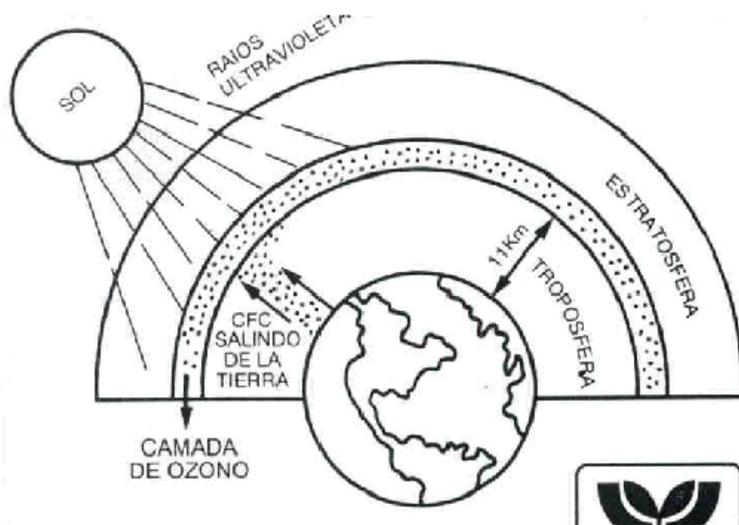
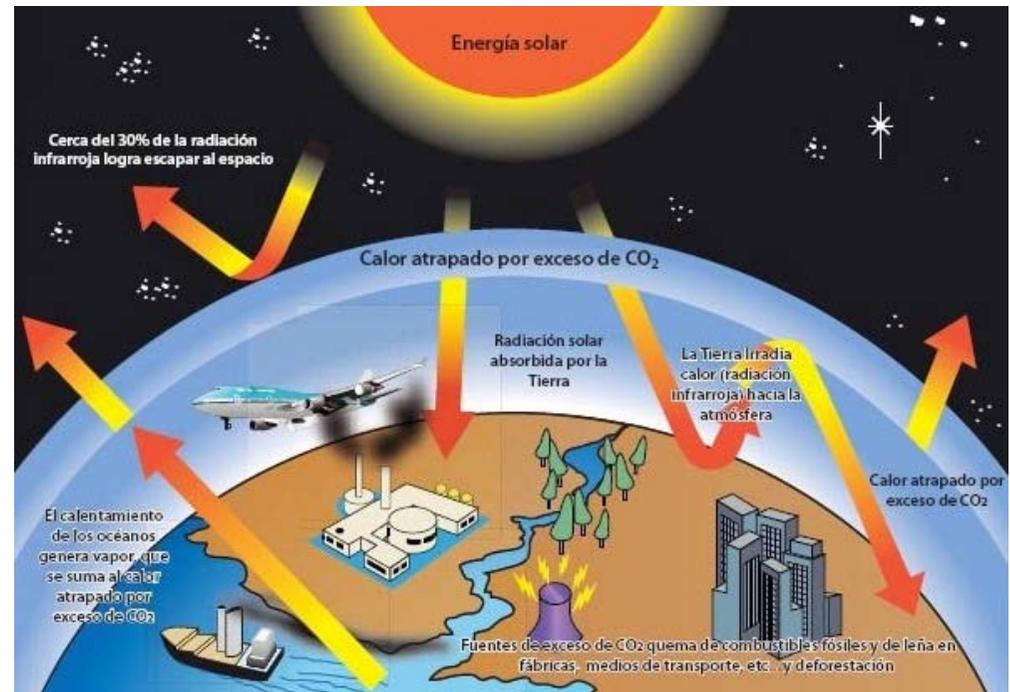


Efectos medioambientales de los refrigerantes

Destrucción de la capa de ozono



EFEECTO INVERNADERO



Los causantes del efecto invernadero son principalmente:

- CO₂
- Metano CH₄
- Oxido nitroso N₂O
- HFCs Hidrofluorocarbonos.(usados en refrigeración, aerosoles, disolventes...)
- PFCs Perfluorocarbonos. (Uso en electronica fabricación)
- SF₆ Hexafluoruro de azufre.

¿Cuánto efecto invernadero producen los refrigerantes?

¿A qué equivale la fuga de 1kg de refrigerante R-404A?

Un automóvil que emite 130gr de CO₂ por km recorrido



0,130kgCO₂ → 1km recorrido
3.260kgCO₂ → xkm

25.076 Km

Refrigerante	PCA100
R-22	1500
R-407C	1520
R-404A	3260
R-507	3300
R-134a	1300
R-417A	1950
R-410A	1720

Una caldera de calefacción de gas natural (2,15kgCO₂ por m³) para una vivienda tipo de 90m²

Vivienda de tipo medio en una ciudad que consuma unos 250m³ al mes, EN INVIERNO, de gas natural para cubrir la demanda energética de cocina, agua caliente y calefacción.



537,5kgCO₂ → 1mes de calefacción en invierno
3.260kgCO₂ → xmeses

6 meses

¿Qué hace la normativa para luchar contra el efecto invernadero?

Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero

Habilitación profesional
Inspecciones de fugas
Controles en las cantidades salidas a mercado



IMPUESTO SOBRE LOS REFRIGERANTES 2013 (modificación BOE 30-12-17)

(modificación BOE 4-7-18)



Aprobación 522/2019 reglamento de seguridad en plantas e instalaciones frigoríficas (RSF)

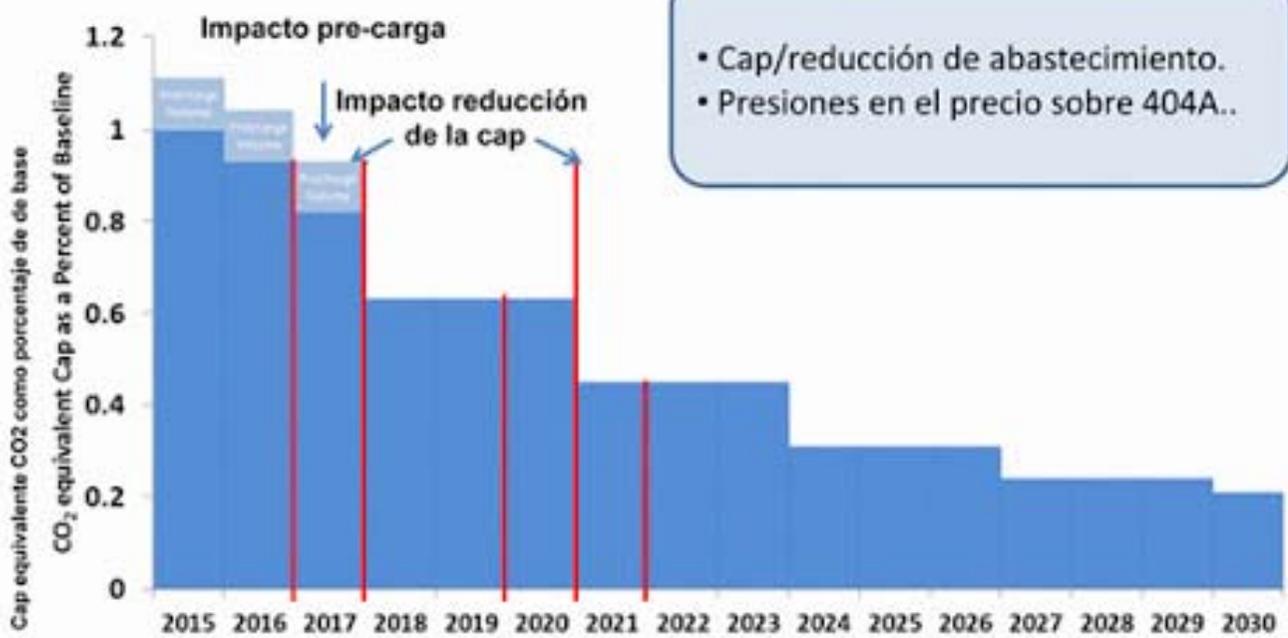


¿Qué hace la normativa para luchar contra el efecto invernadero?

Disminuirá el **suministro permitido de HFC**: una disminución del 79% en 2030 en comparación con el periodo 2009-2012



¡Si quiere seguir en el negocio, tiene que dejar de instalar R-404A/R-507A - AHORA!



- Cap/reducción de abastecimiento.
- Presiones en el precio sobre 404A..

Límites GWP

	Límite GWP
Nuevo	2500
Servicio técn	2500 > 10kg 404A

	Límite GWP
Nueva centralización >40kW	150
Nueva centralización >40kW en cascada	1500

	GWP (AR4)
404A	3922
407A	2107
407F	1825
134a	1430
XP40	1397

Por lo tanto, la reducción de HFC afecta sobre todo a los HFC con un PCA alto, como el R-404A y el R-507A; y si el consumo de estos HFC no disminuye rápidamente, todos los demás HFC, incluidas las mezclas que contienen HFC, sufrirán las consecuencias de ello.

Últimas novedades en cuanto a normativa

Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero

Sólo podrán venderse al usuario final equipos con gases fluorados cuando se aporten pruebas de que la instalación será realizada por una empresa habilitada

El comprador del equipo deberá, **en el plazo máximo de un año** El comercializador deberá informar, anualmente

Se revisarán, de acuerdo al procedimiento especificado en 2.5.3 los siguientes sistemas:

Sistemas	Inmediatamente a su puesta en servicio
Aparatos que contengan gases fluorados de efecto invernadero en cantidades inferiores a 5 toneladas de CO ₂ o aparatos, sellados herméticamente, que contengan gases fluorados efecto invernadero en cantidades inferiores a 10 toneladas equivalentes de CO ₂ .	Exentos de control periódico. 1,25kg de R-507A 3,50kg de R-134a 2,39kg de R-410A
Aparatos que contengan cantidades de 5 toneladas equivalentes de CO ₂ o más.	Cada doce meses (veinticuatro si cuenta con sistema de detección de fuga).
Aparatos que contengan cantidades de 50 toneladas equivalentes de CO ₂ o más.	Cada seis meses (doce si cuenta con sistema de detección de fuga).
Aparatos que contengan cantidades de 500 toneladas equivalente de CO ₂ o más.	Cada tres meses (seis si cuenta con sistema de detección de fuga).

Los profesionales que dispongan del certificado de manipulación de equipos con cualquier carga de acuerdo con el artículo 3.1 así como los profesionales que dispongan del certificado de manipulación de equipos con sistemas frigoríficos de carga inferior a 3 kg de gases fluorados por el artículo 3.2, **deberán en un plazo de cuatro años** realizar formación complementaria sobre tecnologías alternativas para substituir o reducir el uso de gases fluorados de efecto invernadero y la manera segura de manipularlos. **EL ALUMNADO TITULADO DESDE 2020 YA INCLUYE ESTA FORMACIÓN.**

IMPUESTO SOBRE LOS REFRIGERANTES (modificación BOE 30-12-17)

El registro de existencias **deberá conservarse** por los obligados a su llevanza, durante el período de prescripción del impuesto, en el establecimiento donde ejerzan su actividad.

Las declaraciones **se presentarán durante el mes de marzo** con relación a las operaciones del año natural anterior.

IMPUESTO SOBRE LOS REFRIGERANTES (modificación BOE 4-7-18)

Desde el 1 de septiembre de 2018 y está constituido por el resultado de aplicar el coeficiente 0,015 al Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA), correspondiente a cada gas fluorado, lo que rebaja ligeramente los tipos, ya que el coeficiente que había hasta ahora era el 0,020.

Se ha procedido a actualizar los valores de PCA de los gases objeto del impuesto, en relación con la legislación anterior (Ley 16/2013, de 29 de Octubre), tomando como referencia la última actualización recogida en la normativa comunitaria.

Con el objetivo de fomentar la regeneración y el reciclado de los gases, se reduce su tipo impositivo, al usar gases reciclados fijándose en base al resultado de aplicar un coeficiente del 0,50, frente al 0,85 establecido anteriormente.

Nuevo RSIF actualización de PCA gases (RD552 BOE 24-10-19)

IMPUESTO SOBRE LOS REFRIGERANTES(Real Decreto 1042/2013) MODIFICADO EN Julio 2018

GAS FLUORADO					
Epígrafe	Gas fluorado	(PCA) hasta 31/08/2018	(PCA) a partir del 01/09/2018	Tipo impositivo [€/kg] hasta 31/08/2018	Tipo impositivo [€/kg] a partir del 01/09/2018
1.2	HFC - 23	12000	14800	100,00 €	100,00 €
1.3	HFC - 32	550	675	11,00 €	10,13 €
1.6	HFC - 125	3400	3500	68,00 €	52,50 €
1.7	HFC - 134	1100	1100	22,00 €	16,50 €
1.8	HFC - 134a	1300	1430	26,00 €	21,45 €
1.10	HFC - 143	330	353	6,60 €	5,30 €
1.11	HFC - 143a	4300	4470	86,00 €	67,05 €
1.12	HFC - 227ea	3500	3220	70,00 €	48,30 €
1.13	HFC - 236cb	1300	1340	26,00 €	20,10 €
1.14	HFC - 236ea	1200	1370	24,00 €	20,55 €
1.15	HFC - 236fa	9400	9810	100,00 €	147,15 €
1.16	HFC - 245ca	640	693	12,80 €	10,40 €
1.17	HFC - 245fa	950	1030	19,00 €	15,45 €
1.18	HFC - 365mfc	890	794	17,80 €	11,91 €
2.1	HFC - 404a	3784	3922	75,68 €	58,83 €
2.1	HFC - 407a	1990	2107	39,80 €	31,61 €
2.1	HFC - 407c	1653	1774	33,06 €	26,61 €
2.1	HFC - 410a	1975	2088	39,50 €	31,32 €
2.1	HFC - 417A	2235	2346	44,70 €	35,19 €
2.1	HFC - 427A	2013	2139	40,26 €	32,09 €
2.1	HFC - 422D	2623	2729	52,46 €	40,94 €
2.1	HFC - 422A	3043	3143	60,86 €	47,15 €
2.1	HFC- 434A	3131	3246	62,62 €	48,69 €
2.1	HFC - 437A	1684	1806	33,67 €	27,09 €
2.1	HFC - 507	3850	3985	77,00 €	59,78 €

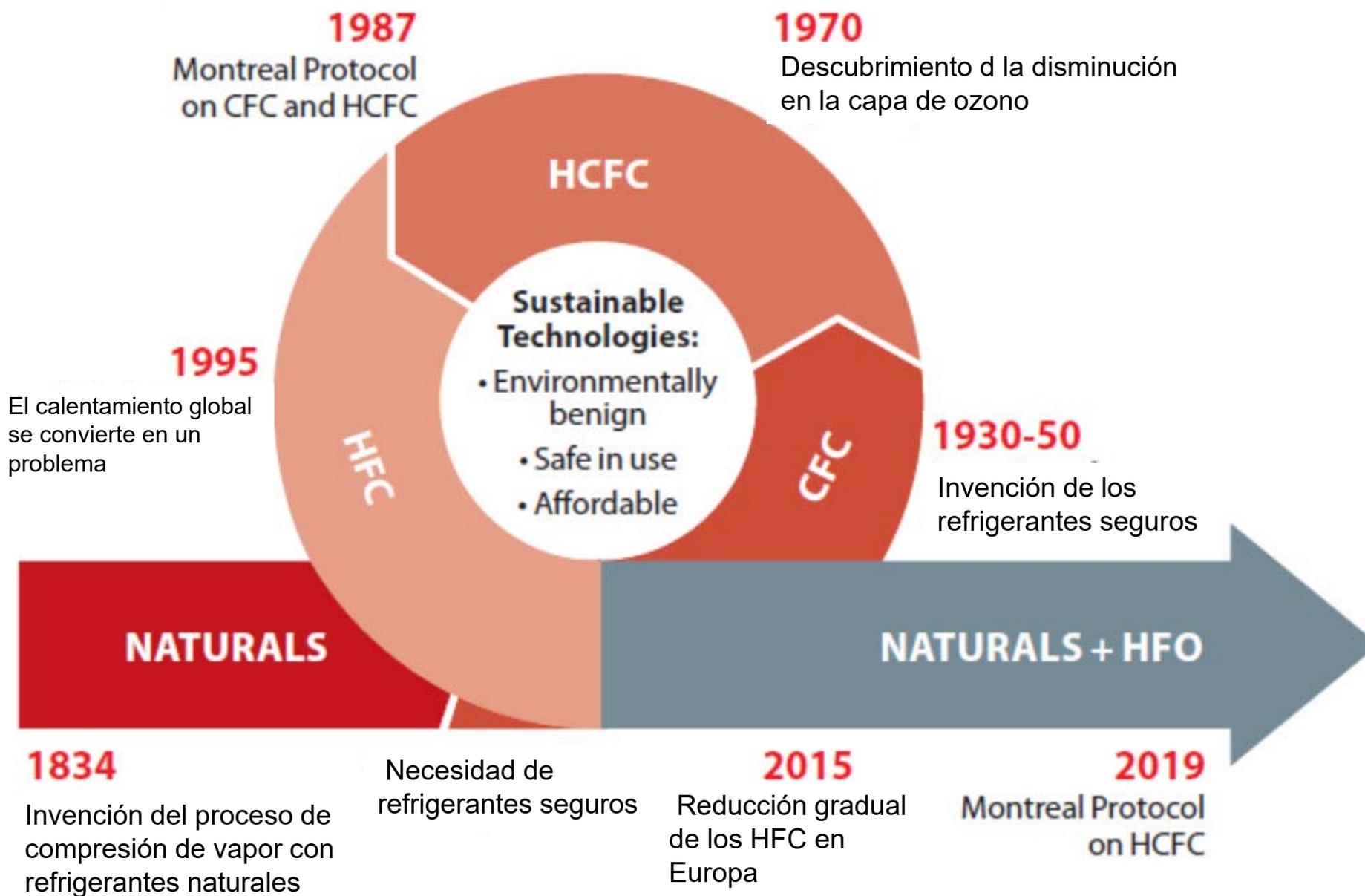
El Impuesto se exigirá en función del Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA o GWP, siglas en inglés) definido para cada gas y **se calculará aplicando el coeficiente 0,015 sobre el PCA del gas** (siempre que éste sea superior a 150), con un máximo de 100 euros por kilogramo. En los gases fluorados más utilizados en frío y climatización, este es el resultado:

LOS VENDEDORES DE REFRIGERANTE A DIA DE HOY SOLO VENDEN A PERSONAS CON HABILITACION; SI TIENEN LA DE MENOS DE 3 KG LE REPERCUTEN EL IMPUESTO SI TIENEN LA DE +3KG SE LO VENDEN SIN EL IMPUESTO QUE LO TENDRA QUE ABONAR EL INSTALADOR A HACIENDA

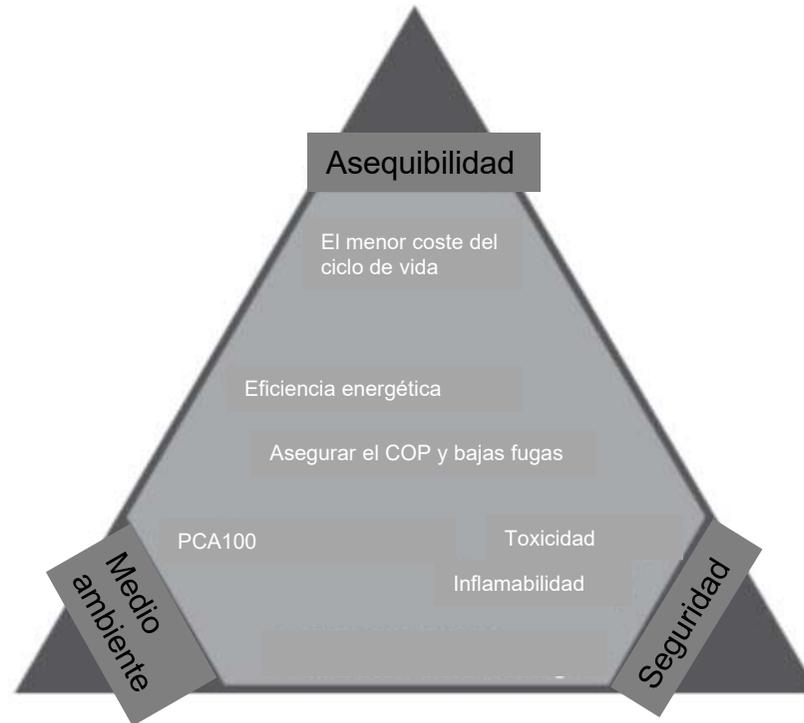
La enseñanza esta exenta del impuesto

Nuevo RSIF actualización de PCA gases (RD552 BOE 24-10-19)

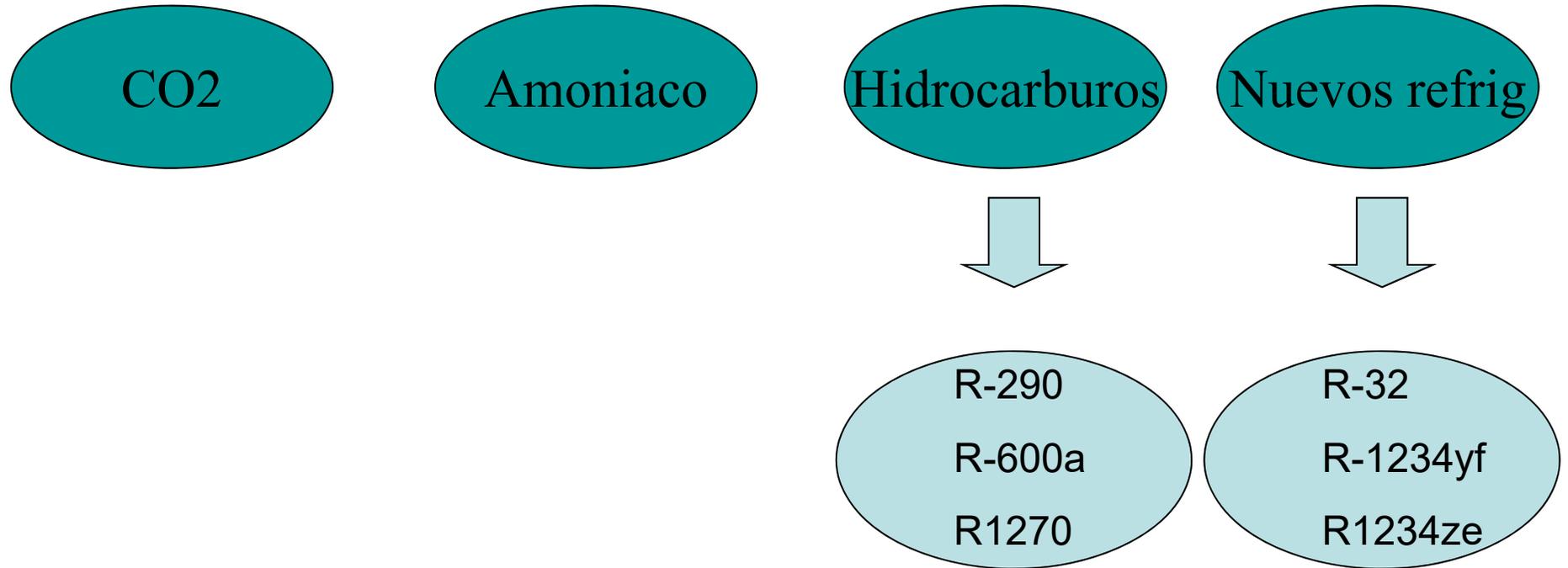
Evolución en la historia de los refrigerantes



A donde vamos con los refrigerantes



Alternativas con los refrigerantes



Nuevos sist.

→ Refrigerantes solidos (perovskiña) (50-70bar en condensador; como movemos el material)

→ Refrigeración magnética (problema actual solo saltos de hasta 20°C)

Evolución de los refrigerantes los próximos años EN EUROPA



Refrigeración

Uso domestico hasta 300W

Uso comercial hasta 5kW

Uso comercial-alto hasta 1000kW

Uso industrial mas de 1000kW

2018 2022 2027

2018 2022 2027

2018 2022 2027

2018 2022 2027

CO2



NH3



HC



HFC



HFC/HFO

Ligeramente inflamables

PCA<700



Evolución de los refrigerantes los próximos años EN EUROPA

Aire acondicionado reversible

Residencial hasta 20kW Uso comercial mas de 20kW

2018 2022 2027

2018 2022 2027

CO2

NH3

HC

HFC

HFC/HFO

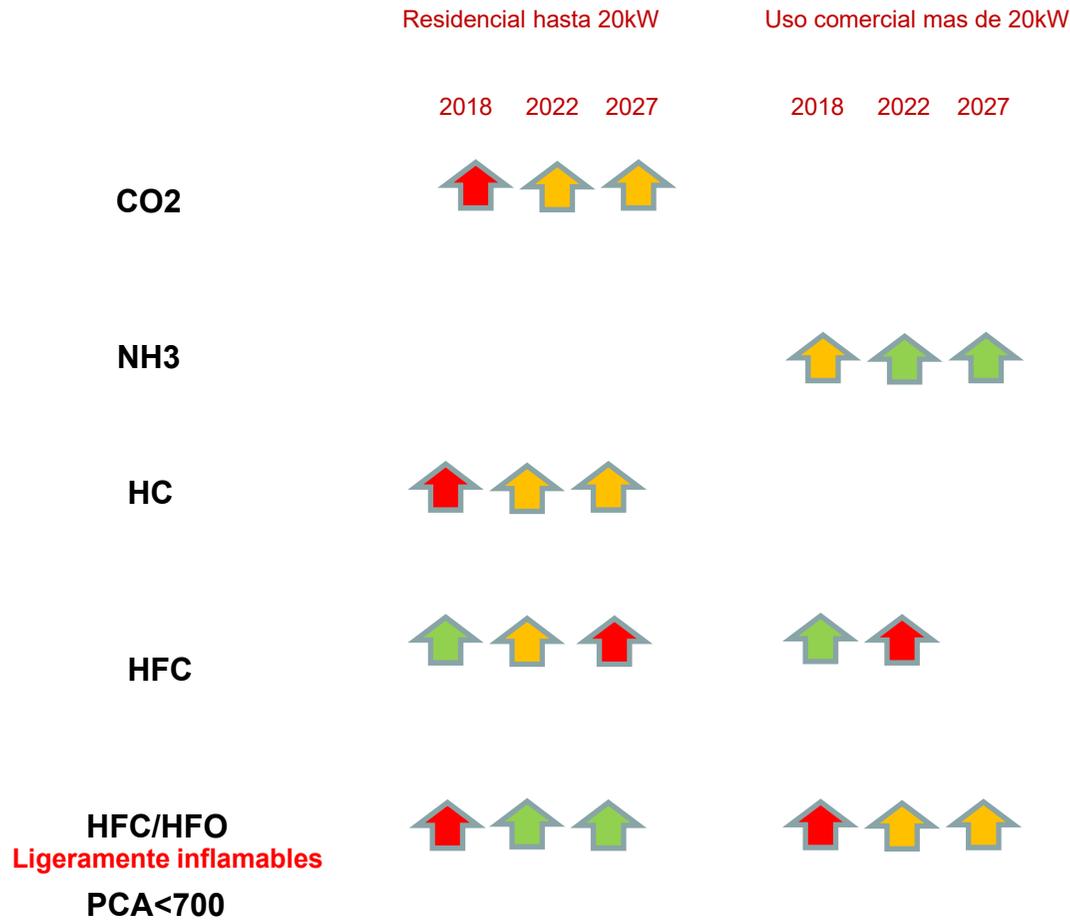
Ligeramente inflamables

PCA<700



Evolución de los refrigerantes los próximos años EN EUROPA

Aire acondicionado **solo calor**



Evolución de los refrigerantes en el mundo los próximos años

Refrigerant	Application	Refrigeration												Air Conditioning						Heat Pumps					
		Domestic-Household refrigeration			Light Commercial refrigeration			Commercial Racks and Condensing Units			Industrial Refrigeration			Residential A/C (including Reversible systems)			Commercial A/C			Residential and Commercial			Industrial		
		50 - 300			150 - 5000			> 5.000			> 1.000.000			1.000 - 20.000			> 20.000								
Region/Year	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	
CO ₂ R744	NAM																								
	Europe																								
	China																								
	ROW																								
NH ₃ (2L) R717	NAM																								
	Europe																								
	China																								
	ROW																								
HC	NAM																								
	Europe																								
	China																								
	ROW																								
HFC	NAM																								
	Europe																								
	China																								
	ROW																								
HFC/HFO below GWP700	NAM																								
	Europe																								
	China																								
	ROW																								

■ Main refrigerant
 ■ Regular use
 ■ Limited use and only niche applications
 □ Not applicable or unclear situation

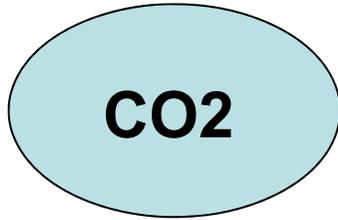
Tecnologías alternativas para disminución del uso de gases fluorados

Analizamos los tres caminos que se están planteando en la actualidad:

- 1.- Uso de refrigerantes alternativos
- 2.- Uso de nuevos refrigerantes desarrollados en la industria.
- 3.- **Optimización de eficiencia y cargas de refrigerante**

ADEMAS NO NOS OLVIDEMOS DE INSISTIR EN EL CONTROL DE FUGAS Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES EN FUNCIONAMIENTO





DESVENTAJAS

En caso de fuga desplaza al aire

Altas presiones de trabajo

USOS

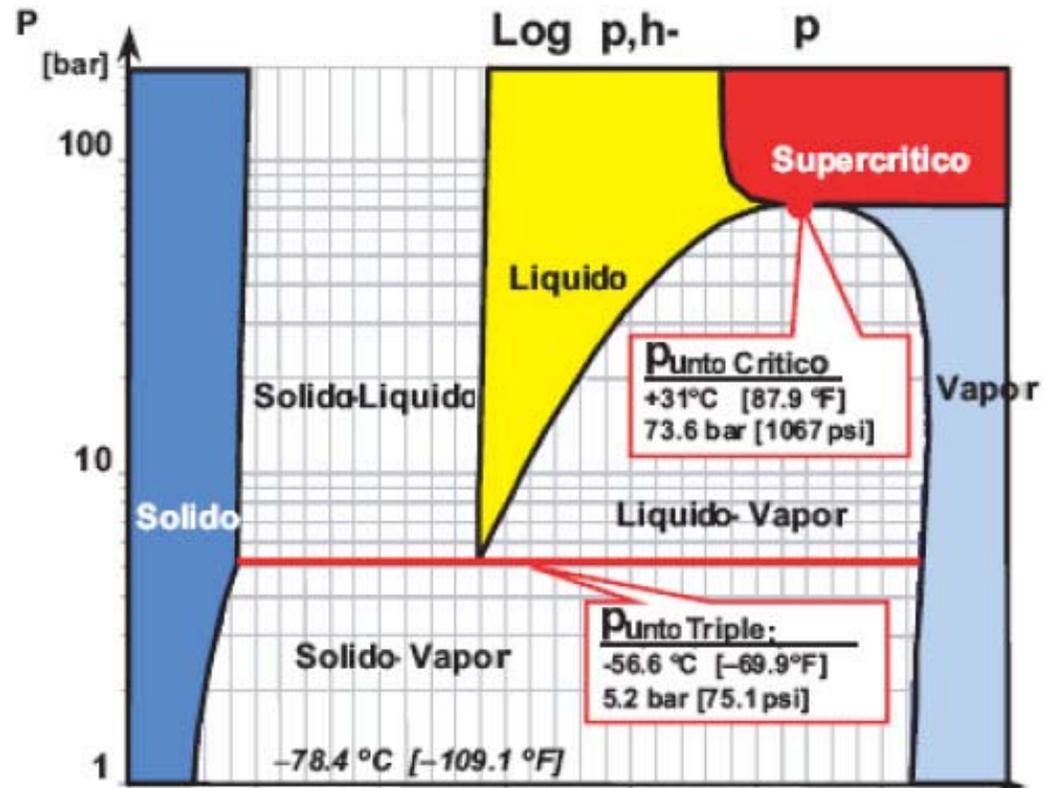
Refrigeración industrial con sistemas
TRANSCRITICOS O SUBCRITICOS

Bombas de calor para producción de
CALOR EN CLIMAS MUY FRIOS

Como fluido secundario bombeandolo
con bombas a bajas temperaturas

CO₂

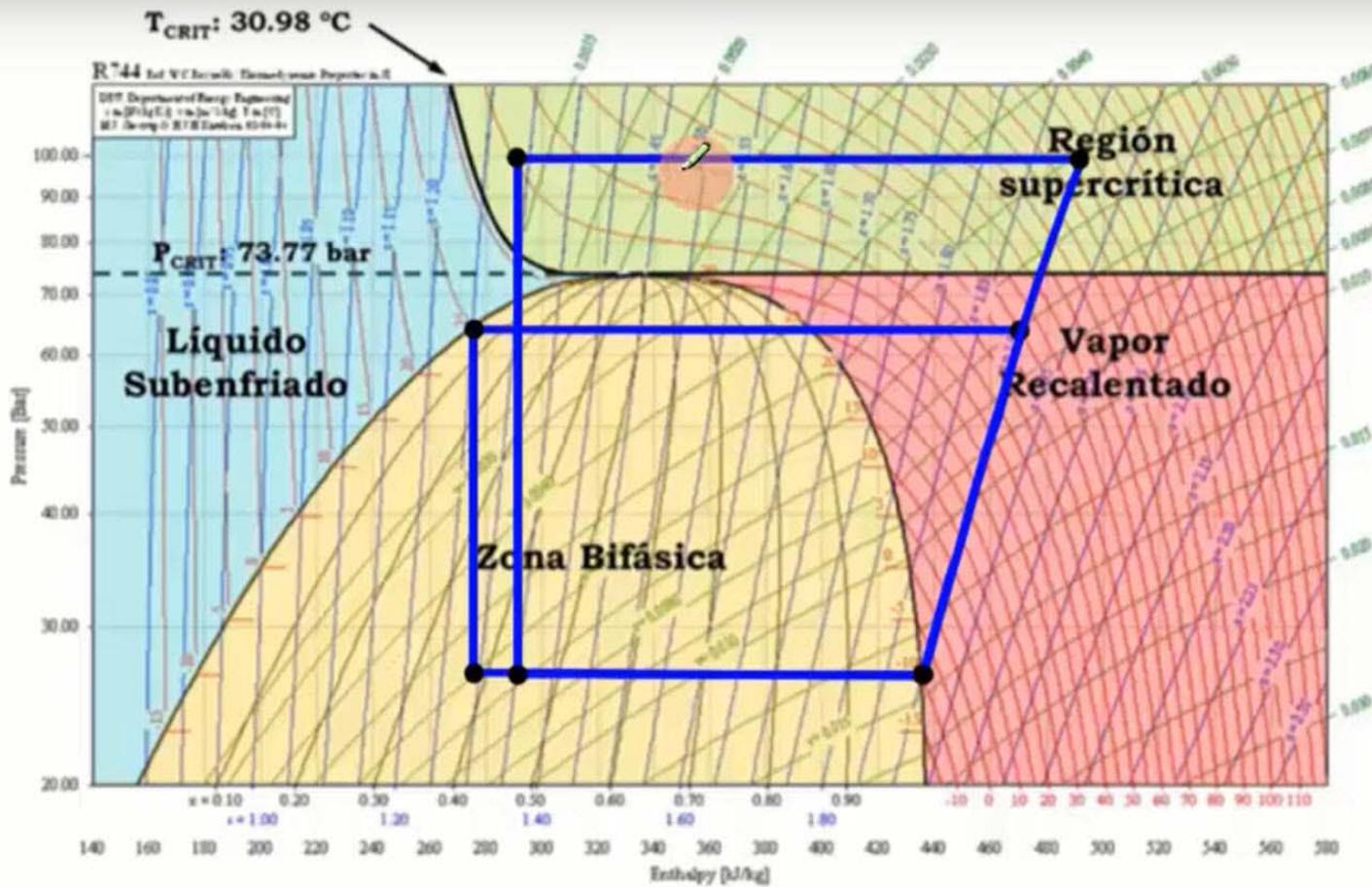
USOS SEGÚN CICLO



Fundamentalmente los circuitos frigoríficos con CO₂ se dividen en 2 categorías:

- **Circuitos transcíticos:** la parte de alta presión del circuito se sitúa por encima del punto crítico (fig. X). o El CO₂ en el lado de alta presión no se condensa, sino que se desrecalienta. y Las presiones del lado de alta se sitúan del orden de los 100 bar.
- **Circuitos subcríticos:** la parte de alta presión de circuito se sitúa por debajo del punto crítico (fig. Y). o El CO₂ en el lado de alta presión se CONDENSA. Las presiones del lado de alta se sitúan del orden de 30 bar (-5°C) para muy buenos rendimientos.

CO2



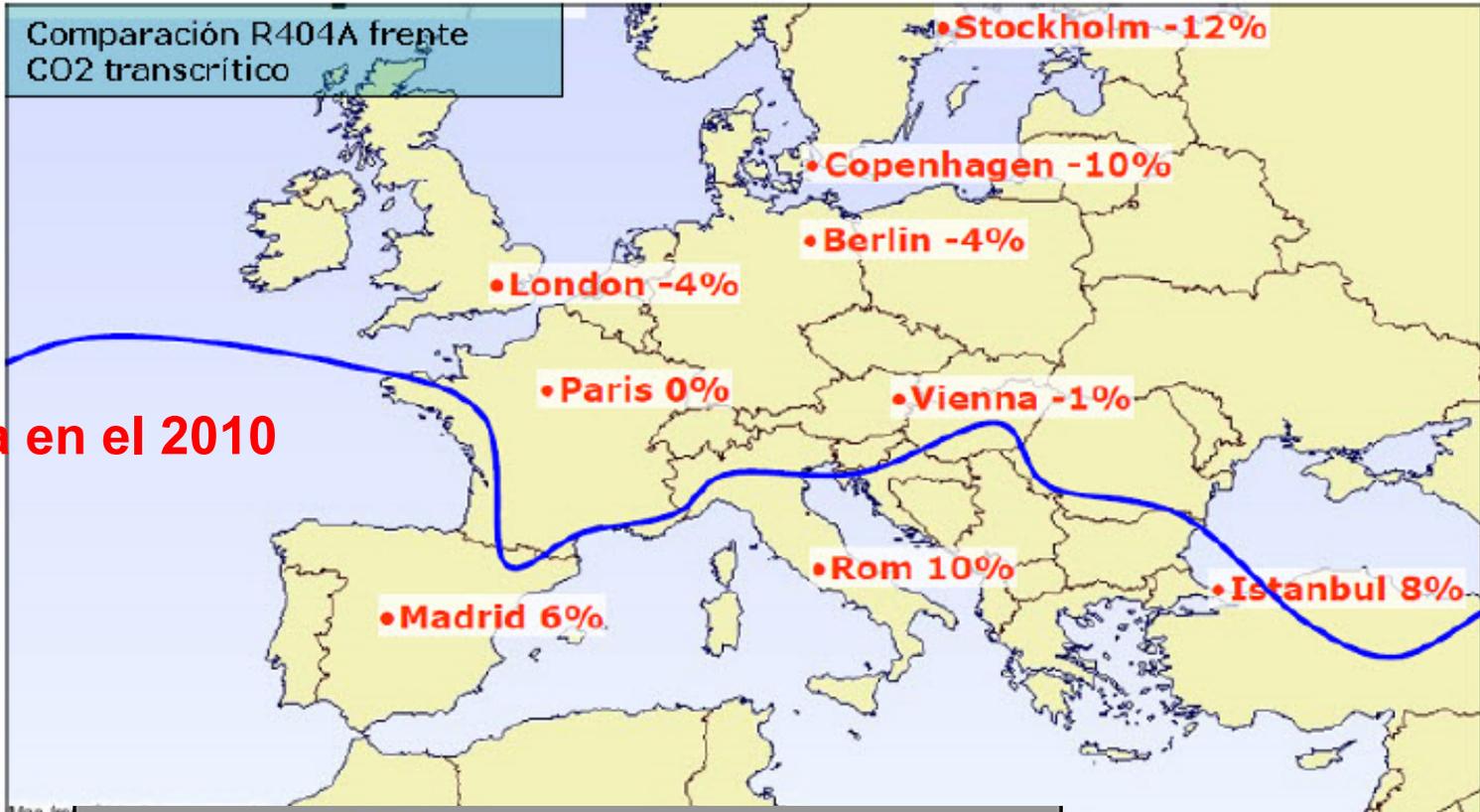
Subcrítico:

- T_{cond} : 25°C
- P_{cond} : 64.3 bar
- T_{eva} : -10°C

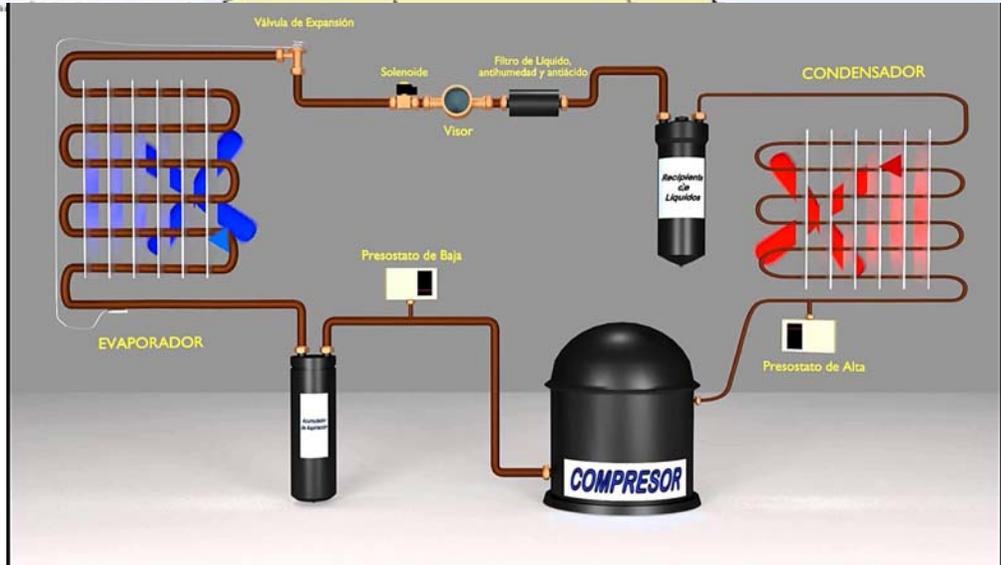
Transcrítico:

- T_{amb} : 35°C
- P_{HP} : 100 bar
- T_{eva} : -10°C

CO2



Esto se decía en el 2010



SISTEMAS FRIGORIFICOS CON CO2 COMO REFRIGERANTE

TEMPERATURA POSITIVA

- SISTEMA TRANSCRITICO SIMPLE CON GAS BYPASS

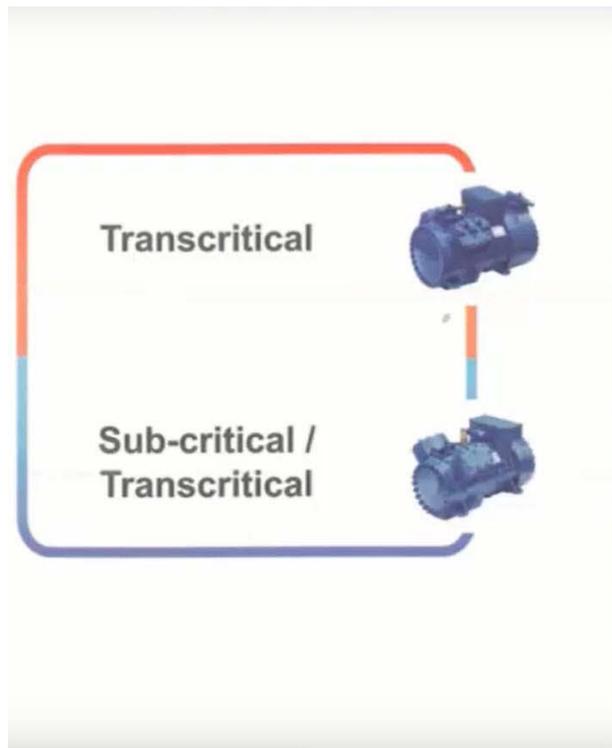
TRANSCRITICO

- BOOSTER CON GAS BYPASS.
- COMPRESOR PARALELO BOOSTER.
- SISTEMA BOOSTER CON RECUPERACION CALOR.
- BOOSTER CON EYECTOR DE CO2.

TEMPERATURA NEGATIVA

SUBCRITICO

- CASCADA BOOSTER .
- CASCADA BOOSTER COMPRESION PARALELA.
- CASCADA CO2 BOMBEADO PARA M.T. Y EXPANSION SECA PARA B.T.
- GLICOL BOMBEADO Y CO2 EXPANSION SECA.
- HIBRIDO CASCADA – BOOSTER.

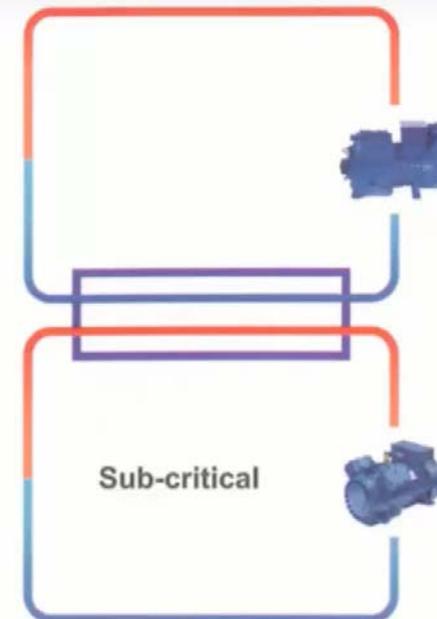


SISTEMAS TRANSCRÍTICOS DE DOBLE ETAPA O BOOSTER

El sistema booster es una aplicación con dos etapas de descarga: donde la descarga de la primera etapa de baja temperatura, que consiste en uno o más compresores para el ciclo de CO2 subcrítico, está directamente conectada a la aspiración de la segunda etapa de compresión, formada por uno o más compresores para el ciclo de CO2 transcritical. Los sistemas booster pueden construirse de acuerdo a diferentes diagramas de diseño. El más común utilizado en refrigeración, contempla un recipiente de media presión en el que se recoge el fluido refrigerante después de haber experimentado una expansión inicial. El refrigerante líquido utilizado se extrae de este receptor intermedio (bombeado o a través de fluidos secundarios) hacia los servicios de media temperatura de evaporación y luego para aplicaciones de baja temperatura de evaporación, después de haber experimentado una segunda expansión. Se emplean compresores de CO2 subcritico en la primera etapa (baja temperatura) y compresores de CO2 transcritical en su segunda etapa (media temperatura).

SISTEMAS EN CASCADA

Un sistema en cascada puede propiciar el uso de diferentes refrigerantes en dos circuitos de refrigeración separados en alta y baja temperatura de evaporación. Entre las aplicaciones más comunes, citamos la que consiste en un circuito de refrigeración de CO2 a baja temperatura, empleando con compresores para ciclo de CO2 subcrítico, combinado con un segundo circuito a alta temperatura que puede diseñarse utilizando diferentes refrigerantes como HFC y HFO, pero también hidrocarburos o amoníaco. La etapa de alta temperatura recoge el calor de condensación de la primera etapa a través de un intercambiador intermedio, y de acuerdo con el diagrama de principio, también puede dar servicio, directa o indirectamente, a las aplicaciones de media temperatura.

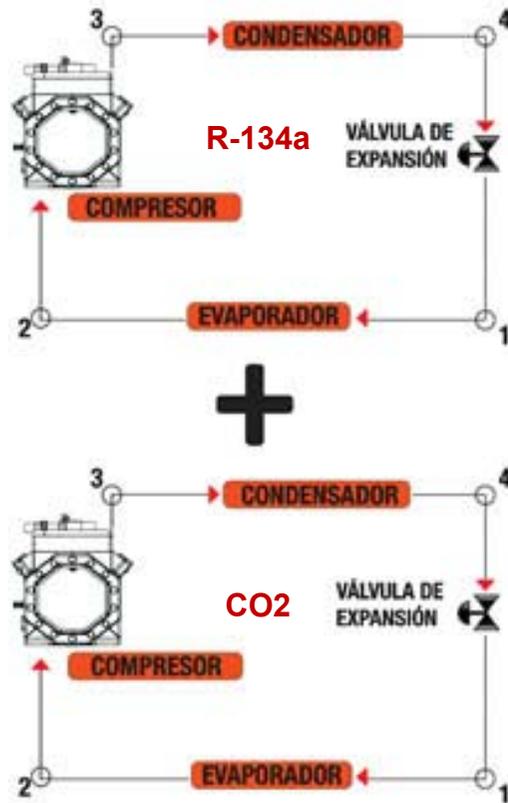
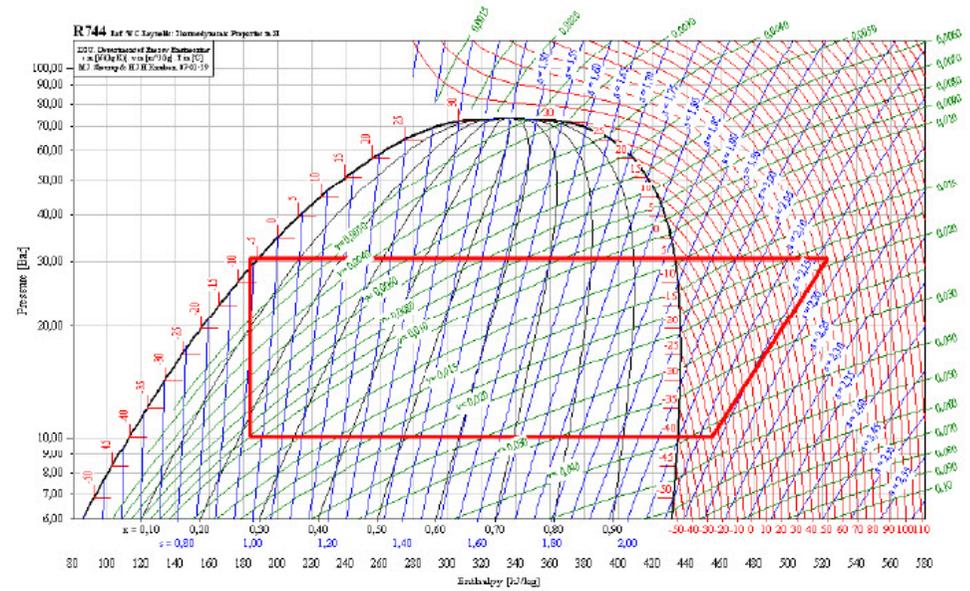


SUBCRÍTICO

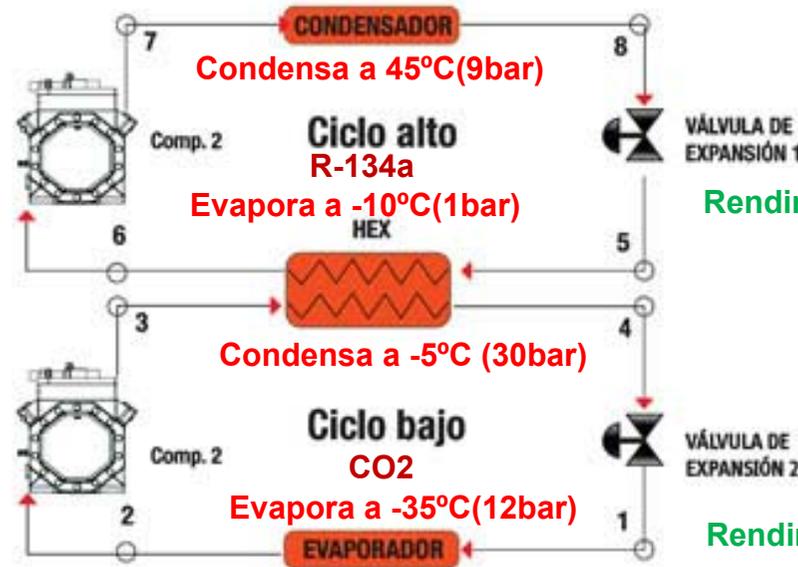
CO2

Sistemas en cascada (ejemplo congelación)

Rendimiento con R-507A (Te=-35°C; Tc=45°C)= 1,41



==



Rendimiento= 3,16

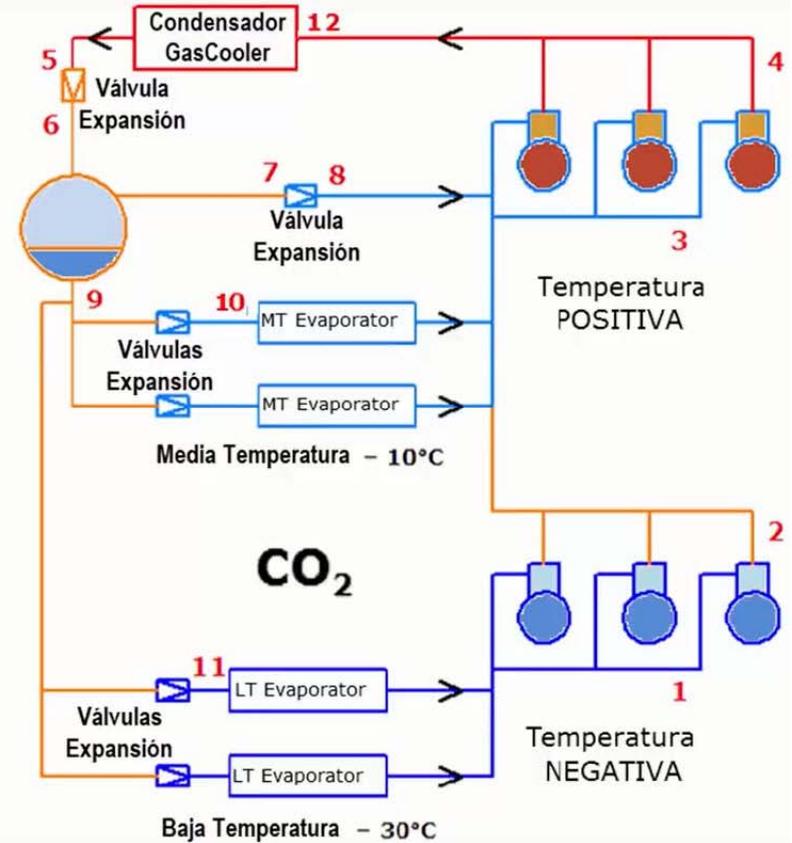
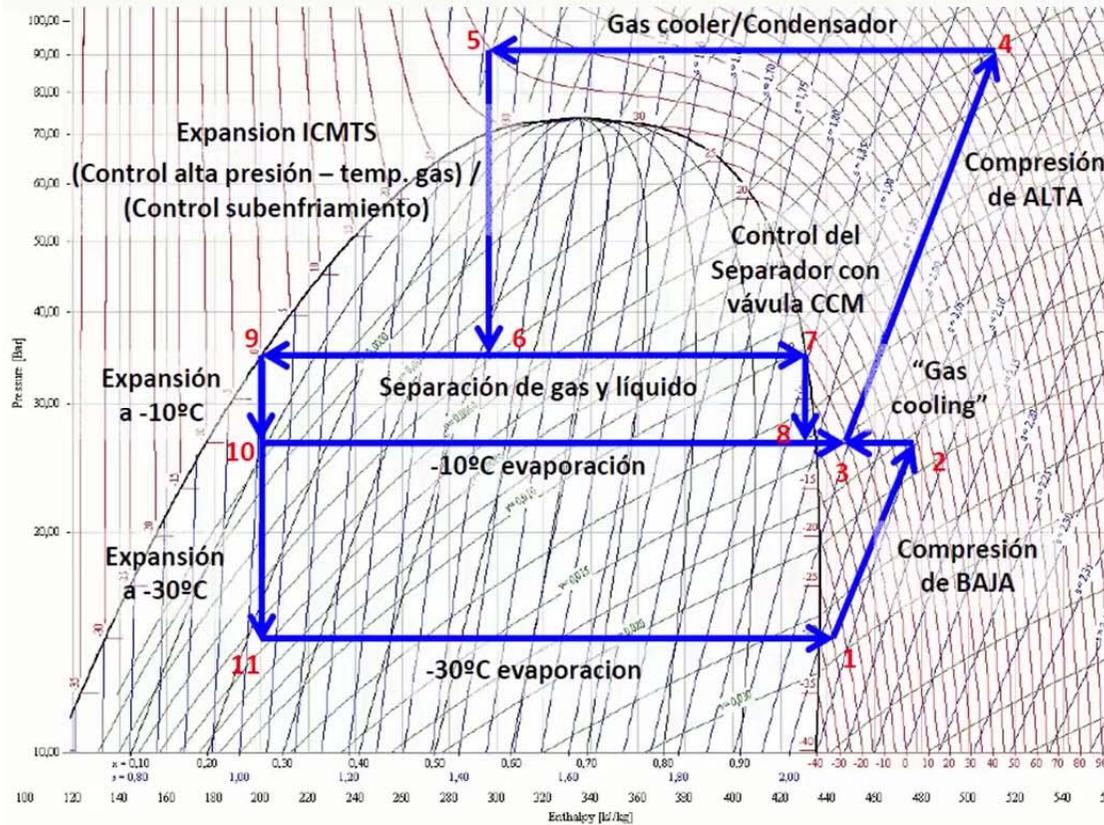
Rendimiento= 5,6

Rendimiento= 1,78

TRANSCRÍPTICO

CO2

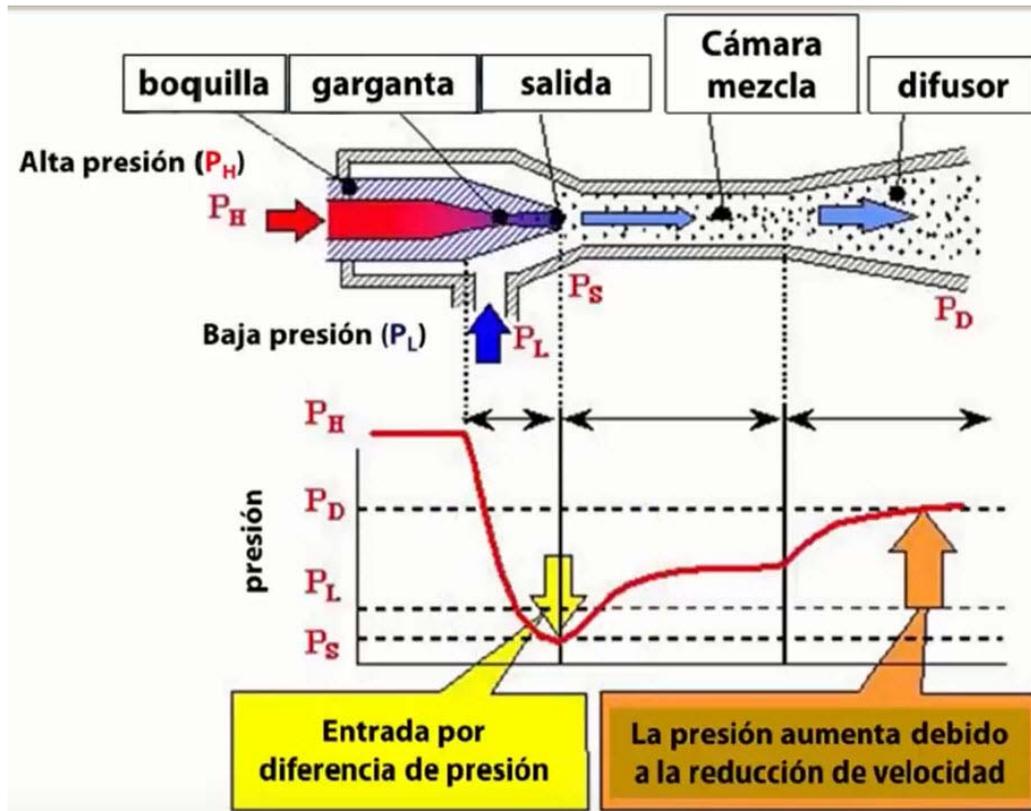
Central booster de CO2



TRANSCRÍPTICO

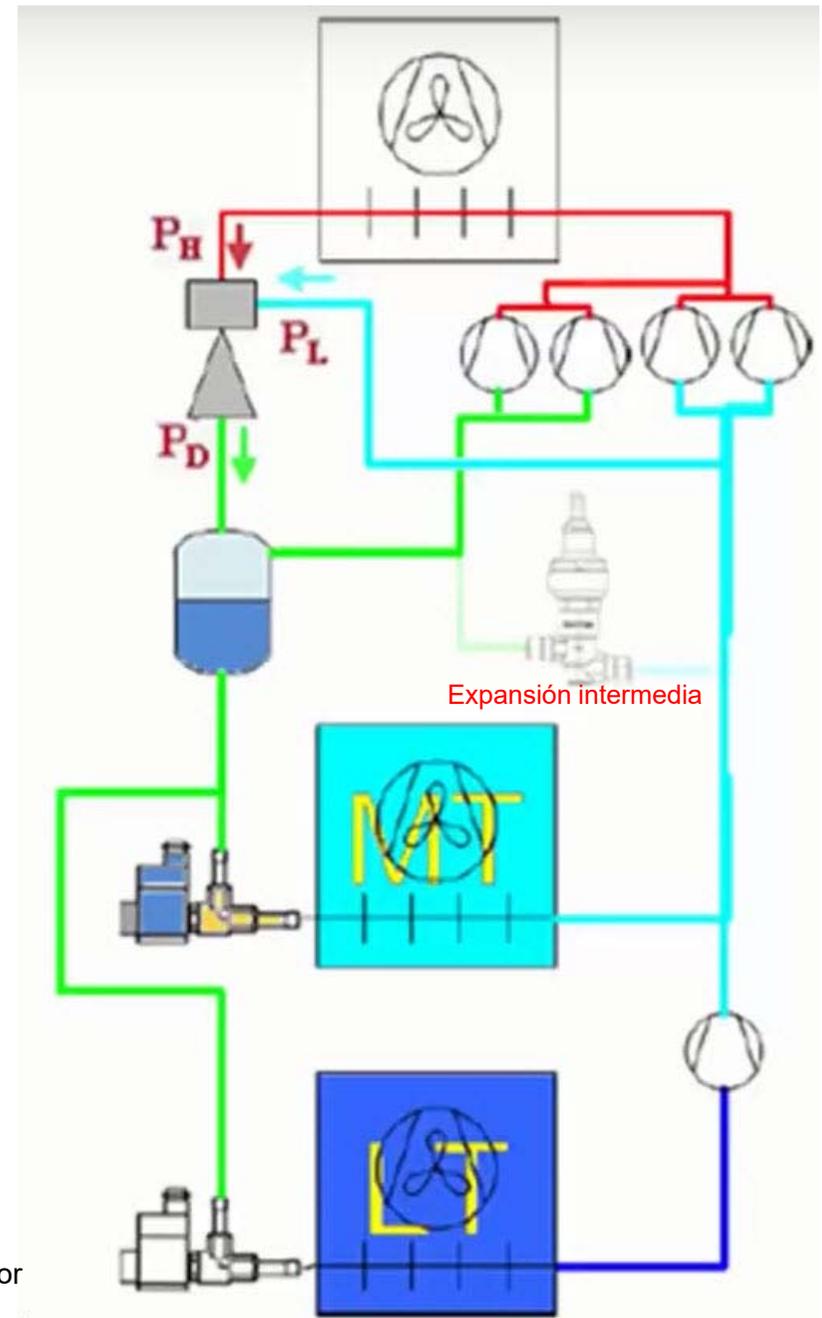
CO2

Uso de eyectores



Aspiramos hasta el 20% del gas de aspiración de media temperatura por el eyector

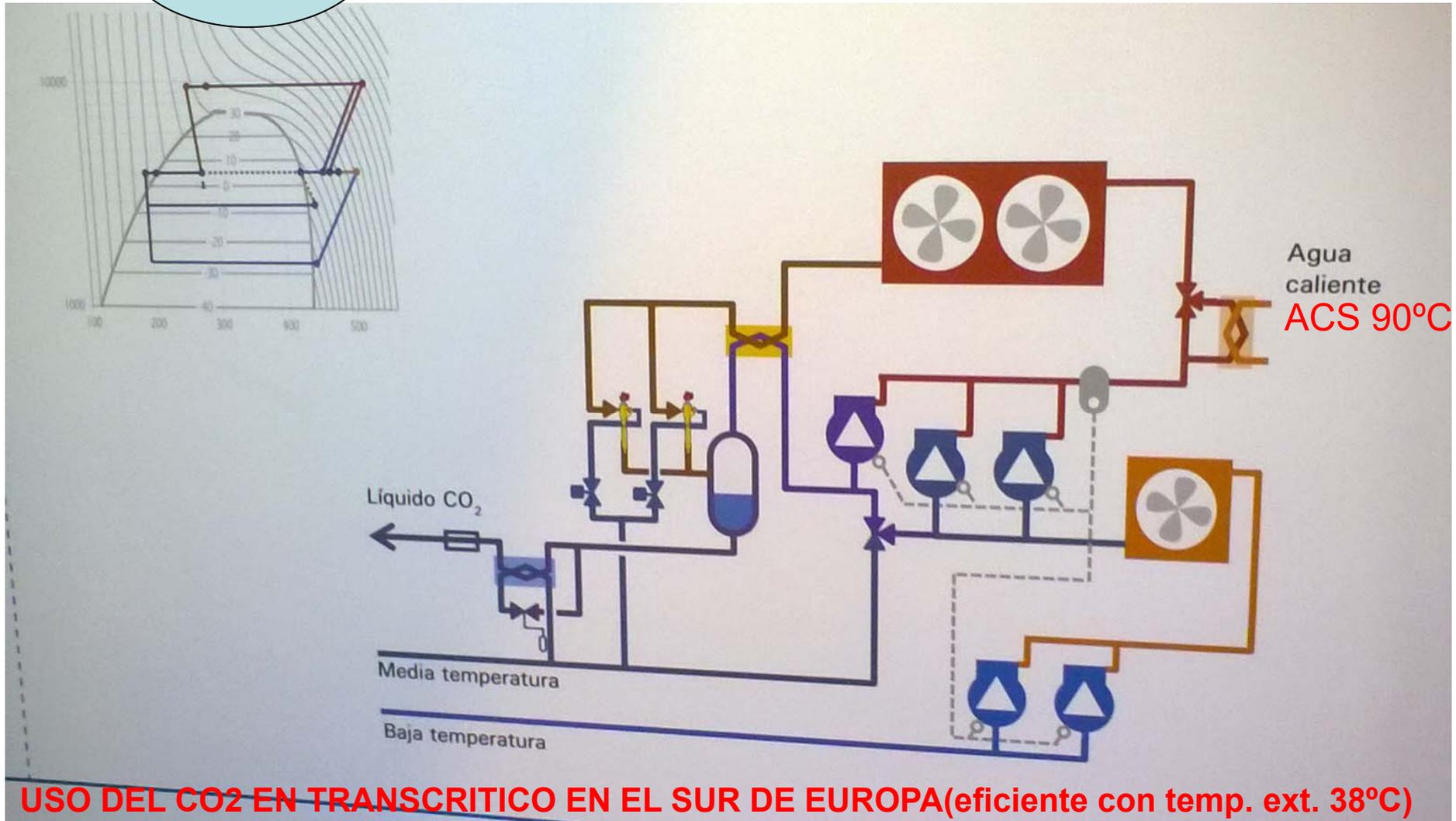
Refrigerantes



TRANSCRÍTICO

CO₂

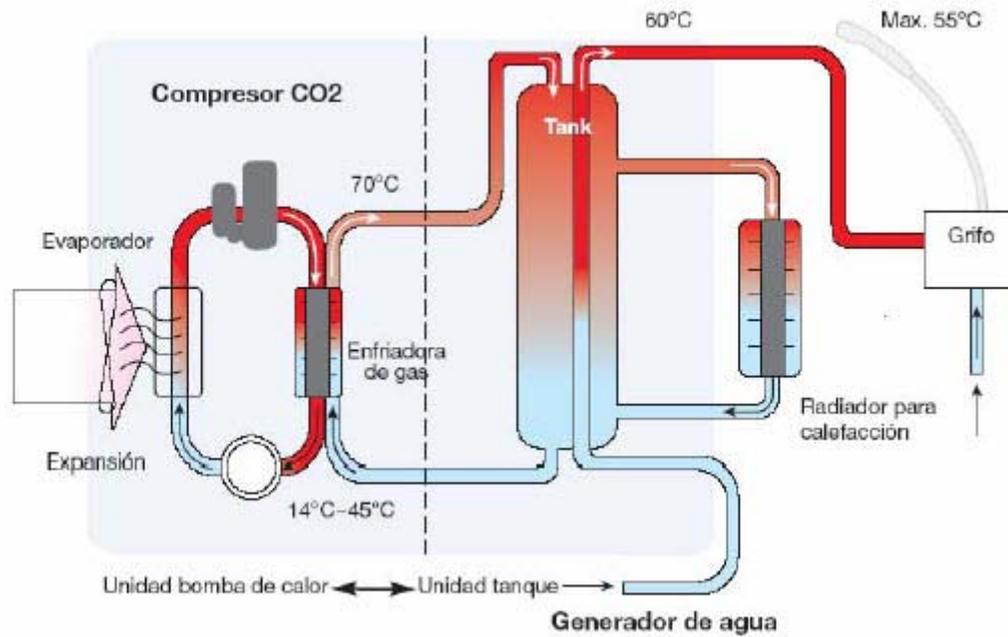
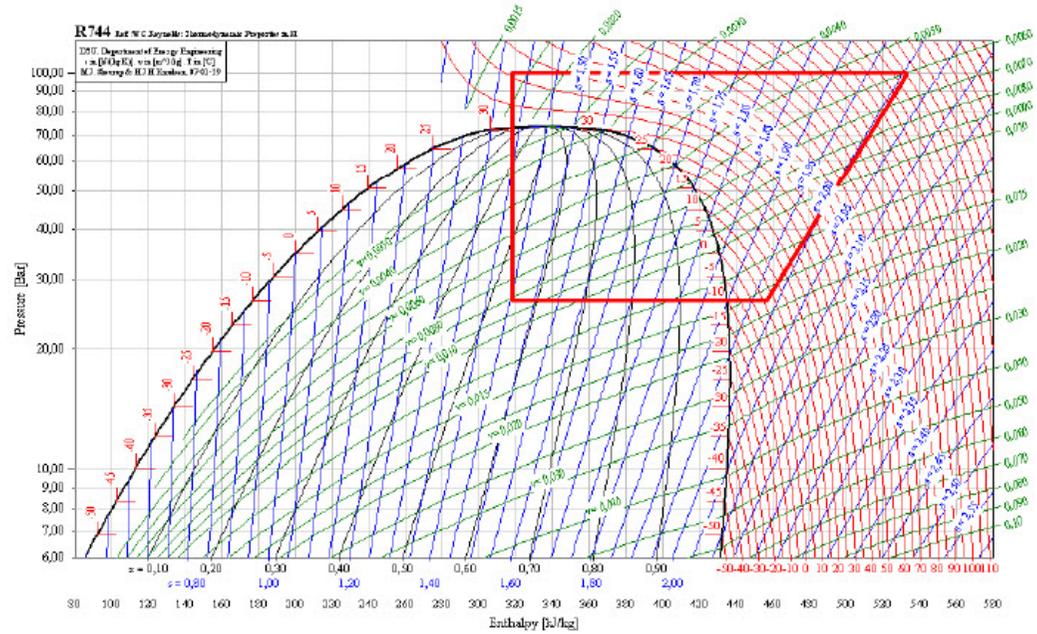
Central booster de CO₂ con eyectores



TRANSCRÍPTICO

CO₂

CALENTAMIENTO DE AGUA

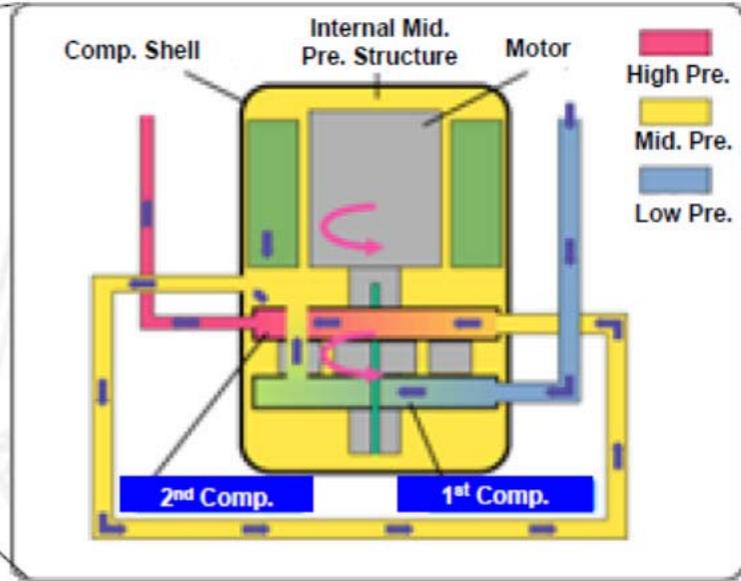


-Temperatura agua salida > 75°C

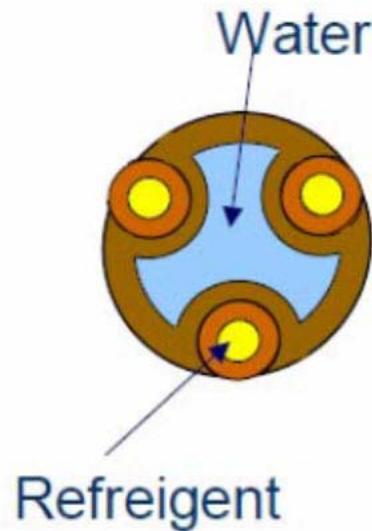
TRANSCRÍPTICO

COMPONENTES BAJAS POTENCIA

CO2



<Cross section of heat exchanger>



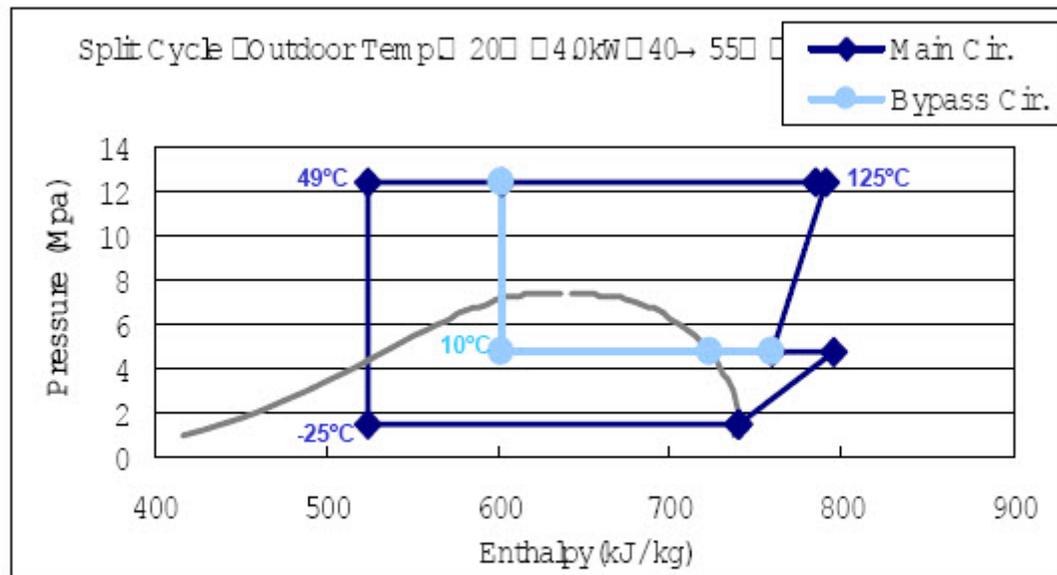
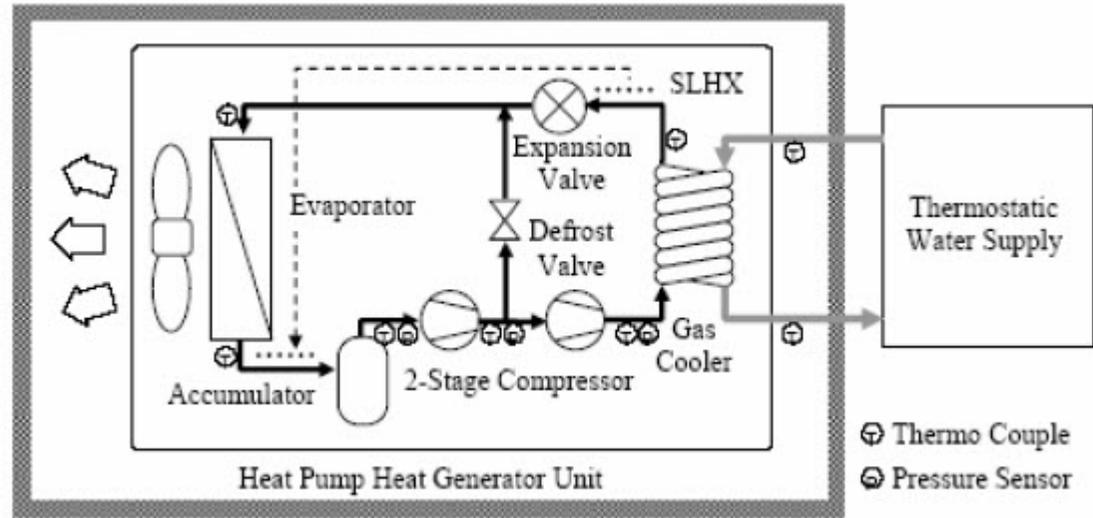
<Gass-Water heat exchanger coil>

TRANSCRÍPTICO

CO2

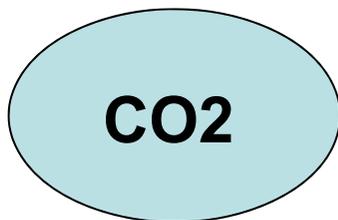
CALENTAMIENTO DE AGUA

Doble etapa para altas temperaturas



-Función de demanda, temperatura exterior y temperatura agua

TRANSCRÍPTICO



CALENTAMIENTO DE AGUA

Equipo R-410A

5

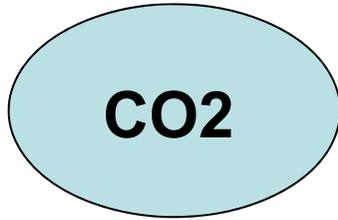
4

1

Rendimiento	SHP-C45DEN	SHP-C90GDN
Capacidad/C.O.P (Text=20°C)	4,5kW / 3.75	9kW / 3.8
Capacidad/C.O.P (Text=7°C)	4.5 / 3.1	9kW / 3.2
Capacidad/C.O.P (Text=-15°C)	4.5 / 1.81	9kW / 1.81
Nivel Sonoro (dBA)	45	45.5
Cantidad R744(kg)	0.860	1.6



TRANSCRÍPTICO



CALENTAMIENTO DE AGUA

- Funcionamiento hasta temperaturas exteriores de -20°C .
- COP cercano a 2 para Exteriores -20°C .
- Se obtienen temperaturas más elevadas que con bomba de calor tradicional.
- Alta eficiencia mediante el uso de compresores de velocidad variable.
- Uso de refrigerante ecológico
ODP=0
GWP=1
- Menores efectos directos e indirectos que con sistemas equivalentes.
TEWI inferior
- Bajo coste de operación al aprovechar la tarifa nocturna.
- Ventajas fiscales en países nórdicos

Mas de 5 millones de maquinas instaladas en 2010 en paises nordicos

CO2

Bomba de calor para agua caliente sanitaria (ACS) hasta 90°C con compresor de CO2

CALENTAMIENTO DE AGUA

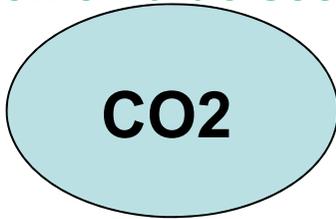
El sistema Q-Ton (Mitsubishi) consigue una alta eficiencia energética en todas las condiciones de funcionamiento gracias a la combinación en un solo compresor de la tecnología de compresión rotativa y scroll



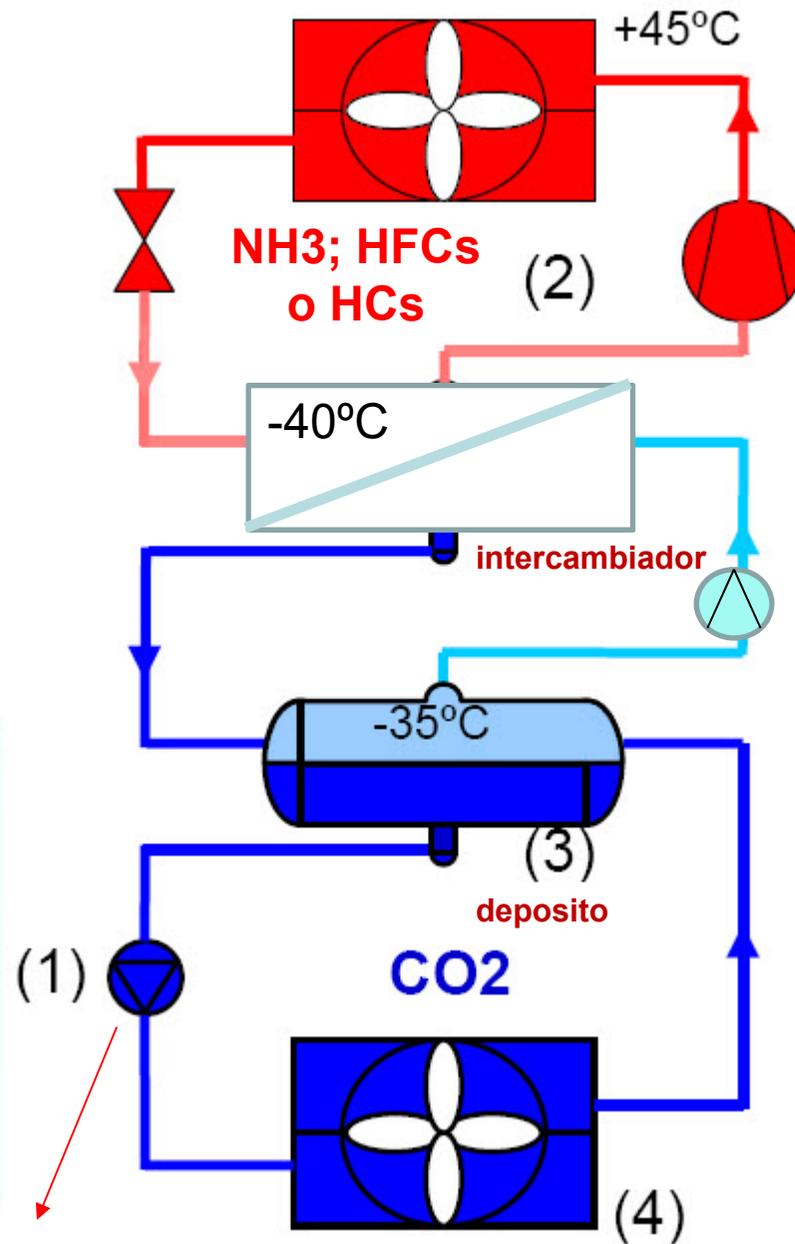
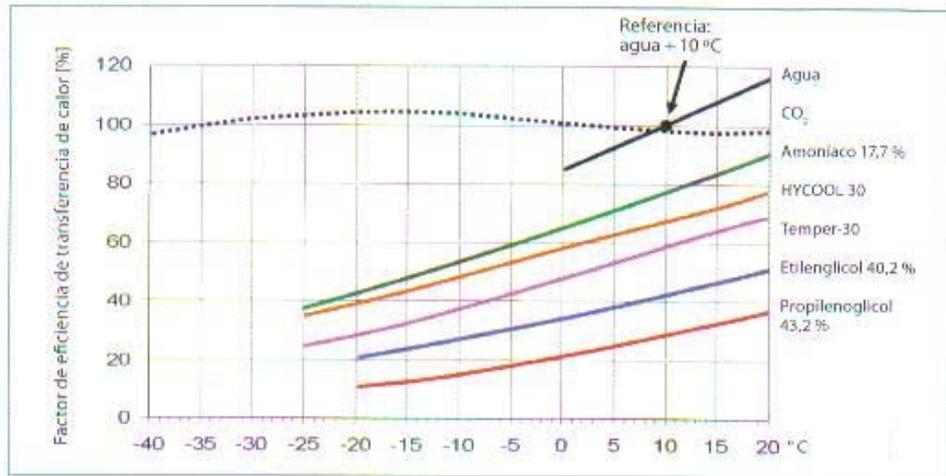
Como ejemplo, este equipo posee un coeficiente energético de **4.2** con temperaturas exteriores de 7°C BS produciendo agua a 65°C y un coeficiente energético de **3,25** si el agua se produce a 90°C

Está disponible en una única potencia de 30 kW y pueden conectarse hasta 16 unidades gobernadas por un único control.

CO2 como fluido secundario



- (1) Estación de bombeo de CO2.
- (2) Sistema de Enfriamiento/condensación de CO2.
- (3) Depósito de acumulación de CO2.
- (4) Evaporadores de CO2.



Menores potencias de bombeo que con salmueras o glicoles

5 Instalaciones especiales.

CO2 (Normativa IF4 del RSIF)

5.2 Sistemas frigoríficos en cascada y circuitos secundarios que emplean fluidos con cambio de fase líquido / gas. Fundamentalmente el CO₂.

5.2.2 Presiones de diseño mínimas.

Los componentes de los circuitos indicados en el apartado anterior **no tendrán que cumplir con los criterios expuestos en la tabla 1 de la IF-06** con respecto a presiones mínimas de diseño, siempre y cuando se garanticen las siguientes condiciones:

- a) Refrigerantes con PCA > 1.** Se podrá adoptar una presión de diseño (PS) igual o superior a 1.5 veces la presión de funcionamiento prevista en las condiciones de diseño de la planta, tomando **alguna de las siguientes medidas**:
- i) Si se trata de un circuito de **carga limitada** se diseñará de tal forma que bajo ninguna circunstancia supresión interna pueda superar la presión de diseño PS.
 - ii) Se dispondrá de un equipo frigorífico **capaz de mantener la presión del refrigerante en el circuito por debajo de PS durante los periodos de paro** de la instalación. Este equipo estará alimentado por una fuente de energía independiente de forma que se pueda garantizar su funcionamiento en cualquier circunstancia.
 - iii) **Antes de parar la instalación se trasladará todo el refrigerante hacia un recipiente** con capacidad de resistir la presión calculada aplicando los criterios de la tabla 1 de la IF-06 o la presión crítica del correspondiente gas multiplicada por el cociente entre la temperatura máxima previsible y la temperatura crítica ambas en temperaturas absolutas.

Ej: Para R-32 condensando en cascada a 0°C en un local de Vigo que puede alcanzar hasta 40°C



$$PS = 1,5 \times 7,12\text{bar} = 10,68\text{bar}$$

$$\text{Metodo a) } \textit{Vigo Zona 1 cond. frig. por. liq} \Rightarrow PS (40^\circ\text{C}) \Rightarrow 23,77\text{bar}$$

$$\text{Metodo b) } PS = 58\text{bar} * \frac{40^\circ\text{C} + 273}{78,11^\circ\text{C} + 273} = 51,7\text{bar}$$

5 Instalaciones especiales.

CO2 (Normativa IF4 del RSIF)

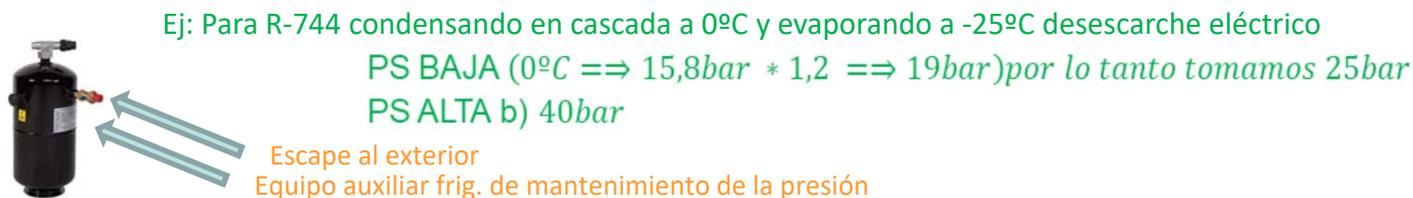
5.2.2 Presiones de diseño mínimas.

b) Que se emplee un fluido con el menor impacto posible para el medio ambiente (PAO = 0 y PCA = 1) y que su descarga al aire libre no suponga riesgo ni para las personas ni para la naturaleza, por ejemplo, el **CO2**.

Este refrigerante podrá dejarse escapar al exterior en caso de emergencia y cuando la presión supere el punto de consigna de los dispositivos de seguridad o sea necesario vaciar la instalación antes de su desmontaje.

No obstante, **para evitar pérdidas regulares de refrigerante**, o cuando sea necesario arrancar máquinas de elevada presión, se dotará a las instalaciones de un equipo auxiliar frigorífico de mantenimiento de la presión, que además pueda reducir las pérdidas de refrigerante en el caso de fallo de la energía eléctrica, o se adoptará una solución equivalente. La presión de diseño mínima en el lado de **baja presión** de estos circuitos, tanto si se trata de instalaciones en cascada como si el CO2 se utiliza como fluido secundario, será **como mínimo de 25 bar o un 20% superior a la prevista de funcionamiento (la mayor de éstas)**; mientras que en el lado de **alta** de este mismo escalón será de **40 bar salvo que el desescarche se realice por gas caliente**, en cuyo caso deberá **ser de 50 bar**.

Cuando el desescarche se realice mediante gas caliente los componentes del sector de baja que se sometan a la presión de desescarche deberán tener una presión de diseño de 50 bar, es decir, los propios evaporadores, la tubería, válvulas de paso y demás componentes del circuito que puedan estar en contacto con el gas caliente; el resto de tubería de líquido, aspiración y vaciado, así como válvulas, automatismos y separador de bombas del sector de baja podrán estar diseñados y protegidos en función de la presión máxima de servicio establecida para el sector de baja. En caso de que se utilice otro tipo de desescarche éste se realizará de forma que no pueda quedar CO2 líquido atrapado en el evaporador.



c) En cualquier caso, las presiones de diseño de los componentes de estas instalaciones serán necesariamente superiores a las presiones máximas de trabajo calculadas para que puedan absorber:

- i) Los aumentos de presión por acumulación de incondensables.
- ii) El margen para el ajuste de los mecanismos limitadores de presión.
- iii) El margen para el tarado de las válvulas de seguridad.

5 Instalaciones especiales.

5.2.3 Instalaciones que utilizan R-744 (CO₂).

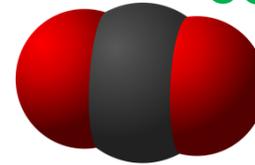
5.2.3.1 Características principales del R-744.

Aunque es un compuesto no tóxico, exposiciones a valores mayores que el **3%** ocasionan una **sensación de malestar**, provocando hiperventilación, taquicardia, dolor de cabeza, vértigo, sudoración y desorientación. Exposiciones a concentraciones superiores al **10%** pueden conducir a la **pérdida de la conciencia** y la muerte; concentraciones mayores al **30%** provocan **rápidamente la muerte**. Los efectos se incrementan con los trabajos pesados, del alto consumo metabólico. En presencia de agua puede formar ácido carbónico, con el consiguiente riesgo de ataque químico, por ello deberá emplearse en las instalaciones frigoríficas, únicamente anhídrido carbónico seco. Reacciona con el R-717 formando carbamato amónico, el cual es un polvo blanco que puede obstruir las tuberías y los orificios, sin embargo, es soluble en agua y se disocia en amoníaco y anhídrido carbónico por encima de +60 °C.



IF4-RSF

CO₂ (Normativa IF4 del RSIF)



1-1,5 % de CO₂ en el aire ambiente:

Leve efecto en el metabolismo químico tras una exposición de varias horas.

3 % de CO₂ en el aire ambiente:

El gas es ligeramente narcótico a estos niveles, dando lugar a una respiración más profunda y rápida, reducción de la capacidad auditiva, dolor de cabeza e incremento de la presión sanguínea y el pulso.

4-5 % de CO₂ en el aire ambiente:

Respiración más profunda y más rápida como resultado de la estimulación del aparato respiratorio. Aparecen signos evidentes de intoxicación tras 30 minutos de exposición.



5-10 % de CO₂ en el aire ambiente:

La respiración se vuelve pesada, con dolor de cabeza y pérdida de la razón.

10-100 % de CO₂ en el aire ambiente:

Inconsciencia en menos de un minuto y, a menos que se tomen medidas de inmediato, el resultado puede ser mortal.

5 Instalaciones especiales.

CO2 (Normativa IF4 del RSIF)

5.2.3 Instalaciones que utilizan R-744 (CO2).

5.2.3.2 Peligros más significativos.

- Durante el funcionamiento y con la instalación parada todos los elementos del circuito estarán a presiones superiores a la atmosférica.
- Al despresurizar o al trasvasar en estado líquido existe el peligro de **bloqueo por solidificación del CO2** que ocurrirá a presiones inferiores a 5.2 bar absolutos.
- Uno de los principales peligros en el empleo del CO2 es su eventual concentración en espacios confinados.
- La entrada de CO2 líquido en los compresores causa graves daños que provocarán roturas y escapes de CO2 a la atmósfera.
- El CO2 líquido tiene un coeficiente de dilatación térmica muy elevado. Su presión, si queda **atrapado en tuberías y accesorios**, subirá rápidamente al aumentar la temperatura ambiente y supondrá un grave riesgo de rotura (usualmente muy brusca) de los componentes. Incluso podrá provocar que trozos de tuberías y otras piezas mecánicas se proyecten a gran velocidad. En ciertas circunstancias esto podrá suceder también en su forma gaseosa.
- En presencia **de agua podrá formar ácido carbónico** con el consiguiente riesgo de ataque químico.



5 Instalaciones especiales.

CO2 (Normativa IF4 del RSIF)

5.2.3 Instalaciones que utilizan R-744 (CO2).

5.2.3.3 Precauciones a tener en consideración.

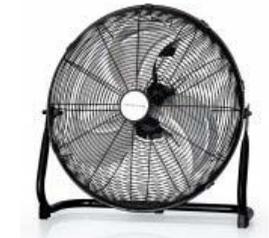
- a) Antes de cargar el CO2 en las instalaciones se hará un **vacío** hasta una presión de 675 Pa o inferior y se mantendrá al menos durante **6 horas** sin que se aprecie aumentos de presión por entrada de aire o evaporación de residuos de agua. El objetivo será conseguir que los circuitos sean estancos y estén secos antes de cargar el CO2.



- b) La presencia de agua en el circuito frigorífico con refrigerante CO2 es muy perjudicial. Por este motivo se deberá mantener en todo momento **un contenido de agua inferior al máximo** que puedan absorber los vapores de refrigerante saturados de humedad (sin que haya por tanto saturación de agua). Para lograrlo, además de utilizar en la carga de la instalación CO2 seco, se instalarán filtros deshidratadores y se realizarán **controles anuales del contenido del agua en fase líquida**, los cuales se podrán llevar a efecto durante las revisiones periódicas establecidas.



- c) En espacios confinados se tomarán medidas que garanticen la **ventilación adecuada** de éstos antes de la entrada de personas en los mismos.



- d) Cualquier manipulación de todo componente requerirá **despresurización** previa.

- e) Se prohíbe **soldar** o calentar con llama cualquier componente de los circuitos de CO2 salvo que previamente hayan sido convenientemente **vaciados** y llenados con aire o nitrógeno exento de oxígeno.



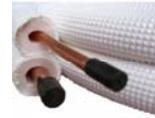
5 Instalaciones especiales.

CO2 (Normativa IF4 del RSIF)

5.2.3 Instalaciones que utilizan R-744 (CO2).

5.2.3.3 Precauciones a tener en consideración.

f) En superficies exteriores de tuberías, depósitos y demás componentes de acero de las instalaciones con CO2 se producen con facilidad corrosiones debilitando el espesor y con ellos su resistencia mecánica. Por ejemplo, por condensaciones en las partes de bajas temperaturas con superficies no protegidas. Para evitarlo **se aislarán las tuberías frías y se pintarán todas las superficies** manteniéndolas en buen estado durante toda la vida útil de las plantas.



g) Debido a los problemas de corrosiones y considerando que las tuberías necesarias en las instalaciones de CO2 son relativamente de pequeño diámetro será preferible el uso de **tuberías de cobre o acero inoxidable**, salvo que se adopten medidas que eviten dichas corrosiones.



h) Siempre **que se vaya a entrar en un recipiente** que haya contenido R-744 o en un recinto dónde, por efecto de la apertura de una parte del circuito, se haya podido formar una concentración peligrosa, se deberá tener en consideración la reglamentación existente sobre trabajo en espacios confinados (véase nota técnica de prevención NTP223 editada por el Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo).



i) Se adoptarán las disposiciones adecuadas para evitar que el **refrigerante líquido quede encerrado entre componentes** o dentro de los mismos de forma que un incremento de temperatura no pueda dar lugar a una rotura de la tubería o del componente, por ejemplo, mediante una válvula de alivio, válvula manual precintada o procedimiento similar que evite con garantía dicho riesgo.



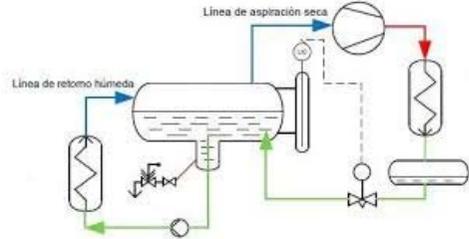
5 Instalaciones especiales.

CO2 (Normativa IF4 del RSIF)

5.2.3 Instalaciones que utilizan R-744 (CO2).

5.2.3.3 Precauciones a tener en consideración.

- j) Todas las **bombas de refrigerante** que puedan independizarse mediante válvulas de cierre deberán disponer de válvulas de alivio.
- k) La tubería de impulsión de las **bombas de refrigerante** llevará una válvula de alivio independiente de otros automatismos.
- l) Se adoptarán medidas para evitar que, la **apertura** de parte del circuito que habitualmente funciona a temperaturas inferiores a 0°C (aun perteneciendo al lado de alta del escalón de baja), **ocasiona condensaciones internas**.
- m) Las tuberías de salida de las **válvulas de seguridad o de alivio con descarga** al exterior del circuito estarán diseñadas y montadas de manera que **se evite el riesgo de bloqueo por formación de CO2 sólido**.



5.2.3.4 Detectores de fugas para CO2.

En las salas de máquinas y en los locales de **más de 30 m3** en los que se utilice este refrigerante, cuando la carga total de R-744 en la instalación dividida por el volumen del local arroje un valor superior al límite práctico indicado en la tabla A del apéndice 1 de la IF-02, deberá montarse, a una altura inferior a 1 metro sobre el nivel del suelo, un detector de gas con los niveles de actuación siguientes:

5 000 p.p.m. (V/V), valor límite inferior de alarma.

10 000 p.p.m. (V/V), valor límite superior de alarma.

En el valor límite inferior se activará una **alarma y se procederá a ventilar el recinto**. En el valor límite superior se prohibirá la estancia a personas salvo que estén protegidas con equipos de respiración autónomo.

LP CO2 = 0,1 kg/m3



5 Instalaciones especiales.

CO2 (Normativa IF4 del RSIF)

5.2.4 Materiales para instalaciones con refrigerante CO2.

- a) Por la coincidencia de las altas presiones y bajas temperaturas de utilización, en las tuberías de interconexión de los componentes de los sistemas que trabajen con CO2, deberán emplearse materiales con una resiliencia adecuada a las temperaturas de trabajo (**aceros especiales, aceros inoxidables o cobre**).
- b) Puesto que el **cobre** es también compatible con la mayoría de los refrigerantes empleados en el sector de baja, es utilizable en el montaje de tuberías. No obstante, las altas presiones asociadas a éstos refrigerantes aconsejan establecer unos **espesores mínimos** POR FÓRMULA O POR HOMOLOGACIONES



Hidrocarburos

DESVENTAJAS

Altamente inflamables

USOS

Frigoríficos y arcones R-600a

Propano (R-290)

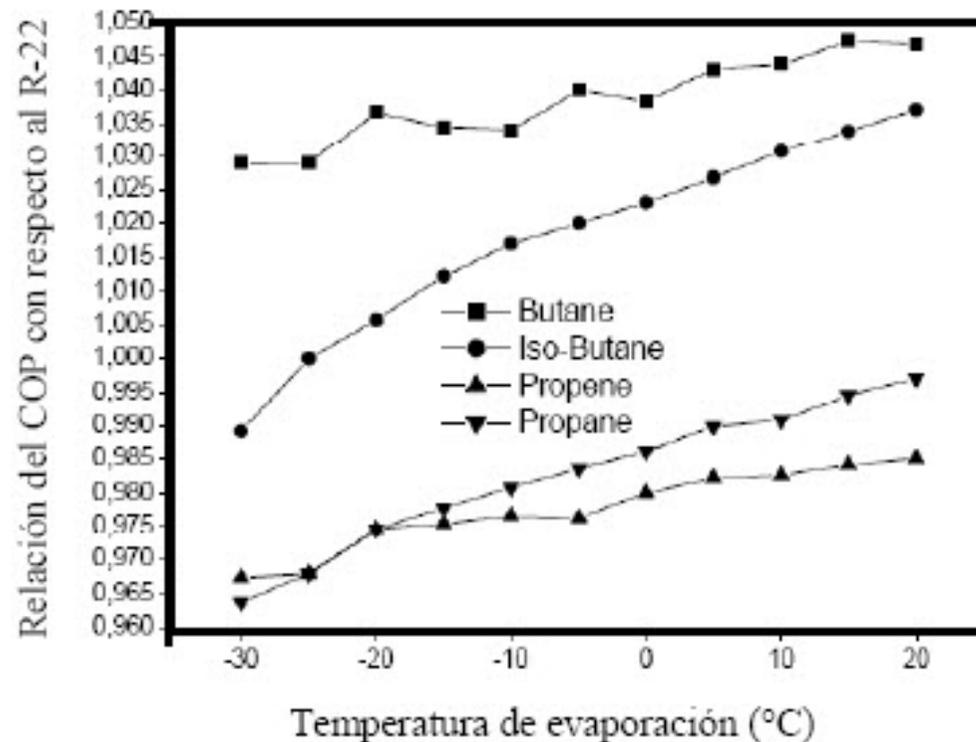
Propileno R-1270

Mezclas sustitutivas en el mercado



Hidrocarburos

Coefficiente de desempeño (COP)



Se puede observar de la figura 4, que el butano y el isobutano muestran valores ligeramente del COP mayores que el R-22, mientras que el **Propano** y el Propeno presentan valores tan solo un poco por debajo del compuesto en relación, **-2.5%** para el caso de bajas temperaturas de evaporación y **alrededor de -1%** para valores de altas temperaturas de evaporación. Para todos los casos la pequeña diferencia entre los valores de COP con el R-22 es de gran consideración.

El refrigerante R-600a (isobutano), representa la mejor opción para sustituir a los refrigerantes fluorocarbonados en los sistemas pequeños de refrigeración. Para sistemas de refrigeración pequeños, donde la carga requerida de refrigerante (500 gr) es pequeña con respecto a un sistema industrial, está demostrado que las condiciones de operación son totalmente seguras

*Para evaluar el nivel de **seguridad de un equipo de refrigeración que operen con gases hidrocarburos** como refrigerante se debe tomar en cuenta el volumen de la habitación donde se encuentra el sistema y con ello evaluar la posibilidad de que el gas alcance los valores del Limite Inferior de Inflamabilidad*

Hidrocarburos



AWC R290 Air cooled water chiller - 1 circuit

Environmental friendly - Extremely low usage of refrigerant - High performance - Compact design - Outdoor installation - Made in Denmark

Enfriadoras industriales

Model		AWC15	AWC20	AWC30	AWC40	AWC50	AWC60	AWC75	AWC90	AWC110	AWC130	AWC150	AWC165	AWC175	AWC190
Temp. -4/-8°C kW		8,5	11	15	21	31	37,5	46	55	68	78,5	86,5	97	107	112,5
Temp. +12/+7°C kW		15	20	30	40	53	63	78	93	116	133	150	165	182	191
Temp. +15/+10°C kW		17	23	32	45	58,5	70	87	102	128	147,5	163	182	201,5	211
Temp. +18/+15°C kW		20	27,5	38	54	69	82,5	102	120	150	173	192	214	237	248
Compressor	Pcs	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Capacity regul.	Pcs	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2*	2**	2**	2**	2***	2**	2**	2**
Model		Q5-21M	Q7-28M	S10-39M	S15-51M	V25-71M	V30-84M	Z35-106M	Z40-126M	Z50-154M	W50-168M	W60-187M	W70-209M	W75-228M	W80-240M
MRA ¹⁾	Amp,3*400V	12	17,5	23	37	45	53	63	75	92,5	101	114	114	136	136
Start - LRA ²⁾	Amp,3*400V	56	92	88	136	167	180	188	204	333	367	426	426	565	565
P in kW	kW, 50Hz	4,7	6,5	8,8	13,1	16,7	19,35	24,9	30	36,1	42,4	46,5	51,5	57,1	59,9
MRA	Amp,3*400V	21,2	30	23	37	45	53	63	75	92,5	101	114	125	136	136
CO2	Compressor	3,29	3,23	3,24	3,25	3,18	3,28	3,17	3,09	3,21	3,15	3,18	3,2	3,2	3,19
Refrigerant	kg	5	6	7	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	25
Evaporator	Type	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE
Flow	m3/h	2,8	3,7	5,5	7,4	9,2	11	13,8	16,6	20,3	24	27,7	30,5	32,3	35
Pressure Drop	kPa	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Condenser	Type	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE	PHE
Heat capacity	kW	19,4	26,6	38,4	54	70	79	99	122	148	174	192	213	233	250
Fans	Pcs	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	3	3
Fans	kW	0,52	0,72	0,89	1,24	1,38	1,34	1,28	3,54	3,72	3,16	3,94	5,56	2,85	2,8
Length	mm	2025	2025	2425	2425	2940	3340	3653	3653	5345	5453	5453	5153	7353	8553
Width****	mm	895	895	895	1145	1145	1145	1141	1141	1145	1141	1141	1141	1141	1141
Height	mm	1050	1050	1050	1070	1070	1050	1530	1530	1070	1550	1550	1460	1550	1550
Weight	kg	650	700	825	925	1125	1175	1250	1275	1300	1625	1750	1875	1975	2075
dB(A)	10 mtr	52	54	56	58	59	59	59	60	60	61	63	65	67	67
Fans	Pcs	2	2	2	4	4	4	2	6	4	6	4	4	6	6
Fans	kW	0,57	1,44	1,38	1,14	2,76	3,44	3,88	4,12	7,6	11,52	7,88	11,12	5,76	3,74
Length	mm	2025	2425	2425	3750	3653	3653	4455	5153	5453	6253	6253	7353	5253	5453
Width****	mm	895	895	1145	895	1141	1541	1145	1141	1141	1141	1141	1141	1141	2291
Height	mm	1050	1050	1070	1050	1560	1560	1070	1460	1550	1550	1550	1550	1500	1550
Weight	kg	650	700	825	925	1125	1175	1250	1275	1300	1625	1750	1875	1975	2075
dB(A)	10 mtr	42	44	46	48	49	49	49	50	50	51	52	53	55	55

Low Noise models (LN) marked with blue

Ambient temperature +27°C

Temp. -4/-8°C to -13 to 45

Temp. +12/+7°C to 2 to 45

Temp. +15/+10°C to 5 to 45

Temp. +18/+15°C to 10 to 45

30% ethylene glycol

Hidrocarburos

Enfriadoras industriales



Equipos con varios circuitos cargas inferiores a 500gr



Según RSIF artículo 2 exento hasta 0,5 Kg. de refrigerante del **grupo L3**. *(solo datos y manual de instrucciones)*

Amoniaco

DESVENTAJAS

Toxico e inflamable
Precio instalación

ppm	Efecto
5	Límite de detección
25	TWA media ponderada en el tiempo
35	STEL límite de exposición de corta duración
150-200	Ojos levemente afectados tras 1 min.
300	Nivel inferior de riesgo
450	Ojos afectados rápidamente
600	Lágrimas tras 30 sg
700	Lágrimas en pocos sg
1.000	Visión disminuida, respiración insoportable, irritación de piel en min.
1.500	Ambiente insoportable, reacción instantánea a salir del lugar
30.000	Dosis letal

Aparecen unidades compactas para trabajar con fluidos secundarios

Refrigerantes

USOS hasta ahora

Instalaciones industriales

Barcos

VENTAJAS

Eficiencia

Ciclo de vida de la máquina superior a 20 años

Tema de miscibilidad con aceite superados



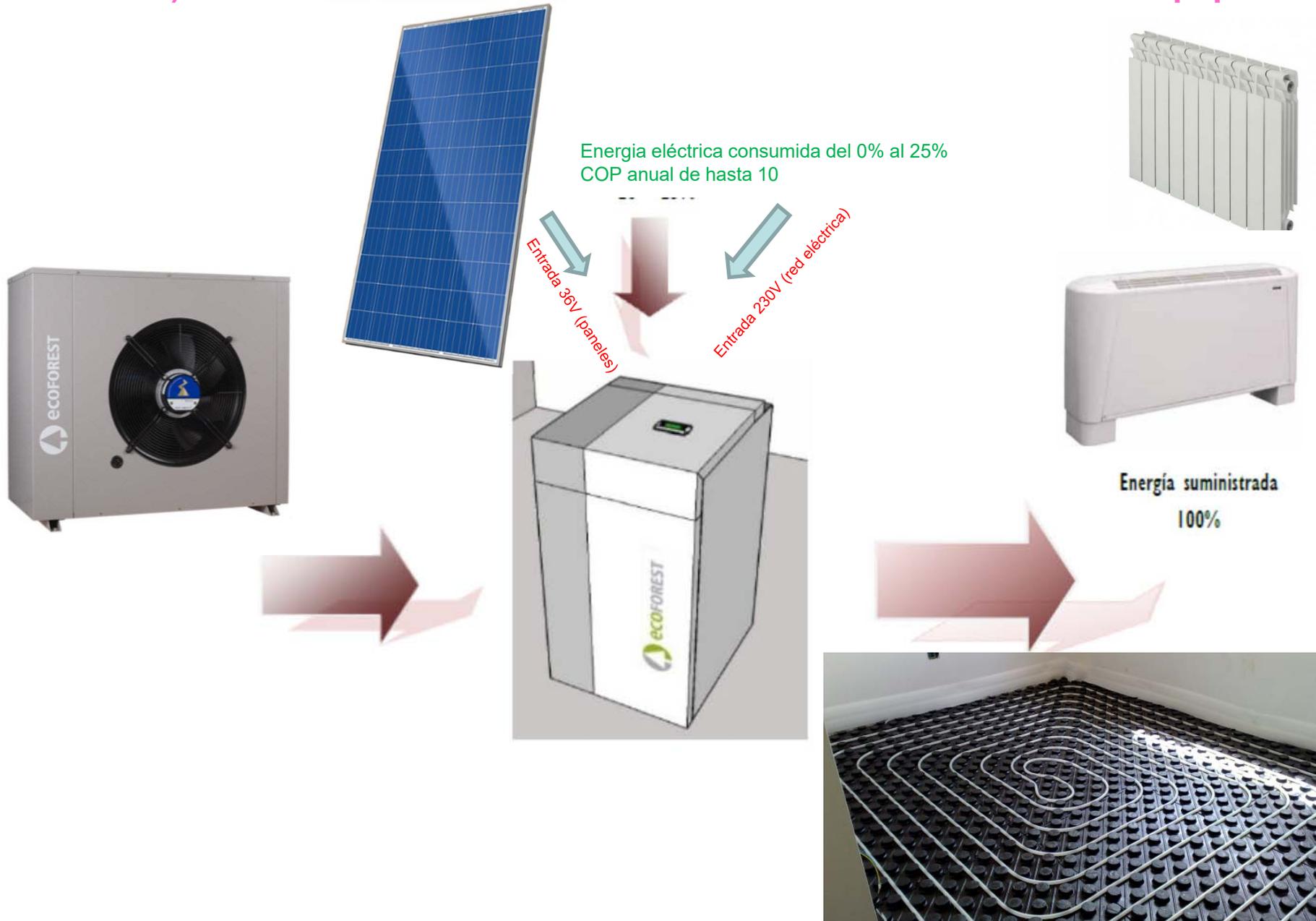
Reducción de carga en instalaciones con refrigerantes fluorados

Las reducciones de carga de refrigerante pasan por un diseño adecuado de las instalaciones teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Disminución de distancias con cálculo adecuado de tuberías o uso de fluidos secundarios.
2. Incorporación de recipientes de líquido de capacidad adecuada.
3. Uso de intercambiadores de bajo volumen tipo intercambiadores de placas, **micro canal**.... sin perder de vista nunca la búsqueda de la máxima eficiencia.
4. Una puesta en marcha de la instalación buscando la menor carga posible de refrigerante.



Reducción de carga en instalaciones con refrigerantes fluorados (grupos hidrónicos) ATENCION USO ACTUAL DE HIDROCARBUROS en estos equipos



ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



Aliados → Aerotermia

Con el desarrollo de la producción propia de energía eléctrica en las viviendas, se darán nuevas combinaciones de equipos compatibles con este nuevo paradigma. Por ejemplo, uno de los binomios que más veremos será autoconsumo con bomba de calor aerotermia. Estos equipos desplazarán por su alta eficiencia y rentabilidad a generadores clásicos de gas y gasoil.



1. Los equipos de aerotermia, se consideran de producción de energía renovable. Combinado con fotovoltaica, nos ayudará a cumplir con las nuevas exigencias de contribución renovable en la edificación.
2. Aumenta el rendimiento de la fotovoltaica para producción de agua caliente, podemos llegar a obtener rendimientos conjuntos de la electricidad de más del 80%.
3. Si existen excedentes de energía solar fotovoltaica, los puedes derivar en otros consumos eléctricos. Encendiendo el equipo de aerotermia modulando para funcionar con la energía sobrante, podemos acumular energía en el depósito de ACS.

Normativa nZEB entra en vigor en Julio 2020 en España ver CTE

Exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético. **(Sube aislamiento)**

Exigencia básica HE 1: Condiciones para el control de la demanda

energética. **(recuperadores; control radiación)**

Exigencia básica HE 2: Condiciones de las instalaciones térmicas. **(direcciona al RITE cambios en 2020)**

Exigencia básica HE 3: Condiciones de las instalaciones de iluminación.

Exigencia básica HE 4: **Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.** (70% valen las bombas de calor con COP>2,5)

Exigencia básica HE 5: Generación mínima de energía eléctrica. **(Obliga a irse a bombas de calor en muchas zonas)**

Las claves de los edificios de consumo casi nulo son:

1. Todos los sistemas de climatización deberán tener la máxima eficiencia energética.
2. Para reducir su demanda energética los edificios tendrán importantes aislamientos y se equiparán con ventilación forzada.
3. Los edificios incorporarán todo tipo de energías renovables: Energía Solar Térmica, Fotovoltaica, Aerotermia y Biomasa.
4. La definición de Edificios de Consumo Casi Nulo limitará en consumo de energía total y de energía no renovable.
5. Edificios eficientes son sinónimo de edificios inteligentes. La conectividad de todos los sistemas permitirá un control global del edificio.
6. La ventilación, la calidad del aire y el control de la humedad serán retos importantes en la nueva edificación.

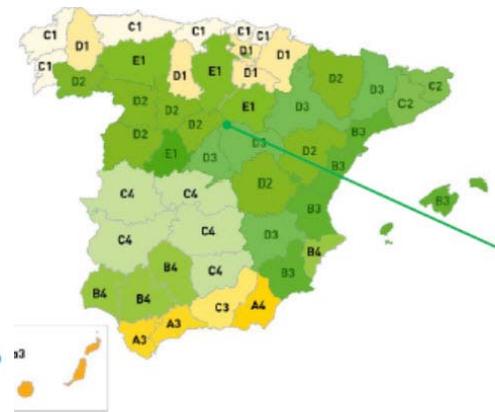


Opciones que cumplen:

- Caldera de gas con Energía Solar Térmica con aumento de los aislamientos y recuperador de calor (edificio viviendas)
- Aerotermia con aislamiento mínimo

A tener en cuenta:

- La refrigeración no es obligatoria pero puede aumentar mucho el confort.
- Podemos aumentar la sostenibilidad de la opción con Aerotermia añadiendo Energía Solar



Opciones que cumplen:

- Aerotermia
- Caldera de gas, con Energía Solar Térmica y A/A
- Siempre con aumento de los aislamientos
- Recuperador de calor en zonas más frías en invierno

A tener en cuenta

- En las zonas más frías se puede instalar Aerotermia con Energía Solar sin recuperador de calor.

Nuevos refrigerantes de bajo PCA100 (valor de 4)

R-1234yf

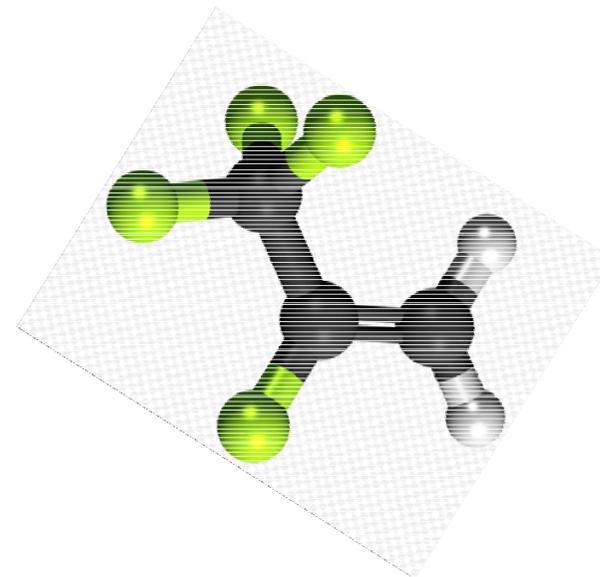
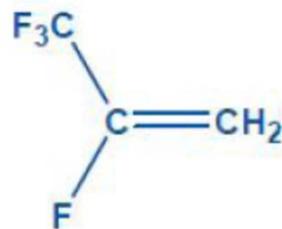
Millares (si existe) =: Un 1 indicando compuestos no saturados.

Antepenultima cifra: $C = X + 1$.

Penultima cifra: $H = X - 1$.

Ultima cifra: $F = X$.

1234yf



Actualmente uso, básicamente, en automoción

Nuevos refrigerantes de bajo PCA100

R-1234ze

Sustituirá al R-134a

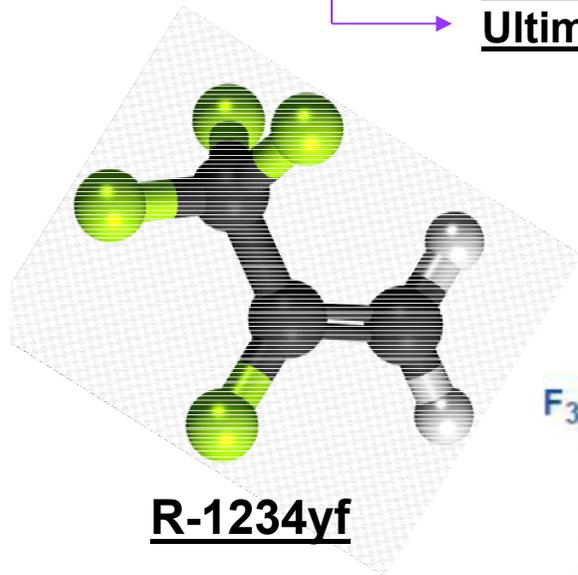
Millares (si existe) =: Un 1 indicando compuestos no saturados.

Antepenultima cifra: C = X+1.

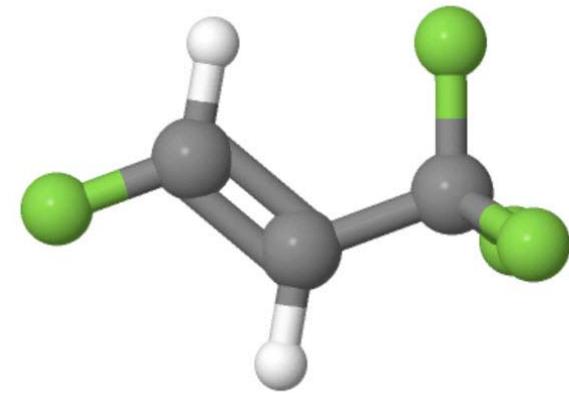
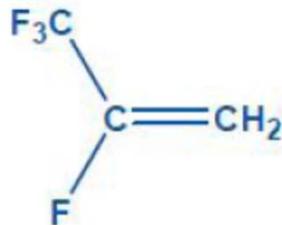
Penultima cifra: H = X-1.

Ultima cifra: F = X.

	Baja toxicidad	Alta toxicidad	Incremento riesgo inflamabilidad ↓
Sin propagación de llama (p.e, considerados ininflamables)	A1	B1	
Baja Inflamabilidad	A2L	B2L	
Media Inflamabilidad	A2	B2	
Alta inflamabilidad	A3	B3	
Incremento riesgo toxicidad →			



Obar relativos: -30°C



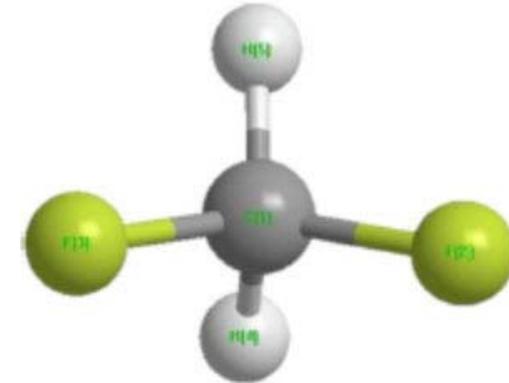
Obar relativos: -19°C

CRECERA EL USO DE SUS MEZCLAS PARA SUSTITUIR AL R-404A Y R-410A

Nuevos refrigerantes de bajo PCA100 (PCA100=675)

R-32

Sustituye al R-410A (PCA100 = 2088)



Comparativa de refrigerantes

Evaporación = 0 °C Condensación = 45 °C

Subenfriamiento = 12 K

Recalentamiento = 3 K

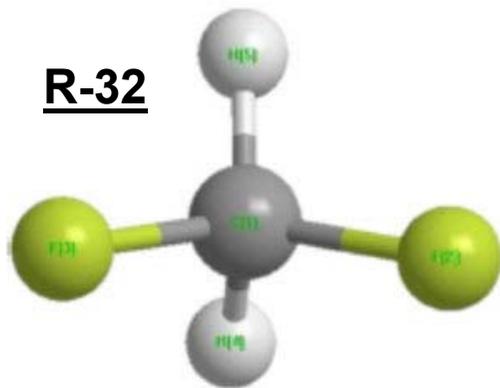
Eficiencia del compresor = 70 %

Refrigerant Candidate	GWP	Glide K	Dischrg Pressure kPa	Dischrg Temp °C	Capacity % Δ vs R410A	COP % Δ vs R410A	Flammable Rating (expected)
R-22	1810	0	1728	86	-32	5	1
R-410A	2088	0.1	2695	84	0	0	1
R-407C	1774	4.9	1843	77	-32	3	1
R-32	675	0	2803	109	10	0.25	2L
R-134a	1430	0	1222	64	-55	+8	1
HFO-1234yf	4	0	1209	55	-57	+6	2L

R-32 → CH₂=CF-CF₃ riesgo de inflamabilidad por encima del 12,7% (0,307kg/m³) en el aire

R-454B R-452B → mezclas sustitutiva del R-410A de baja inflamabilidad

Nuevos refrigerantes de bajo PCA100 nuevos cambios normativos RD 552/2019



Carga hasta 1,842kg simplemente datos y manual de instrucciones

Cargas mayores ANALISIS DE RIESGO (IF4 apéndice 3)

$$m_{max} = 2,5 * \sqrt[4]{LII^5} * h_0 * \sqrt{A}$$

Donde:

m: carga refrigerante (kg)

A: área recinto (m²)

LII: Limite inferior inflamabilidad (kg/m³)

h₀: altura(m)

0,6 unidades suelo

1,8 unidades pared

1.0 ventana

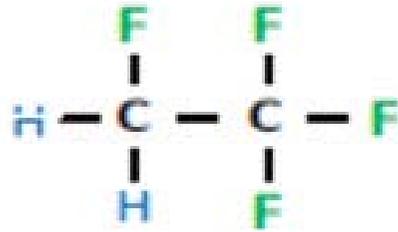
2,2 techo o cassette

Multisplit o maquinas de conductos (considerar superficie total si hay renovación o huecos entre habitáculos)

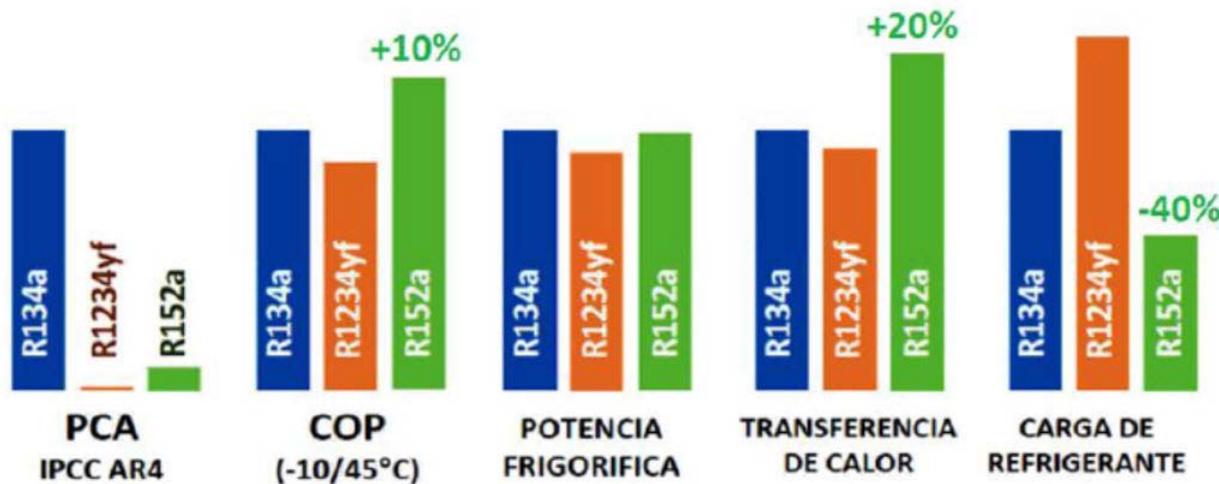
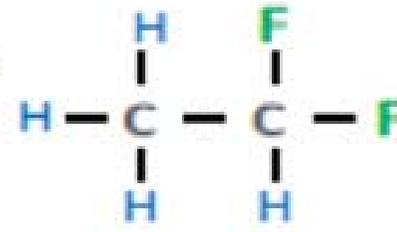
Si no cumpliésemos medidas adicionales de seguridad como detectores de fugas, ventilación forzada (valido si existe renovación continua) etc pero ya empresa frigorista NIVEL 2

R-152a → PCA=124 (riesgo de inflamabilidad 5,1%; 0,130kg/m3)

R134a
tetrafluoroetano



R152a
difluoroetano



Utilización de compresores de R134a. (Caja de bornas antideflagrante)

Bobinas de electroválvulas antideflagrantes

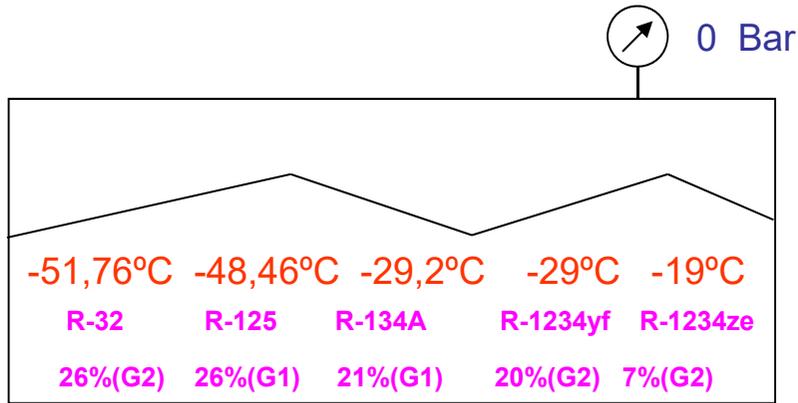
Presostatos antideflagrantes

Refrigerantes



Nuevos refrigerantes

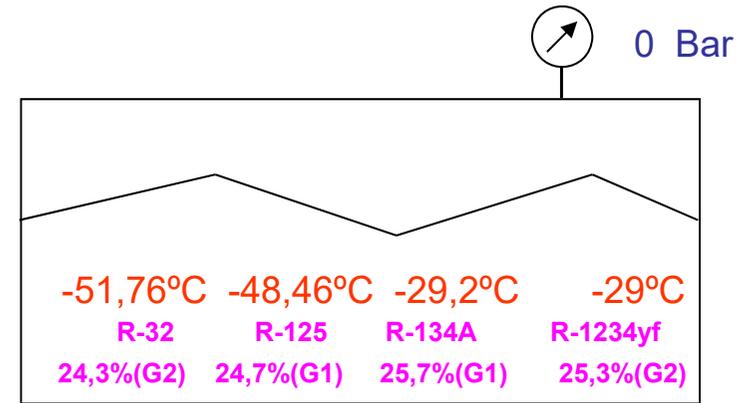
Nuevas mezclas sustitutivas del R-404A y R-507A PCA = 3300



R-448A (L1) PCA=1150

Alto deslizamiento 8°C de media

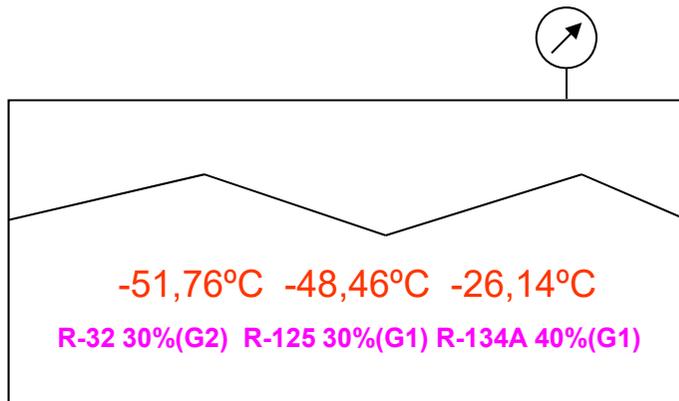
0 Bar



R-449A (L1) PCA=1300

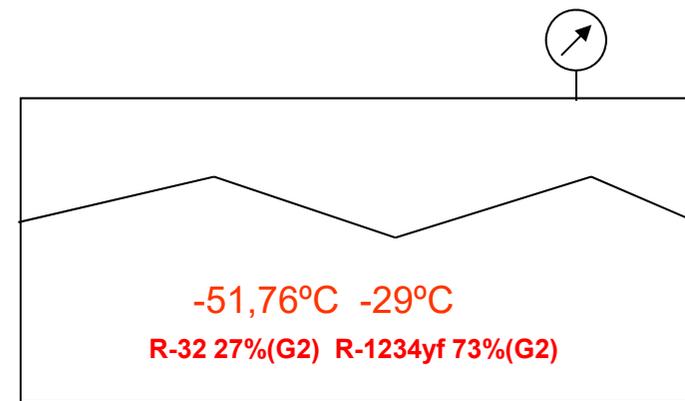
Alto deslizamiento 8°C de media

0 Bar



R-407F (L1) PCA=1555

Alto deslizamiento 7°C de media



R-454A (L2L) PCA=150

Alto deslizamiento 7°C de media

R-452A = R-32; R-125; 1234yf

Mezclas

Mezclas zeotrópicas: R400 (R401A, R401B, R402A, etc)

Mezclas azeotrópicas: R500 (R501, R502, ..., R508A, etc)

Al final de la designación de las mezclas se añade una letra mayúscula (A, B, C, ...) en el caso de estar constituida por los mismos componentes pero en diferente proporción.

Ejemplo: R407 (R32/125/134a)

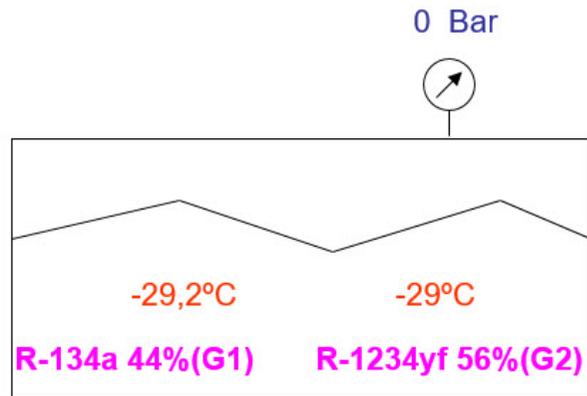
R407A: R32 (20%) R125 (40%) R134a (40%)

R407B: R32 (10%) R125 (70%) R134a (20%)

R407C: R32 (23%) R125 (25%) R134a (52%) → En aire acond

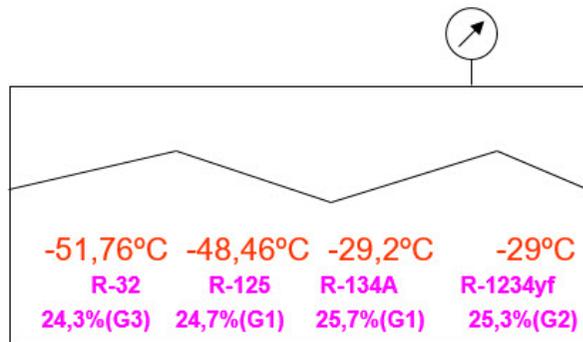
R-407F: R32(30%) R-125(30%) R134a(40%) → En frio

Sin embargo hay que analizar el problema que estas mezclas conllevan:



R-513A (G1)

Bajo deslizamiento 0 Bar



R-449 (G1)

Alto deslizamiento 8°C de media

Esta claro que el uso de las mismas exigirá al sector una mayor profesionalidad en la puesta en marcha y mantenimiento de las instalaciones de climatización y frio **al correr el riesgo de disgregación de los componentes como existan pequeñas fugas**, no se cargue en fase líquida...

Opciones en nuevas instalaciones frigoríficas

- ¿Su cliente quiere un nuevo sistema?
- ¿El sistema actual es demasiado antiguo para hacer una sustitución y/o se encuentra en mal estado?

→ Entonces es necesario instalar un nuevo sistema



Asegure siempre un funcionamiento seguro y eficiente del sistema

APLICACIÓN		
Sistemas con centrales frigoríficas multicompresores compactos para uso comercial con una capacidad nominal de 40kW o más		
	PCA < 150	PCA < 1500
Temperatura media y baja, expansión directa	R-744 (CO ₂)	
Circuito de refrigeración primario (MT) de cascadas Agua glicolada o salmueras	R-290 R-1270 R-454C R-455A R-744 (CO ₂) R-1234yf R-1234ze(E)	R-32 R-134a R-407H R-448A R-449A R-450A R-513A R-515A
Circuito de refrigeración primario (LT) de cascadas Agua glicolada o salmueras	R-290 R-1270 R-744 (CO ₂) R-454C R-455A	

Altamente inflamable (A3)

Ligeramente inflamable (A2L)

No inflamable (A1)

APLICACIÓN	
Pequeños equipos; granizados, cubeteras... Refrigeradores comerciales y congeladores	
	PCA < 150
Media Temperatura	R-290 R-1270 R-454C R-455A R-744 (CO ₂) R-1234yf R-1234ze(E)
Baja Temperatura	R-290 R-1270 R-744 (CO ₂) R-454C R-455A

APLICACIÓN			
Cámara tradicional Unidades de condensación y centrales frigoríficas multicompresores compacta con una capacidad nominal de menos de 40kW			
	PCA < 150	PCA < 1500	PCA < 2500
Media y Baja Temperatura	R-454C R-455A R-744 (CO ₂)	R-32 R-134a R-407H R-448A R-449A R-454A R-454B	R-407A R-407F R-410A R-452A

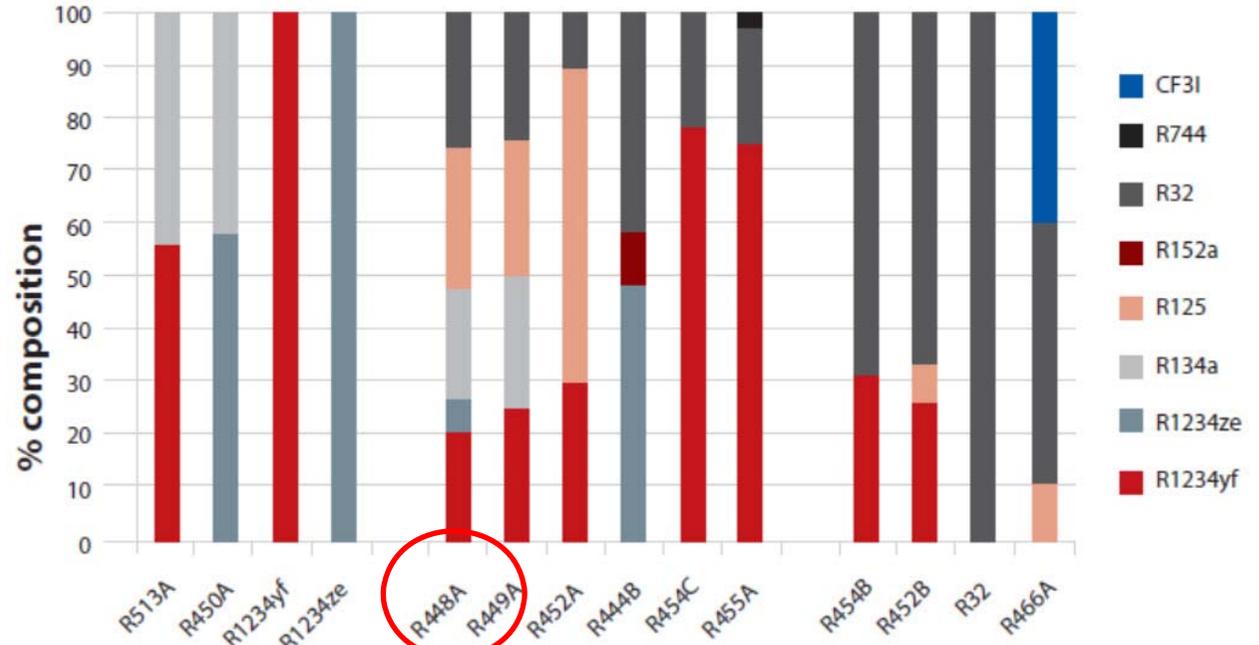
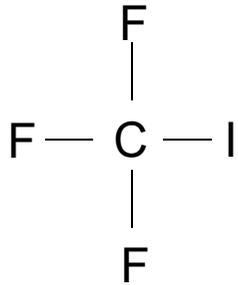
Altamente inflamable (A3)

Ligeramente inflamable (A2L)

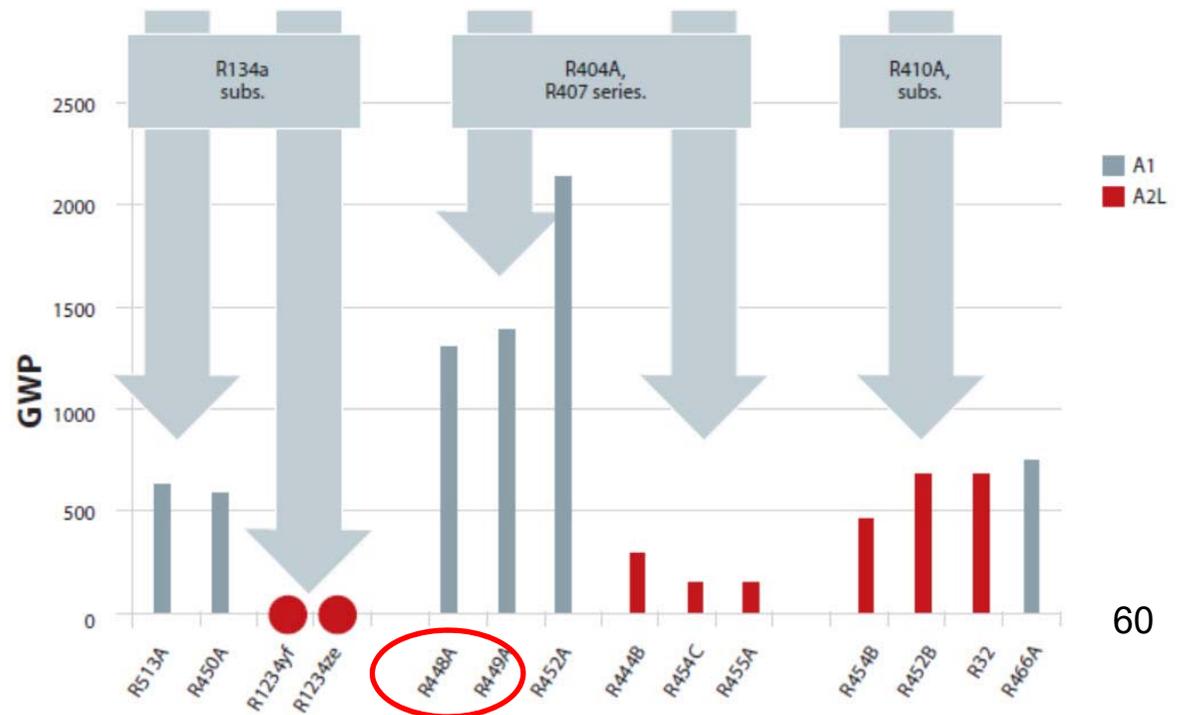
No inflamable (A1)

Nuevos refrigerantes no inflamables de éxito

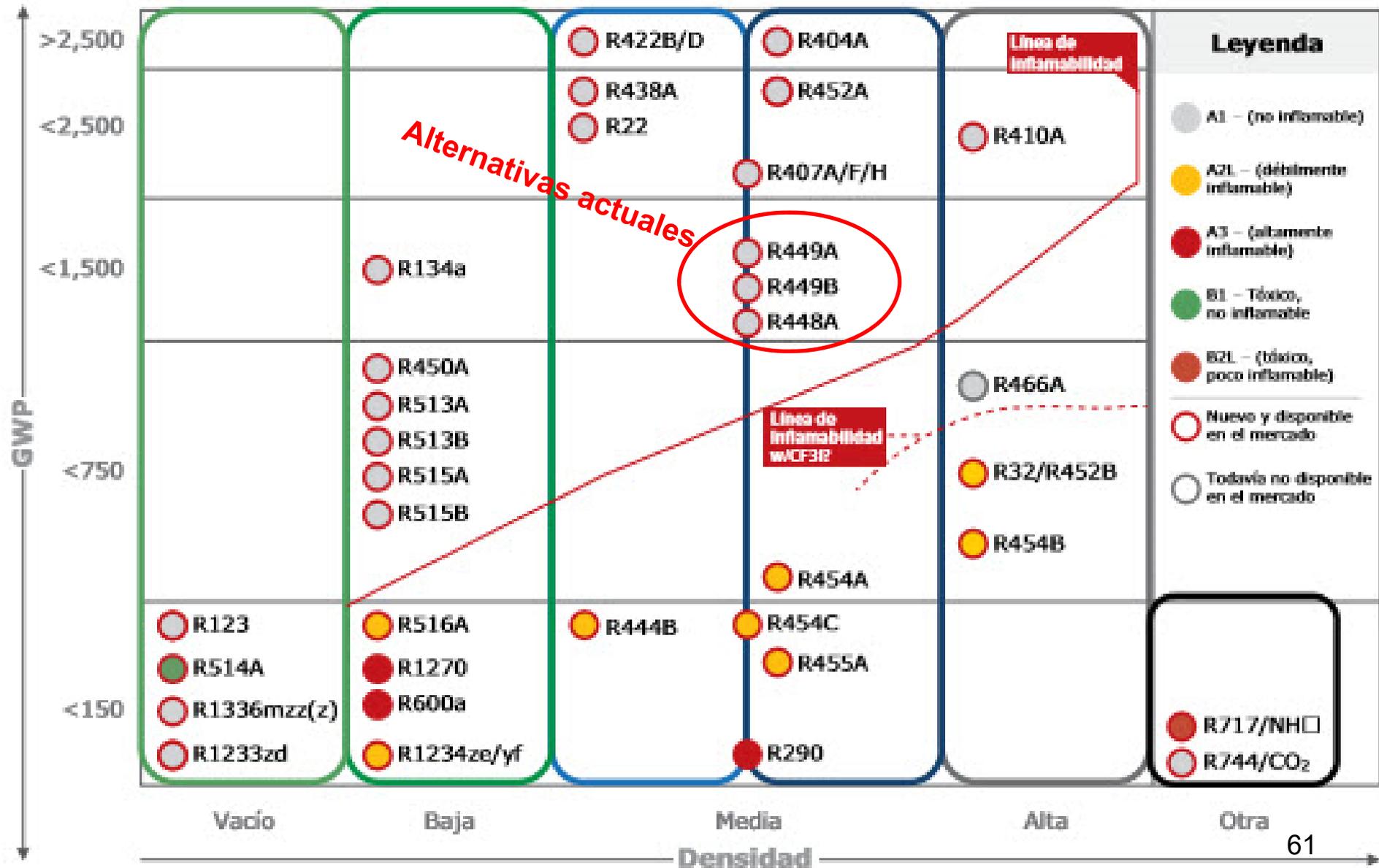
CF3I=Trifluor-iodo-metano



Alternativas actuales



Opciones actuales-futuras en el sector de los refrigerantes

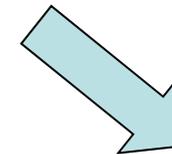
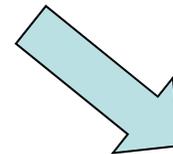
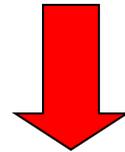
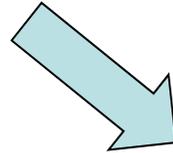
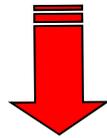


Equipos Antiguos

R-11

R-12
R-500

R-22
R-502

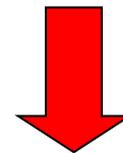
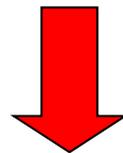


Equipos Actuales

R-134a

R-404A
R-407C

R-410A



Equipos Próximos

R-1234yf

R-449A
R-454A

R-32

Refrigerantes

Mayor Presión de Trabajo, aceites, inflamabilidad...

REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA PLANTAS E INSTALACIONES FRIGORIFICAS (RSF) RD 552/2019 (24 de Octubre 2019)

Para sistemas con carga superior a:
2,5 Kg. de refrigerante del grupo L1.
0,5 Kg. de refrigerante del grupo L2.
[Kg = 1,5x LIIx4], ej.R-32. 1,84kg subclase A2L
0,5 Kg. de refrigerante del grupo L3.



- IF-01 Terminología.
- IF-02 Clasificación de los refrigerantes.
- IF-03 Clasificación de los sistemas de refrigeración.
- IF-04 Utilización de los diferentes refrigerantes.
- IF-05 Diseño, construcción, materiales y aislamiento empleados en los componentes frigoríficos.
- IF-06 Componentes de las instalaciones.
- IF-07 Sala de máquinas específica, diseño y construcción.
- IF-08 Protección de instalaciones contra sobrepresiones.
- IF-09 Ensayos, pruebas y revisiones previas a la puesta en servicio.
- IF-10 Marcado y documentación.
- IF-11 Cámaras frigoríficas, cámaras de atmósfera artificial y locales refrigerados para proceso.
- IF-12 Instalaciones eléctricas.
- IF-13 Medios técnicos mínimos requeridos para la habilitación como empresa frigorista.
- IF-14 Mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas de las instalaciones frigoríficas.
- IF-15 Puesta en servicio de las instalaciones frigoríficas.
- IF-16 Medidas de prevención y de protección personal.
- IF-17 Manipulación de refrigerantes y reducción de fugas en las instalaciones frigoríficas.
- IF-18 Identificación de tuberías y símbolos a utilizar en los esquemas de las instalaciones frigoríficas.
- IF-19 Profesionales Frigoristas: Competencias básicas a certificar por las entidades acreditadas para la certificación de personas.
- IF-20 Instalaciones térmicas en los edificios con circuitos primarios en equipos compactos que utilizan refrigerantes de los grupos 2 y 3 condiciones especiales.
- IF-21 Relación de normas UNE de referencia.

Refrigerantes 2L Enfoque de gestión del riesgo permite a los fabricantes aplicar cargas de refrigerante considerablemente superiores cuando se adoptan determinadas medidas de gestión del riesgo o se tienen en cuenta en el diseño del equipo



Guía técnica

Elaborará y mantendrá **actualizada una guía técnica de carácter no vinculante para la aplicación práctica del reglamento** y sus instrucciones técnicas complementarias, la cual podrá establecer aclaraciones en conceptos de carácter general



Instalaciones existentes....sin legalizar

Las instalaciones que por diversos motivos, como antigüedad no estuvieran inscritas en Industria de las respectivas Comunidades Autónomas los titulares de las instalaciones **dispondrán**, desde la entrada en vigor del presente real decreto, **de tres años** para presentar ante el citado Órgano la siguiente documentación:

Para instalaciones de nivel 1 ó de nivel 2 que puedan ser realizadas por empresas de Nivel 1.

- a) **Declaración responsable del titular** o usuario de la instalación, donde se indique desde cuando utiliza la instalación y que cumple con las obligaciones del artículo 18 (**Obligaciones de los titulares de las instalaciones frigoríficas**) del presente Reglamento.
- b) **Informe de instalador habilitado** en el que se describa la instalación y se acompañen cálculos y planos, indicando que la instalación cumple los requisitos técnicos de la reglamentación vigente en el momento de la fecha de realización de la instalación y que se encuentra en correcto estado de funcionamiento.
- c) En caso de estar sometida a inspecciones periódicas por utilizar carga de refrigerantes fluorados superior a 50 toneladas equivalentes de CO₂, deberá acompañar un **certificado de inspección** de una entidad de inspección acreditada como Organismo de control en el campo de instalaciones frigoríficas en el que se verifiquen el cumplimiento de los controles de fugas.



La no presentación de esta documentación dará lugar a la aplicación del Régimen Sancionador previsto en la Ley de Industria (artículo 31.2.c de la Ley 21/1992):

Infracción grave que conlleva sanciones de hasta 6.000.000 €.

Instalaciones existentes....sin legalizar

Para instalaciones de nivel 2.

- a) **Declaración responsable del titular** o usuario de la instalación, donde se indique desde cuando utiliza la instalación y que cumple con las obligaciones del artículo 18 (**Obligaciones de los titulares de las instalaciones frigoríficas**) del presente Reglamento para los titulares de instalaciones de nivel 2.
- b) **Informe de técnico titulado competente** en el que se describa la instalación y se acompañen cálculos y planos, indicando que la instalación cumple los requisitos técnicos de la reglamentación vigente en el momento de la fecha de realización de la instalación o de la reglamentación actual y que se encuentra en correcto estado de funcionamiento.
- c) **Certificado de inspección de una entidad** de inspección **acreditada** como Organismo de control en el campo de instalaciones frigoríficas en el que se verifiquen las condiciones de seguridad de la instalación en relación con el Reglamento de instalaciones frigoríficas que afecte a la misma.
- d) **Contrato de mantenimiento** con empresa habilitada.



Artículo 2. **Ámbito de aplicación.**

1. Este reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias IF se aplicarán a las instalaciones frigoríficas de nueva construcción, así como a las ampliaciones, modificaciones y mantenimiento de éstas **y de las ya existentes**.
2. No obstante, a las instalaciones y sistemas de refrigeración que a continuación se relacionan se les aplicará única y exclusivamente lo establecido en el artículo 21.6 del presente reglamento (*O sea datos y manual de instrucciones*):
 - a) Instalaciones por absorción que utilizan BrLi-Agua.
 - b) Sistemas de refrigeración **no compactos con carga inferior** a:
 - 2,5 Kg. de refrigerante del **grupo L1**.
 - 0,5 Kg. de refrigerante del **grupo L2**.Para los refrigerantes de **la clase A2L**, será el resultado de aplicar el factor 1,5 en los m³ [m¹=Ll x 4m³], *en reconocimiento de que estos refrigerantes tienen una velocidad de combustión inferior, lo que conlleva una reducida probabilidad de ignición; saliendo, por ejemplo, 1,84kg para el R-32.*
 - 0,5 Kg. de refrigerante del **grupo L3**.
3. **Quedan excluidas** del ámbito de aplicación de este reglamento:
 - a) Instalaciones frigoríficas correspondientes a medios de **transporte**
 - b) **Sistemas secundarios** de instalaciones que se rijan por el RITE
 - c) **Los sistemas compactos con cargas inferiores a las del punto anterior (2.b)**
5. Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, se aplicará lo dispuesto en la **IF-20 a las instalaciones de sistemas indirectos cerrados** cuyo circuito primario esté formado por equipos compactos y **cuyo circuito secundario utiliza únicamente agua** como fluido caloportador, siempre que el instalador no manipule, para su instalación, el circuito refrigerante de la instalación



Artículo 8. Clasificación de las instalaciones frigoríficas. Las instalaciones frigoríficas se clasifican en función del riesgo potencial en las categorías siguientes:

Nivel 1. Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los **compresores** por cada sistema **inferior o igual a 30 kW** siempre que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos **no exceda de 100 kW**, o **por equipos** compactos de cualquier potencia, siempre que en ambos casos utilicen **refrigerantes de alta seguridad (L1)**, y que no refrigeren cámaras o conjuntos de cámaras de atmósfera artificial de cualquier volumen.

Nivel 2. Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores superior a 30 kW en alguno de los sistemas, o que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos exceda de 100 kW, o que enfríen cámaras de atmósfera artificial, o que utilicen refrigerantes de media y baja seguridad (**L2 y L3**).



Artículo 9. Profesionales habilitados.

1. El Instalador frigorista es la persona física que, en virtud de poseer conocimientos teórico-prácticos de la tecnología de la industria del frío y de su normativa, está **capacitado para realizar, poner en marcha, mantener, reparar, modificar y desmantelar instalaciones frigoríficas**.

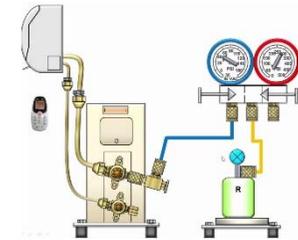
El instalador frigorista debe desarrollar su actividad **en el seno de una empresa frigorista habilitada** y deberá cumplir y poder acreditar ante la Administración competente, cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control, una de las siguientes situaciones:

- a) Disponer de un **título universitario** cuyo plan de estudios cubra las materias objeto del presente Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas;
- b) Disponer de un **título de formación profesional o de un certificado de profesionalidad** incluido en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, cuyo ámbito competencial coincida con las materias objeto del presente Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas;
- c) Tener **reconocida una competencia profesional** adquirida por experiencia laboral, de acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral, en las materias objeto del presente Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.
- d) Tener reconocida la cualificación profesional de instalador frigorista adquirida **en otro u otros Estados miembros de la Unión Europea**, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 581/2017.
- e) Poseer una **certificación otorgada por entidad acreditada** para la certificación de personas.

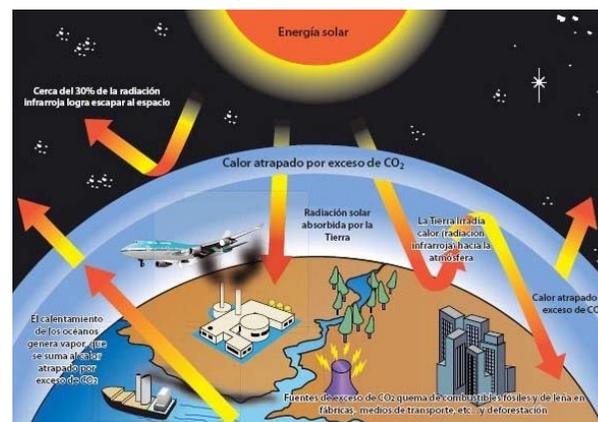


Artículo 9. Profesionales habilitados.

2. Los instaladores que dispongan de habilitación profesional en **instalaciones térmicas de edificios** podrán realizar las actividades de instalación, mantenimiento, reparación y desmantelamiento de las **instalaciones frigoríficas que formen parte de una instalación térmica** incluida en el ámbito del RITE.



3. En los casos en que **las instalaciones empleen** o esté previsto que empleen **refrigerantes fluorados**, el personal que realice las actividades previstas en el artículo 3 del Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero, 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 y por el que se establecen los requisitos técnicos para las instalaciones que desarrollen actividades que emitan gases fluorados, **deberá estar en posesión de la certificación que sea necesaria de acuerdo a dicha norma**. No obstante, la ejecución de las uniones soldadas en instalaciones con refrigerantes fluorados podrá ser llevada a cabo por personal que no esté en posesión de las certificaciones previstas en el Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero, siempre que esté acreditado para la realización de las uniones soldadas en cuestión y se establezcan los métodos de trabajo y controles necesarios para asegurar el cumplimiento de las reglamentaciones aplicables y esté bajo la supervisión de una persona titular del certificado previsto en el párrafo anterior



Artículo 12. Requisitos de las empresas frigoristas.

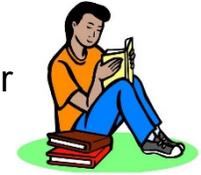
Los requisitos específicos exigidos para la ejecución, puesta en servicio, mantenimiento, reparación, modificación y desmantelamiento de los diferentes niveles de instalaciones frigoríficas son los que se relacionan a continuación:

Empresa frigorista de Nivel 1:

Deberá disponer de la documentación que la identifique como empresa frigorista, y en el caso de persona jurídica, estar constituida legalmente.

Deberá contar a lo largo de toda la vida de la empresa, como mínimo, **con un instalador frigorista habilitado en plantilla** para montar, poner en servicio, mantener, reparar, modificar y desmantelar las instalaciones del Nivel 1.

A los efectos del párrafo anterior, se considerará que se cumple el requisito cuando, en el caso de las personas jurídicas, la titularidad de la cualificación individual, la ostente uno de los socios de la organización.



Deberá tener suscrito un **seguro de responsabilidad** civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los posibles daños derivados de su actividad, por importe mínimo de **300.000 euros por siniestro**.



Asimismo, deberá disponer de un **plan de gestión de residuos** que considere la diversidad de residuos que pueda generar en su actividad y las previsiones y acuerdos para su correcta gestión ambiental y que contemplará su inscripción como pequeño productor de residuos peligrosos en el órgano competente de la Comunidad Autónoma.



En todo caso, deberá disponer de los **medios técnicos que se especifican** en la Instrucción técnica complementaria IF-13.



Artículo 14. Obligaciones específicas de las empresas inscritas por el RITE.

1. Las empresas instaladoras habilitadas por el RITE cumplirán todo lo previsto en los artículos 13 y 15. No obstante **las obligaciones de registro de las instalaciones, citadas en el artículo 13, podrán integrarse en los registros previstos en el RITE.**
2. Las citadas empresas deberán contar asimismo con el personal y medios técnicos y materiales correspondientes al volumen y nivel de las instalaciones frigoríficas en las que intervengan, de acuerdo con el artículo 12 y la Instrucción técnica complementaria IF-13, así como con el Plan de Gestión de Residuos mencionado en el citado artículo 12.



Artículo 15. Responsabilidad de la empresa frigorista.

La empresa frigorista, **en relación con la ejecución de la obra** es responsable de:

1. Que los **componentes** y materiales por ella suministrados **sean adecuados** a las condiciones de trabajo previstas, y cumplan la normativa vigente.
2. Que la ejecución de las **uniones soldadas** se lleve a cabo por personal acreditado, estableciendo los métodos de trabajo y controles necesarios para asegurar el cumplimiento de las reglamentaciones aplicables.
3. La realización y certificación de las **pruebas de presión** y estanqueidad parciales y totales.
4. Verificar el buen estado de funcionamiento de los **elementos de seguridad** del circuito frigorífico.
5. Que se alcancen las **condiciones de diseño** de la instalación durante su funcionamiento.
6. Colocar en la instalación el **cartel de seguridad** indicado en el artículo 28.
7. **Entregar al titular la documentación** de la instalación indicada en la Instrucción técnica complementaria IF-10.
8. **Registrar todas sus intervenciones** frigoríficas realizadas en la instalación frigorífica en el libro registro de la Instalación.
9. **Conservar debidamente actualizado el libro de gestión de refrigerantes** conforme a lo especificado en la Instrucción técnica complementaria IF-17.



Artículo 15. Responsabilidad de la empresa frigorista.

La empresa frigorista, **en relación con el mantenimiento de las instalaciones frigoríficas**, es responsable de:

1. Disponer y mantener actualizado un **registro de los contratos de mantenimiento** en vigor.
2. Verificar el buen estado de funcionamiento de los **elementos de seguridad** del circuito frigorífico.
3. **Informar por escrito al usuario de las deficiencias** detectadas y que puedan afectar a la seguridad y al buen funcionamiento de la instalación frigorífica.
4. Que el **libro registro de la instalación se encuentre correctamente cumplimentado** y actualizado, anotando todas sus intervenciones en dicho libro registro.
5. **Justificar documentalmente cualquier cambio** que se estime necesario introducir en el funcionamiento de la instalación, incluyendo los planos, esquemas e instrucciones de servicio afectados por estos cambios.
6. Que cuando en una instalación sea necesario sustituir equipos, componentes o piezas de los mismos, **los nuevos elementos** que se instalan **cumplan** la normativa vigente.
7. Cuando el sistema de condensación de la instalación frigorífica esté equipado con torres de refrigeración de agua o condensadores evaporativos, **deberá facilitar el acceso con seguridad**, al equipo para la aplicación de los tratamientos y controles prescritos en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y **control de la legionelosis**.
8. Que la ejecución de las **uniones soldadas** se lleve a cabo por personal acreditado, estableciendo los métodos de trabajo y controles necesarios para asegurar el cumplimiento de las reglamentaciones y directivas aplicables.
9. La **realización y certificación de las pruebas de presión** y estanqueidad parciales y totales, así como los controles periódicos de fugas.
10. La **recuperación de los fluidos refrigerantes** sin pérdida de fluido a la atmósfera y su entrega, en su caso, a un gestor de residuos autorizado.
11. **Conservar debidamente actualizado el libro de registro de gestión de refrigerantes** conforme a lo especificado en la Instrucción técnica complementaria IF-17.



Artículo 22. Mantenimiento.

El mantenimiento de las instalaciones frigoríficas así como la manipulación de refrigerante se realizará por empresas frigoristas o por empresas habilitadas de conformidad con lo previsto en el RITE, en el caso de instalaciones que se encuentren dentro del ámbito de aplicación de ese reglamento, **quedando restringida la manipulación de los circuitos frigoríficos y refrigerantes a los profesionales referidos en el artículo 9.**

El **mantenimiento** se realizará siguiendo los criterios indicados en la Instrucción técnica complementaria IF-14.

La **manipulación de refrigerantes y la prevención de fugas** de los mismos en las instalaciones frigoríficas se realizará atendiendo a los criterios de la Instrucción técnica complementaria IF-17, debiéndose subsanar lo antes posible las fugas detectadas.



Artículo 23. Reparación de instalaciones.

Las reparaciones de las instalaciones frigoríficas **se realizará por empresas frigoristas**, quedando restringida la manipulación de los circuitos y refrigerantes a los profesionales referidos en el artículo 9.

Las reparaciones que afecten a las partes sometidas a presión de los recipientes deberán atenerse a los criterios del Reglamento de equipos a presión, aprobado por el Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre.

De toda reparación deberá emitirse la correspondiente certificación que quedará en poder del titular de la instalación.



Artículo 24. Modificación de instalaciones.

La transformación de una instalación por ampliación o sustitución de equipos por otros de características diferentes requerirá el cumplimiento de los mismos requisitos exigidos para las nuevas instalaciones.

A los efectos de determinar la necesidad de elaboración de un proyecto en relación con la modificación de la instalación, **se tendrá en cuenta el conjunto de la misma tras la modificación.**

La modificación de una instalación por reducción o sustitución de equipos por otros de características similares **solamente requerirá comunicación al órgano competente** de la Comunidad Autónoma y la correspondiente anotación en el libro de registro de la instalación, siempre que los indicadores de seguridad y de funcionamiento (presiones de trabajo, carga de refrigerante, potencia instalada) de la instalación no excedan en más de un 5 % los valores nominales.

La instalación de un nuevo equipo a presión, y o sustitución de uno existente por otro de mayor volumen **(superior en el 5%)**, debe considerarse como una **modificación significativa.**

Cuando se produzca un cambio de refrigerante en la instalación frigorífica, deberá comprobarse si la **presión máxima de servicio del nuevo refrigerante es igual o inferior a la presión máxima admisible (PS)** del sistema y si el fluido pertenece al mismo grupo de riesgo; en ese caso, el cambio de refrigerante no se consideraría modificación y será suficiente presentar ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma el certificado de instalación junto con un escrito en el que se notifica el cambio de refrigerante. No será preciso someter al sistema a una prueba de estanqueidad

Si la presión máxima de servicio del nuevo refrigerante supera la PS de la instalación, se considerará una modificación de la instalación y se requerirá antes de la puesta en servicio una memoria o proyecto, según corresponda, en el que se analicen las consecuencias y medidas adoptadas para garantizar el funcionamiento seguro de la instalación (basados en el estudio exigido en la IF-17). También se acompañará el certificado de instalación y el de dirección técnica si se requiere, así como el certificado de pruebas a presión y los documentos detallados en el artículo 21 del presente reglamento.



Artículo 25. Fin de vida y desmantelamiento de la instalación.

El desmantelamiento de una instalación frigorífica **deberá ser realizado por una empresa frigorista** y los residuos generados deberán ser entregados a un gestor de residuos.

Con carácter **previo al desmantelamiento, el titular de la instalación deberá comunicar al órgano** competente de la Comunidad Autónoma la fecha prevista para el comienzo y fin de las operaciones de desmantelamiento, el nombre de la empresa frigorista que lo llevará a cabo y del gestor de residuos y las actuaciones previstas de tratamiento ambiental de los residuos generados y de descontaminación. Finalizado el desmantelamiento, **la empresa frigorista emitirá un certificado de su correcta ejecución** que entregará al titular de la instalación a fin de que éste proceda a solicitar la baja, a la comunidad autónoma en la que radique la instalación, en los registros que procedan.



Artículo 26. Controles periódicos.

1. A las instalaciones se les realizarán periódicamente **controles de fugas** por una empresa frigorista de conformidad con lo establecido en la Instrucción técnica complementaria **IF-17**.
2. Las instalaciones deberán ser **revisadas periódicamente** por una empresa frigorista con la periodicidad y los criterios indicados en las Instrucciones técnicas complementarias **IF-14 y IF-17**.
3. Las **instalaciones de Nivel 2** indicadas en el artículo 8 deberán ser inspeccionadas por un **organismo de control autorizado** de acuerdo con el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, al menos **cada diez años**. Los criterios de inspección se indican en la Instrucción técnica complementaria IF-14.



Artículo 27. Almacenamiento de refrigerante en sala de máquinas.

Se prohíbe el almacenamiento en la sala de máquinas de elementos ajenos a la instalación frigorífica. La cantidad máxima de refrigerante que puede ser almacenado en su sala de máquinas es el **20% de la carga** total de la instalación, con un **máximo de 150 Kg**.

El citado refrigerante deberá almacenarse en botellas o contenedores y de conformidad con lo especificado en la ITC MIE APQ-5, del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.

