

CONGRESO SOBRE
TECNOLOGÍAS DE
REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'18

19 Y 20 SEPTIEMBRE 2018



**Caracterización experimental del funcionamiento de un expositor horizontal
estático de baja temperatura usando refrigerantes con un PCA<150.**

Javier Blanco Castro, Ph.D (Director técnico)
Ing. José Díaz Suarez, (Dpto I+D+i)

frost-trol[®]


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

www.atecyr.org


Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid

www.fenercom.com


**Comunidad
de Madrid**

Índice

- 1 Introducción
- 2 Procedimiento Experimental
- 3 Resultados Experimentales
 - 3.1 Efecto de la carga de refrigerante
 - 3.2 Influencia de la temperatura de regulación
 - 3.3 Drop-in directo con refrigerantes de PCA<150
- 4 Conclusiones

Introducción

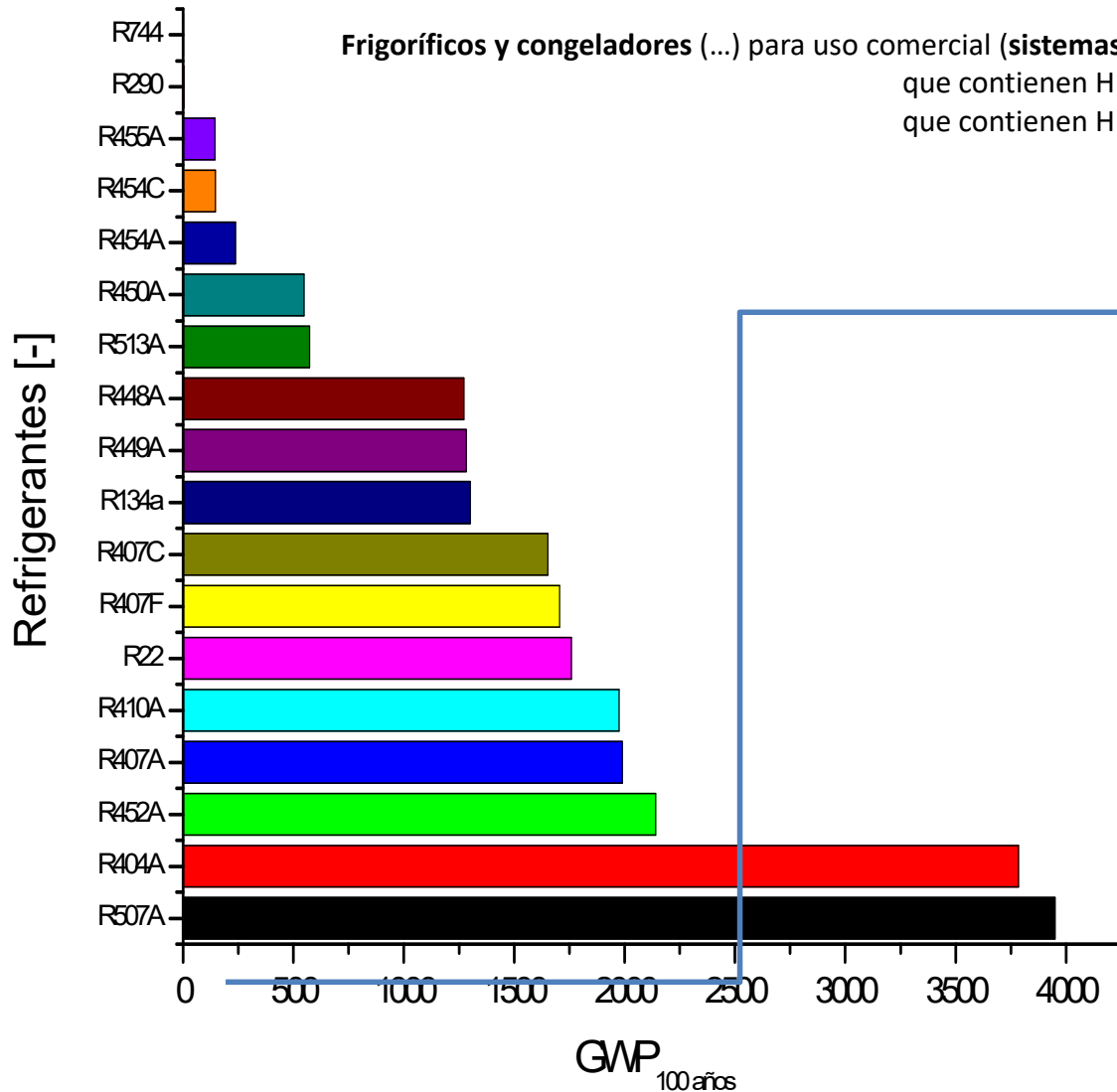
Reglamento UE sobre Gases Fluorados Fgas (UE 517/2014).

Anexo III: Prohibiciones de comercialización

Frigoríficos y congeladores (...) para uso comercial (sistemas herméticamente sellados):

que contienen HFC con un PCA ≥ 2500 >>>>>> 01/01/2020

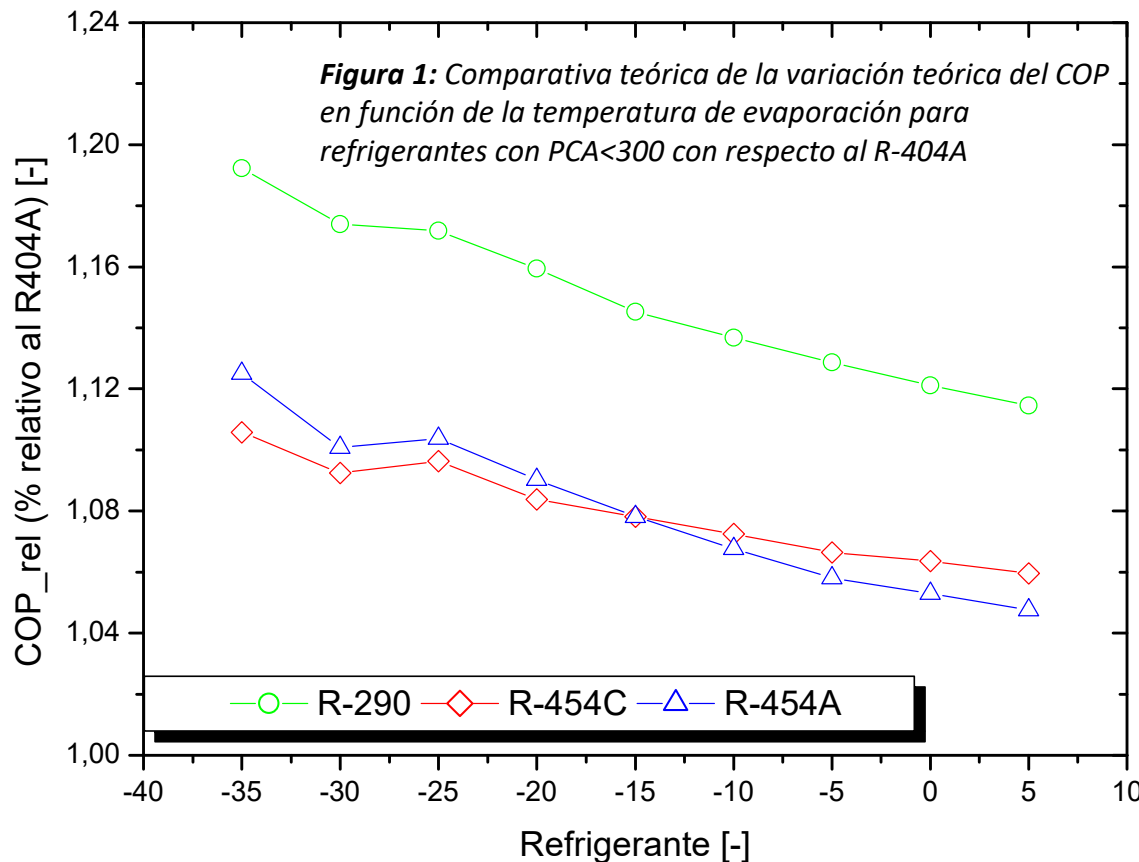
que contienen HFC con un PCA ≥ 150 >>>>>> 01/01/2022



Frost-trol fabrica (desde 2017) todas las unidades enchufables con R290: en baja temperatura utilizamos tecnología de variación de capacidad (inverter)



Euroshop 2008



Los **resultados teóricos** indican que con R290 se obtiene un incremento del COP entre 12-20% con respecto al R-404A y del 8-10% con respecto al R-454A y R-454C, respectivamente.

Estudios de calorimetría realizados por Embraco [1] sobre el comportamiento de un compresor con diferentes refrigerantes, R-404A, R-455A y R-454C con respecto al R-290 muestran que en media temperatura (-10°C/+45°C), **el COP del R-290 es un 12% superior con respecto al R-404A, y entre el 6-4% con respecto al R-454C y R-455A, respectivamente.** El comportamiento del R-290 está asociado con una importante pérdida de su capacidad frigorífica con respecto a los refrigerantes ensayados, entorno al 12% con respecto al R-404A y del 8% con respecto al R-454C para un sobrecalentamiento del 22,2°C. **La capacidad frigorífica del R-455A es similar al R-404A en estas condiciones de trabajo.**

Procedimiento Experimental

TECNOFRÍO'18

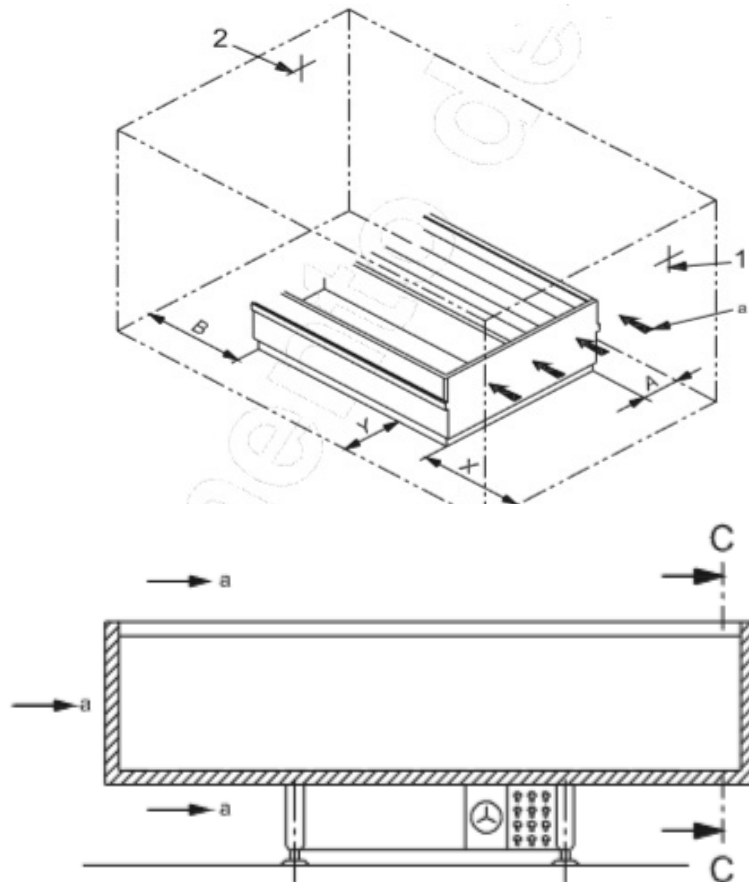


Figura 3: Representación esquemática de la posición de un expositor vertical dentro de la sala de pruebas. a) posicionamiento del expositor e identificación de la dirección del aire. (Fuente: Normativa UNE-ISO 23953, 2015)

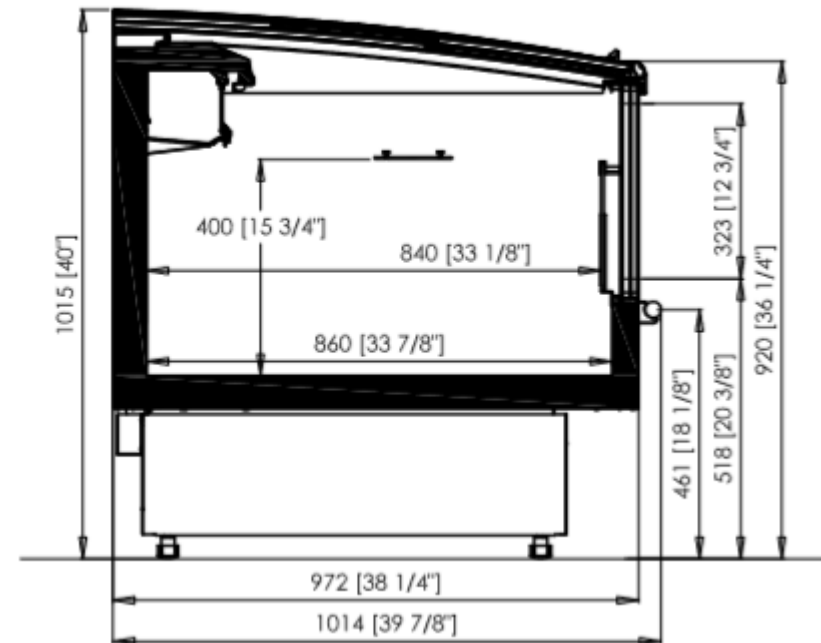


Figura 3.1: Sección transversal del expositor empleado para realizar los estudios de caracterización

Procedimiento Experimental

TECNOFRÍO'18

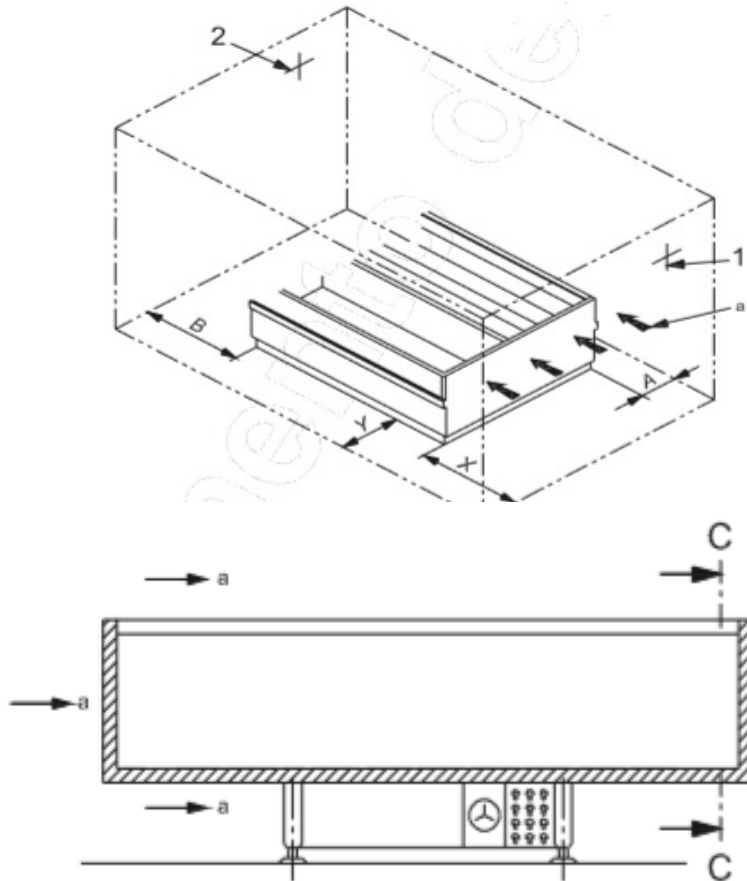


Figura 3: Representación esquemática de la posición de un expositor vertical dentro de la sala de pruebas. a) posicionamiento del expositor e identificación de la dirección del aire. (Fuente: Normativa UNE-ISO 23953, 2015)

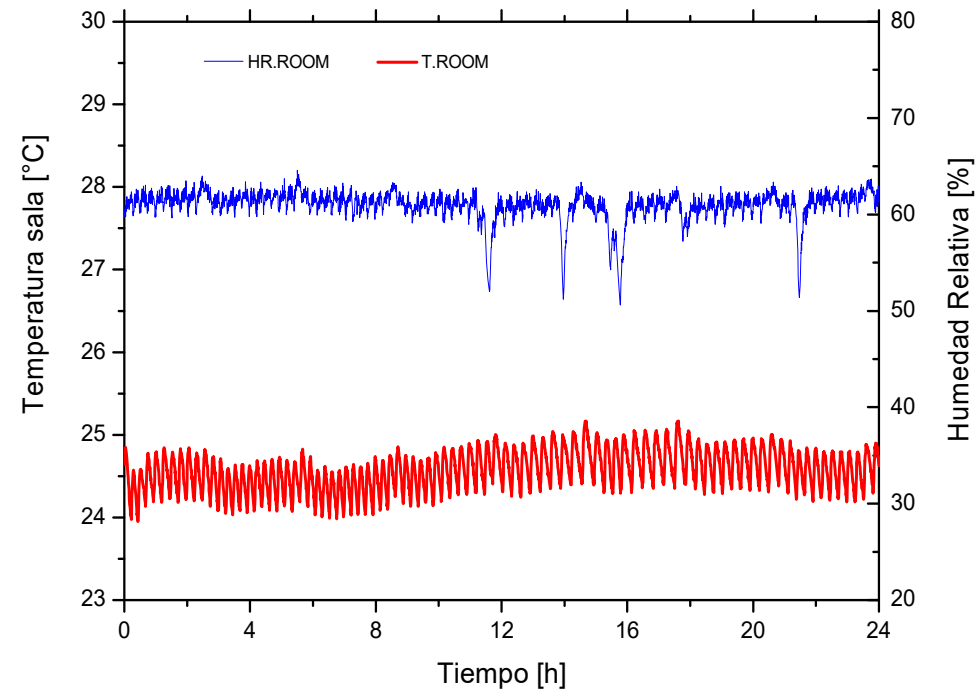


Figura 2: Variación de las condiciones climáticas (temperatura ambiente y humedad relativa) en el interior de la sala de ensayo durante el proceso de caracterización de un expositor horizontal en función del tiempo.

Resultados Experimentales

TECNOFRÍO'18

- Efecto de la carga de refrigerante (R-290) sobre el COP y la energía consumida por el compresor.

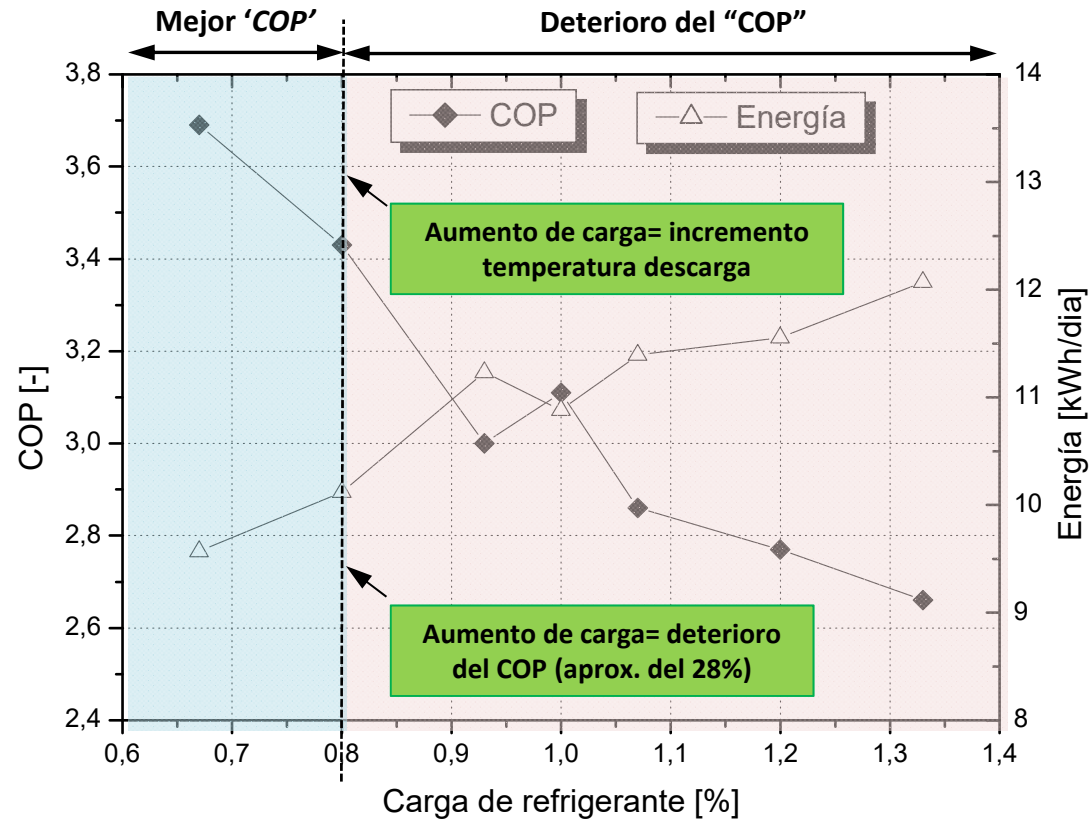


Figura 4: Variación del COP y la energía consumida por el compresor en función de la carga de refrigerante.

Resultados Experimentales

TECNOFRÍO'18

✚ Efecto de la carga de refrigerante (R-290) sobre la temperatura de descarga y salida el mueble.

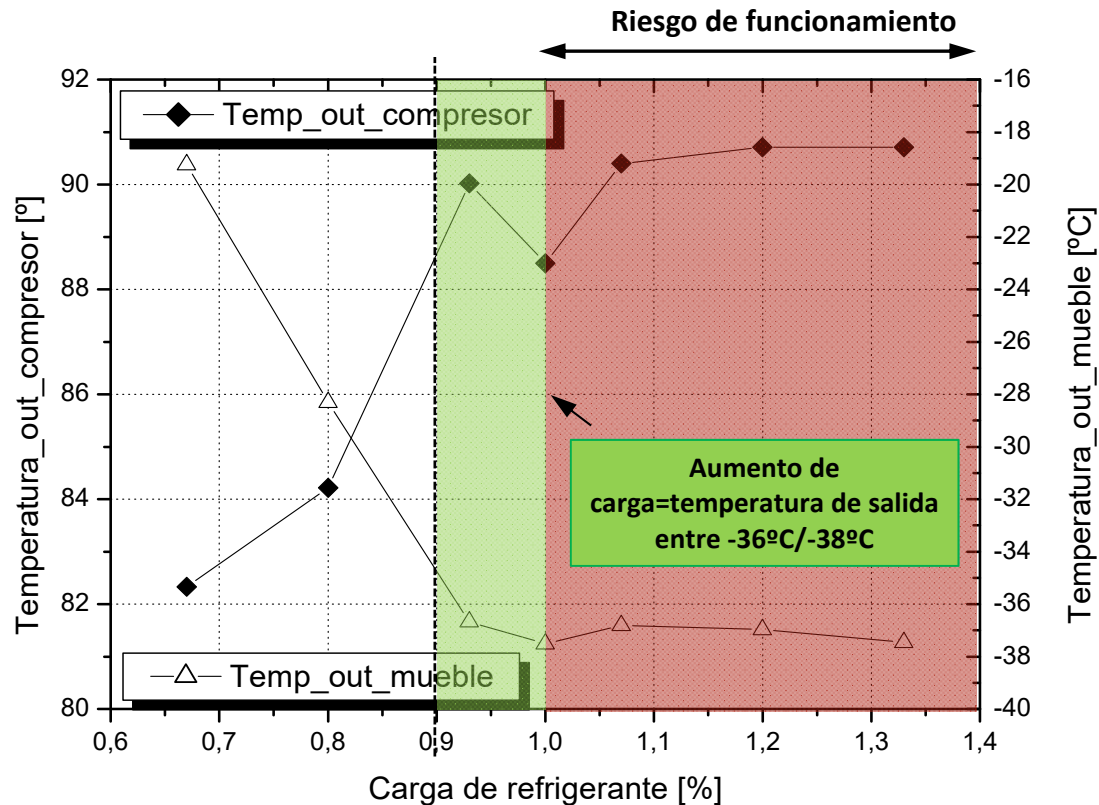


Figura 5: Variación de la temperatura de descarga del compresor y la temperatura de salida del mueble en función de la carga de refrigerante.

Para una carga de refrigerante inferior a 140g, la **temperatura de salida del refrigerante en el evaporador** esta próxima a -28°C . Si tenemos en cuenta que el mueble funciona estáticamente, estaríamos en el límite entre la carga de refrigerante optima que requiere el mueble y la carga térmica para la cual está diseñado el mismo, en función de su volumen; siempre y cuando fijemos como **objetivo de diseño mantener el producto dentro de la clase 3L1**.

Resultados Experimentales

TECNOFRÍO'18

✚ Efecto de la carga de refrigerante (R-290) sobre la temperatura de producto.

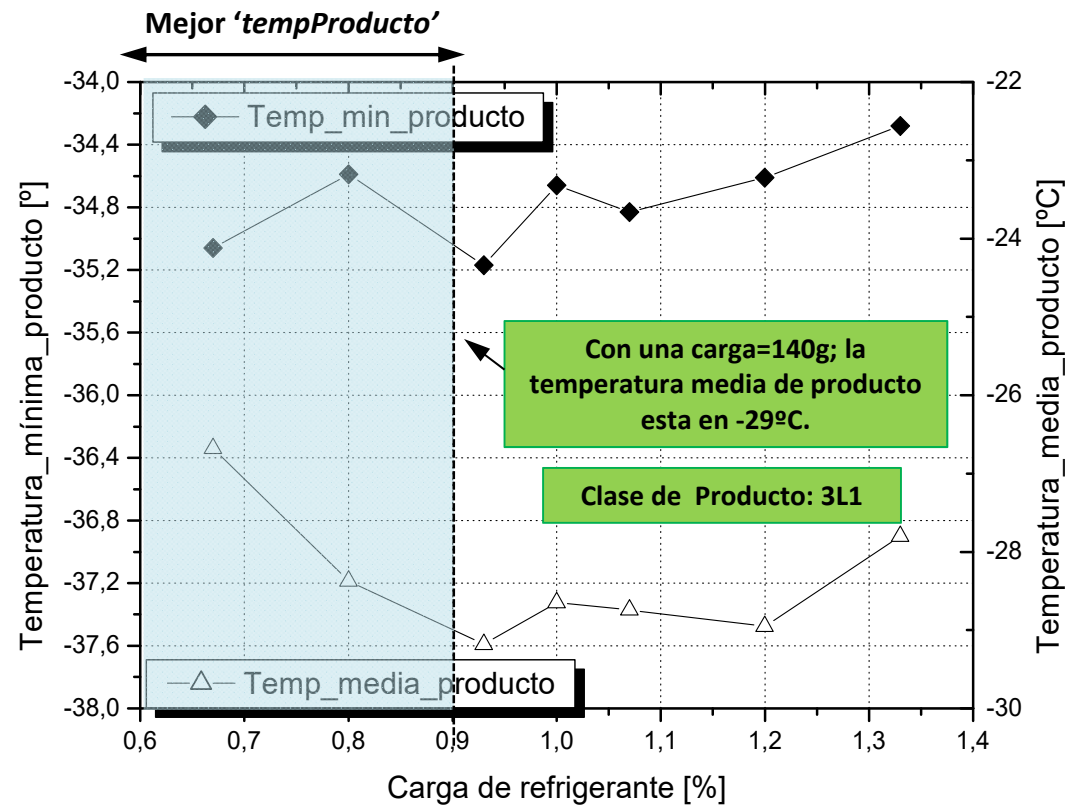
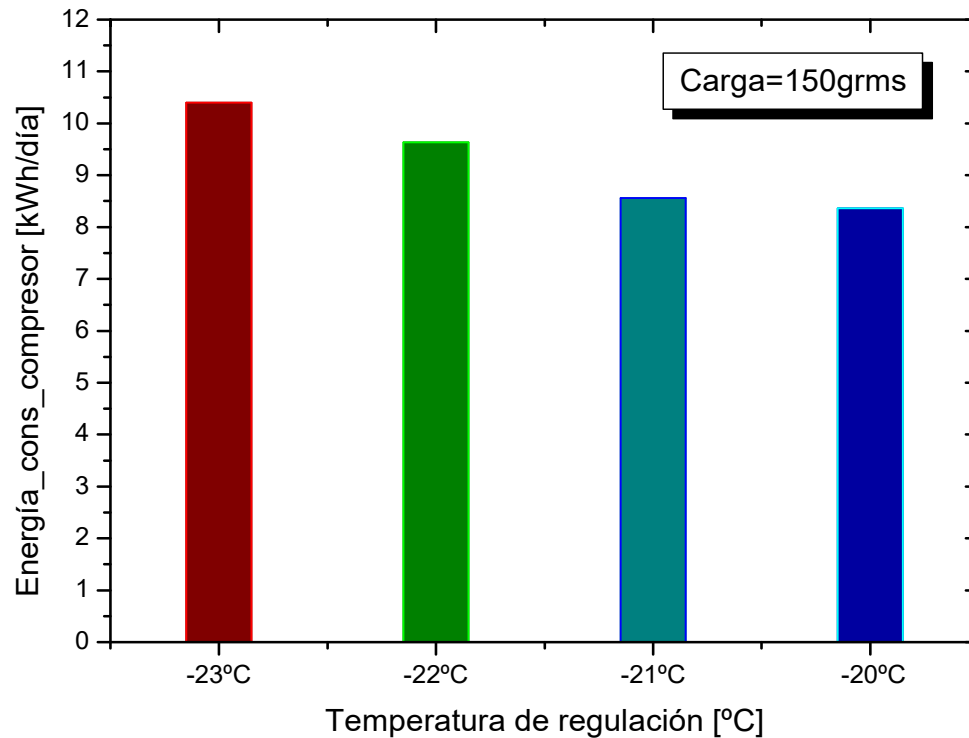


Figura 6: Variación de la temperatura de producto en función de la carga de refrigerante.

Resultados Experimentales

TECNOFRÍO'18

- Variación de la energía consumida por el compresor y la temperatura mínima de producto en función de la **temperatura de regulación**.



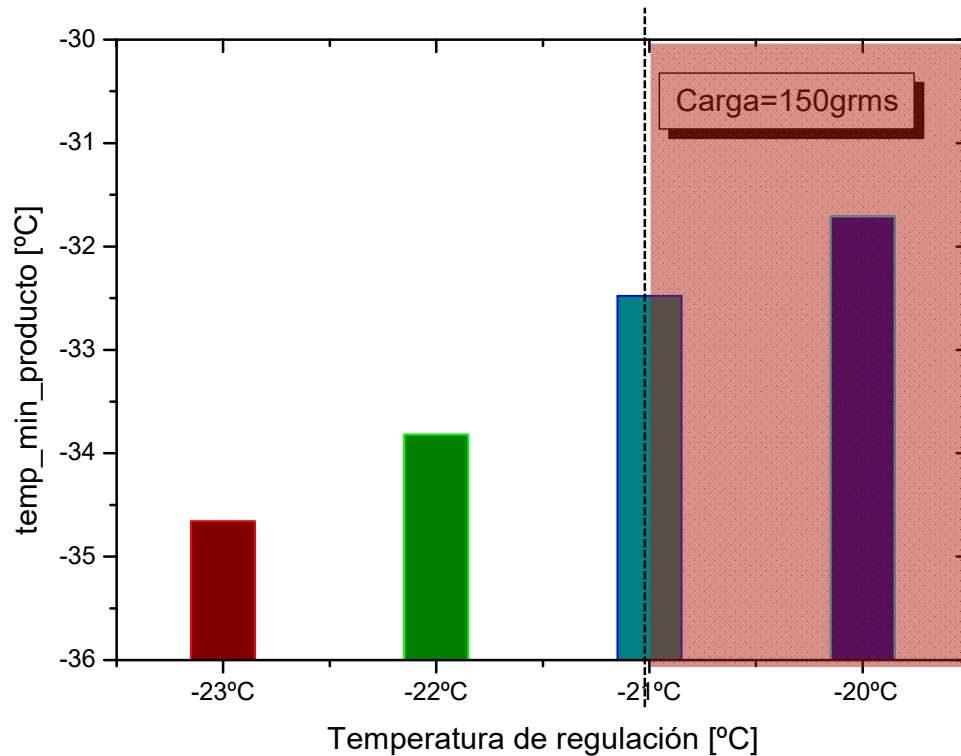
....la energía consumida por el compresor **varía significativamente en función de la temperatura de regulación**. Si disminuimos la temperatura de regulación del mueble, se obtienen temperaturas de producto inferiores pero se incrementaría el consumo del compresor un 10% por grado de regulación.

Figura 7: Variación de la energía consumida por el compresor en función de la temperatura de regulación del mueble.

Resultados Experimentales

TECNOFRÍO'18

- Variación de la temperatura mínima/máxima de producto en función de la temperatura de regulación.



Cuanto más bajo regulamos el punto de consigna se obtendrían las menores temperaturas de producto; sin embargo, **este criterio de regulación afecta proporcionalmente a la temperatura de los productos durante el período de desescarche y al consumo energético del expositor** (ver figura 9). Este comportamiento está asociado con una mayor acumulación de hielo en el evaporador y por consiguiente, un mayor tiempo de deshielo en el mismo hasta alcanzar la temperatura de final de desescarche establecida.

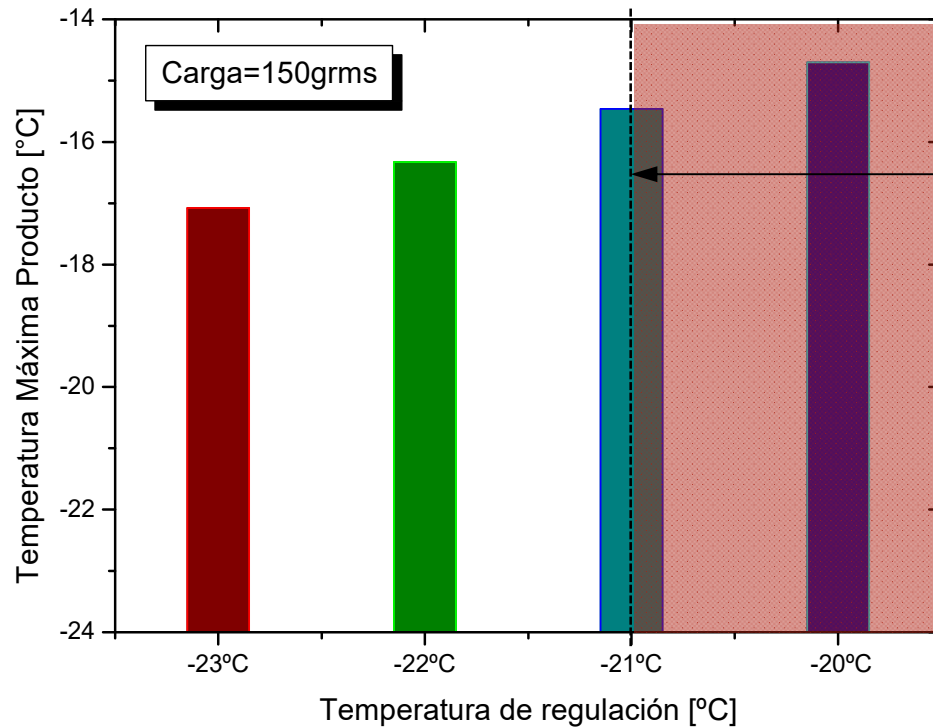


Figura 8: Variación de la temperatura mínima de producto en función de la temperatura de regulación del mueble.

Resultados Experimentales

TECNOFRÍO'18

- Variación de la temperatura mínima/máxima de producto en función de la **temperatura de regulación**.



Correcto ajuste desde el punto de vista de temperatura de producto y consumo de energía del expositor en condiciones de clase climática 3L1. (-18°C/-15°C).





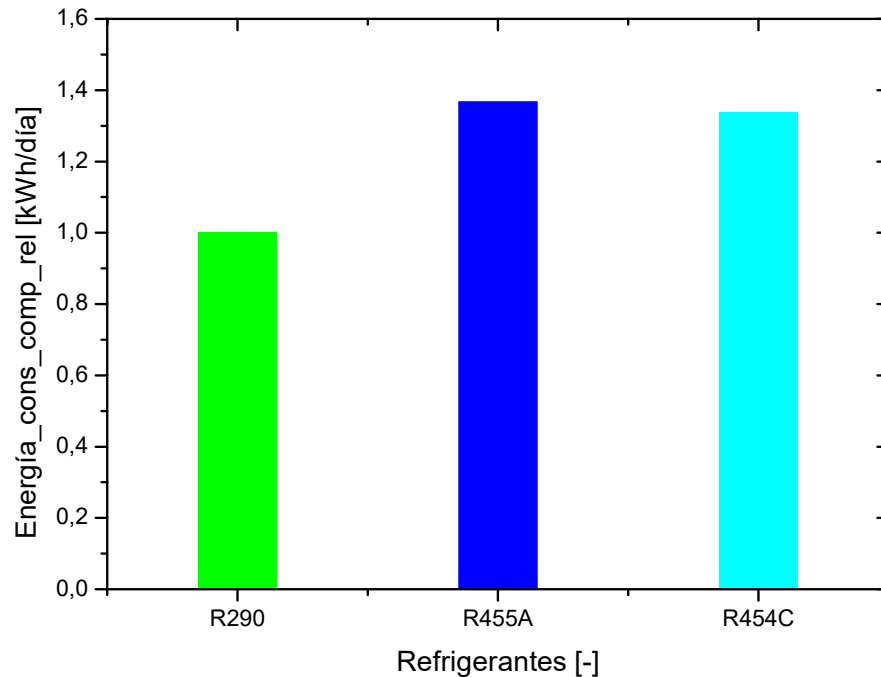
| | |
|--------------------------------------|--|
| REFRIGERATOR DISPLAY CABINETS | |
| TEST REPORT | |
| PERFORMED IN ACCORDANCE WITH: | |
| EN ISO 23953-1:2015 | |
| Report Reference No..... | GE16-0001289-01 |
| Tested by (name + signature)..... | R. CLINI  |
| (Lab. Technician) | |
| Approved by (name + signature)..... | S.FERRARI  |
| (Lab. Manager) | |
| Date of issue..... | 2017-02-24 |
| Total number of pages..... | 24 (including Annexes) |

Figura 9: Variación de la temperatura máxima de producto en función de la temperatura de regulación del mueble.

Resultados Experimentales

TECNOFRÍO'18

Drop-in con refrigerantes de PCA<150



..con **R-455A** se obtiene entre 1-3% más de consumo de energía con respecto al R-454C; mientras que con respecto al R-290 el consumo de energía es muy superior, alrededor del 36%. **Los buenos resultados de eficiencia que se obtienen con R-290 están asociados con una pérdida de capacidad frigorífica con respecto a los refrigerantes estudiados.**

Figura 10: Variación del energía consumida y la temperatura de descarga por el compresor: “drop-in” directo con refrigerantes de bajo PCA<150.

Resultados Experimentales

TECNOFRÍO'18

Drop-in con refrigerantes de PCA<150

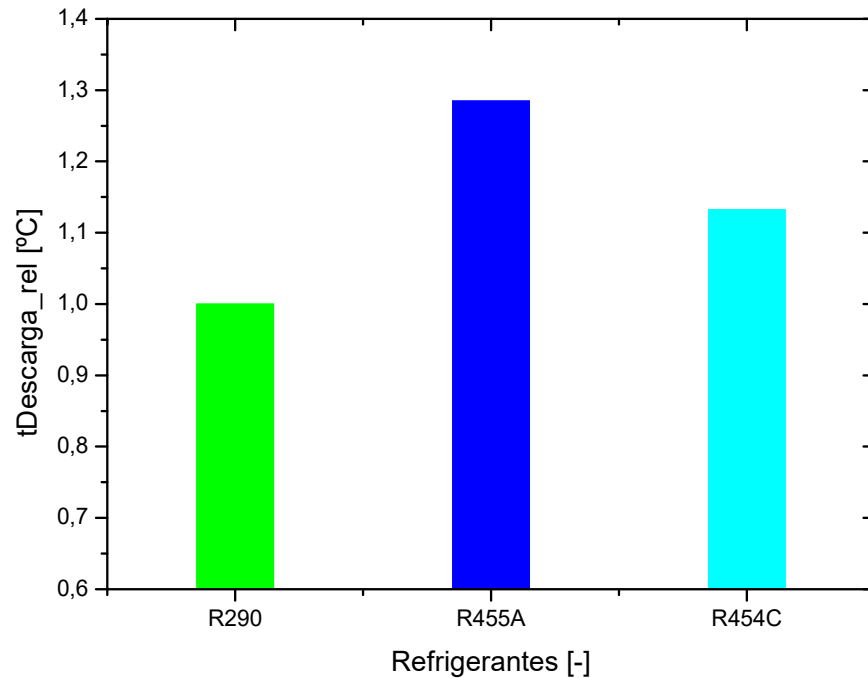


Figura 10: Variación de la temperatura de descarga por el compresor: “drop-in” directo con refrigerantes de bajo PCA<150.

.. si analizamos el comportamiento del ciclo termodinámico se observa que la **temperatura de descarga es muy superior con R-455A con respecto a los refrigerantes estudiados**, entre un 11-13% con respecto al R-454C y un 28% con respecto al R-290, respectivamente. Las elevadas temperaturas de descarga, afectarían la fiabilidad del compresor.

Desde el punto de vista energético, los estudios realizados con **otras longitudes de capilares** nos confirman que si ajustamos la longitud del mismo es posible obtener resultados completamente diferentes. Para una longitud de capilar menor, **el R-455A consume un 11% más con respecto R-290, pero este pierde un 7% de COP con respecto al R-455A**. Para ese diseño de capilar, el R-454C aproxima su comportamiento al R-290.

La eficiencia de un expositor horizontal estático de baja temperatura diseñado para trabajar con propano (R290) ha sido caracterizada variando la carga de refrigerante y la temperatura de regulación del mueble. Los resultados obtenidos indican que para el volumen del expositor investigado, **con una carga de refrigerante entre 140-150g se garantiza una temperatura de conservación de los productos dentro del rango 3L1 con una temperatura de regulación de -21°C**. Un incremento de la carga provocaría un paulatino deterioro del consumo de energía del compresor y por ende, del COP del sistema.

Por otra parte, al realizar un “drop-in” directo con R-455A y/o R-454C, **se observó que el consumo de energía del compresor se incrementa un 33% con R-454C y un 36% con R-455A, respectivamente**. Este comportamiento indica que se requiere un proceso de optimización del capilar para mejorar el funcionamiento del expositor con estos refrigerantes

CONGRESO SOBRE
TECNOLOGÍAS DE
REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'18

19 Y 20 SEPTIEMBRE 2018



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

frost-trol[®]

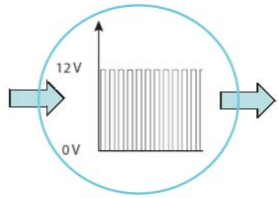

Asociación Técnica Española
de Climatización y Refrigeración
www.atecyr.org

www.atecyr.org


Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid

www.fenercom.com


**Comunidad
de Madrid**





Ice Creams Chest Freezer

Manufacturer Frost-trol, SA
 Chest Freezer volume: 0,66 m3
 Length: 2070 mtrs
 Compressor: Embraco
 Inverter Model VNEU217U
 Carel Control: **ir33 FMC Model**
 Expansion Device: Capillar tube
 Defrost type: electrical defrost (1 per day)
 Refrigerant: R290
 Charge: 150 grms

Test Climate Class L1 at at 25°C and 60% HR
 Test results: **Satisfactory**
 Total energy consumption: (TEC=8,23 kWh/day)
ATEX Compliance: Satisfactory



| | |
|--|---|
| <p>REFRIGERATOR DISPLAY CABINETS</p> <p>TEST REPORT</p> <p>PERFORMED IN ACCORDANCE WITH:</p> <p>EN ISO 23953-1:2015</p> | |
| <p>Report Reference No. : GE16-0001289-01</p> | |
| <p>Tested by (name + signature)..... : R. CLINI (Lab. Technician)</p> |  |
| <p>Approved by (name + signature)..... : S.FERRARI (Lab. Manager)</p> |  |
| <p>Date of issue : 2017-02-24</p> | |
| <p>Total number of pages..... : 24 (including Annexes)</p> | |