sobre la venta, distribución y empleo de estas sustancias, que limiten su utilización a empresas y personal capacitados para ello.

Este Real Decreto tiene por objeto regular la distribución y puesta en el mercado de gases fluorados, así como su manipulación y la de los equipos basados en su empleo. Establece asimismo los procedimientos de certificación del personal que realiza determinadas actividades, todo ello con el objetivo de evitar las emisiones a la atmósfera y dar cumplimiento a lo previsto en la normativa europea.

Será de aplicación a los distribuidores de gases fluorados y de equipos y productos basados en ellos, así como al personal que realice instalación, mantenimiento o revisión, incluido el control de fugas, carga y recuperación de refrigerantes fluorados y manipulación de contenedores de gas, y a titulares, comercializadores y empresas instaladoras y mantenedoras de los equipos.

Los certificados exigidos para realizar las actividades enumeradas no habilitan por sí solos para la realización de dichas actividades, sino que éstas deben ser ejercidas en el seno de una empresa habilitada.

4.3.2. Certificaciones personales

Las certificaciones personales son los documentos mediante los cuales la administración reconoce a su titular la capacidad para desempeñar las actividades en ellas designadas y serán concedidas por el órgano competente designado por las comunidades autónomas, teniendo validez en toda España y en la Unión Europea.

Tabla 11. Supuestos para la obtención de la certificación.

POSIBLES SUPUESTOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN	REQUISITOS NECESARIOS PARA CADA TIPO DE CERTIFICACIONES DENTRO DEL ÁMBITO DE RITE Y RSF	
	CERTIFICACIÓN PARA MANIPULACIÓN DE EQUIPOS CON CUALQUIER CARGA	CERTIFICACIÓN PARA MANIPULACIÓN DE EQUIPOS CON CARGA INFERIOR A 3 KG
SUPUESTO 1	Carne de RITE, ó Certificado de profesionalidad antiguos de frío o aire acondicionado, ó FP grado medio antiguo de frío y clima, ó FP grado superior antiguo de edificios y proceso. + Curso 1 (24 h).	Curso 3 completo (A + B) (24 + 80 h). + 2 años de Experiencia en RITE o RSIF.
SUPUESTO 2	Curso 1 (24 h) + curso 2 (80 h). + 2 años de Experiencia en RITE o RSIF.	Curso 3 A (24 h) + superación examen con temario del curso 3 B (80 h). + 5 años de Experiencia en RITE o RSIF.
SUPUESTO 3	Curso 1 (24 h) + superación examen con temario del curso 2 (80 h). + 5 años de Experiencia en RITE o RSIF.	Curso 4 (300 h).

<p>SUPUESTO 4</p>	<p>Carne de instalador ó conservador-reparador frigorista, ó FP Grado superior Proyectos de instalaciones térmicas y fluidos, ó FP grado superior Manto. de instalaciones térmicas y fluidos, ó Certificado Profesionalidad Montaje y Manto. Inst. Frigoríficas, ó Certificado Profesionalidad Montaje y Manto. Inst. Clima y Ventila.</p>	<p>Carne de RITE, ó Certificado de profesionalidad antiguos de frío, ó aire acondicionado, ó FP grado medio antiguo de frío y clima, ó FP grado superior antiguo de edificios y proceso.</p>
<p>SUPUESTO 5</p>	<p>Cualquier Título o Certificado de Profesionalidad equivalentes a los descritos en supuesto 4 y 1 que cubran el temario de curso 1 y 2.</p>	<p>Curso 3 A (24 h) + superación examen con temario del curso 3 B (80 h) y LIMITANDO LA CERTIFICACIÓN.</p>
<p>SUPUESTO 6</p>	<p>Títulos universitarios que cubran el temario de los cursos 1 y 2.</p>	<p>Títulos universitarios que cubran el temario de los cursos 3 y 4.</p>

- ▶ **Curso 1:** Complementario, manipulación de equipos con sistemas frigoríficos de cualquier carga de refrigerantes fluorados. 24 h (8 horas prácticas, 14 teóricas y 2 horas de evaluación).
- ▶ **Curso 2:** Básico, manipulación de equipos con sistemas frigoríficos de cualquier carga de refrigerantes fluorados. 80 h (50 horas prácticas, 25 teóricas y 5 horas de evaluación).
- ▶ **Curso 3:** Complementario, manipulación de equipos con sistemas frigoríficos de carga menor de 3 kg de refrigerantes fluorados.
- ▶ **3 A:** 24 h (8 horas prácticas, 14 teóricas y 2 horas de evaluación).
- ▶ **3 B:** 80 h (50 horas prácticas, 25 teóricas y 5 horas de evaluación).
- ▶ **Curso 4:** Manipulación de equipos con sistemas frigoríficos de carga inferior a 3 kg de refrigerantes fluorados 300 h (210 horas prácticas, 80 teóricas y 10 horas de evaluación).
- ▶ Los programas formativos especificados podrán ser impartidos y evaluados por centros formativos y evaluadores acreditados según el artículo 8 de este reglamento.

**Solicitud de certificado de empresa habilitada para la manipulación de gases fluorados
 conforme a lo establecido en los Reglamentos (CE) nº 303/2008 y nº 304/2008 y en el
 Real Decreto 795/2010, de 16 de junio**

1.-Tipo de solicitud:

<input type="radio"/> ALTA	<input type="radio"/> MODIFICACIÓN	Número de Expediente	
<input type="radio"/> CESE TOTAL DE ACTIVIDADES			

2.- Datos de la empresa:

NIF		Nombre/Razón social					
Apellido 1º				Apellido 2º			
Nombre comercial			Correo electrónico				
Dirección		Tipo de vía		Nombre vía		Nº	
Bloque	Portal	Escalera	Piso	Puerta	Localidad		
Provincia			País		C. Postal		
Teléfono fijo		Teléfono móvil		Fax			

3.- Datos de el/la representante:

NIF/ NIE		Apellidos					
Nombre				Correo electrónico			
Dirección		Tipo de vía		Nombre vía		Nº	
Bloque	Portal	Escalera	Piso	Puerta	Localidad		
Provincia			CP	País		Fax	Teléfono

4.- Medio de notificación:

<input type="radio"/>	Deseo ser notificado/a de forma telemática (Sólo para usuarios dados de alta en el Sistema de Notificaciones Telemáticas de la Comunidad de Madrid)						
<input type="radio"/>	Deseo ser notificado/a por correo certificado						
Tipo de vía		Nombre vía					Nº
Bloque	Portal	Escalera	Piso	Puerta	Localidad		
Provincia			País		C. Postal		

5.- Declaraciones:

<input type="checkbox"/>	De acuerdo con lo dispuesto en los artículos 7 y 8 de los Reglamentos (CE) nº 303/2008 y/o 304/2008, ambos de 2 de abril de 2008, quien suscribe este documento, disponiendo de poder legal suficiente para actuar como representante de la empresa arriba indicada, DECLARA:						
1.	Que la empresa que representa dispone de la escritura de constitución de la misma y de sus estatutos, los cuales están debidamente inscritos en el registro mercantil o que, como titular de la empresa individual declarada, dispongo de la documentación acreditativa de constitución de la misma de indole fiscal y laboral.						
	Que la empresa está debidamente habilitada para ejercer su actividad en el marco de los siguientes reglamentos:						
	<input type="checkbox"/> Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (al menos en la especialidad de instalador o mantenedor de climatización);						
	<input type="checkbox"/> Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas;						
2.	<input type="checkbox"/> Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios;						
	O que:						
	<input type="checkbox"/> Únicamente actúa sobre sistemas de refrigeración compactos (sistemas de acondicionamiento de aire portátiles, frigoríficos y congeladores domésticos, etc.) con carga de refrigerante inferior a la establecida en el artículo 2.3.c) del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas aprobado por el Real Decreto 138/2011.						
3.	Que la empresa tiene empleado a personal certificado para las actividades que requieren certificación de acuerdo a lo previsto en el Real Decreto 795/2010, de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan, en número suficiente para abarcar el volumen previsto de actividades.						

Comunidad de Madrid

4.	Que el personal dedicado a actividades que requieren certificación puede tener acceso a los instrumentos y procedimientos necesarios para el correcto ejercicio de las mismas.
5.	Que dispone de la documentación probatoria del cumplimiento de los requisitos antes indicados, que presentará inmediatamente a la autoridad competente cuando ésta la pueda requerir para su control o inspección.
6.	Que la empresa se compromete a mantener el cumplimiento de los requisitos exigidos durante la vigencia de la actividad, así como a ejercer su actividad cumpliendo con las normas y requisitos que se establezcan en los correspondientes reglamentos o normas reguladoras y, en su caso, en las respectivas instrucciones técnicas y ordenes de desarrollo, así como cumpliendo con las disposiciones establecidas por la Comunidad Autónoma donde realice sus actuaciones
7.	Que la empresa es conocedora de que las empresas fabricantes o recargadoras de equipos de extinción de incendios que operan con halones precisan una autorización expresa para trabajar con dichos gases y que únicamente deben adquirir dichos fluidos a distribuidores específicamente autorizados para trabajar con los mismos.
8.	Que la dirección del domicilio, declarado en el apartado 2, constituye la dirección legal a efectos de solicitud de información y de notificación de quejas o reclamaciones por los usuarios y consumidores.
9.	Que los datos y manifestaciones que figuran en este documento son ciertos y que la empresa es conocedora de que: <ul style="list-style-type: none"> - La inexactitud, falsedad u omisión de los datos y manifestaciones de carácter esencial, faculta a la Administración para declarar la imposibilidad de seguir ejerciendo la actividad y, si procede, inhabilitar temporalmente el ejercicio de la misma. - Cualquier hecho que suponga la modificación de alguno de los datos de carácter esencial incluidos en esta declaración, así como el cese de las actividades, deberá ser comunicado mediante una nueva declaración responsable a esta Administración en el plazo de un mes. - El incumplimiento de los requisitos exigidos, referidos en esta declaración, podrá suponer, además de las posibles sanciones económicas la inhabilitación para el ejercicio de la actividad.

6.- Solicitudes:

<input type="checkbox"/>	De acuerdo con lo dispuesto en los artículos 7 y 8 de los Reglamentos (CE) nº 303/2008 y/o 304/2008, ambos de 2 de abril de 2008, y en el artículo 3.9 del Real Decreto 795/2010, de 16 de junio, quien suscribe este documento SOLICITA :
1.	El certificado de empresa previsto en los citados Reglamentos (CE) nº 303/2008 y/o 304/2008 para la intervención en: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Equipos fijos de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor que contengan determinados gases fluorados. <input type="checkbox"/> Equipos fijos de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor que contengan una carga menor de 3 kg de determinados gases fluorados. <input type="checkbox"/> Sistemas fijos de protección contra incendios y los extintores que contengan determinados gases fluorados.
2.	En caso de ser una empresa fabricante o recargadora de equipos de extinción de incendios basados en gases fluorados: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> SOLICITA, además, autorización expresa para poder operar con halones.

Información Institucional

Marque el recuadro en el caso de no estar interesado en recibir otra información institucional de la Comunidad de Madrid.

No deseo recibir información institucional de la Comunidad de Madrid

Si usted no ha marcado este recuadro, sus datos se integrarán en el fichero "Información Institucional" cuya finalidad es ofrecerle aquellas informaciones relacionadas con actuaciones y servicios de la Comunidad de Madrid, recordándole que usted podrá revocar el consentimiento otorgado en el momento que lo estime oportuno. El responsable del fichero es la DG de Calidad de los Servicios y Atención al Ciudadano, ante este órgano podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo lo cual se informa en cumplimiento del artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre.

En, a de de

FIRMA DEL DECLARANTE

Los datos personales recogidos serán incorporados y tratados en el fichero D.C.E. cuya finalidad es la Gestión de Documentos de Calificación Empresarial de la Comunidad de Madrid y no están contempladas cesiones más allá de las previstas en la Ley. El responsable del fichero es el órgano que figura en este documento, ante él podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo lo cual se informa en cumplimiento del artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

DESTINATARIO	Consejería de Economía y Hacienda Dirección General de Industria, Energía y Minas
---------------------	--

Solicitud de expedición de certificado personal de manipulador de gases fluorados

1.- Datos del interesado:

NIF				Apellidos			
Nombre				Correo electrónico			
Dirección	Tipo vía		Nombre vía				Nº
	Piso	Puerta	CP	Localidad			
Provincia				País			
Teléfono Fijo				Teléfono Móvil			Fax

2.- Datos de el/la representante (Rellenar sólo si es distinto de interesado):

NIF				Apellidos			
Nombre				Correo electrónico			
Dirección	Tipo vía		Nombre vía				Nº
	Piso	Puerta	CP	Localidad			
Provincia				País			
Teléfono Fijo				Teléfono Móvil			Fax

3.- Medio de notificación:

<input type="radio"/>	Deseo ser notificado/a de forma telemática (sólo para usuarios dados de alta en el Sistema de Notificaciones Telemáticas de la Comunidad de Madrid)						
<input type="radio"/>	Deseo ser notificado/a por correo certificado						
	Tipo de vía		Nombre vía				Nº
	Piso	Puerta	CP	Localidad	Provincia	Madrid	

4.- Tipo de certificado personal solicitado:

<input type="radio"/>	Manipulación de equipos con sistemas frigoríficos de cualquier carga de refrigerantes fluorados
<input type="radio"/>	Manipulación de equipos con sistemas frigoríficos de carga inferior a 3kg de refrigerantes fluorados
<input type="radio"/>	Manipulación de equipos de transporte refrigerado de mercancías (< 3 kg de refrigerantes fluorados)
<input type="radio"/>	Manipulación de sistemas frigoríficos que empleen refrigerantes fluorados en climatización de vehículos
<input type="radio"/>	Manipulación de equipos de protección contra incendios con gases fluorados como agente extintor
<input type="radio"/>	Manipulación de disolventes que contengan gases fluorados y equipos que los emplean
<input type="radio"/>	Competencia para la recuperación de hexafluoruro de azufre de equipos de conmutación de alta tensión

5.- Tipo de solicitud:

<input type="radio"/>	Obtención directa		
<input type="radio"/>	Superación examen	Fecha examen	Entidad formativa
<input type="radio"/>	Duplicado certificado	Nº	<input type="radio"/> Por extravío o sustracción <input type="radio"/> Deterioro <input type="radio"/> Otras causas
Nº de justificante de tasa		Fecha	Valor

Comunidad de Madrid

6.- Documentación requerida:

TIPO DE DOCUMENTO	Se aporta en la solicitud	Autorizo Consulta (*)
Copia DNI / NIE/Pasaporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Copia de titulación requerida	<input type="checkbox"/>	
Certificado acreditativo de experiencia profesional anterior a 2009	<input type="checkbox"/>	
Certificado de empresa instaladora o mantenedora, en caso de ser de otra comunidad autónoma, incluyendo antigüedad.	<input type="checkbox"/>	
Certificado de vida laboral	<input type="checkbox"/>	
Certificado de superación de cursos sobre programas formativos	<input type="checkbox"/>	
Certificado de superación de pruebas teórico-prácticas adicionales	<input type="checkbox"/>	
Documento liquidación tasas	<input type="checkbox"/>	

(*) Autorizo a la Comunidad de Madrid a recabar los datos relativos a los documentos seleccionados, eximiéndome de la necesidad de aportarlos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.2.b) de la ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos.

Información Institucional

Marque el recuadro en el caso de no estar interesado en recibir Información Institucional de la Comunidad de Madrid.

No deseo recibir Información Institucional de la Comunidad de Madrid

Si usted no ha marcado este recuadro, sus datos se integrarán en el fichero "Información Institucional" cuya finalidad es ofrecerle aquellas informaciones relacionadas con actuaciones y servicios de la Comunidad de Madrid, recordándole que usted podrá revocar el consentimiento otorgado en el momento que lo estime oportuno. El responsable del fichero es la Dirección General de Calidad de los Servicios y Atención al Ciudadano, ante este órgano podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo lo cual se informa en cumplimiento del artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

En, a .20.... de .noviembre..... de .2012....

FIRMA

Los datos personales recogidos serán incorporados y tratados en el fichero CARNETS cuya finalidad es registrar los datos de las personas físicas autorizadas para actuar en la instalación, mantenimiento y reparación de instalaciones reguladas, y podrán ser cedidos en aquellos casos previstos en la Ley. El responsable del fichero es el órgano que figura en este documento, ante el podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo lo cual se informa en cumplimiento del artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

DESTINATARIO	Consejería de Economía y Hacienda Dirección General de Industria, Energía y Minas
---------------------	--

4.3.3. Distribución y utilización de refrigerantes

Según el artículo 9 de este reglamento, se disponen las siguientes obligaciones específicas relativas a la distribución, comercialización y titularidad de los fluidos y equipos basados en ellos:

- ▶ Los distribuidores de refrigerantes, se asegurarán de que únicamente se ceden o venden a empresas habilitadas o fabricantes de equipos basados en dichos fluidos.
- ▶ Las empresas habilitadas podrán almacenar y transportar tanto gases fluorados vírgenes como recuperados.
- ▶ Las empresas habilitadas deben entregar refrigerantes destinados a la regeneración o destrucción a un gestor de residuos en un plazo no superior a seis meses.
- ▶ Las empresas habilitadas deberán disponer de un contrato en vigor que asegure la mencionada recogida periódica de sus instalaciones de los residuos generados en el desarrollo de su actividad.
- ▶ Las empresas habilitadas tendrán una contabilidad actualizada de las cantidades de residuos generadas.
- ▶ La titularidad de refrigerantes fluorados en contenedores destinados al transporte y almacenamiento de estos fluidos, queda restringida a distribuidores, empresas habilitadas y fabricantes de equipos basados en dichos fluidos, así como a gestores de residuos debidamente autorizados cuando los fluidos tengan tal condición.
- ▶ En el caso de que conforme a otra normativa específica se permita el almacenamiento de envases de refrigerantes fluorados en las instalaciones para su mantenimiento y servicio, su titularidad queda restringida a la empresa habilitada encargada del mantenimiento o a distribuidores de gases fluorados, pudiendo quedar dichos envases en depósito en las instalaciones.
- ▶ Los comercializadores de los equipos que requieran ser instalados, se asegurarán de que dicha instalación la realice una empresa habilitada.
- ▶ Los titulares de los equipos deberán contratar o encomendar la ejecución de las actividades enumeradas en dicho artículo a empresas habilitadas o personal certificado, según proceda.

4.4. Refrigerantes: Capa de ozono y Efecto invernadero (Reglamento (CE) 1005/2009 y Reglamento (CE) 842/2006)

El RCE 1005/2009 establece normas sobre la producción, importación, exportación, introducción en el mercado, uso, recuperación, reciclado, regeneración y destrucción de las sustancias que agotan la capa de ozono, sobre la comunicación de información acerca de dichas sustancias y sobre la importación, exportación, introducción en el mercado y uso de los productos y aparatos que contienen o dependen de estas sustancias. También actualiza normas a las que sustituye como el RCE 2037/2000 o el RCE 3093/1994.

El objetivo del RCE 842/2006 es contener, prevenir y con ello reducir las emisiones de gases fluorados de efecto invernadero cubiertos por el Protocolo de Kyoto, mediante la contención, el uso, la recuperación y la destrucción de los gases fluorados de efecto invernadero, el etiquetado y la eliminación de productos y aparatos que contengan dichos gases, la comunicación de datos relativos a esos gases, el control de los usos y las prohibiciones de comercialización de los productos y aparatos que contengan dichos gases, así como la formación y certificación del personal y de las empresas que se dediquen a las actividades relacionadas con dichos gases.

4.4.1. Refrigerantes afectados

4.4.1.1. Refrigerantes prohibidos y su potencial de agotamiento del ozono (PAO-ODP)

Según los artículos 4 y 5 del RCE 1005/2009, queda prohibida **desde el 01/01/2010** la producción, el uso y la introducción en el mercado (salvo para destrucción, y para re-embalado y exportación que se permite hasta el 31/12/2019), de los refrigerantes de la Tabla 12 y de productos y aparatos que los contengan.

Tabla 12. Refrigerantes prohibidos según el RCE 1005/2009.

REFRIGERANTE	(composición = % peso)	FÓRMULA	PAO / ODP
R-11	Triclorofluorometano	CCl_3F	1
R-12	Diclorodifluorometano	CCl_2F_2	1
R-12B1	Bromoclorodifluorometano	CBrClF_2	3
R-13	Clorotrifluorometano	CClF_3	1
R-13B1	Bromotrifluorometano	CBrF_3	10
R-113	1,1,2-Tricloro-1,2,2-trifluoretano	$\text{CCL}_2\text{FCCIF}_2$	0.8
R-114	1,2-Dicloro-1,1,2,2-tetrafluoretano	$\text{CCLF}_2\text{CCIF}_2$	1
R-115	2-Cloro-1,1,1,2,2-pentafluoretano	CF_3CCIF_2	0.6
R-500	R-12/152A (73.8/26.2)	$\text{CCl}_2\text{F}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3$	0.74
R-501	R-12/22 (25/75)	$\text{CCl}_2\text{F}_2 + \text{CHClF}_2$	0.29
R-502	R-22/115 (48.8/51.2)	$\text{CHClF}_2 + \text{CF}_3\text{CCIF}_2$	0.33
R-503	R-23/13 (40.1/59.9)	$\text{CHF}_3 + \text{CClF}_3$	0.6

También se prohíben igualmente desde el 01/01/2010 los refrigerantes de la Tabla 13, pero solo en su estado virgen, no siendo así en reciclado o regenerado.

Tabla 13. Refrigerantes prohibidos en estado virgen según el RCE 1005/2009.

REFRIGERANTE	(composición = % peso)	FÓRMULA	PAO / ODP
R-22	Clorodifluormetano	CHClF_2	0.055
R-124	2-Cloro-1,1,1,2-tetrafluoretano	CF_3CHClF	0.022
R-509A	R-22/218 (44/56)	$\text{CHClF}_2 + \text{C}_3\text{F}_8$	0.024
R-401A	R-22/152a/124 (53/13/34)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{CF}_3\text{CHClF}$	0.037
R-401B	R-22/152a/124 (61/11/28)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{CF}_3\text{CHClF}$	0.040
R-401C	R-22/152a/124 (33/15/52)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{CF}_3\text{CHClF}$	0.030
R-402A	R-125/290/22 (60/2/38)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{C}_3\text{H}_8 + \text{CHClF}_2$	0.021
R-402B	R-125/290/22 (38/2/60)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{C}_3\text{H}_8 + \text{CHClF}_2$	0.033
R-403A	R-22/218/290 (75/20/5)	$\text{CHClF}_2 + \text{C}_3\text{F}_8 + \text{C}_3\text{H}_8$	0.041
R-403B	R-22/218/290 (56/39/5)	$\text{CHClF}_2 + \text{C}_3\text{F}_8 + \text{C}_3\text{H}_8$	0.031
R-405A	R-22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{CH}_3\text{CClF}_2 + \text{C}_4\text{F}_8$	0.028
R-408A	R-125/143a/22 (7/46/47)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_3 + \text{CHClF}_2$	0.026

R-409A	R-22/124/142b (60/25/15)	CHClF ₂ + CF ₃ CHClF+ CH ₃ CClF ₂	0.048
R-409B	R-22/124/142b (65/25/10)	CHClF ₂ + CF ₃ CHClF+ CH ₃ CClF ₂	0.048
R1)	R-22/124/600 (50/47/3)	CHClF ₂ + CF ₃ CHClF+ C ₄ H ₁₀	0.034
R1)	R-125/143a /290/22 (42/6/2/50)	CF ₃ CHF ₂ + CF ₃ CH ₃ + C ₃ H ₈ + CHClF ₂	0.02
R-416A	R-134A/124/600 (59/39.5/1.5)	CF ₃ CH ₂ F+ CF ₃ CHClF+ C ₄ H ₁₀	0.009
R-406A	R-22/142b/600a (55/41/4)	CHClF ₂ + CClF ₂ CH ₃ + CH(CH ₃) ₃	0.057
R-411A	R-22/152a/1270 (87.5/11/1.5)	CHClF ₂ + CHF ₂ CH ₃ + C ₃ H ₆	0.048
R-411B	R-22/152a/1270 (94/3/3)	CHClF ₂ + CHF ₂ CH ₃ + C ₃ H ₆	0.052
R-412A	R-22/218/142b (70/5/25)	CHClF ₂ + C ₃ F ₈ + CClF ₂ CH ₃	0.055
R-141b	1,1-Dicloro-1- fluoretano	CCl ₂ FCH ₃	0.11
R-142b	1-Cloro-1,1- difluoretano	CClF ₂ CH ₃	0.065
R-123	2,2-Dicloro-1,1,1- trifluoretano	CF ₃ CHCl ₂	0.02

4.4.1.2. Refrigerantes de cercana prohibición y su potencial de agotamiento del ozono (PAO-ODP)

Según el artículo 11 del RCE 1005/2009, hasta el 31/12/2014 los refrigerantes y bombas de calor en servicio, siempre y cuando el recipiente lleve una etiqueta que indique que la sustancia ha sido regenerada, así como información sobre el número de lote y el nombre y la dirección del servicio de regeneración. HCFC de la tabla 14 **regenerados** podrán introducirse en el mercado y usarse para el mantenimiento y la revisión de aparatos de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor en servicio.

En el caso de los refrigerantes HCFC de la tabla 14 **reciclados**, hasta 31/12/2014 podrán usarse para el mantenimiento y la revisión de los aparatos de refrigeración y aire acondicionado y las bombas de calor en servicio, siempre y cuando hayan sido recuperados de estos aparatos y únicamente puedan utilizarse por la empresa que efectuó la recuperación como parte del mantenimiento o la revisión o para la que se efectuó la recuperación como parte del mantenimiento y la revisión.

Tabla 14. Refrigerantes prohibidos a partir del 31/12/2014.

REFRIGERANTE	(composición = % peso)	FÓRMULA	PAO / ODP
R-22	Clorodifluormetano	CHClF_2	0.055
R-124	2-Cloro-1,1,1,2-tetrafluoretano	CF_3CHClF	0.022
R-509A	R-22/218 (44/56)	$\text{CHClF}_2 + \text{C}_3\text{F}_8$	0.024
R-401A	R-22/152a/124 (53/13/34)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{CF}_3\text{CHClF}$	0.037
R-401B	R-22/152a/124 (61/11/28)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{CF}_3\text{CHClF}$	0.040
R-401C	R-22/152a/124 (33/15/52)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{CF}_3\text{CHClF}$	0.030
R-402A	R-125/290/22 (60/2/38)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{C}_3\text{H}_8 + \text{CHClF}_2$	0.021
R-402B	R-125/290/22 (38/2/60)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{C}_3\text{H}_8 + \text{CHClF}_2$	0.033

R-403A	R-22/218/290 (75/20/5)	$\text{CHClF}_2 + \text{C}_3\text{F}_8 + \text{C}_3\text{H}_8$	0.041
R-403B	R-22/218/290 (56/39/5)	$\text{CHClF}_2 + \text{C}_3\text{F}_8 + \text{C}_3\text{H}_8$	0.031
R-405A	R-22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{CH}_3\text{CClF}_2 + \text{C}_4\text{F}_8$	0.028
R-408A	R-125/143a/22 (7/46/47)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_3 + \text{CHClF}_2$	0.026
R-409A	R-22/124/142b (60/25/15)	$\text{CHClF}_2 + \text{CF}_3\text{CHClF} + \text{CH}_3\text{CClF}_2$	0.048
R-409B	R-22/124/142b (65/25/10)	$\text{CHClF}_2 + \text{CF}_3\text{CHClF} + \text{CH}_3\text{CClF}_2$	0.048
R ¹⁾	R-22/124/600 (50/47/3)	$\text{CHClF}_2 + \text{CF}_3\text{CHClF} + \text{C}_4\text{H}_{10}$	0.034
R ¹⁾	R-125/143a /290/22 (42/6/2/50)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_3 + \text{C}_3\text{H}_8 + \text{CHClF}_2 +$	0.02
R-416A	R-134A/124/600 (59/39.5/1.5)	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{CF}_3\text{CHClF} + \text{C}_4\text{H}_{10}$	0.009
R-406A	R-22/142b/600a (55/41/4)	$\text{CHClF}_2 + \text{CClF}_2\text{CH}_3 + \text{CH}(\text{CH}_3)_3$	0.057
R-411A	R-22/152a/1270 (87.5/11/1.5)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{C}_3\text{H}_6$	0.048
R-411B	R-22/152a/1270 (94/3/3)	$\text{CHClF}_2 + \text{CHF}_2\text{CH}_3 + \text{C}_3\text{H}_6$	0.052
R-412A	R-22/218/142b (70/5/25)	$\text{CHClF}_2 + \text{C}_3\text{F}_8 + \text{CClF}_2\text{CH}_3$	0.055
R-141b	1,1-Dicloro-1-fluoretano	CCl_2FCH_3	0.11
R-142b	1-Cloro-1,1-difluoretano	CClF_2CH_3	0.065
R-123	2,2-Dicloro-1,1,1-trifluoretano	CF_3CHCl_2	0.02

4.4.1.3. Refrigerantes con restricciones y su potencial de calentamiento atmosférico (PCA-GWP)

Según el RCE 842/2006, para reducir las emisiones de refrigerantes de efecto invernadero, se establecen restricciones de comercialización y uso mediante la contención y control de productos y aparatos que contengan los refrigerantes de la Tabla 15.

Tabla 15. Refrigerantes con restricciones según el RCE 842/2006.

REFRIGERANTE	(composición = % peso)	FÓRMULA	PCA / GWP
R-23	Trifluorometano	CHF_3	11 700
R-125	Pentafluoretano	CF_3CHF_2	2 800
R-134A	1,1,1,2-Tetrafluoretano	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$	1 300
R-507A	R-125/143a (50/50)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_3$	3 300
R-508A	R-23/116 (39/61)	$\text{CHF}_3 + \text{C}_2\text{F}_6$	11 860
R-508B	R-23/116 (46/54)	$\text{CHF}_3 + \text{C}_2\text{F}_6$	11 850
R-404A	R-125/143a/134a (44/52/4)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_3 + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$	3 260
R-407A	R-32/125/134a (20/40/40)	$\text{CH}_2\text{F}_2 + \text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$	1 770
R-407B	R-32/125/134a (10/70/20)	$\text{CH}_2\text{F}_2 + \text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$	2 280
R-407C	R-32/125/134a (23/25/52)	$\text{CH}_2\text{F}_2 + \text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$	1 520
R-410A	R-32/125 (50/50)	$\text{CH}_2\text{F}_2 + \text{CF}_3\text{CHF}_2$	1 720
R-410B	R-32/125 (45/55)	$\text{CH}_2\text{F}_2 + \text{CF}_3\text{CHF}_2$	1 830

R-416A	R-134A/124/600 (59/39.5/1.5)	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{CF}_3\text{CHClF} + \text{C}_4\text{H}_{10}$	950
R-422A	R-125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)	$\text{CF}_3\text{CHF} + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{CH}(\text{CH}_3)_3$	2 230
R-422D	R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{CH}(\text{CH}_3)_3$	2 530
R ¹⁾	R-125/290/218 (86/5/9)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_3\text{F}_8$	3 920
R-422D	R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	$\text{CF}_3\text{CHF} + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{CH}(\text{CH}_3)_3$	2 530
R ¹⁾	R-134A/227 (52.5/47.5)	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{CF}_3\text{CHF}_2$	1 940
R-417A	R-125/134a/600 (46.6/50/3.4)	$\text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{C}_4\text{H}_{10}$	1 950
R-427A	R-32/125/143a/134a (15/25/10/50)	$\text{CH}_2\text{F}_2 + \text{CF}_3\text{CHF}_2 + \text{CF}_3\text{CH}_3 +$ $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$	1 8001
R-413A	R-218/134a/600a (9/88/3)	$\text{C}_3\text{F}_8 + \text{CF}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{CH}(\text{CH}_3)_3$	770
R-32	Difluorometano	CH_2F_2	650
R-143a	1,1,1-Trifluoretano	CF_3CH_3	3 800
R-152a	1,1-Difluoretano	CHF_2CH_3	140

4.5. Etiquetado de equipos, aparatos y botellas. RCE 1494/2007 y RCE 1272/2008

4.5.1. Etiquetado de los refrigerantes de cercana prohibición

Según el artículo 11 del RCE 1005/2009, cuando se usen los refrigerantes reciclados o regenerados de la tabla 14 para el mantenimiento o la revisión, los aparatos de refrigeración y aire acondicionado y las bombas de calor correspondientes llevarán una etiqueta en la que se indicará:

- Tipo de sustancia.

- ▶ Cantidad de esta contenida en los aparatos.
- ▶ Elementos de etiquetado establecidos en el RCE 1272/2008 para las sustancias o mezclas clasificadas como peligrosas para la capa de ozono.

Palabra de Advertencia: PELIGRO.

Indicación de Peligro: Peligroso para la capa de ozono.

Consejos de Prudencia: Evitar su liberación al medio ambiente.

Símbolo o pictograma.

PELIGRO

Este equipo contiene refrigerante RECICLADO/REGENERADO
Tipo de Refrigerante.....
Carga Total de Refrigerante (kg).....

EUH059: Peligro para la capa de ozono
Evitar su liberación al medio ambiente
Eliminar el contenido de conformidad con la normativa de residuos

Los equipos deben etiquetarse asimismo con:



EUH 059 – Peligroso para la capa de ozono

<p>GHS01</p>  <p><i>Explosivo</i></p>	<p>GHS02</p>  <p><i>Inflamable</i></p>	<p>GHS04</p>  <p><i>A presión</i></p>	<p>GHS06</p>  <p><i>Tóxico</i></p>
--	---	--	---

Figura 9. Contenido del etiquetado de los refrigerantes de cercana prohibición.

Así mismo los **refrigerantes** regenerados deben llevar una etiqueta que indique:

- ▶ Que la sustancia ha sido regenerada.
- ▶ Número de lote.
- ▶ Nombre y dirección del servicio de regeneración.

4.5.2. Etiquetado de los refrigerantes con restricciones

Según el artículo 2 del RCE 1494/2007, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7 del RCE 842/2006, los productos y aparatos de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor que contengan los gases fluorados de efecto invernadero de la tabla 15, y los contenedores de estos, no se comercializarán a menos que se haya identificado mediante una etiqueta con las siguientes condiciones:

- ▶ Es necesario que la etiqueta se coloque de tal forma que sea visible para los técnicos de instalación y reparación.
- ▶ La información destacará sobre el fondo y será de un tamaño suficiente e irá espaciada de forma tal que pueda leerse fácilmente.
- ▶ Cuando la información se añada en una etiqueta ya adherida al producto o aparato, no podrán utilizarse caracteres de un tamaño inferior al de los caracteres más pequeños de la información que ya figure en la etiqueta.
- ▶ La etiqueta y su contenido estarán diseñados íntegramente de tal modo que permanezcan firmemente adheridos al producto o aparato.
- ▶ Podrán colocarse en las placas descriptivas o en las etiquetas de información sobre el producto existente, o a su lado, o al lado de los lugares de acceso para reparación.
- ▶ En los productos y aparatos de aire acondicionado y en las bombas de calor con una unidad interior y otra exterior conectadas por conducciones frigoríficas, la información de la etiqueta se colocará en la parte del aparato donde se cargue inicialmente el refrigerante.

La etiqueta contendrá la siguiente información:

- ▶ La denominación química industrial aceptada de los refrigerantes.
- ▶ La frase: «Contiene gases fluorados de efecto invernadero cubiertos por el Protocolo de Kioto sobre el Cambio Climático».
- ▶ Cantidad, indicación que figurará de manera clara e indeleble sobre el producto o aparato, junto a los puntos de servicio para recarga o recuperación de los gases fluorados de efecto invernadero, o en la parte del producto o aparato que contenga el gas fluorado de efecto invernadero.
- ▶ Si procede: «Sistema sellado herméticamente».
- ▶ Si los productos, aparatos de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor, han sido aislados con espumas en las que se han inyectado gases fluorados de efecto invernadero, la frase: «Espuma con gases fluorados de efecto invernadero inyectados».
- ▶ En el caso de que no se efectúe la carga total de refrigerante en fábrica, el fabricante debe indicar la carga efectuada y dejar un espacio para indicar la cantidad que se añada fuera de fábrica y la cantidad total resultante.
- ▶ La información irá adherida firmemente a contenedor, aparato o producto, donde se carga inicialmente, siendo legible al destacar del fondo, con tamaño suficiente y espaciado.
- ▶ Quien comercialice deberá asegurarse de que cuenten con el etiquetado, al menos, en castellano, aunque las empresas habilitadas colocarán una etiqueta con las características y de la manera prevista, en los equipos que no dispongan de la misma en el momento de realizar alguna intervención.
- ▶ En los casos en que puedan añadirse gases fluorados de efecto invernadero fuera de la fábrica y el fabricante no especifique la cantidad total resultante, deberá indicarse en la etiqueta la cantidad cargada en la fábrica y dejarse espacio en ella para indicar la cantidad que se añada fuera de la fábrica y la cantidad total resultante.
- ▶ (Las medidas previstas también se ajustan al Reglamento (CE) 1005/2009).

Contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol

R410A

1= kg

2= kg

1+2= kg

F E



INFORMACIÓN IMPORTANTE EN RELACIÓN AL REFRIGERANTE UTILIZADO

Este producto contiene los gases fluorados de efecto invernadero regulados por el Protocolo de Kioto. **No vierta gases a la atmósfera.**

Tipo de refrigerante: **R410A**

Valor GWP*: **1975**

*GWP = Potencial de calentamiento global

Rellene con tinta indeleble.

- 1 la carga de refrigerante de fábrica del producto
- 2 la cantidad adicional de refrigerante cargado en campo y
- 1+2 la carga total de refrigerante

En la etiqueta de carga de refrigerante suministrada con el producto.

La etiqueta rellena debe pegarse cerca de la conexión de carga del producto (p.ej. en el interior de la cubierta de la válvula de tope).

- A Contiene los gases fluorados de efecto invernadero regulados por el Protocolo de Kioto
- B Carga de refrigerante de fábrica del producto: véase placa de especificaciones técnicas de la unidad
- C Cantidad adicional de refrigerante cargado en campo
- D Carga total de refrigerante
- E Unidad exterior
- F Cilindro del refrigerante y dosificador de carga

Figura 10. Información importante en relación al refrigerante utilizado.

En los manuales de instrucciones proporcionados con estos productos y aparatos figurará información sobre los gases fluorados de efecto invernadero, incluido su potencial de calentamiento atmosférico, y deberán adjuntar las instrucciones de manejo, al menos, en castellano.

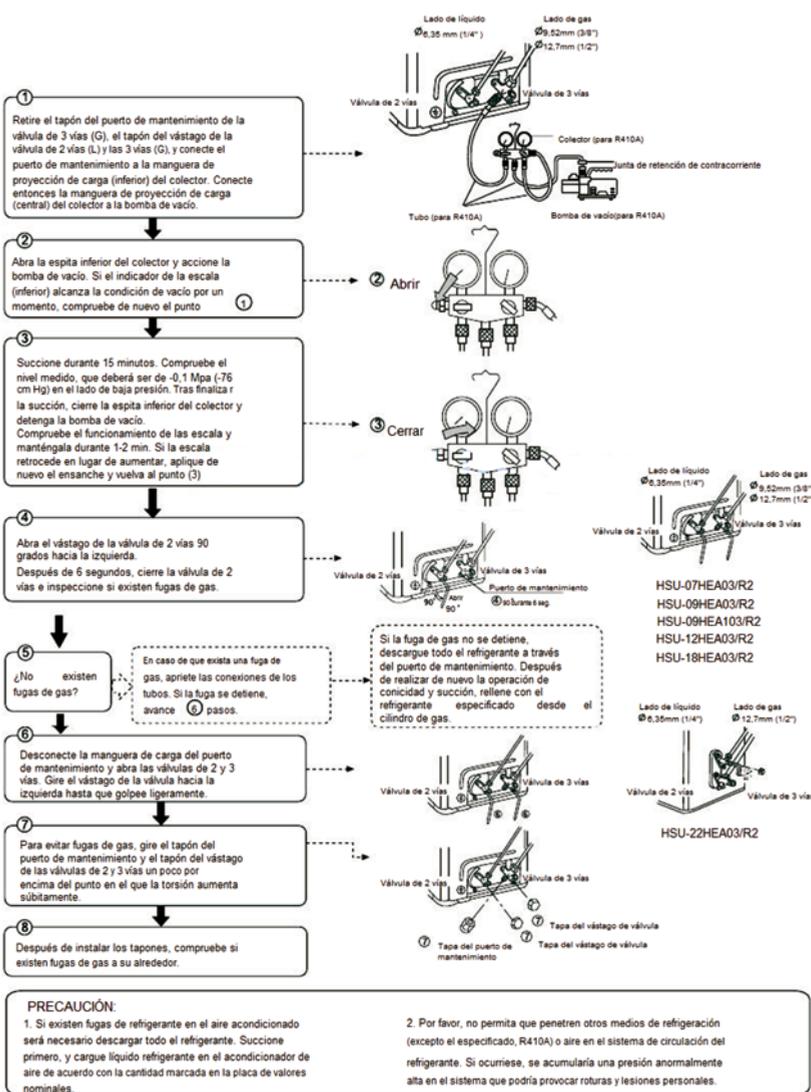


Figura 11. Método de purga: para utilizar una bomba de calor.

Las empresas que utilicen HCFC de la Tabla 14 regenerados o reciclados para mantenimiento y revisión llevarán un registro de las empresas que les han suministrado los refrigerantes regenerados y de la fuente de los HCFC reciclados.

4.6.3. Recuperación y destrucción de refrigerantes HFC

Según el artículo 3 del RCE 842/2006, los operadores de circuitos de refrigeración de los aparatos de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor con refrigerantes de la Tabla 15, serán responsables de tomar las medidas necesarias para la recuperación adecuada, por parte de personal acreditado que cumpla los requisitos de formación y certificación de gases fluorados de efecto invernadero con el fin de garantizar su reciclado, regeneración o destrucción.

Cuando un contenedor de gases fluorados, recargable o no, alcance el final de su vida útil, la persona que utilice el contenedor a efectos de transporte o almacenamiento será la responsable de tomar las medidas necesarias para la adecuada recuperación de cualesquiera gases residuales que contenga con el fin de garantizar su reciclado, regeneración o destrucción.

Los gases fluorados de efecto invernadero contenidos en otros productos y aparatos, serán recuperados por personal debidamente cualificado, siempre que ello sea viable técnicamente y no genere costes desproporcionados, con el fin de garantizar su reciclado, regeneración o destrucción.

La recuperación a efectos de reciclado, regeneración o destrucción de los gases fluorados de efecto invernadero, tendrá lugar antes de la eliminación final de dichos aparatos y, en su caso, durante su reparación y mantenimiento.

Para cualquier tipo de autorización administrativa requerida para poder gestionar legalmente el residuo por parte de la empresa habilitada (autorizaciones, inscripciones, producción de residuos, seguros, registros, transporte de sus propios residuos, etc.), se debe recurrir a la administración pública competente en materia medioambiental, para ver requisitos.

4.6.4. Gestión de residuos: Ley 22/2011 y RD 208/2005

La Ley 22/2011 tiene por objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos.

El RD 208/2005, tiene como objetivo reducir la cantidad de estos residuos y la peligrosidad de los componentes, fomentar la reutilización de los aparatos y la valorización de sus residuos, determinar una gestión adecuada tratando de mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, por ejemplo, los productores, distribuidores, usuarios y, en particular, el de aquellos agentes directamente implicados en la gestión de los residuos derivados de estos aparatos. Así mismo se determina cómo gestionar los aparatos eléctricos o electrónicos para minimizar la afección ambiental de este tipo de residuos con especial consideración de los procedentes de hogares particulares debido a su porcentaje mayoritario en el cómputo total de residuos de estos aparatos. (Aparatos eléctricos o electrónicos incluidos en el ámbito de aplicación del RD 208/2005: Grandes equipos refrigeradores, frigoríficos, congeladores, otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos, aparatos de aire acondicionado, ventilación, máquinas expendedoras, etc.).

En primer lugar, se establece que los últimos poseedores podrán devolver los aparatos, sin coste, a los distribuidores o a las entidades locales que recibirán temporalmente los procedentes de hogares particulares y, previo acuerdo voluntario, los de uso profesional. Posteriormente, los productores deberán hacerse cargo de ellos y proceder a su correcta gestión. (Entregarlos a gestores autorizados). En aplicación del principio *«quien contamina paga»*, *el productor debe hacerse cargo de los costes de la gestión, incluida la recogida desde las instalaciones de almacenamiento temporal establecidas por los entes locales o desde los distribuidores, de los residuos que se generen tras el uso de los aparatos eléctricos o electrónicos que se pongan en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005 y se marcarán para identificar a su productor y para constatar que han sido puestos en el mercado después de dicha fecha, y se etiquetarán, además, con el símbolo:*

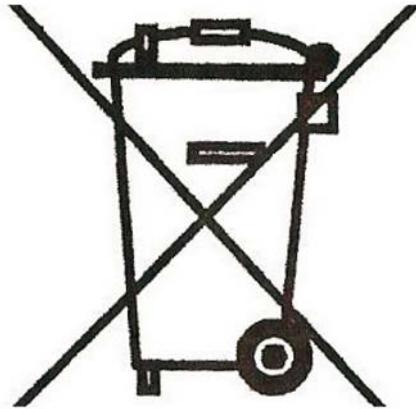


Figura 13. Símbolo que debe incluirse en aparatos eléctricos o electrónicos.

Se prevé, asimismo, la financiación de los costes de gestión de los residuos procedentes de aparatos puestos en el mercado antes de dicha fecha dependiendo de si aquéllos proceden de hogares particulares o de uso profesional.

Se debe proporcionar a los gestores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, en la medida en que éstos lo soliciten, la oportuna información para el desmontaje que permita la identificación de los distintos componentes y materiales susceptibles de reutilización y reciclado, así como la localización de las sustancias y preparados peligrosos y la forma de alcanzar en cada aparato los correspondientes objetivos de reutilización, reciclado y valorización.

Se debe informar a los usuarios sobre los criterios para una correcta gestión ambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Cuando el usuario adquiera un nuevo producto, que sea de tipo equivalente o realice las mismas funciones que el aparato que se desecha, podrá entregarlo en el acto de la compra al distribuidor.

Si los residuos no proceden de hogares particulares y los aparatos se sustituyen por otros nuevos equivalentes o que desempeñen las mismas funciones, el coste de la gestión correrá a cargo de los productores de esos aparatos

cuando los suministren. Si el usuario únicamente entrega el aparato usado para que sea gestionado, el coste de la gestión será a su cargo. Los productores y usuarios de aparatos que no procedan de hogares particulares podrán estipular mediante acuerdo otra financiación de la gestión de los residuos distinta de la prevista en el apartado anterior. En este caso, cuando el usuario profesional asuma la gestión del residuo, deberá cumplir con las obligaciones de garantizar la valorización, el reciclaje y el suministro de la información establecidos.

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que contengan materiales o elementos peligrosos serán descontaminados. La descontaminación incluirá, como mínimo, la retirada selectiva de los fluidos, componentes, materiales, sustancias y preparados.

De aparatos eléctricos o electrónicos como mínimo deberán extraerse los CFC, HCFC, HFC o HC por medios selectivos. Los aparatos que contengan gases que agotan la capa de ozono o tienen un potencial de calentamiento global superior a 15, como por ejemplo los contenidos en espumas o en circuitos de refrigeración, estos se extraerán y se tratarán adecuadamente.

Las normas establecen jerarquía en las operaciones de tratamiento de residuos por el siguiente orden de prioridad: Prevención; Preparación para la reutilización; Reciclado; Otro tipo de valorización, incluida la valorización energética; y Eliminación.

En relación con el almacenamiento, la mezcla y el etiquetado de residuos en el lugar de producción, el productor u otro poseedor inicial de residuos está obligado a mantener los residuos almacenados en condiciones adecuadas de higiene y seguridad mientras se encuentren en su poder.

La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a dos años cuando se destinen a valorización y a un año cuando se destinen a eliminación. En el caso de los residuos peligrosos, en ambos supuestos, la duración máxima será de seis meses. Los plazos mencionados empezarán a computar desde que se inicie el depósito de residuos en el lugar de almacenamiento.

No mezclar ni diluir los residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.

Los aceites usados de distintas características cuando sea técnicamente factible y económicamente viable, no se mezclarán entre ellos ni con otros residuos o sustancias, si dicha mezcla impide su tratamiento.

Almacenar, envasar y etiquetar los residuos peligrosos en el lugar de producción antes de su recogida y transporte con arreglo a las normas aplicables que se describen en este libro.

Corresponde al Ministerio competente en materia de medio ambiente, a las Comunidades Autónomas, y a las entidades Locales, o a las diputaciones forales cuando proceda, la elaboración de los programas de prevención y gestión de residuos, la autorización, vigilancia, inspección y sanción, el registro de la información en materia de producción y gestión de residuos, el otorgamiento de la autorización del traslado de residuos desde o hacia países, así como las de los traslados en el interior del territorio del Estado y la inspección y, en su caso, sanción derivada de los citados regímenes de traslados.

Las comunidades autónomas y las entidades locales promoverán la adopción de sistemas certificados de gestión ambiental, internacionalmente aceptados, para tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Incorpora al derecho interno las mencionadas directivas, para fijar disposiciones particulares relativas a la producción y gestión de determinados tipos de residuos de manera que se facilite su reutilización, reciclado y valorización, como por ejemplo la inscripción de las empresas habilitadas como productoras de residuos o la acreditación de sus vehículos para poder transportar residuos.

4.7. Control de fugas

4.7.1. Control de fugas de los refrigerantes HCFC reciclados o regenerados

Según el artículo 23 del RCE 1005/2009, las empresas tomarán todas medidas para prevenir y reducir al mínimo cualquier escape y emisión de los refrigerantes de las Tablas 12, 13 y 14 en aparatos de refrigeración, aire acondicionado o bombas de calor, incluidos sus circuitos, siendo la frecuencia mínima de control la especificada en la siguiente tabla según su carga de gas (los circuitos independientes no se suman las cargas):

Tabla 16. Control de fugas de HCFC reciclados o regenerados.

CARGA DE GAS	FRECUENCIA DE CONTROLES MÍNIMA
carga < 3 kg (y < 6 kg en sistemas etiquetados como sellados herméticamente)	Exento
carga ≥ 3 kg a <30 kg	12 meses
carga ≥ 30 kg a <300 kg	6 meses
carga ≥ 300 kg	3 meses

Se deben subsanar lo antes posible las fugas detectadas, y en cualquier caso en un plazo de 14 días.

Los aparatos o sistemas serán objeto de un control de escapes en el plazo de un mes a partir del momento en que se haya subsanado una fuga con objeto de garantizar que la reparación ha sido eficaz.

4.7.2. Registro del control de fugas de los refrigerantes HCFC reciclados o regenerados

Según el artículo 23 del RCE 1005/2009, las empresas llevarán registros de:

- ▶ Las cantidades y de los tipos de sustancias reguladas añadidas y de la cantidad recuperada durante el mantenimiento, la revisión y la eliminación definitiva del aparato o sistema correspondiente.
- ▶ Identificación de la empresa o del técnico que llevó a cabo la revisión o el mantenimiento.
- ▶ Fechas y resultados de los controles de escapes realizados.

La autoridad competente de un Estado miembro y la Comisión podrán acceder, previa solicitud, a dichos registros.

4.7.3. Control de fugas de los refrigerantes HFC

Según el artículo 3 del RCE 842/2006, los operadores de aparatos de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor con refrigerantes de la Tabla 15, incluidos sus circuitos, deberán evitar las fugas de refrigerante, y subsanar lo antes posible las fugas detectadas, así como realizar un control de fugas realizado por personal acreditado con arreglo al siguiente esquema:

Tabla 17. Control de fugas de los refrigerantes HFC.

CARGA DE GAS	FRECUENCIA CONTROLES MÍNIMA	Si existe y funciona correcto el sistema de detección fugas
carga < 3 kg (y < 6 kg en sistemas etiquetados como sellados herméticamente)	Exento	Exento
carga ≥ 3 kg a <30 kg	12 meses	12 meses
carga ≥ 30 kg a <300 kg	6 meses	12 meses
carga ≥ 300 kg	3 meses	6 meses

Las aplicaciones serán objeto de un control de fugas en el plazo de un mes a partir del momento en que se haya subsanado una fuga con objeto de garantizar que la reparación ha sido eficaz.

Los operadores de las aplicaciones que contengan 300 kg o más de gases fluorados de efecto invernadero deberán instalar sistemas de detección de fugas. Estos sistemas de detección de fugas serán objeto de al menos un control cada doce meses para garantizar su funcionamiento adecuado.

4.7.4. Registro del control de fugas de los refrigerantes HFC

Según el artículo 3 del RCE 842/2006, los operadores de las aplicaciones mencionadas en el apartado anterior que contengan 3 kg o más de gases fluorados de efecto invernadero deberán llevar registros de:

- ▶ Cantidades y de los tipos de gases fluorados de efecto invernadero instalados. En caso de que la carga de gases fluorados de efecto invernadero de los equipos no se indique en las especificaciones técnicas del fabricante o en la etiqueta de dicho sistema, el operador velará por que el personal acreditado la determine.
- ▶ Cantidad añadida y de la cantidad recuperada durante el mantenimiento, la reparación y la eliminación definitiva.
- ▶ Identificación de la empresa o del técnico que llevó a cabo el mantenimiento o la reparación.
- ▶ Fechas y resultados de los controles de fugas realizados.
- ▶ Información pertinente que sirva para identificar los distintos aparatos de carga igual o superior 30 kg.
- ▶ Los métodos de medición directa o indirecta empleados en el control de fugas para cada una de las aplicaciones.
- ▶ Una vez esclarecida, la causa de la fuga se indicará en los registros del equipo.

La autoridad competente y la Comisión podrán acceder, previa solicitud, a dichos registros.

Para garantizar un control de fugas eficaz, las verificaciones han de centrarse en las partes del equipo que más probablemente puedan sufrir fugas (juntas, válvulas, sellos, y filtros, partes que pueden sufrir vibraciones, conexiones a dispositivos de seguridad o funcionamiento, etc.), así como en las partes que se hayan detectado fugas con anterioridad y en sus partes adyacentes.

Cuando se sospeche que se ha producido una fuga, debe procederse al control oportuno para determinar su origen y repararla.

Los sistemas recién instalados serán objeto de controles de fugas inmediatamente después de haber sido puestos en servicio.

4.7.5.2. Métodos de medición de fugas

Los controles de fugas deben efectuarse empleando métodos de medición directa o indirecta.

El método de medición que debe usarse ha de ser decidido por el personal acreditado, que cuenta con la formación y experiencia necesarias para determinar el método más adecuado según los casos.

▼ Métodos de medición directa:

Identifican las fugas mediante dispositivos de detección que pueden determinar si el sistema sufre un escape de la carga de gas fluorado de efecto invernadero.

Son necesarios para determinar el punto exacto en que se produce la fuga.

Los métodos de medición directa pueden emplearse en todos los casos.

Según el artículo 6 del RCE 1516/2007, los métodos de medición directa son:

Dispositivos de detección de gases adaptados al fluido refrigerante del sistema. Estos se controlarán cada doce meses a fin de garantizar su correcto funcionamiento. Los dispositivos de detección de gases portátiles tendrán una sensibilidad de al menos 5 g por año.

Aplicación de un fluido ultravioleta (UV) de detección o un tinte adecuado en el circuito. Solamente se introducirán cuando el fabricante del equipo haya confirmado que tales métodos de detección son técnicamente posibles.

Soluciones de burbujas o espumas patentadas.

Antes de procederse al ensayo de presión con nitrógeno sin oxígeno u otro gas idóneo para los ensayos de presión destinados a controlar fugas, los gases fluorados de efecto invernadero serán recuperados del sistema en su conjunto por personal acreditado para recuperar gases fluorados de efecto invernadero de ese tipo específico de equipo.

▼ **Métodos de medición indirecta:**

Se basan en la identificación de características de funcionamiento anormales en el sistema y en el análisis de los parámetros pertinentes.

Son convenientes en caso de que la fuga se desarrolle muy lentamente y el equipo esté instalado en un entorno bien ventilado que dificulte su detección.

Solo se emplearán cuando los parámetros del equipo por analizar, ofrezcan información fidedigna sobre la carga de gases fluorados de efecto invernadero indicada en los registros del equipo y la probabilidad de que se produzcan fugas.

Los métodos de medición indirecta son según el artículo 7 del RCE 1516/2007, el control visual y manual del equipo y el análisis de uno o varios de los siguientes parámetros:

- ▶ Presión (p. ej. menor presión en manómetro de baja que la debida).
- ▶ Temperatura (p. ej. no llegar a la temperatura deseada).
- ▶ Corriente del compresor (p. ej. menor consumo del compresor).
- ▶ Niveles de líquido (p. ej. burbujas en el visor de líquido).
- ▶ Volumen de recarga (p. ej. necesidad de recarga habitual en equipo hermético).

Toda presunta fuga de gases fluorados de efecto invernadero dará lugar a un examen para detectarla mediante un método directo.

Se considerará que existe una presunta fuga en una o varias de las siguientes situaciones:

- ▶ Cuando un sistema fijo de detección de fugas lo indique.
- ▶ Cuando el equipo emita ruidos o vibraciones anormales, presente formación de hielo o posea insuficiente capacidad de enfriamiento.

- ▶ Cuando existan indicios de corrosión, fugas de aceite y daños en componentes o material en los posibles puntos de fuga.
- ▶ Cuando muestren indicios de fuga los visores, los indicadores de nivel u otras ayudas visuales.
- ▶ Cuando existan indicios de daños en los conmutadores de seguridad, los conmutadores de presión y las conexiones de los calibradores y del sensor.
- ▶ Cuando se produzcan desviaciones con respecto a las condiciones normales de funcionamiento indicadas por los parámetros analizados, incluidas las lecturas de sistemas electrónicos en tiempo real.
- ▶ Otros indicios de pérdida de carga de fluido refrigerante.

4.7.5.3. Reparación de fugas

Según el artículo 8 del RCE 1516/2007, el operador se cerciorará de que la reparación solo sea efectuada por personal acreditado para llevar a cabo esa actividad específica.

Antes de proceder a la reparación, se efectuarán, en caso necesario, un bombeo de vacío o una recuperación.

El operador se cerciorará de que se efectúa, en caso necesario, un ensayo de estanquidad con nitrógeno sin oxígeno u otro gas secante idóneo para los ensayos de presión, seguido de evacuación, recarga y ensayo de estanquidad.

Antes de proceder al ensayo de presión con nitrógeno sin oxígeno u otro gas idóneo para los ensayos de presión, los gases fluorados de efecto invernadero se recuperarán, en su caso, de la aplicación en su conjunto.

En la medida de lo posible, se determinará la causa de la fuga para evitar que se repita.



Foto 5. Fuga en una instalación frigorífica.

4.8. Inspecciones y sanciones

Según los artículos 28 y 29 del RCE 1005/2009, los Estados miembros efectuarán inspecciones para comprobar que las empresas cumplen lo dispuesto en dicho Reglamento, y al igual que en el artículo 13 del RCE 842/2006, se establecerán las sanciones aplicables a las infracciones y se tomarán todas las medidas necesarias para asegurar su cumplimiento. Las sanciones establecidas deberán ser efectivas, proporcionadas y disuasorias.

Las entidades y empresas que lleven a cabo operaciones de tratamiento de residuos, las que recojan o transporten residuos con carácter profesional y empresas que produzcan residuos, estarán sujetos a las inspecciones periódicas que las autoridades competentes estimen adecuadas. Podrán comprobar en cualquier momento que se cumplen los requisitos para el mantenimiento de las autorizaciones otorgadas y para continuar la actividad prevista en las comunicaciones según lo previsto en esta Ley; en caso de que no fuera así se

podrá suspender la autorización o paralizar provisionalmente la actividad prevista en la comunicación y se propondrán las medidas a adoptar o, en su caso, se podrá revocar la autorización o paralizar definitivamente la actividad. Los titulares de las entidades y empresas mencionadas estarán obligados a prestar toda la colaboración a las autoridades competentes, incluida la puesta a disposición del Archivo cronológico físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida debidamente actualizado, a fin de permitirles realizar los exámenes, controles, toma de muestras, recogida de información, comprobación de la documentación y cualquier otra operación para el cumplimiento de su misión.

Según el artículo 11 del RD 795/2010, el incumplimiento de las obligaciones establecidas se calificará, en cada caso, como infracción leve, grave o muy grave y se sancionará de conformidad con lo establecido en el capítulo VII de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera y en el título V de la Ley 21/1992 de 16 de julio, de industria.

Por ejemplo, están consideradas como infracciones entre otras:

- ▶ El ejercicio de una actividad sin la preceptiva comunicación o autorización, o con ella caducada o suspendida, así como el incumplimiento de las obligaciones impuestas en las autorizaciones o de la información incorporada en la comunicación.
- ▶ El abandono, vertido o eliminación incontrolados de residuos.
- ▶ La ocultación o la alteración, ocultación o falseamiento de datos de datos aportados a los expedientes administrativos para la obtención de autorizaciones, permisos o licencias, o de datos contenidos en las comunicaciones relacionadas con el ejercicio de las actividades reguladas y mantenimiento de dicha documentación.
- ▶ La mezcla de las diferentes categorías de residuos peligrosos entre sí.
- ▶ La entrega, venta o cesión de residuos peligrosos a personas físicas o jurídicas distintas de las permitidas.
- ▶ La obstrucción o no colaboración a la actividad de vigilancia, inspección y control de las Administraciones públicas.

- La falta de etiquetado, el etiquetado incorrecto o parcial de los envases que contengan residuos peligrosos.

Las cuantías de las sanciones podrían ir desde los 900 € en caso de infracción leve, hasta incluso 1.750.000 € un caso de calificación como infracción muy grave.

Tal y como menciona la ley 22/2011, iniciado el procedimiento sancionador, el órgano competente podrá adoptar las medidas de carácter provisional que estime necesarias y evitar el mantenimiento de los riesgos o daños para la salud humana y el medio ambiente. Dichas medidas deberán ser proporcionadas a la naturaleza y gravedad de las presuntas infracciones, y podrán consistir en medidas de corrección, seguridad o control que impidan la continuidad en la producción del daño, precintado de aparatos, equipos o vehículos, clausura temporal, parcial o total del establecimiento, suspensión temporal de la autorización para el ejercicio de la actividad por la empresa.

Estas sanciones y medidas serán independientes de las resoluciones que puedan adoptar otros organismos, y los Jueces y Tribunales debidas al ejercicio de acciones de responsabilidad por personas legitimadas.

CAPÍTULO 5.

GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN Y DEL REFRIGERANTE DURANTE LA INSTALACIÓN, EL MANTENIMIENTO, LA REVISIÓN O LA RECUPERACIÓN

5.1. Recordatorio del funcionamiento del ciclo frigorífico básico de compresión mecánica

En la siguiente página se muestra un esquema de un circuito frigorífico básico de compresión mecánica, cuyo funcionamiento es el siguiente:

El refrigerante es aspirado por el compresor en las condiciones del punto A (estado gaseoso, baja presión y baja temperatura), siendo sometido a un proceso de compresión por reducción de volumen de la cámara, obteniéndose como resultado de este proceso refrigerante gaseoso a alta presión y alta temperatura (punto B).

El refrigerante entra en el condensador en las condiciones del punto B (estado gaseoso, alta presión y temperatura elevada). Al ponerse en contacto térmico con el medio auxiliar de condensación, que está a menor temperatura, cede calor al mismo, lo que se traduce en el enfriamiento, condensación y posterior subenfriamiento del refrigerante. A la salida del condensador, el refrigerante se encuentra en estado líquido, a alta presión y temperatura media (punto C).

El refrigerante llega al expansor en las condiciones del punto C (estado líquido, alta presión y temperatura media), produciéndose en este elemento una brusca reducción de presión por rozamiento y posterior apertura, lo que se traduce en evaporación parcial del refrigerante y en una disminución de la temperatura del mismo. A la salida del expansor, el refrigerante se encuentra en estado de saturación (conviven las fases líquida y gaseosa), la presión y la temperatura del refrigerante son bajas (punto D).

El refrigerante entra en el evaporador en las condiciones del punto D (estado mezcla líquido-gas, baja presión y baja temperatura). Al ponerse en contacto térmico con el fluido a refrigerar, que estará a mayor temperatura, se produce la absorción de calor por parte del refrigerante, lo que provoca la evaporación y posterior sobrecalentamiento del mismo. A la salida del evaporador el refrigerante se encuentra en estado gaseoso, a baja presión y baja temperatura (punto A).

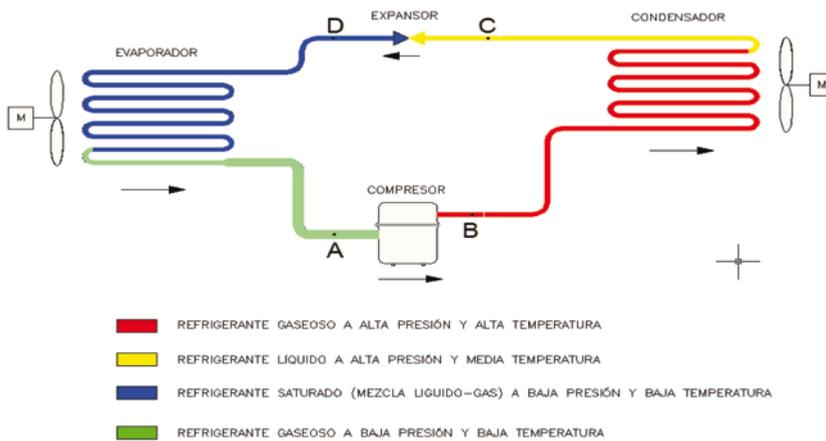


Figura 15. Ciclo frigorífico básico.

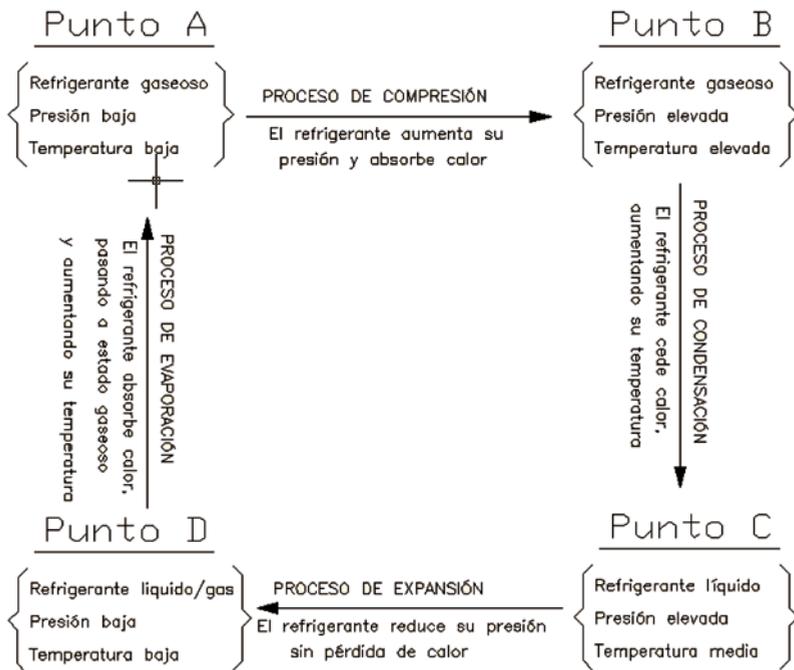


Figura 16. Procesos del ciclo frigorífico.

- Según la presión de cada punto, el circuito quedaría dividido en dos zonas:
 - ▼ Zona de alta presión, comprendida entre la salida del compresor y la entrada del expansor, estando el condensador incluido en esta zona.
 - ▼ Zona de baja presión, comprendida entre la salida del expansor y la entrada del compresor, estando incluido el evaporador en esta zona.
- Atendiendo al estado (fase) del refrigerante tendríamos:
 - ▼ La fase líquida se producirá en la parte final del condensador, manteniéndose en este estado hasta la entrada del expansor.
 - ▼ Desde la salida del expansor hasta la parte final del evaporador, existirá la fase de saturación de cambio de estado de líquido a gas (evaporación).

- ▼ La fase gaseosa se producirá en la parte final del evaporador, manteniéndose en este estado hasta el final de la primera parte del condensador, donde termina el enfriamiento.
- ▼ Desde el final de la zona de enfriamiento del condensador hasta la proximidad del final del mismo existirá la fase de saturación de cambio de estado de gas a líquido (condensación).

3. Líneas frigoríficas:

Las tuberías que comunican los cuatro elementos principales del circuito frigorífico, a través de las que circula el refrigerante, se denominan líneas frigoríficas.

Por tanto, existirán cuatro líneas frigoríficas:

- ▼ Línea de descarga: Comunica la salida del compresor con la entrada del condensador. Las características principales de esta tubería son:
 - ⊗ Diámetro intermedio, comparándola con las otras tuberías.
 - ⊗ Temperatura muy elevada. Si tocamos esta línea nos podemos quemar.
- ▼ Línea de líquido: Comunica la salida del condensador con la entrada del expansor. Las características principales de esta tubería son:
 - ⊗ Diámetro pequeño (como en la línea de expansión).
 - ⊗ Temperatura media (entre 35°C y 45°C).
- ▼ Línea de expansión: Comunica la salida del expansor con la entrada del evaporador. Las características principales son:
 - ⊗ Diámetro pequeño (como en la línea de líquido).
 - ⊗ Temperatura muy baja.
 - ⊗ Debe ir aislada obligatoriamente.
- ▼ Línea de aspiración: Comunica la salida del evaporador con la entrada del compresor. Las características principales de esta tubería son:
 - ⊗ Diámetro grande. Es la de mayor diámetro de todas las tuberías.
 - ⊗ Temperatura muy baja.
 - ⊗ Debe ir aislada obligatoriamente.

5.2. Procedimiento de Montaje y Mantenimiento de las Instalaciones Frigoríficas

El entramado de tuberías que forman el circuito frigorífico y los elementos que en él participan, constituyen un sistema aislado, cerrado y estanco diseñado para trabajar a unas presiones y temperaturas determinadas según las variables de diseño, el tipo de refrigerante y el fin al que se destina. La correcta carga del refrigerante, así como la calidad en el estado del mismo, son la garantía de la mejor eficiencia del sistema. Para garantizar dichas condiciones de funcionamiento la normativa regula los procesos para el montaje, puesta en marcha y mantenimiento de las instalaciones y la adecuación de las técnicas previstas para la manipulación del refrigerante durante las mismas. Dicho protocolo establece un orden y unas limitaciones de obligado cumplimiento en función de la operación a realizar, que puede variar sensiblemente a tenor del grupo de seguridad del refrigerante, la carga o el diseño del mismo. Es por eso que el procedimiento descrito, tiene que ser adecuado en cada caso según las particularidades de la instalación a las exigencias concretas de la normativa de instalaciones frigoríficas.

5.2.1. Operaciones preliminares: manipulación de tuberías

Durante el proceso de montaje se realizan operaciones de manipulación de tuberías, ensamblaje y uniones de piezas mediante soldadura, abocardados, etc., que pueden generar residuos en el interior del circuito y que de no eliminarlos convenientemente pueden, con el equipo en marcha, originar problemas principalmente por obstrucción o taponamiento. Para minimizar sus efectos se soldará preferentemente en atmosfera inerte y se pondrá especial atención en taponar las tuberías durante su manipulación así como realizar cualquier mecanizado de las mismas con pendiente o caída al exterior de la tubería.



Foto 6. Escariado (izquierda); Equipo de Soldadura Oxigás (derecha).

5.2.2. Barrido o soplado

Se realiza cuando la instalación está premontada, antes del cierre o conexión total de las líneas con sus elementos.



Foto 7. Soldadura en atmósfera inerte.

Consiste en eliminar los residuos sólidos del interior de las tuberías que pudieran haber precipitado hacia el interior de las mismas durante el montaje y manipulado, introduciendo, siempre que podamos por tramos y a alta presión, un gas adecuado (a ser posible inerte) que facilite el arrastre de las partículas al exterior.

5.2.3. Estanqueidad y resistencia mecánica

Se realiza después del montaje de las líneas y componentes del circuito, a continuación del barrido.

Consiste en someter a sobrepresión el interior de la instalación a la denominada «presión de prueba» en cada sector (o en el conjunto), durante el tiempo suficiente para determinar la estanqueidad de la misma y garantizar la resistencia de los materiales y elementos del circuito.



Foto 8. Prueba de estanqueidad.

* La prueba se da por terminada cuando el manómetro no experimenta variación de presión durante el tiempo previsto. En caso de que hubiera pérdida de presión, nos indicaría fuga en el sistema y habría que proceder a la detección de la misma, repitiéndose de nuevo el proceso tantas veces fuera necesario hasta que la lectura del manómetro no varíe.

**Hay que considerar que cuando se realiza la prueba con gases, estos pueden sufrir ligeras variaciones de presión por cambios en las condiciones de la temperatura atmosférica, lo que se ha de tener en cuenta a la hora de interpretar los valores del manómetro.

5.2.4. Vacío

Consiste en sustraer el aire ambiente que ocupa el intersticio de la instalación, y con ello a su vez eliminar la humedad presente en el mismo, conectando al sistema una bomba de vacío, el tiempo suficiente para garantizar el proceso. En equipos con más de 20 kg de carga, además, se romperá inicialmente el vacío conseguido con nitrógeno seco, para finalizar realizando de nuevo el vacío a la instalación. El vacío se evacuará a menos de 270 Pa absolutos y se mantendrá el tiempo suficiente para garantizar el proceso.

NOTA: se podría pensar que en un circuito que tiene filtro deshidratador, se puede prescindir de realizar el vacío, puesto que la humedad puede ser convenientemente retenida en el filtro deshidratador. Esto es un error, en cuanto que aún en este supuesto, dejaríamos la instalación con los gases incondensables que posteriormente pueden ocasionar anomalías de funcionamiento, por aumento de presión de alta principalmente.



Foto 9. Vacío.

* Esta operación sirve como sistema de apoyo (nunca como único sistema o una alternativa) al control de la estanqueidad, siendo especialmente útil en fugas producidas por tapones de soldadura fría en el interior de la tubería.

**Para evitar la pérdida del vacío conseguido durante el proceso, en caso de fallo del suministro eléctrico, se equipará a la bomba de vacío en la aspiración con una electroválvula que funcionará de manera solidaria a la bomba, cerrando el paso en ausencia de corriente.

5.2.5. Ajuste y equilibrado (de la carga de refrigerante)

En esta fase se introduce en el sistema la cantidad adecuada de refrigerante de la instalación teniendo en cuenta que pueda haber variaciones en función de la posibilidad de configurar distintas longitudes en el entramado de las tuberías del circuito y/o diferentes secciones, lo que supone tener que calcular la carga en base a una referencia que sea constante frente a las diferentes modificaciones introducidas en el circuito. La referencia aceptada como método de carga más fiable en cualquier caso, y de forma particular cuando no tenemos datos previos, se basa en el ajuste del recalentamiento, que compara la temperatura medida a la salida del evaporador respecto a la del cambio de fase en el mismo y cuyo proceso se describe en el apartado relativo a los métodos de carga de refrigerante.

En el sentido más amplio, en esta fase además se taran y regulan los elementos y mecanismos de regulación y control que precisen de ajuste para valorarse posteriormente funcionalmente.

5.2.6. Pruebas funcionales

Son pruebas y mediciones con el equipo en marcha, dirigidas a valorar los correctos ajustes del sistema y el comportamiento del equipo en las condiciones de prueba.

Con carácter general, siempre que se precise, se debería consultar la documentación del equipo respecto a sus características técnicas y constructivas, así como las instrucciones, recomendaciones e incluso exigencias del fabricante, al respecto de la instalación y de su uso y mantenimiento. Tal información facilitará la comprensión en la regulación y funcionamiento de procesos automatizados y permitirá contrastar con el equipo en funcionamiento las mediciones obtenidas, además de valorar el comportamiento del mismo, la eficiencia de sus intercambiadores, elementos de control y en general cualquier recurso operativo de la instalación.

5.3. Limpieza del circuito frigorífico

Cuando en una instalación queden residuos en el interior del circuito que puedan contaminar el refrigerante y lubricante degradándolo, se procederá a su eliminación mediante agentes dispersantes o disolventes antes de la carga en el circuito de los mismos. Tales circunstancias se dan principalmente en equipos en los que se ha detectado acidez o el lubricante está en mal estado o es incompatible con el actual sustituto del refrigerante de la instalación (retroadaptación).

El proceso a seguir en estos casos consiste en introducir a través de una unidad de limpieza un fluido adecuado con agentes limpiadores específicos a tal fin, que será recirculado sistemáticamente el tiempo preciso para garantizar la eliminación de los residuos.

El proceso es cuanto menos entretenido y no exento de sobrecostos sobre todo para instalaciones pequeñas. Una alternativa a la incompatibilidad de los refrigerantes entre sí, o entre estos con los lubricantes, en operaciones de sustitución, pasa por en el empleo de refrigerantes directos (Drop In) que son compatibles tanto con el refrigerante al que sustituyen como con su lubricante.

5.4. Métodos de carga de refrigerante

Antes de comenzar la operación de carga, tenemos que haber identificado previamente el refrigerante de la instalación, ya que determinará el tipo de manómetro a emplear así como la fase en la que hay que cargarlo. Los refrigerantes de la serie R-400 (mezclas zeotrópicas) deben cargarse en el equipo en estado líquido para mantener la proporcionalidad de la mezcla, y los refrigerantes puros y azeótropos (mezclas de la serie R-500) se cargarán siempre en fase gas para cargas de refrigerante de más de 3 kg, de manera en ambos casos, que se garantice que el refrigerante que llega en todo momento al compresor lo hace en estado de vapor tal y como se enuncia en la instrucción ITC IF-9 del RSF.

Los métodos enumerados describen los principales sistemas utilizados por los técnicos a la hora de ajustar la carga de refrigerante. Con independencia del método que se utilice, siempre se debería terminar comprobando el recalentamiento, registrando documentalmente y en el equipo según proceda en cada caso la carga trasvasada y la carga total que queda en el equipo (expresado en kg).



Foto 10. Limpieza del circuito frigorífico.

5.4.1. Método por tanteo

Más que un método en sí, consiste en de forma sensitiva mediante el tacto al ir tocando la tubería de los intercambiadores, adivinar por contraste térmico dónde termina el proceso de cambio de estado y por tanto deducir el nivel de carga de refrigerante. Por si sólo, resulta bastante impreciso, pero con carácter general, los técnicos lo usan a menudo para tomar impresiones del equipo en operaciones de mantenimiento y ajuste.



Foto 11. Método de tanteo.

5.4.2. Por presión-temperatura

Muy utilizado como referencia rápida y directa por los S.A.T., siendo adecuado cuando se conocen de manera precisa las condiciones óptimas de funcionamiento del equipo.

Consiste en ajustar la carga a la presión y/o temperatura óptima de funcionamiento tomada en el manómetro de referencia.



Foto 12. Manómetro (analizador).

5.4.3. Por peso o volumen

Adecuado cuando tenemos el dato de la carga en peso del refrigerante de la instalación, siempre y cuando no haya experimentado el circuito variaciones o modificaciones que condicionen la misma.

Se insiste en el hecho de que en la actualidad cualquier actuación que implique manipulación de refrigerantes regulados, implica el uso de báscula y la correspondiente gestión documental y registro del refrigerante trasvasado.

El peso del refrigerante se obtiene directamente por lectura en la báscula. Cuando se emplea un cilindro de carga por volumen (en desuso), se obtiene mediante tablas el equivalente en peso al volumen medido.



Foto 13. Carga de refrigerante por volumen o peso.

5.4.4. Por consumo

Muy útil como sistema de referencia en las operaciones de mantenimiento, resulta un sistema impreciso en los procesos de carga a falta de equipos de medición de alta sensibilidad, que difícilmente se encuentran en el maletín de herramientas de un técnico.

Consiste en medir la corriente de paso al compresor, normalmente mediante el uso de pinza amperimétrica, para contrastar los consumos medidos con los datos de las características técnicas del equipo para la carga prevista.



Foto 14. Medición consumo del compresor.

5.4.5. Por recalentamiento

El recalentamiento supone la cantidad de calor (expresado en temperatura) ganado por el refrigerante después de haber evaporador todo el refrigerante líquido en el evaporador. Como concepto, es la diferencia térmica entre la temperatura medida con un termómetro a la salida del evaporador y la temperatura de referencia de evaporación (cambio de estado) facilitada por el manómetro (sector de baja).

A falta de un dato con características precisas del fabricante respecto al valor ideal del recalentamiento para un equipo concreto, se puede tomar con buen criterio un valor de entre 3 y 7 K (en climatización y en la mayoría de los casos en refrigeración en sistemas todo aire), buscando en este caso como objetivo inicial sopesando las posibles características que pueden darse en el momento de la instalación (temperatura ambiente, localización, ubicación, uso al que se destina...) el valor intermedio como referencia más precisa, teniendo en cuenta que valores por encima del recalentamiento máximo implican falta de refrigerante y por debajo del mínimo, exceso.

El equivalente del recalentamiento aplicado al condensador es el subenfriamiento (temperatura de condensación menos temperatura medida con un termómetro a la salida del condensador). Sus valores de referencia suelen considerarse entre 5 y 8 K y, cuando se pueda calcular, complementa la información facilitada por el recalentamiento, ya que ambos guardan una relación de equivalencia respecto al funcionamiento del circuito.



Foto 15. Método de carga por recalentamiento.

5.5. Métodos de Recuperación de Refrigerante

5.5.1. En el propio equipo

La finalidad del proceso es recuperar todo el refrigerante en una parte del circuito (unidad exterior, condensadora o depósito de líquido). Para poderlo realizar, se necesita por lo menos una válvula o llave de servicio que corte el paso del refrigerante aguas abajo hasta el compresor. Llegado el momento se actuará cerrando el paso de la válvula con el equipo en marcha con lo que el compresor vaciará de refrigerante la instalación almacenándolo en la zona prevista. El proceso se da por terminado cuando la presión del manómetro se aproxime a la lectura de 0 bar, desconectando entonces la alimentación del equipo. Hay que prestar atención al hecho de tener que anular, llegado el caso, aquellos elementos de control que actúen por cambios de presión en el sector al que protegen o controlan.

A título de ejemplo se detalla de forma ordenada los pasos a seguir para la aplicación del proceso en un equipo convencional semicompacto.

1. Identificar el refrigerante de la instalación para la selección del manómetro.
2. Puesta en marcha del equipo para garantizar el retorno de aceite y disminuir la presión de baja.
3. Conexión del manómetro de baja a la toma de obús de aspiración.
4. Aproximación al cierre de la llave de servicio de aspiración (A) (cerrar a tope y abrir ± 2 vueltas).
5. Cerrar a tope la llave de servicio de la línea de expansión (B).
6. Cuando la lectura del manómetro marque $\pm 0,2$ bar cerrar a tope la llave de servicio de aspiración y esperar por si recupera algo de presión con lo que habría que continuar nuevamente el proceso.
7. Parar el equipo (desalimentar eléctricamente).



Foto 16. Equipo convencional semicompacto.

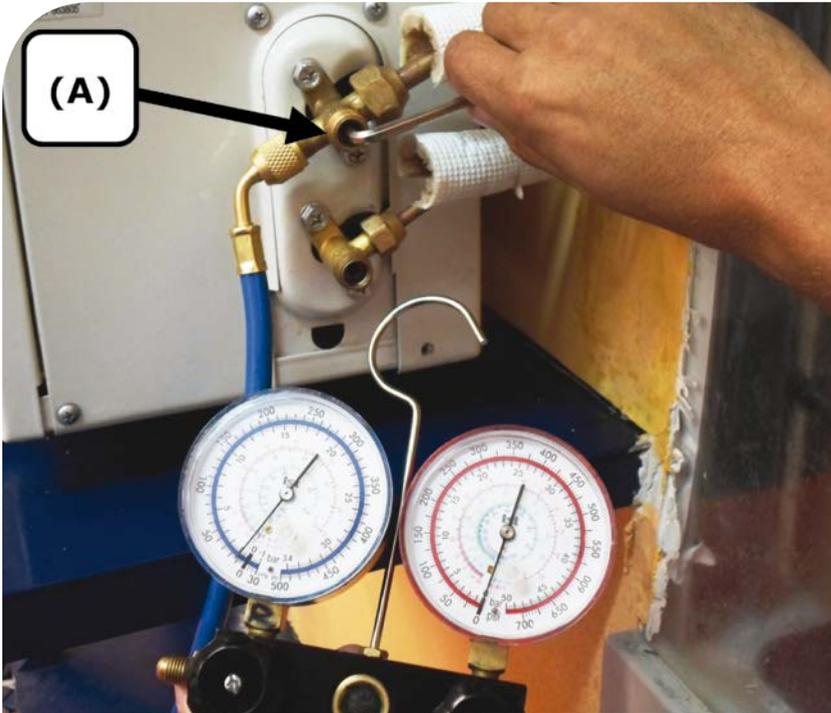




Foto 17. Método de recuperación de refrigerante en el propio equipo.

5.5.2. En depósito de carga exterior mediante unidad de recuperación

Antes de comenzar el proceso se deben conocer y aplicar los siguientes conceptos:

- ▶ La botella tiene que ser adecuada, conociendo y respetando los límites de capacidad, y etiquetarse convenientemente.
- ▶ El refrigerante recuperado será previamente filtrado antes de pasar por la unidad recuperadora y al depósito de carga.

- ▶ El proceso de recuperación en fase líquido acorta notablemente el tiempo empleado, siendo especialmente recomendado en equipos a partir de 7 kg de carga.
- ▶ Se purgarán convenientemente las mangueras o latiguillos previamente a su uso.

5.5.2.1. En estado gaseoso

Con el equipo parado se conecta el sector de gas del equipo desde una de sus tomas con la entrada de la unidad recuperadora mediante la manguera correspondiente y a través del filtro exterior, y la salida de la unidad de recuperación con la botella adecuada, debidamente etiquetada y puesta sobre la balanza para registrar el peso del refrigerante recuperado. En el caso improbable de que la unidad de recuperación no tuviera manómetros se usará enlazando las liras el correspondiente puente de manómetros, lo que se puede opcionalmente hacer para el resto de los supuestos.

La unidad de recuperación actúa de recirculador externo, trasvasando el refrigerante desde el equipo a la botella correspondiente. Cuando la lectura del manómetro se aproxime a 0 bar, se dará por terminada la recuperación de refrigerante del equipo cerrando la conexión entre ambos y continuando a modo de purga con la unidad recuperadora en marcha para recuperar el refrigerante residual que todavía pueda quedar en el interior de la misma. El proceso termina cuando el manómetro de la unidad no marque lectura de presión manométrica.



Foto 18. Recuperación de refrigerante en estado gaseoso.

5.5.2.2. En estado líquido

- ▶ Mediante botella de doble válvula y botella de carga. Consiste en hacer un montaje equivalente a la recuperación en estado gaseoso pero con conexión al equipo en el sector de líquido e interponiendo a modo de separador de líquido en la manguera de unión entre el equipo y la unidad recuperadora la botella con doble válvula (la toma de líquido de la válvula de la botella a la toma del equipo y la de gas a la entrada de la unidad de recuperación).



Foto 19. Recuperación de refrigerante en estado líquido.



Foto 20. Recuperación de refrigerante mediante push-pull.

- ▶ Mediante push-pull (presionar para llenar). Consiste en extraer el refrigerante en fase líquida desde el equipo a la botella de recuperación (de doble válvula) en la toma de líquido y recuperarlo en fase gas con la unidad de recuperación para volver a introducir el refrigerante desde la salida de la recuperadora otra vez en el equipo, y que la presión del gas introducido siga presionando el refrigerante. En este método es imprescindible intercalar un visor de líquido (o el analizador) entre el equipo y la botella para comprobar cuando terminamos de extraer del sistema refrigerante en fase líquida, recuperando el refrigerante que queda en fase vapor mediante el método descrito de recuperación en estado gaseoso.

5.6. Métodos de detección de fugas

5.6.1. Directos

Son aquellos métodos que en el momento del testaje no precisan necesariamente que el equipo este operativo, y permiten determinar el punto exacto en que se produce la fuga. Se utilizará un método directo en todos los casos que queramos localizar una fuga, combinándose cuando proceda con otros de medición indirecta. Los principales métodos son:

- ▶ Detector electrónico.
- ▶ Trazadores (visibles o no con UVA).
- ▶ Lámpara haloidea.
- ▶ Espumas comerciales (pompa o burbuja de alta tensión).
- ▶ Agua jabonosa (pompa o burbuja de baja tensión).



Foto 21. Método directo con detector electrónico.



Foto 22. Método directo con trazadores visibles con rayos UVA.



Foto 23. Método directo con lámpara haloidea.



Foto 24. Método directo con agua jabonosa.

5.6.2. Indirectos

Son aquellos que se basan en tomar mediciones sobre el sistema y que requieren que el equipo alcance determinadas condiciones de funcionamiento. Permiten sacar conclusiones sobre la posibilidad de fugas en el sistema, pero no localizarlas. Los principales métodos son:

- ▶ Presión en los sectores de alta y baja.
- ▶ Consumo del compresor.
- ▶ Temperaturas.
- ▶ Niveles de líquidos.
- ▶ Volumen de recarga.



 Dirección General de Industria,
Energía y Minas
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA
Comunidad de Madrid
www.madrid.org



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid
www.fenercom.com



www.asefosam.com