GENERACION HFO: REFRIGERANTES MÁS EFICIENTES Y CON MUY BAJO PCA PARA REFRIGERACION Y CLIMATIZACIÓN

JOSE PEDRO GARCIA ESPINOSA

Chemours™ Opteon™

Atecyr
Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración
www.atecyr.org

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

Comunidad de Madrid

Índice

1 LOS HFO – 1234yf

2 NUEVOS REFRIGERANTES PARA CLIMATIZACIÓN

3 NUEVOS REFRIGERANTES PARA REFRIGERACIÓN

4 CLASIFICACION INFLAMABILIDAD 2L – EN378

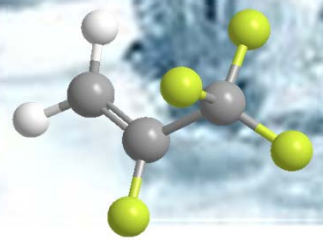
5 CONCLUSIONES

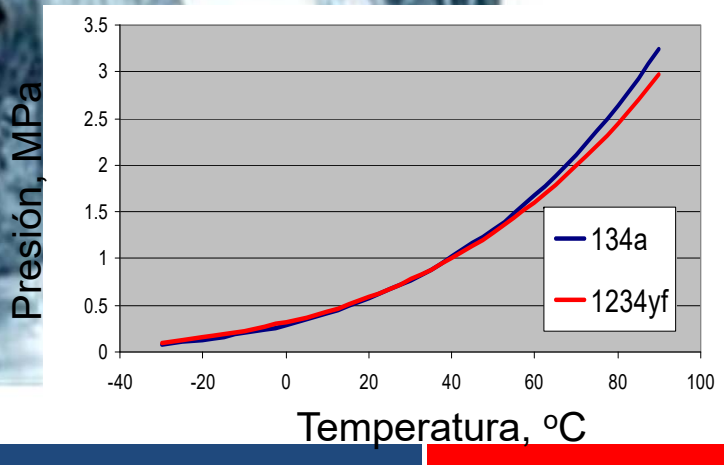
1. Los HFO – HIDRO FLUORO OLEFINAS

Propiedades únicas:

- ✓ Estable en el sistema operativo - Inestable en la atmósfera = bajo PCA
- ✓ Comportamiento similar a los anteriores HFC, HCFC y CFC
- ✓ Compatibilidad con los materiales utilizados
- ✓ Mantenimiento de la tecnología – Mínimos cambios en el equipo
- ✓ Eficiente en prestaciones – Similar capacidad con menor consumo
- ✓ Posible combinación con otras tecnologías
- ✓ Clasificaciones de seguridad diferentes (A2L)

HFO 1234yf





2. REFRIGERANTES PARA CLIMATIZACION

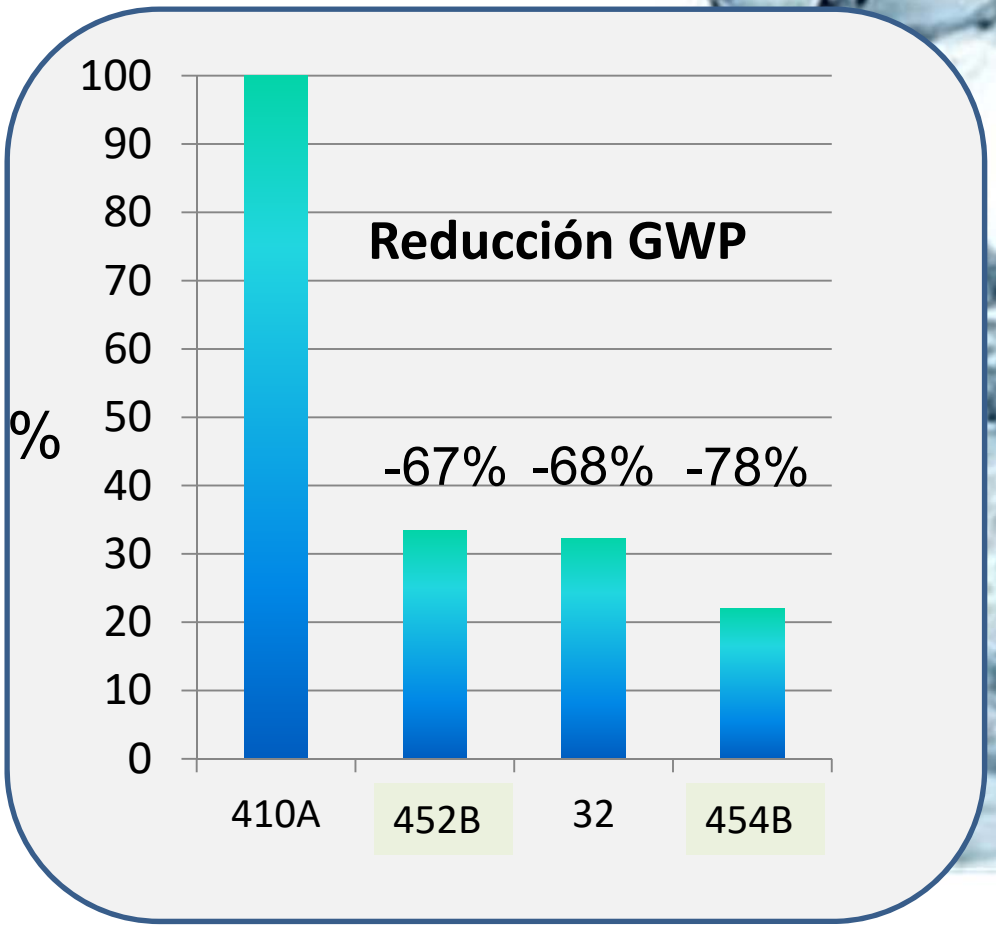
Refrigerante actual	PCA (AR-5)	Refrigerantes con bajo PCA/GWP compuestos de HFOs			
		No inflamable		Ligeramente inflammable	
		ASHRAE Clase 1		ASHRAE Clase 2L*	
		Nombre	PCA (AR-5)	Nombre	PCA (AR-5)
HFC-134a	1300	R-513A	573	HFO-1234yf**	< 1
HFC-410A	1924			R-454B**	467
HFC-410A	1924			R-452B**	676

*Clase inflamabilidad 2L incluida en nueva Norma EN378-2016 y ISO 817:2014

**Productos en proceso de evaluación conjunta con fabricantes de equipos

Soluciones HFO para climatización

R-410A - Sustitutos



R-454B

- GWP/PCA = 466(AR4) 461(AR5)
- 32/1234yf al 68.9/31.1 wt%
- ASHRAE clasificación: **R-454B**, A2L
- El menor GWP respect a R-410A
- Cercano al R-410A

R-452B

- GWP/PCA = 698 (AR4) 676(AR5)
- 32/125/1234yf al 67/7/26 wt%
- ASHRAE clasificación: **R-452B**, A2L
- Cercano al 410A
- Propiedades mejoradas:
  - Comportamiento
  - Menor Inflamabilidad

AMBOS PRESENTAN TEMPERATURAS DE DESCARGA MUY INFERIOR AL R-32 Y COP'S SUPERIORES

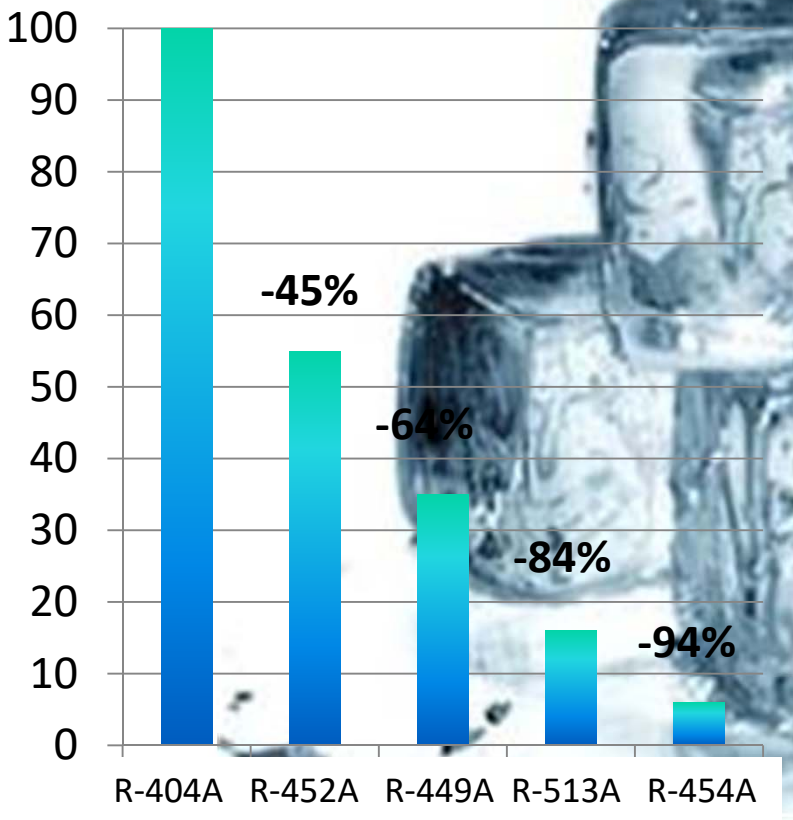
3. REFRIGERANTES PARA REFRIGERACION

Refrigerante actual	PCA (AR-5)	Refrigerantes con bajo PCA compuestos de HFO's			
		No inflamable		Ligeramente inflamable	
		ASHRAE Clase 1		ASHRAE Clase 2L*	
		Nombre (AR-5)	PCA	Nombre (AR-5)	PCA (AR-5)
HFC-134a	1300	R-513A	573	HFO-1234yf	< 1
HFC-404A	3943	R-449A	1282	R-454A**	238
HFC-404A	3943	R-452A	1945		
HCFC-22 HFC-404A				R-454C**	146

*Clase inflamabilidad 2L incluida en nueva Norma EN378-2016 y ISO 817:2014

**Productos en proceso de evaluación conjunta con fabricantes de equipos

Soluciones HFO para refrigeracion: R-404A y R-134a



R-452A

- Comportamiento similar con PCA 45% menor que el R-404A
- A1; ideal para transporte refrigerado y pequeñas potencias
- Nuevos y reconversiones, sin cambios en equipo ni aceite
- Donde se requiera menor temperatura de descarga

R-449A

- Comportamiento similar con PCA 64% menor que el R-404A
- No inflamable; ideal para todos los sistemas de R-404A
- Nuevos y reconversiones, sin cambios en equipo ni aceite
- Potencial beneficio en eficiencia energética basado en sistemas testados
- Para sistemas autónomos y en cascada hibrido con CO_2

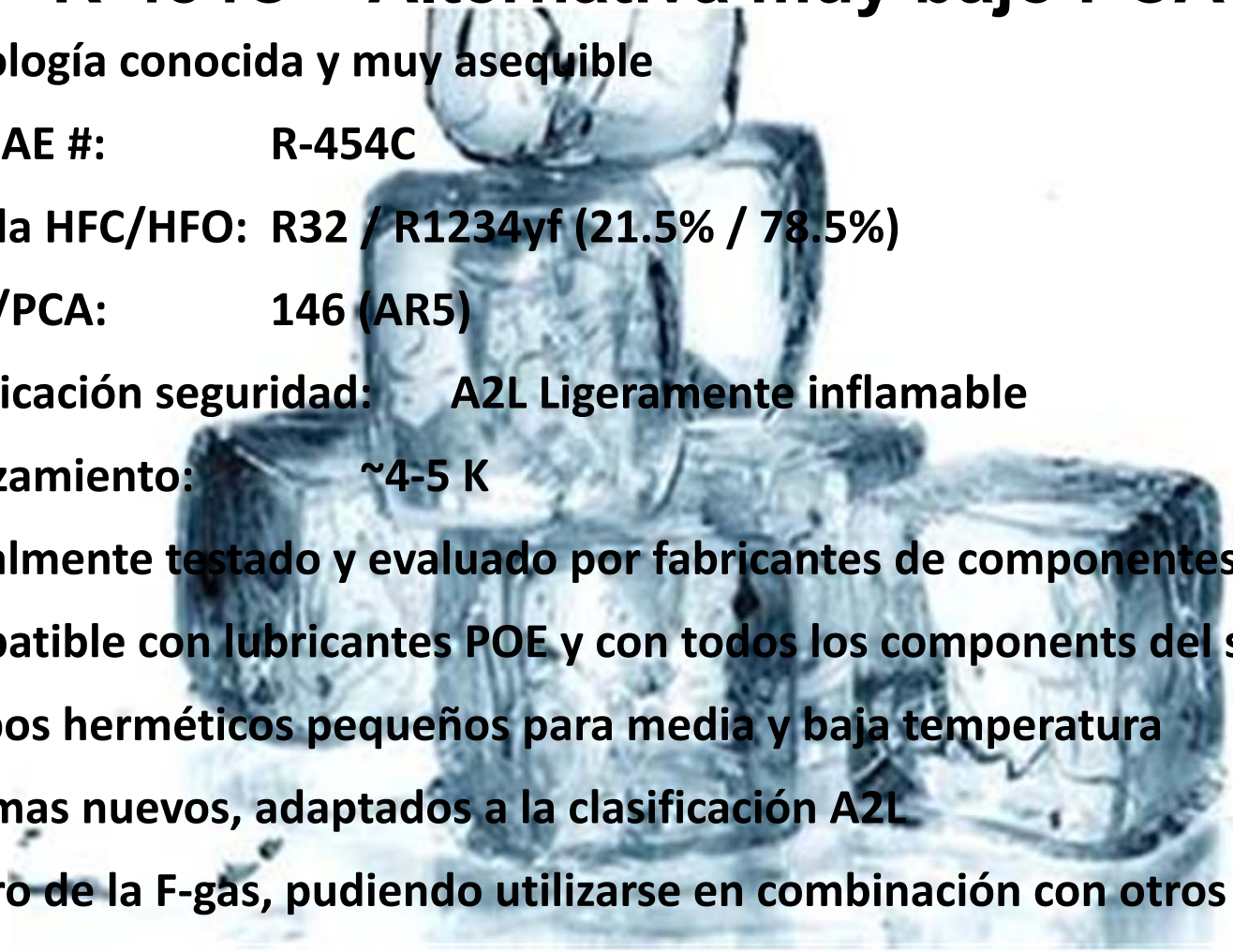
R-513A

- Comportamiento similar con PCA 55% menor que el R-134a
- No inflamable
- Azeotropo; equipos nuevos y reconversiones
- Para sistemas autónomos y en cascada hibrido con CO_2

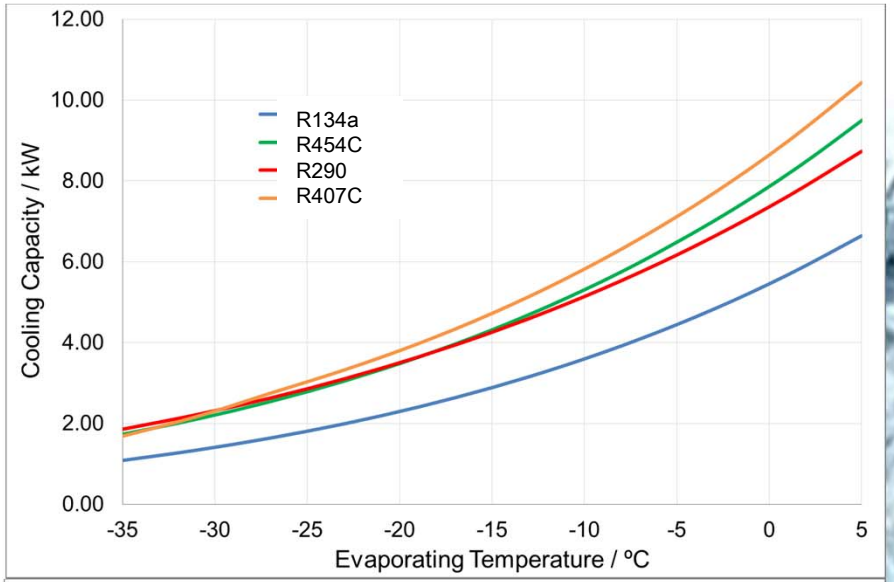
Soluciones HFO para refrigeracion: muy bajo PCA

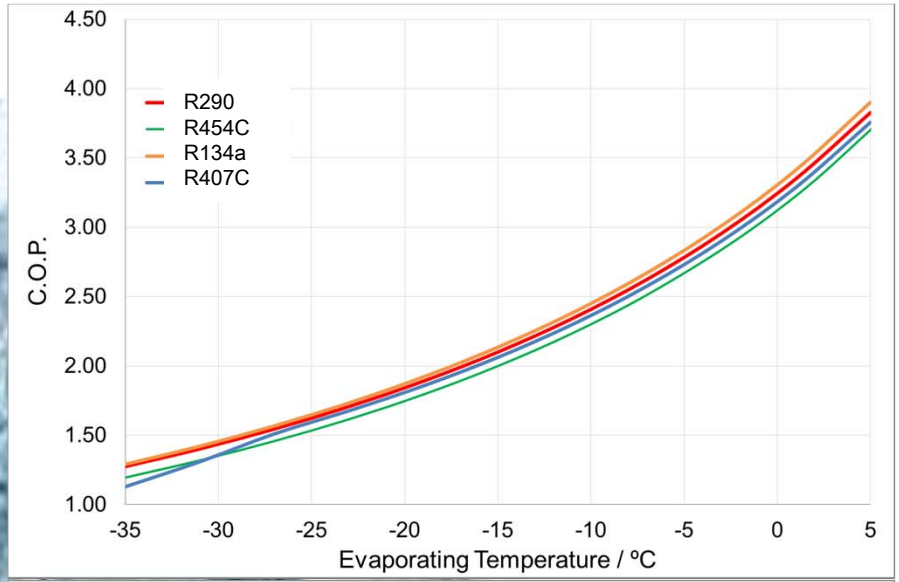
R-454C	R-454A
Reemplazan R-404A, 507, 407s	
Compatibles con materiales y aceites	
< 150 GWP	< 250 GWP
El más bajo PCA	El más cercano

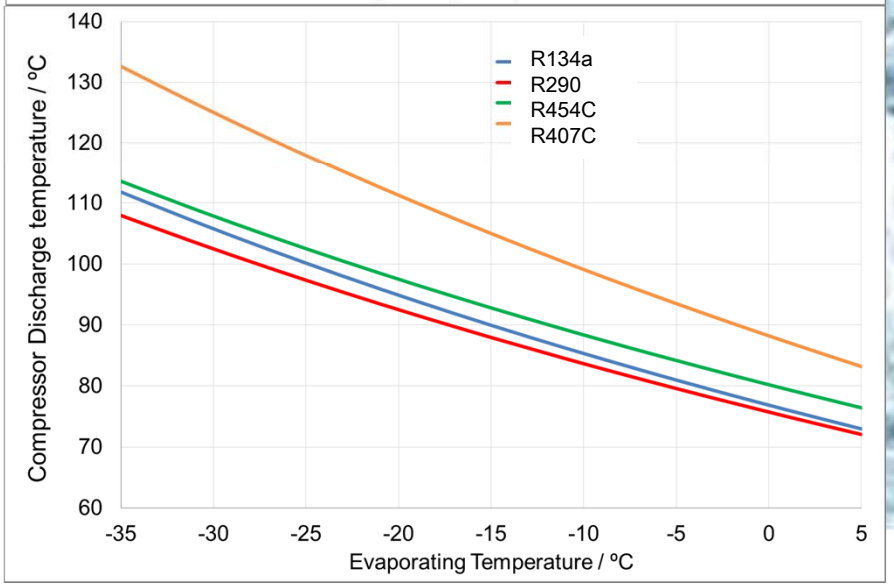
R-454C – Alternativa muy bajo PCA

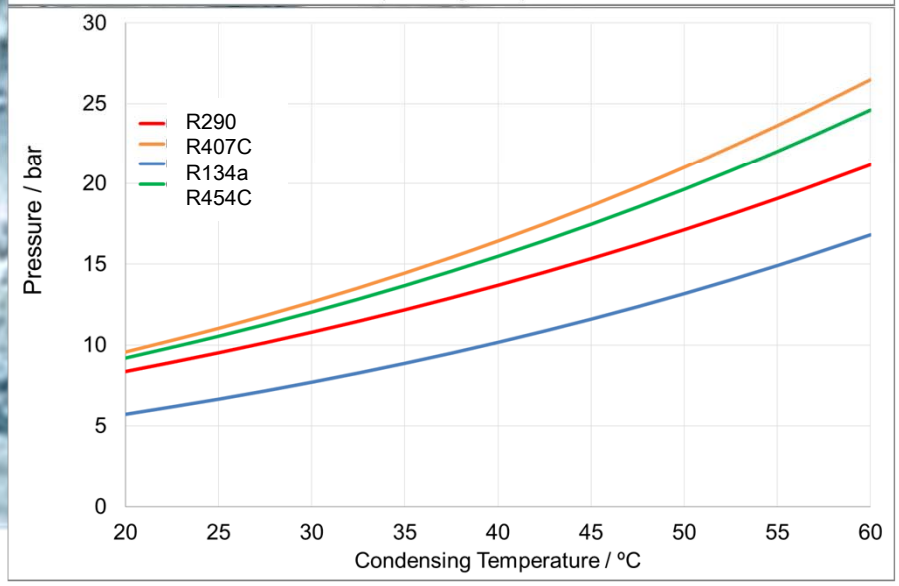


- Tecnología conocida y muy asequible
- ASHRAE #: R-454C
- Mezcla HFC/HFO: R32 / R1234yf (21.5% / 78.5%)
- GWP/PCA: 146 (AR5)
- Clasificación seguridad: A2L Ligeramente inflamable
- Deslizamiento: ~4-5 K
- Actualmente testado y evaluado por fabricantes de componentes y equipos
- Compatible con lubricantes POE y con todos los components del sistema
- Equipos herméticos pequeños para media y baja temperatura
- Sistemas nuevos, adaptados a la clasificación A2L
- Dentro de la F-gas, pudiendo utilizarse en combinación con otros productos


Cooling Capacity / kW
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
R134a
R454C
R290
R407C
-35 -30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5
Evaporating Temperature / ºC


C.O.P.
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
R290
R454C
R134a
R407C
-35 -30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5
Evaporating Temperature / ºC


Compressor Discharge temperature / ºC
140
130
120
110
100
90
80
70
60
R134a
R290
R454C
R407C
-35 -30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5
Evaporating Temperature / ºC


Pressure / bar
30
25
20
15
10
5
0
R290
R407C
R134a
R454C
20 25 30 35 40 45 50 55 60
Condensing Temperature / ºC

Sustitucion por R-454C en una vitrina comercial

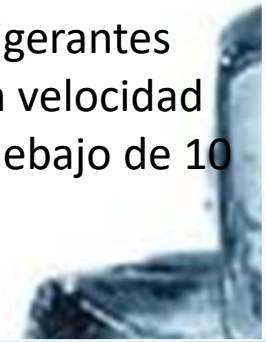
- Unidad de 1,5 m³ doble puerta con dos compresores piston de R-404A
- Carga de R-404A 1,15 kg
- Recalentamiento 3-4 K; TXV cerrada 1 ½ vueltas vs R-404A
- Probado a dos temperaturas ambiente: 32 °C y and 21 °C
- Temperatura media del congelador controlada a -17 °C

	EC (kWhr/día)	EC Rel to R404A	M (kg/hr)	P_{suct} (kPa)	P_{disch} (kPa)	CR	T_{desc} (° C)
Ambiente T = 32°C							
R404A	34.34	100%	43	220	2068	9.4	96
R454C	34.84	101%	35	172	1785	10.4	103
Ambiente T = 21°C							
R404A	23.69	100%	48	200	1585	7.9	77
R454C	24.41	103%	33	165	1351	8.2	82

- 1-3% mayor consumo de energía a pesar de un COP mayor
- 20-30% menor flujo másico →menor caída de presión
- Menor presión de evaporación y condensación
- Temperatura descarga del compressor 5-7 K superior

4. CLASIFICACION INFLAMABILIDAD 2L

A2L según la norma ISO 817: baja toxicidad y ligeramente inflamables. Los refrigerantes A2L deben tener una velocidad de combustión por debajo de 10 cm/s



ISO 817 Refrigerant Classification Scheme

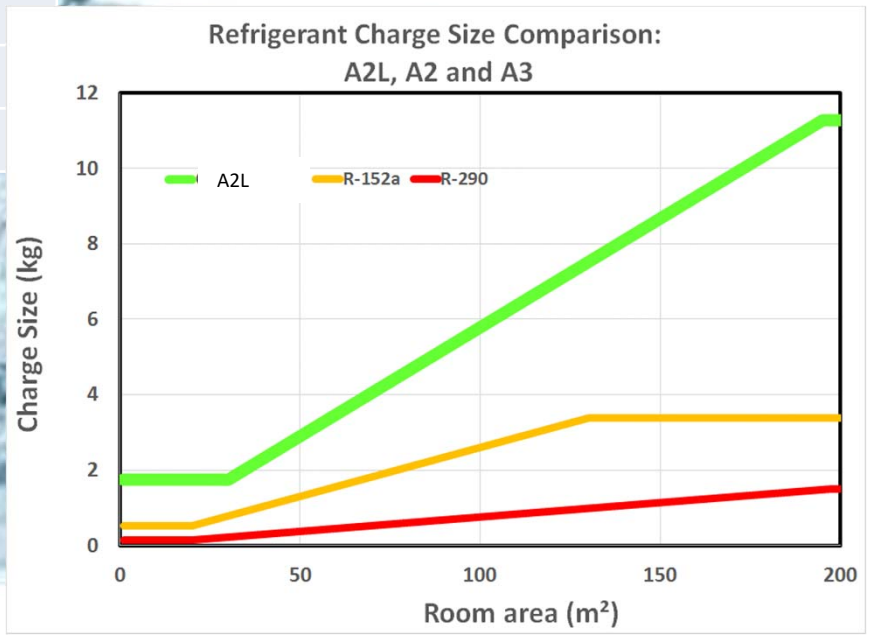
Propane	A3	B3	Highly Flammable
R-152a	A2	B2	Flammable
Mezclas HFO	A2L	B2L	Mildly Flammable
R-410A R-404A	A1	B1	Non-Flammable
	Lower Toxicity	Higher Toxicity	

Refrigerante	BV a 23°C aire seco (cm/s)	LFL a 23°C, 50% RH (vol% en aire)	MIE a 23°C. 50% RH
R-32	6.7	14.0	30-100
R454B	3.7	12.0	30-100
R452B	3.0	12.5	30-100
HFO-1234yf	1.5	6.2	5,000-10,000
Propano (R290)	46.0	2.2	0,25

Comparativa de carga máxima sin restricciones por volumen de habitación según EN 378

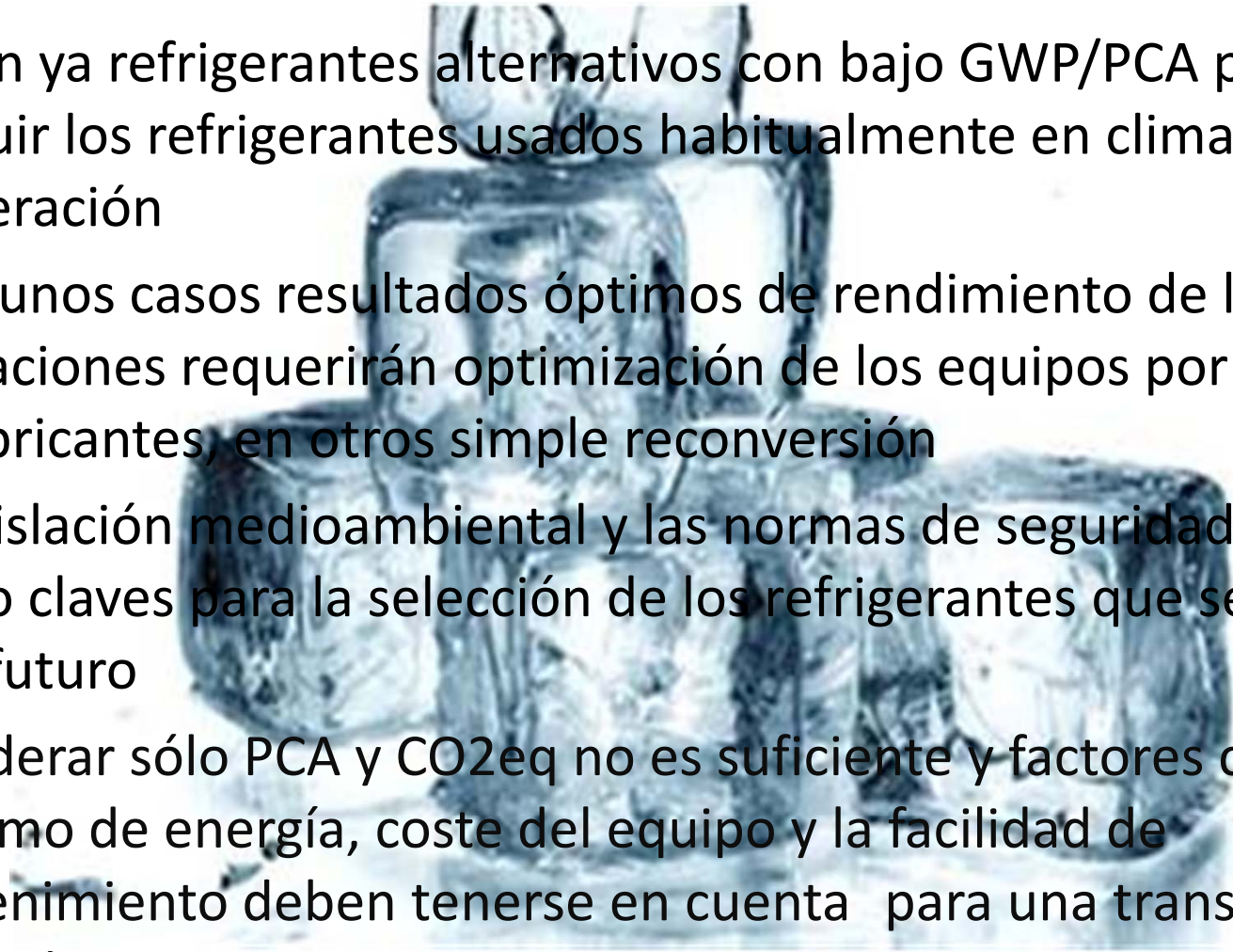
Refrigerante	Clasificación Seguridad	LFL @ WCFF - (kg/ m^3)	Carga máxima refrigerante, Sin restricción por volumen habitación (m2) - (kg)
R-1234yf	A2L	0.289	1.73
R-452B	A2L	0.298	1.79
R-454A	A2L	0.289	1.73
R-454B	A2L	0.354	2.12
R-454C	A2L	0.289	1.73
R-152a	A2	0.130	0.52
R-290	A3	0.038	0.15

En las normas ISO 5149 y EN 378 el volumen de la carga de refrigerantes viene dado como una función de la clasificación, la LFL y el tamaño de la habitación dónde esté instalado el sistema en cuestión



Teniendo en cuenta los valores LFL más altos de los refrigerantes de clase 2L, la carga máxima permitida sin restricciones es notablemente mayor (hasta x10) para los refrigerantes de clase 2L, en comparación con los 2 y 3

5. CONCLUSIONES



- ✓ Existen ya refrigerantes alternativos con bajo GWP/PCA para sustituir los refrigerantes usados habitualmente en climatización y refrigeración
- ✓ En algunos casos resultados óptimos de rendimiento de las instalaciones requerirán optimización de los equipos por parte de los fabricantes, en otros simple reconversión
- ✓ La legislación medioambiental y las normas de seguridad siguen siendo claves para la selección de los refrigerantes que se utilizarán en el futuro
- ✓ Considerar sólo PCA y CO2eq no es suficiente y factores como el consumo de energía, coste del equipo y la facilidad de mantenimiento deben tenerse en cuenta para una transición ordenada.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Chemours™

Opteon™

Atecyr
Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración

www.atecyr.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

www.fenercom.com

Comunidad de Madrid