

# Nuevos refrigerantes de bajo PCA: el reto de la nueva Fgas y los requerimientos medioambientales

**Marta San Román**

Customer Marketing Manager Refrigerants

**Honeywell Refrigerants**



Jornadas  
Técnicas  
Technical  
Meetings



Jornadas  
Técnicas  
Technical  
Meetings



# Los pilares básicos de la nueva Fgas

## 2050 Hoja de ruta de reducción de emisiones

### Contención Competencias

Comprobación regular de fugas  
Certificación/formación de instaladores

### Disminución gradual

Consumo  
Reducción de HFC  
· Año 2020: - 37%  
· Año 2030: -79%

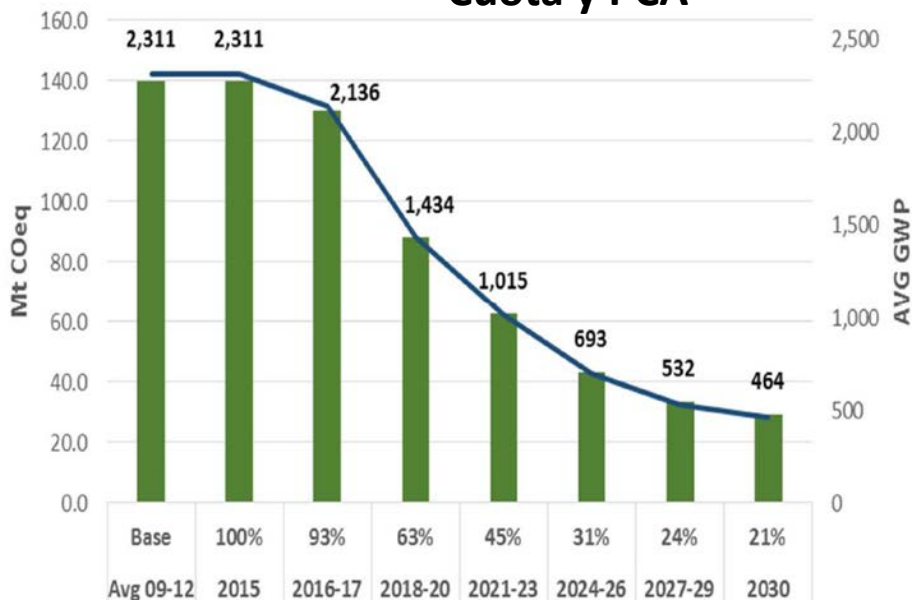
### Límites de PCA

Restricciones de uso y prohibiciones  
• según PCA  
• según aplicación

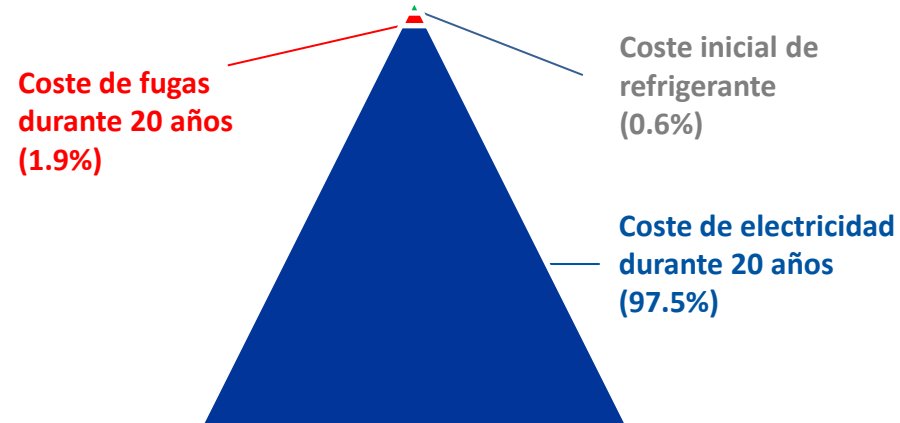
### Otros

2017: Trazabilidad de equipos precargados  
2020:  
PCA >2500 para s&m

### Cuota y PCA

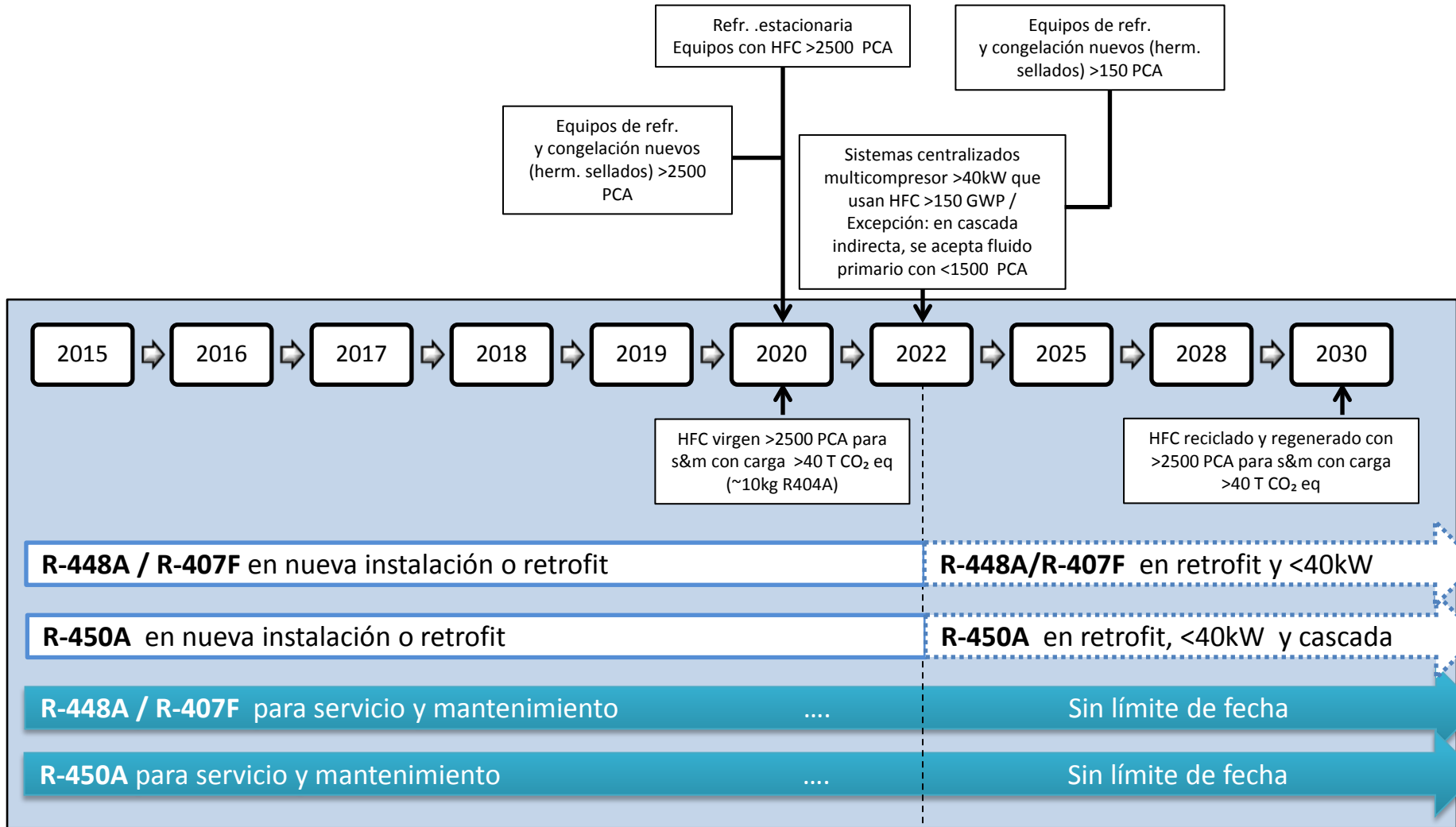


### Eficiencia energética: criterio clave



Datos medios de varias instalaciones.  
Impuesto no considerado.

# F-Gas: control de uso



\*Nota: sólo se indican ciertas prohibiciones (relacionadas con refrigeración). Este documento no es un compendio exhaustivo de las regulaciones sobre control de uso de la Fgas

# Alternativas al R-22 y R-404A



# Criterios de selección

## Coste de inversión

- €/kg
- Nuevo / Retrofit
- Tª descarga
- Seguridad
- Referencias



## Medioambiente

- TEWI
- PCA
- Consumo energía
- Fgas



## Costes operativos

- Impuestos (PCA)
- Consumo energía





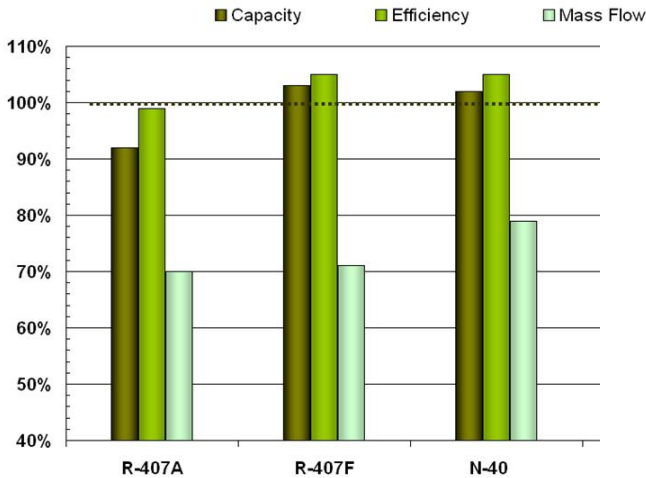
# Criterios de selección

	<u>R-404A</u>	<u>R-407F</u>	<u>R-448A</u>
• Nuevo / Retrofit	• 😊	• 😊	• 😊
• Seguridad	• 😊	• 😊	• 😊
• Referencias	• 😊	• 😊	—
• T <sup>a</sup> descarga	• 😊	• 😐 Evaluar	• 😊
• Consumo energía	• 😞	• 😊	• 😊
• Fgas (PCA)	• 😞	• 😊	• 😊
• Impuesto	• 😞	• 😊	• 😊
• €/kg	• 😐 Evaluar	• 😊	• 😐 Evaluar

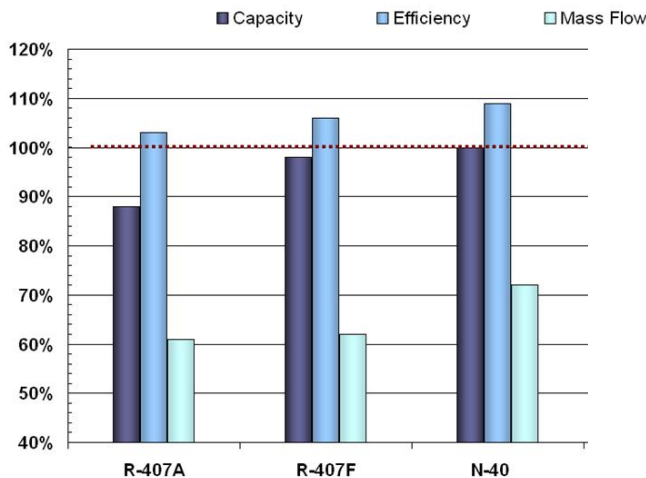
\*Nota: esta tabla no constituye una comparación exhaustiva.

# R-448A: casos prácticos

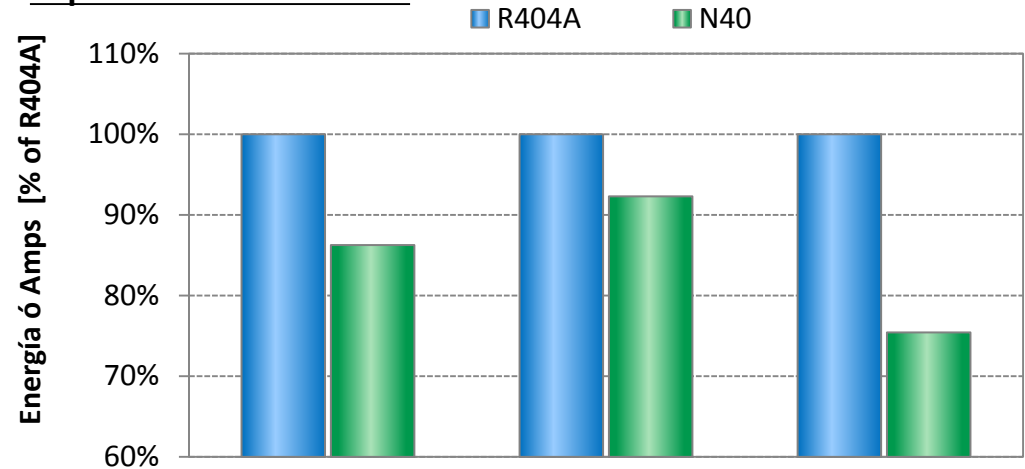
## Condiciones: 35°C ambiente, 2°C Box



## Condiciones: 35°C ambiente, -26°C Box



## Supermercado: caso real



### Descripción:

- ❑ Sistema distribuido original de Hussmann con R404A, compresores scroll en media y baja tª
- ❑ Mismo aceite POE para el R448A. Ajustes mínimos de TXV

### Resultados:

- ❑ Datos de consumo de energía de 3 meses integrados y comparados a la misma temperatura ambiente (~20°C):
  - El sistema con R448A muestra un consumo de energía un ~14%\* menor (amperaje del compresor 8% menor).

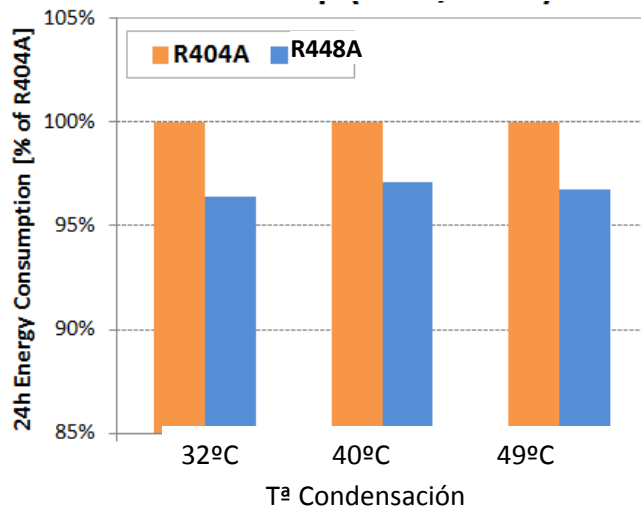
\* Los resultados pueden variar, y dependen de muchas variables del sistema.



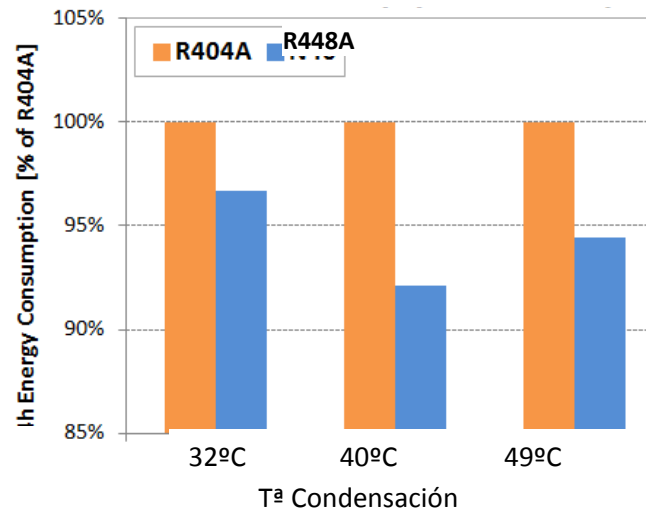
# R-448A: supermercado de pruebas

## Resultados: supermercado-laboratorio Emerson

### Baja tª (-22°F / -30°C)



### Media tª (12°F / -11°C)



- Baja tª: el R-448A muestra alrededor de un **3% menos de consumo de energía** que el 404A
- Media tª: el R-448A muestra de un **3% al 8% menos de consumo de energía** que el 404A
- Sistema centralizado DX con muebles y alimentos de ensayo, condensadores por aire
- Central de negativa con compresores Scroll: ZF25, ZF34, ZFD41 (Digital)
- Central de positiva con compresores scroll : ZB95, ZBD76 (Digital)



# R-448A: Precision Refrigeration

## Caso práctico - Congelador bajo-mostrador de 3 puertas

- Fabricante: Precision Refrigeration, Reino Unido
- Reducción del PCA del 65% (IPCC 4) frente a 404A
- Equipos enchufables Horeca: pruebas de campo realizadas satisfactoriamente
- Comparación con R-404A y con R-290. Frente al R-404A:
  - Reducción del tiempo de alcance de temperatura deseada un -17%
  - Menor tiempo de recuperación tras desescarche: -17%
  - Menor Tª de descarga (-12%) y consumo de energía (-12%)



	Tiempo de <i>pull</i> down (minutos)	Recuperación tras desescarche (minutos)	Max Tª descarga (°C)	kWh de uso durante 24 horas
R-404A	78	29	85	11.44
R-448A	65	24	75	10.70
R-290	82	25	73	9.80

### Comparación con R-404A

R-448A	83%	83%	88%	94%
R-290	105%	86%	86%	86%

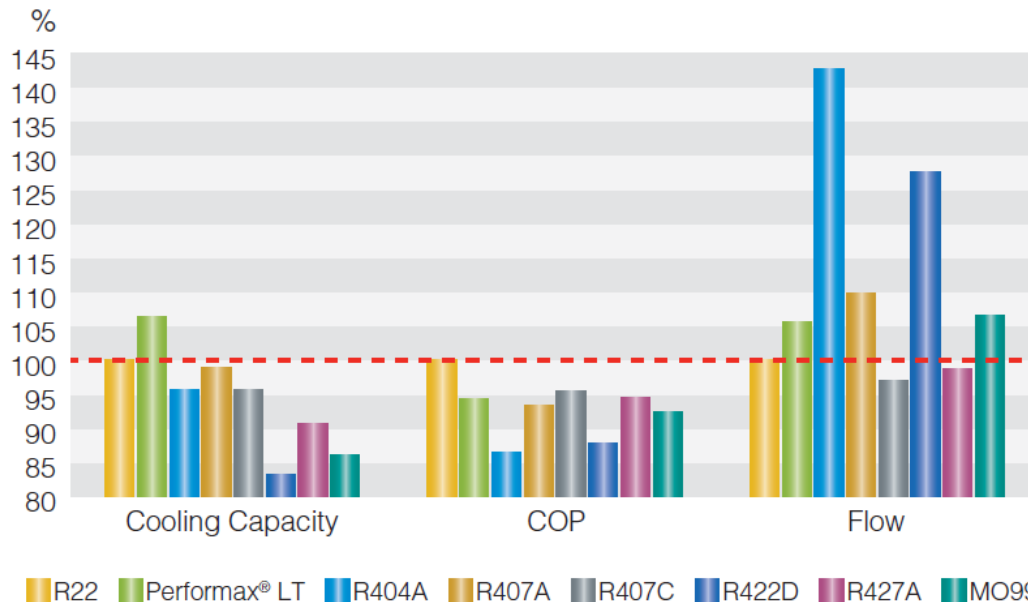
Cargas de refrigerante: 250g (R-404A); 180g (R-448A); 90g (R-290)

# R-407F



- Eurofrigor: 20,000m<sup>2</sup>, cámaras frigoríficas, Italia
- Sustitución metódica de R22 por R-407F (1.5 meses)
- Reducción de la temperatura ambiente en los túneles de congelación en un 15%

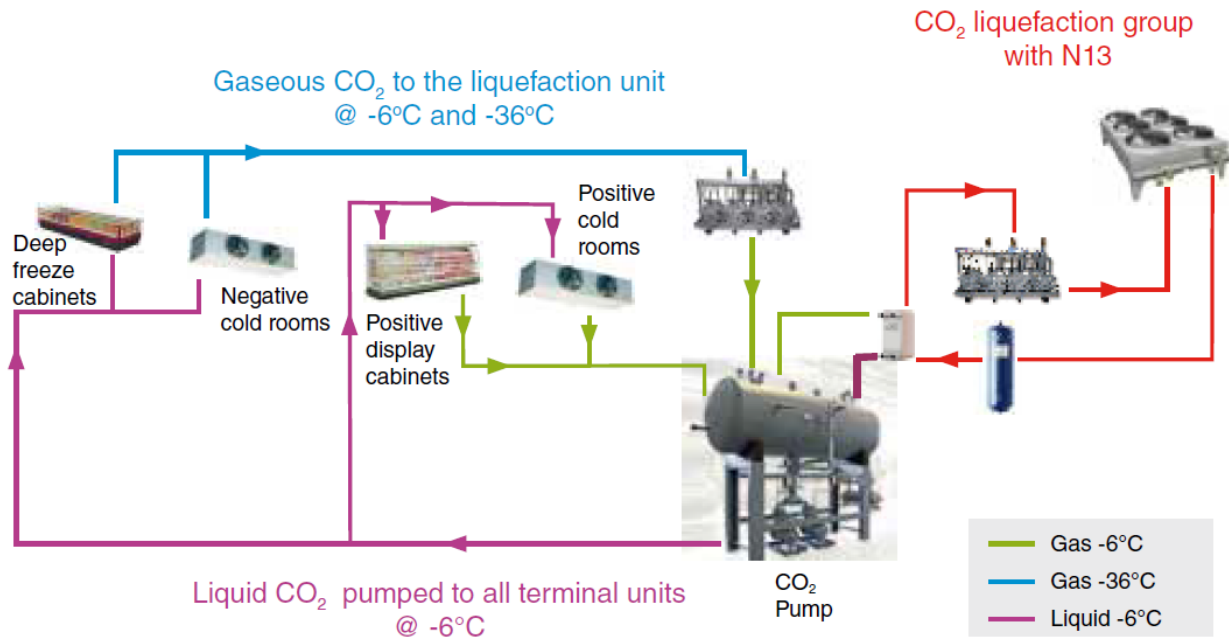
Suction / Evap Temperature	-35 Deg C Storage / -45 Deg C Blast Chillers Stal Compressors – 2 x Model 73 / 1 x Model 71 / 1 x Model 57 / 1 x Kobelco 19L
Discharge Pressure	13.5/14 Bar
Oil Temperature (@ Compressor)	45/50°C



# Caso práctico: R-450a (alternativa al R-134a)



# R-450A: Auchan Epinay (Paris)



- 8000m<sup>2</sup>
- Comisionado en Octubre 2013 sin problemas
- Similar eficiencia energética al R-134a
- Ahorro global de 90 tons CO<sub>2</sub>eq / año comparado con un sistema con glicol (secundario/ R-134a / CO<sub>2</sub>)
- Ahorro de 960 tons CO<sub>2</sub>eq / año comparado con un sistema estándar DX con R-404A

# R-450A: Auchan Epinay (Paris)

- El sistema R-450A / CO2 tiene un consumo energético a la par del estándar del Grupo Auchan con R-134a / CO2
- Temperatura de descarga en el cabezal del compresor: 110°C (por debajo de la del sistema con R-134a)
- Temperatura del aceite: 55°C (por debajo de la del sistema con R-134a)

MT Refrigeration	
Refrigerant	Solstice® N13 (R-450A)
Refrigerant charge	1,200 kg
Refrigeration power	800 kW
Consumption power	350 kW
Regime (evap. / condensing temp)	-11°C / +45°C
Compressor type and manufacturer	Screw / Bitzer
No. of compressors	6 (3 per pack)
Number	SCM Frigo / 2 packs

LT Refrigeration – CO <sub>2</sub>	
Refrigerant	CO <sub>2</sub>
Refrigerant charge	CO <sub>2</sub> Secondary MT circuit = 2,000 kg CO <sub>2</sub> LT Cascade circuit = 2,000 kg
Refrigeration power	105 kW
Consumption power	21 kW
Regime (evap. / condensing temp)	-45°C / +35°C
Compressor type and manufacturer	S / Hermetic Recip / Bitzer
No. of compressors	3
Number	1 pack

# HFOs – Enfriadoras y bombas de calor

# HFO-1234ze

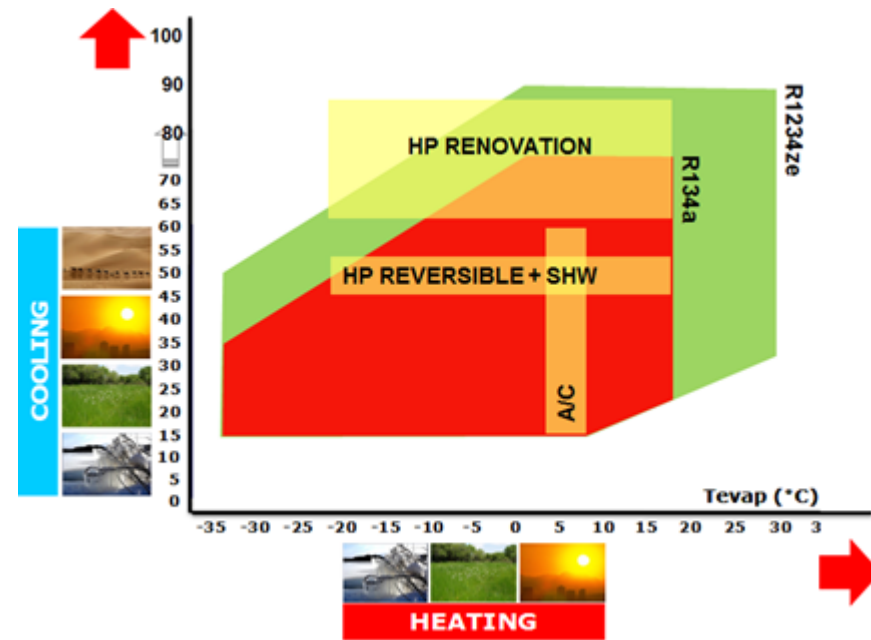
## Aplicaciones

- Refrigeración y calefacción de distrito
- Enfriadoras (aire/agua)
- Bombas de calor
- Frigoríficos
- Máquinas de vending
- Grifos de bebidas
- Sistemas de CO2 en cascada
- etc...

## Características

- PCA del R134a = 1430 / A1
- PCA del R1234ze < 1 / A2L (no inflamable por debajo de 30°C)
- El diagrama de trabajo es más amplio
- Se consiguen temperaturas de condensación más altas con el R1234ze

Diagrama de trabajo



## Algunos resultados

- Hasta +5% COP reportado en tests de enfriadoras
- Capacidad de refrigeración -25% en condiciones ARI
- Solstice ze: es más estable/miscible con POE

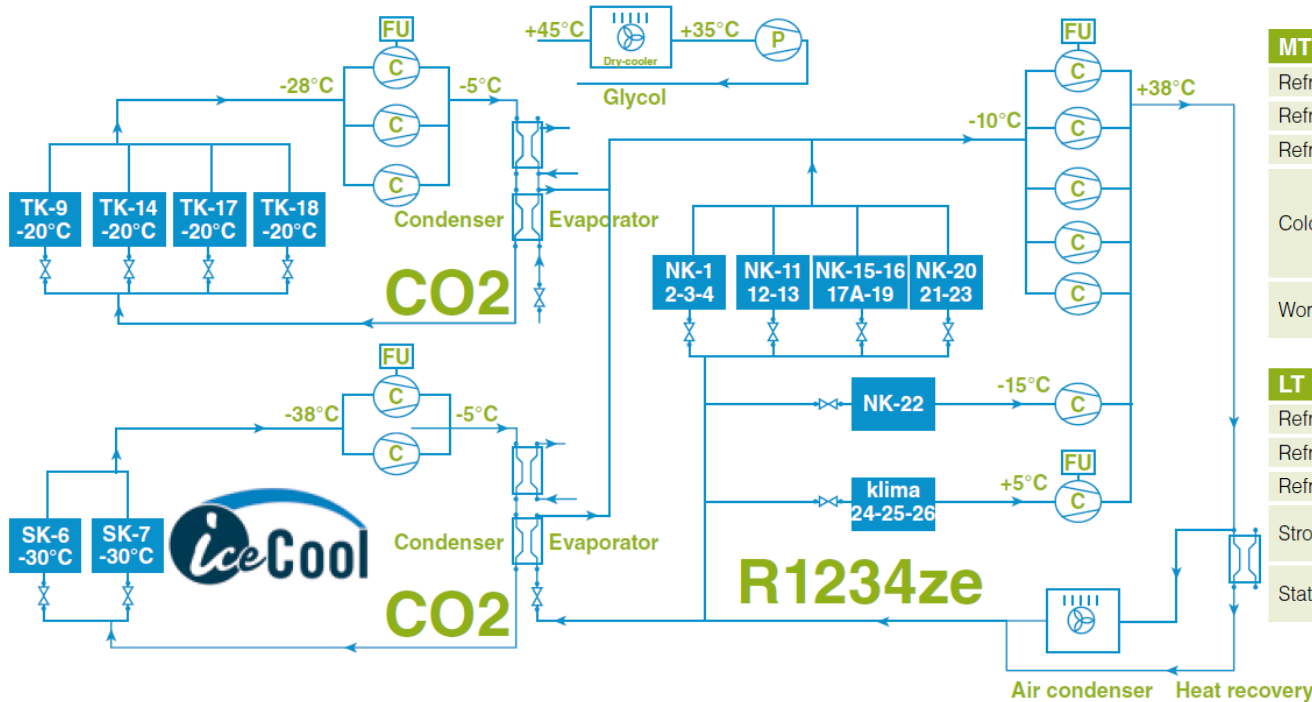


# Comparación 1234ze

	134a	1234ze	CO <sub>2</sub>	R-600	R-290
ASHRAE class	A1	A2L	A1	A3	A3
GWP (rev 5th IPCC)	1300	<1	1	3	3
LFL (vol% in air)*	N/A	7% **	N/A	1.80%	2.10%
UFL (vol% in air)*	N/A	12% **	N/A	8.40%	9.50%
Heat of Combustion (kJ/g)	4.2	10.7	N/A	45.6	46.3
Burning Velocity (cm/s)	N/A	N/A	N/A	41	46
Minimum Ignition Energy (mJ)	N/A	61000 to 64000 ***	N/A	~0.25	0.25
PED (97/23/EC) class	2	2	2	1	1
Flammability for handling and storage	No	No	No	Yes	Yes
Commercial availability	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Ease of adoption	Baseline	Moderate – Easy when systems can be designed	Difficult – Very sophisticated systems	Difficult – Flammability issues limit charge amounts	Difficult – Flammability issues limit charge amounts
Cost of adoption	Baseline	Moderate	High	High	High

\*Flame limits- ASTM E681-04 at 21°C; \*\*(at 100°C); \*\*(at 54°C)

# HFO-1234ze: fábrica de pan, DX y CO2



## MT Refrigeration

Refrigerant	HFO-1234ze
Refrigerant charge	300 kg
Refrigeration power	245 kW
Cold rooms and cascade	5 x Bitzer piston compressors 206 kW @ -10°C Tevap 1 x Bitzer piston compressor 15 kW @ -15°C Tevap
Working area for food preparation	1 x Bitzer piston compressor 24 kW @ +5°C Tevap

## LT Refrigeration

Refrigerant	CO <sub>2</sub>
Refrigerant charge	150 kg
Refrigeration power	135 kW
Stroke freezing rooms	2 x Bitzer piston compressors 70 kW @ -38°C Tevap
Static freezing	3 x Bitzer piston compressors 65 kW @ -25°C Tevap

## Aplicaciones

El desarrollo del sistema se optimizó para la baja presión del R-1234ze. La evaluación ATEX por parte de un organismo acreditado demostró un riesgo muy bajo del uso del 1234ze, por lo que no se necesitaron medidas adicionales de mitigación.

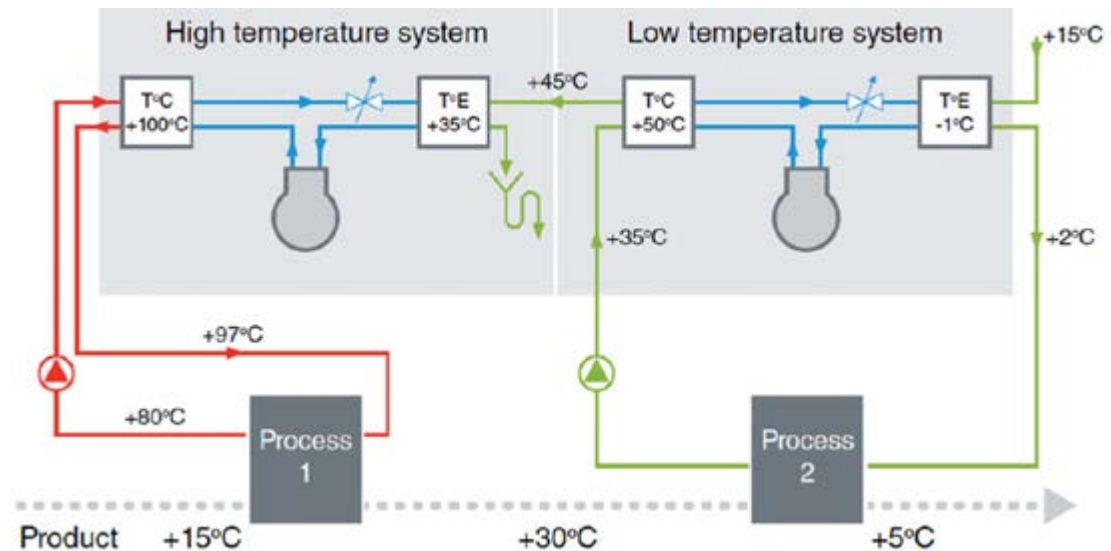
## Resultados

- Primera instalación industrial con R1234ze y CO<sub>2</sub>.
- Además de reducir emisiones directas en un 99% y las indirectas gracias al COP mejorado, la instalación cumple con los exigentes requerimientos de seguridad de la empresa



# R-1234ze en procesamiento de verduras

Potencia - frío	150 kW
Fluido	R1234ze
Entrada del agua	+2°C
Potencia - calor	200 kW
Salida del agua	+97°C
COP :	Calor: 2.8 Frío: 2.6
ROI :	2,5 años



- Recuperación de calor y suministro de agua caliente
- Tª de agua deseada: 97°C → lím. del NH3 <80°C
- R-1234ze: solución única que ofrece simultáneamente soluciones calientes (98°C) y refrigeradas (2°C)
- Buen (COP), que resulta en una excelente eficiencia.
- Refrigerante con un PCA <1
- Prototipo escala 1/10 operando durante un año
- El proyecto incluye 100 líneas de procesamiento



# 1234ze en bomba de calor

- Rolfsbuskta (Noruega): calefacción y aire acondicionado de distrito
- Fuente: agua de mar, indirecto
- En funcionamiento más de dos años
- Planta más grande del mundo que combina calor y frío con refrigerante de PCA<1

## Modo calefacción

- Heating capacity = 16.4MW
- LWT= 78°C (COP=4.83)
- LWT 80°C posible

## Modo frío

- Cooling capacity = 20.1MW
- COP=5.0



Jornadas  
Técnicas  
Technical  
Meetings





# Enfriadoras en Mostra y Chillventa 2014



Screw chiller



Centrifugal chiller  
Turbocor Compressor



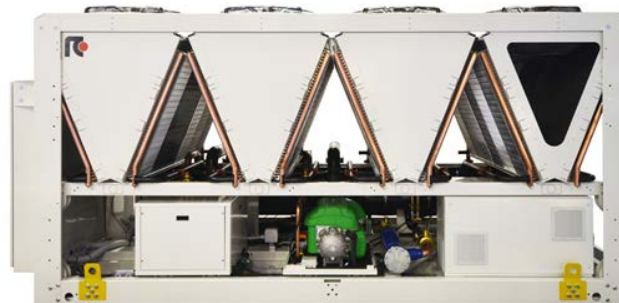
Turbocor Compressor



Turbocor Compressor



Screw chiller

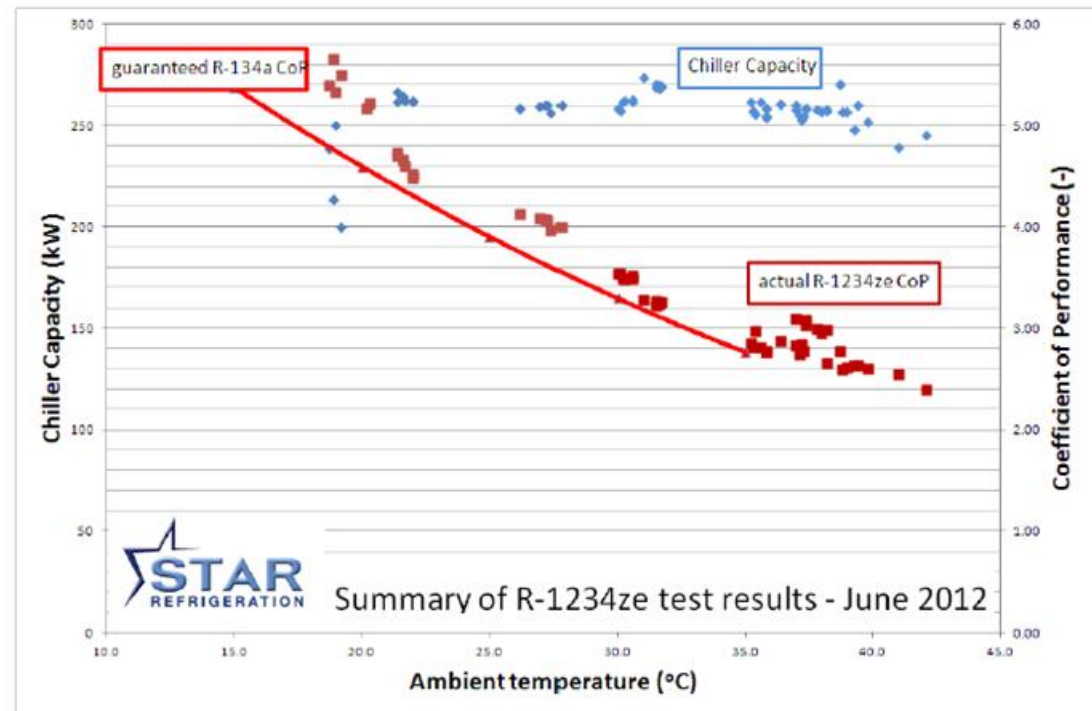


Centrifugal chiller  
Turbocor Compressor



Centrifugal chiller  
Turbocor Compressor

# Enfriadora con R1234ze: compresor centrífugo



# Enfriadora con R1234ze en centro de datos

- Airedale (Reino Unido)
- 2 puntos del programa BREAMM, un programa de evaluación y certificación de construcción sostenible de edificios.
- Hasta 2 veces más *free-cooling* que un sistema *free-cooling* de termosifón y, basado en un centro de datos en Londres con temperaturas típicas de sala de 24°C, puede proporcionar *free-cooling* hasta un 95% del tiempo en un año y ahorros de energía potenciales de hasta un 50% comparado con una enfriadora convencional.

## Rango

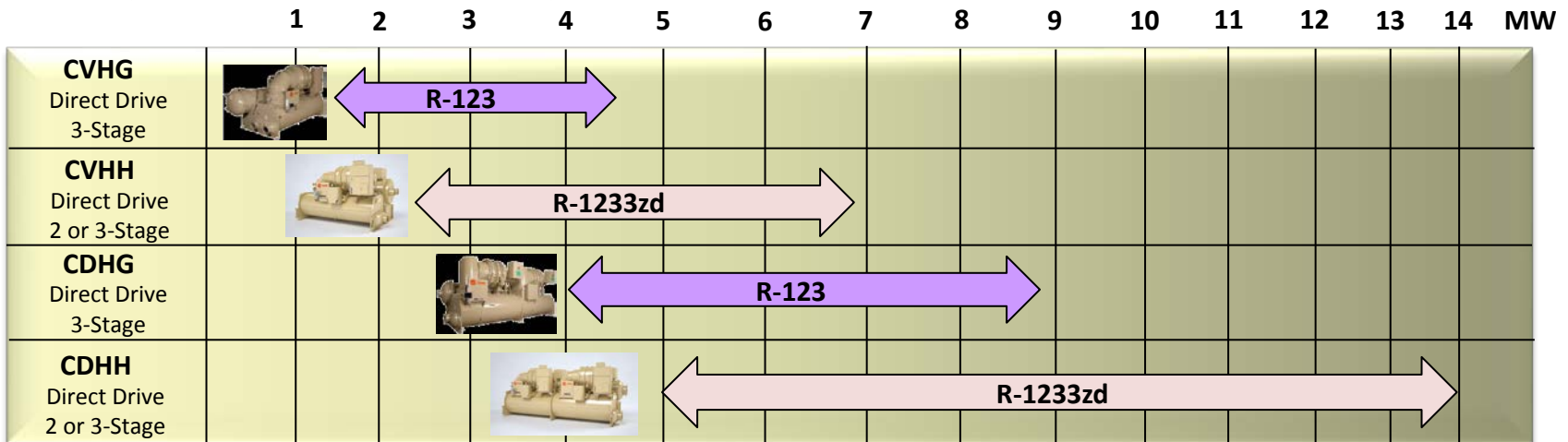
- Capacidades entre 200 y 1830kW
- Circuito simple 200-640kW (TCC) & 200-735 kW (TCF)
- Circuito dual 200-1260kW & 200-1430kW (TCF)
- Evaporador inundado (mejora eficiencias a carga parcial)
- Velocidad variable para mejorar eficiencia





# HFO1233 zd: enfriadora centrífuga

- R1233zd: HFO de baja presión, no inflamable y con un PCA =1 (revisión 5 del IPCC)
- Gran capacidad y eficiencia similar al R123
- Buena alternativa para enfriadoras centrífugas, bombas de calor de alta temperatura o ciclo orgánico de Rankine
- No se considera un gas de efecto invernadero según la Fgas y no está sujeto ni a controles de uso, ni a reducción gradual de cuota de CO<sub>2</sub>eq, ni a tratamiento de separación de residuos según el RAEE, ni está listado en la Directiva RoHS, ni está sujeto al IGF
- Trane: enfriadoras centrífugas utilizando el R1233zd, que presentan una eficiencia energética de un 10% superior a la siguiente enfriadora disponible actualmente en el mercado.
- Rango de enfriadoras cubre capacidades entre 2600kW y 14,000kW



# Honeywell

## Solstice® Refrigerants

