

# SUSTITUCIÓN R-22 por R-404A/R-507

## 1 INTRODUCCIÓN.

Los refrigerantes R-404 A y R-507 A son ampliamente conocidos por los profesionales del frío. Sus características y manipulación no ofrecen ya secretos y pueden sustituir al R-22 en un amplio abanico de aplicaciones.

Por estos motivos, R-404 A y R-507 A van a jugar un importante papel en la sustitución de las instalaciones existentes de R-22 en las aplicaciones de refrigeración.

Para las aplicaciones de aire acondicionado, esta opción es posible pero no es la preferida.

La principal ventaja que presenta el R-404A/R-507 es su bajo deslizamiento (caso del R-404A, de 0,7 K) o nulo (caso del R-507), lo que representa una seguridad en el caso de fugas y recargas, ya que no se presentará modificación de la concentración y por tanto, nunca se deberá vaciar la instalación y recargarla completamente después de una fuga en la instalación. 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.

## 2 DIFERENCIAS DE R-404A /R-507 CON EL R-22.

Las diferencias entre el R-22 y su posible sustituto R-404A /R-507A 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.

R-404A y R-507 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, R-404A y R-507 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:

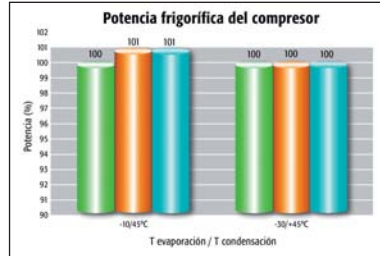
#### 2.3.1. POTENCIA FRIGORÍFICA

A igualdad de compresor utilizado (al realizar la sustitución en una instalación existente) la potencia frigorífica obtenida con R-404A /R-507 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 a T evap/T cond	R-22	R-404A/R-507
-10/+45°C	100	101
-30/+45°C	100	100

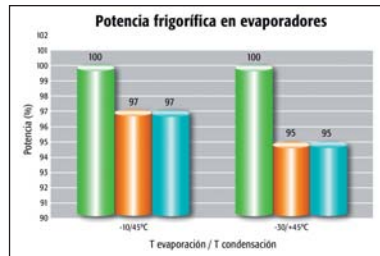


**Ciclo utilizado:** T evaporación y T condensación indicadas  
 Subenfriamiento: 3 K  
 Recalentamiento total: 15 K  
 Software de cálculo: Bitzer 5.0  
 R22 tomado como referencia = 100

#### 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 a T evap/T cond	R-22	R-404A/R-507
-10/+45°C	100	97
-30/+45°C	100	95

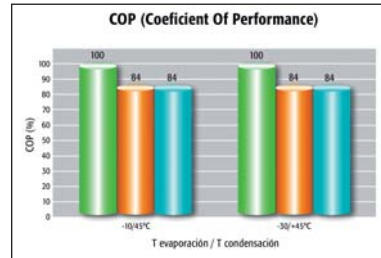


**Ciclo utilizado:** T evaporación y T condensación indicadas  
 Subenfriamiento: 3 K  
 Recalentamiento total: 15 K  
 Recalentamiento útil: 5K  
 Software de cálculo: Bitzer 5.0  
 R22 tomado como referencia = 100

### 2.3.2. COP (Coeficient Of Performance)

COP del compresor a T evap/T cond	R-22	R-404A/R-507
-10/+45°C	100	84 (*)
-30/+45°C	100	88 (*)

(\*) Valores promedio



A pesar de la disminución del COP del compresor, puede conseguirse un COP muy superior al pasar al R-404A, si se dota a la instalación de un sistema de condensación flotante (PECOFLOT). Consiguiendo COP anuales mayores que los obtenidos anteriormente con R-22.

### 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 R-404A/R-507.

Los compresores con fechas de fabricación anteriores pueden presentar algunos problemas con las juntas elastoméricas, 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 mayor necesidad de potencia que necesita el R-404A / R-507.

Para compresores abiertos, en la mayoría de los casos, puede ser necesario un aumento de la potencia del motor conectado a los compresores abiertos. 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 aumentan al pasar una instalación de R-22 a R-404A

Delta T del condensador	R-22	R-404A/R-507
-10/+45°C	1 K pasa a	→ 1,05 K (*)
-30/+45°C	1 K pasa a	→ 1,04 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 R-404A un  $\Delta T = 10,5$  K.

Por tanto, al reconvertir una instalación de R-22 a R-404A el condensador quedará más justo pero la necesidad de sustituirlo o ampliarlo será facultativa del instalador tras comprobar el valor del  $\Delta T$  de funcionamiento con R-22 y verificar si el nuevo  $\Delta T$  con R-404A es suficiente en función de las temperaturas ambientes que rodean a la instalación.

#### 2.4.2. Instalaciones con compresores a tornillo:

En una instalación con compresores de tornillo, el calor a disipar por el sistema se reparte entre el condensador y el enfriador de aceite. Por tanto, debido a la mayor necesidad de enfriamiento de aceite en el caso del R-22, provoca que el condensador para R-404A sea mayor que con R-22

Delta T del condensador	R-22	R-404A/R-507
-10/+45°C	1 K pasa a	→ 1,24 K (*)
-30/+45°C	1 K pasa a	→ 1,32 K (*)

(\*) Valores promedio

Por tanto, en el caso de instalaciones con compresores de tornillo, en la mayoría de los casos será necesario sustituir o ampliar el condensador al pasar de R-22 a R-404A.

### 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 R-404A se indican para el mismo diámetro de tubería.

#### 2.5.1. Línea de líquido:

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-404A/R-507
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 1,72 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 1,85 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,216 bar

- Baja temperatura (-30/+45°C)

	R-22	R-404A/R-507
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 1,87 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 2,1 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,25 bar

**RECOMENDACIÓN:  
 LA LINEA DE LÍQUIDO DEBE SER AUMENTADA AL SUSTITUIR EL R-22 POR EL R-404A/R-507.**

#### 2.5.2. Línea de aspiración:

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-404A/R-507
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 1,06 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 1,25 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,15 bar

- Baja temperatura (-30/+45°C)

	R-22	R-404A/R-507
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 1,1 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 1,3 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,16 bar

**RECOMENDACIÓN:**  
LA LINEA DE ASPIRACIÓN PUEDE SER MANTENIDA AL SUSTITUIR EL R-22 POR EL R-404A/R-507A.

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

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-404A/R-507
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,9 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 1,12 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,13 bar

- Baja temperatura (-30/+45°C)

	R-22	R-404A/R-507
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,9 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 1,2 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,14 bar

**RECOMENDACIÓN:**  
LA LINEA DE DESCARGA / GAS CALIENTE PUEDE SER MANTENIDA AL SUSTITUIR EL R-22 POR EL R-404A/R-507A.

## 2.6. EVAPORADORES

Varios aspectos deben ser tenidos en cuenta en los evaporadores cuando se sustituye el R-22 por R-404A.

### 2.6.1. Potencia frigorífica.

Los evaporadores optimizados para R-22 (fabricados hasta hace unos 8 años), pierden del orden de un 4% de potencia frigorífica al pasar al R-404A. Los evaporadores optimizados para R-404A (fabricados desde hace unos 8 años), ganan un 4% de potencia frigorífica al pasar de R-22 a R-404A.

### 2.6.2. Sistema de distribución y circuitado

Las variaciones en el sistema de distribución y circuitado del evaporador son las que provocan las diferencias anteriores en la potencia frigorífica.

En general el sistema de distribución, tipo distribuidor venturi y capilares, de los evaporadores optimizados para R-22 funciona sin problemas con R-404A.

Sólo en casos de líquido subenfriado y evaporadores sobredimensionados, puede ser necesario aumentar la pérdida de carga del sistema de distribución para una correcta distribución.

Los evaporadores que disponen un anillo con agujero calibrado para el sistema de distribución si necesitan una sustitución del anillo para adecuarlo al R-404A.

## 2.7. VÁLVULAS DE EXPANSIÓN:

Las válvulas de expansión termostáticas para R-22 deben ser sustituidas por válvulas adecuadas a R-404A / R-507A. Las válvulas de expansión electrónicas deben ser recalculadas,

pero si su capacidad es suficiente, basta con reprogramar el control de las mismas, cambiando el tipo de gas.

## 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 R-404A / R-507A necesitan una presión de timbre igual o superior a las válvulas de seguridad utilizadas que son, normalmente, de 27,5 kg/cm<sup>2</sup>.

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 27,5 kg/cm<sup>2</sup>, dicha calderería puede mantenerse en la sustitución del R-22 por R-404A o R-507A.

Asociado a dicha calderería, las válvulas de seguridad de la instalación deberán reemplazarse para adoptar el tarado de 27,5 kg/cm<sup>2</sup> en lugar del 24,5 kg/cm<sup>2</sup> empleado con R-22.

## 2.9. FILTROS DESHIDRATADORES

Los filtros deshidratadores para R-404A / R-507 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 R-404A / R-507<sup>a</sup>.

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.

## 2.11. FORMACIÓN DE ESCARCHA EN ASPIRACIÓN

Las instalaciones que funcionan con R-404A / R-507A se caracterizan por tener una mayor formación de escarcha en la aspiración de los compresores sin que ello signifique necesariamente la presencia de líquido refrigerante.

Simplemente, la mayor energía necesaria para recalentar el gas y la mejor transmisión de calor del vapor provocan este efecto, por otro lado ya conocido por los instaladores habituados al uso de estos gases.

## 3. PROCEDIMIENTO DE RECONVERSIÓN DE R-22 A R-404A / R-507.

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 R-404A/ R-507, según lo indicado en los puntos anteriores.

5.- Hacer vacío a la instalación.

6.- Cargar con R-404A / R-507.

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

**FIN DE LA RECONVERSIÓN.**

