

# SUSTITUCIÓN R-22 por R-407C

## 1 INTRODUCCIÓN.

El refrigerante R-407 C es ampliamente conocido por los profesionales del frío y la climatización. Sus características y manipulación no ofrecen ya secretos y pueden sustituir al R-22 en un amplio abanico de aplicaciones. Por estos motivos, el R407 C va a jugar un importante papel en la sustitución de las instalaciones existentes de R-22 en las aplicaciones de climatización.

Para las aplicaciones de refrigeración, esta opción es posible pero no es la preferida, sería más aconsejable la del 404-507.

La principal ventaja que presenta el R-407 C son sus muy similares entalpías y presiones comparado con el R22. Su glide elevado hace que sea un gas delicado de tratar, en caso de fugas en cambios de fase, pero este problema lo tendríamos también con los llamados sustitutos directos del R22.

Como se ha visto, los sustitutos directos del R-22 presentados siempre tienen un deslizamiento medio o elevado con lo que el peligro de modificación de la concentración de los componentes siempre existe, y la forma de arreglarlo es vaciar la instalación y volver a cargar con refrigerante nuevo.

En el caso del 407 C tendríamos el mismo problema, pero su precio inicial es mucho más competitivo que los de estos sustitutos directos.

## 2 DIFERENCIAS DEL R407C CON EL R-22.

Las diferencias entre el R-22 y su posible sustituto R407 C son las que fundamentan las acciones que deben realizarse para la sustitución del refrigerante en una instalación frigorífica o aire acondicionado de cualquier tipo.

A continuación vamos a analizar cuales son estas diferencias y las acciones que motivan:

### 2.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA.

R407 C son refrigerantes de la familia HFC, por tanto libres de cloro. El R-22 es un HCFC, por tanto, el reglamento europeo 2037/2000 impone la prohibición de uso a partir del 1 de Enero del 2010 (como gas nuevo, y 2015 como gas reciclado o regenerado).

Es, por tanto, la causa que mueve a la sustitución de este refrigerante, ampliamente utilizado en refrigeración y aire acondicionado.

### 2.2. ACEITES LUBRICANTES

El R-22 se ha venido usando con aceite minerales (SUNISO 3GS y otros), aceites semisintéticos (mezcla de aceites minerales y sintéticos alquilbencénicos: Bitzer B5.2, Shell SD), así como con aceite sintéticos alquilbencénicos puros. Por el contrario, R407 C sólo son miscibles con los aceites polioleéster (POE). Por esta razón en la sustitución del R-22 por estos gases se impone el cambio de aceite, tal y como se describirá más adelante.

### 2.3. COMPRESORES.

Varios aspectos deben ser tenidos en cuenta:

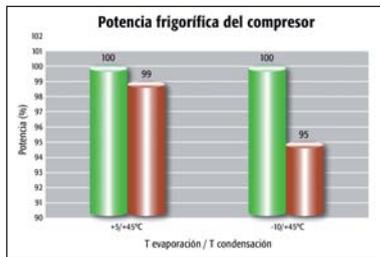
#### 2.3.1. POTENCIA FRIGORÍFICA

A igualdad de compresor utilizado (al realizar la sustitución en una instalación existente) la potencia frigorífica obtenida con R407 C en relación al R-22 es:

#### 2.3.1.1. Potencia frigorífica del compresor:

Corresponde a la potencia frigorífica total entregada por el compresor, incluido el recalentamiento total de aspiración, que en realidad no es totalmente útil porque es una potencia entregada parcialmente fuera de los recintos frigoríficos.

Potencia frigorífica compresor		R-22	R407C
		(DuPont™ Isceon® 29) Honeywell-Genetron	
Tª evap	Tª cond		
+5	+45°C	100	99
-10	+45°C	100	95

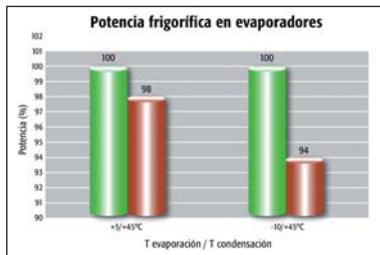


**Ciclo utilizado:** T evaporación y T condensación indicadas  
Subenfriamiento: 3 K  
Recalentamiento total: 15 K  
Software de cálculo: Bitzer 5.0  
R22 tomado como referencia = 100

#### 2.3.1.2. Potencia frigorífica en evaporador:

Corresponde a la potencia frigorífica efectiva que recibe la instalación en los evaporadores, ya que sólo se toma en cuenta la parte de potencia frigorífica asociada al recalentamiento útil que es aquel que se produce dentro del recinto frigorífico y, por tanto, que es aprovechada.

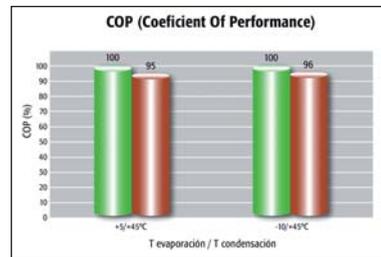
Potencia frigorífica compresor		R-22	R407C
		(DuPont™ Isceon® 29) Honeywell-Genetron	
Tª evap	Tª cond		
+5	+45°C	100	98
-10	+45°C	100	94



**Ciclo utilizado:** T evaporación y T condensación indicadas  
Subenfriamiento : 3 K  
Recalentamiento total: 15 K  
Recalentamiento útil: 5K  
Software de cálculo: Bitzer 5.0  
R22 tomado como referencia = 100

### 2.3.2. COP (Coeficient Of Performance)

Potencia frigorífica compresor		R-22	R407C
		(DuPont™ Isceon® 29) Honeywell-Genetron	
Tª evap	Tª cond		
+5	+45°C	100	95
-10	+45°C	100	96



### 2.3.3. MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE COMPRESORES.

La mayoría de compresores semiherméticos y abiertos con fechas de fabricación posteriores a 1996 están fabricados con componentes compatibles tanto con R-22 como con R407 C

Los compresores con fechas de fabricación anteriores pueden presentar algunos problemas con las juntas elásticas, por lo que se recomienda consultar con el fabricante del compresor.

### 2.3.4. ACEITE LUBRICANTES PARA COMPRESORES

Este tema se ha comentado ya previamente.

### 2.3.5. MOTORES ELÉCTRICOS DE COMPRESORES.

En compresores semi-herméticos el motor tiene reserva de capacidad suficiente para absorber la necesidad de potencia que necesita el R407 C

Para compresores abiertos, puede ser necesario un aumento de la potencia del motor conectado a los mismos. Se necesita un estudio del caso concreto que tenga en cuenta las condiciones de utilización: temperaturas de evaporación y condensación de proyecto, así como condiciones "duras" o extremas de funcionamiento posibles.

## 2.4. CONDENSADORES

### 2.4.1. Instalaciones con compresores a pistón:

A igualdad de compresor, las necesidades de disipación de calor en el condensador disminuyen o se mantienen al pasar una instalación de R-22 a R407C.

Delta T del condensador	R-22	R-407C
+5/+45°C	1 K pasa a	→ 1 K (*)
-10/+45°C	1 K pasa a	→ 0,96 K (*)

(\*) Valores promedio

Por ejemplo, una instalación de media temperatura de evaporación, con un condensador que con R-22 fue seleccionado con  $\Delta T = 10$  K, pasaría a tener con R407C un  $\Delta T = 9,6$  K.

## 2.5. TUBERÍAS DE LA INSTALACION

Distinguiremos entre aplicación de media temperatura de evaporación (-10/45°C) y aplicación de baja temperatura (-30/45°C). La comparativa se realiza para el mismo desplazamiento de compresor (mismo compresor), que es lo habitual cuando se sustituye el refrigerante, dejando el mismo compresor en la instalación. Los valores para R-22 y R407C se indican para el mismo diámetro de tubería.

### 2.5.1. Línea de líquido:

- Alta temperatura (+5/+45°C)

	R-22	R-407C
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 1 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,87 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,1 bar

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-407C
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 1 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,82 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,09 bar

**RECOMENDACIÓN:**  
LA LINEA DE LÍQUIDO PUEDE SER MANTENIDA AL SUSTITUIR EL R-22 POR EL R407 C

### 2.5.2. Línea de aspiración:

- Alta temperatura (+5/+45°C)

	R-22	R-407C
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,97 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,90 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,1 bar

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-407C
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,98 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,9 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,09 bar

**RECOMENDACIÓN:**  
LA LINEA DE ASPIRACIÓN PUEDE SER MANTENIDA AL SUSTITUIR EL R-22 POR EL R407 C

### 2.5.3. Línea de descarga / gas caliente:

- Alta temperatura (+5/+45°C)

	R-22	R-407C
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,87 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,74 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,08 bar

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-407C
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,83 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,68 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,08 bar

**RECOMENDACIÓN:  
LA LINEA DE DESCARGA PUEDE SER  
MANTENIDA AL SUSTITUIR  
EL R-22 POR EL R407 C**

## 2.6. EVAPORADORES

Varios aspectos deben ser tenidos en cuenta en los evaporadores cuando se sustituye el R-22 por R407 C.

### 2.6.1. Potencia frigorífica.

Debido al deslizamiento de temperatura (7,2 K) del R407C, es esperable una disminución de las prestaciones de los evaporadores.

En los evaporadores optimizados para R404A-R507A el menor caudal másico del 407C con respecto a estos gases tenderá a disminuir todavía más el rendimiento del evaporador.

Este punto deberá ser cotejado con el funcionamiento concreto de cada instalación.

## 2.7. VÁLVULAS DE EXPANSIÓN:

Para esta sustitución en concreto es recomendable la utilización de válvulas específicas para 407C, existentes en el mercado, aunque el aprovechamiento de las válvulas existentes en la instalación de R22 no debería presentar mayores problemas de funcionamiento tras una adecuada regulación de recalentamiento..

## 2.8. CALDERERÍA.

En esta categoría se incluyen: Separadores de aceite, recipientes de líquido, separadores de aspiración, etc..

El primer aspecto a tener en cuenta es la presión de timbre, ya que mucha calderería que se utilizaba con R-22 tenía presiones de timbre de 24,5 kg/cm<sup>2</sup>, ya que las válvulas de seguridad utilizadas también tenían esa presión de tarado. El R407C, al tener unas presiones de trabajo muy similares a las del R22 puede mantener las mismas presiones de timbre.

Otro aspecto relevante es que la normativa sobre aparatos a presión, fue modificada en el año 1999, pasando del Reglamento de Aparatos a Presión de 1979 a la Directiva Europea de Aparatos a Presión (PED). Los aparatos con la antigua placa de industria deberían pasar una nueva aprobación bajo el prisma de la PED, ya que el cambio de refrigerante implica una nueva legalización de las instalaciones en las Consejerías de Industria de cada Comunidad Autónoma.

En la mayoría de los casos, no es posible una aprobación PED de la antigua calderería, con lo que lo más habitual y práctico consiste en la sustitución de dicha calderería.

Si la calderería está marcada CE respecto de la PED y tiene la presión de servicio superior a 24,5 kg/cm<sup>2</sup>, dicha calderería puede mantenerse en la sustitución del R-22 por R407C

## 2.9. FILTROS DESHIDRATADORES

Los filtros deshidratadores para R407C que contienen tamiz molecular deben ser obligatoriamente del tamaño de 3<sup>o</sup>.

Algunos filtros deshidratadores para R-22 son del tamaño 4<sup>o</sup>, que no son convenientes para R407C

Por otro lado, los filtros que contienen alumina activa, si bien están aprobados para su uso con HFC, algunos fabricantes recomiendan filtros deshidratadores totalmente de tamiz molecular, ya que la alumina activa podría llegar a reaccionar con algunos aditivos de los aceites éster.

## 2.10. OBUSES

Los obuses (válvulas Schrader) tienen una junta en su interior para garantizar su estanqueidad.

Algunos obuses con juntas no compatibles con HFC pueden presentar fugas tras algunas horas de funcionamiento. Por lo que se recomienda la sustitución por obuses con juntas compatibles. Basta con sustituir el elemento interior del obús, que es el que tiene la junta.

## 3. PROCEDIMIENTO DE RECONVERSIÓN DE R-22 a R-407C

1.- Comprobar el buen estado de la instalación que funciona con R-22 (fugas, humedad, acidez, temperaturas, etc...).

2.- El lubricante de origen debe ser sustituido por aceite polioléster. El nivel de aceite existente debe ser reducido por debajo del 3 % de la cantidad de aceite éster. Para ello será necesario realizar, al menos, 3 cambios de aceite, poniendo, después de cada cambio, en marcha la instalación con R-22 y el aceite polioléster durante unas horas, con el fin de arrastrar hasta el cárter del compresor el aceite que está disperso por toda la instalación. El porcentaje de aceite mineral residual se comprueba con un refractómetro de mano

3.- Recuperar la carga de R-22

4.- Cambiar el filtro deshidratador, los materiales y las tuberías no compatibles con el R407 C, según lo indicado en los puntos anteriores.

5.- Hacer vacío a la instalación.

6.- Cargar con R407 C.

7.- Poner etiqueta identificando el refrigerante y aceite de la instalación.

**FIN DE LA RECONVERSIÓN.**

