



CONGRESO SOBRE
TECNOLOGÍAS DE
REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'16

28 Y 29 SEPTIEMBRE DE 2016

www.congresotecnofrio.es

CLIMATIZACIÓN DE SUPERMERCADOS CON APROVECHAMIENTO DEL CALOR DE CONDENSACIÓN DEL FRÍO INDUSTRIAL Y ZONIFICACIÓN

Gema Martínez López



Asociación Técnica Española
de Climatización y Refrigeración

www.atecyr.org




Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid

www.fenercom.com

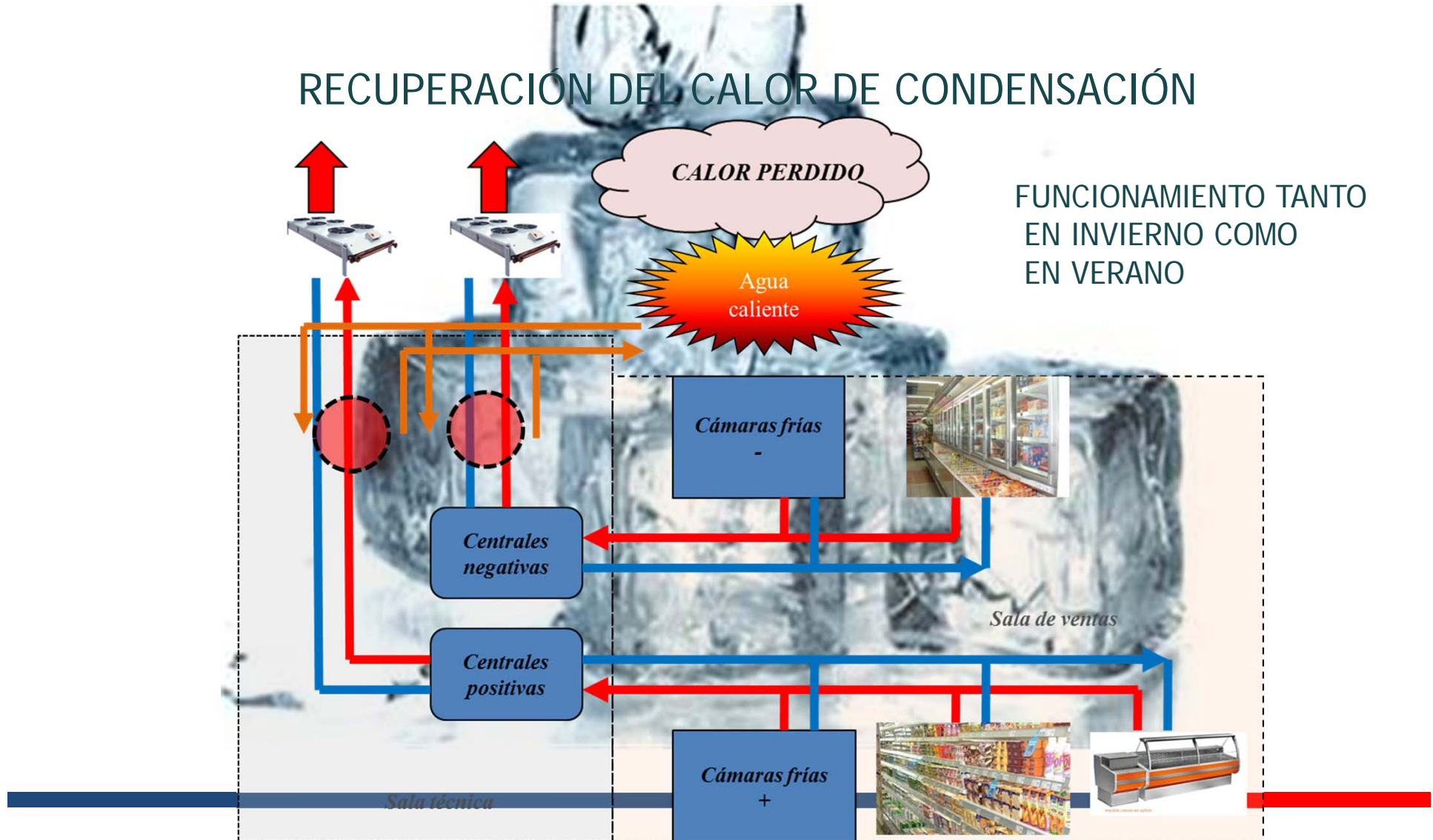


Índice

- 
- 1 RECUPERACIÓN DEL CALOR DE CONDENSACIÓN
 - 2 ZONAS A TRATAR EN SUPERMERCADOS
 - 3 EQUIPOS AUTÓNOMOS PARA CLIMATIZACIÓN
 - 4 ZONIFICACIÓN CON EQUIPOS ROOF-TOP
 - 5 ANÁLISIS ENERGÉTICO
 - 6 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

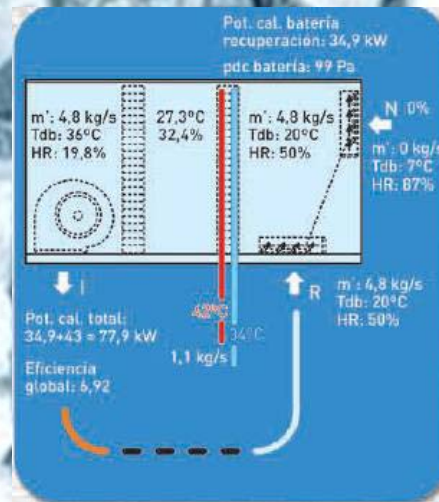
RECUPERACIÓN DEL CALOR DE CONDENSACIÓN

FUNCIONAMIENTO TANTO
EN INVIERNO COMO
EN VERANO



RECUPERACIÓN DEL CALOR DE CONDENSACIÓN

Aprovechamiento en una batería de agua caliente integrada antes de la batería frigorífica de un equipo autónomo tipo roof-top o bien en aerotermos, climatizadores o fan-coils.



RECUPERACIÓN TOTAL:
=> Agua 30 o 35 °C

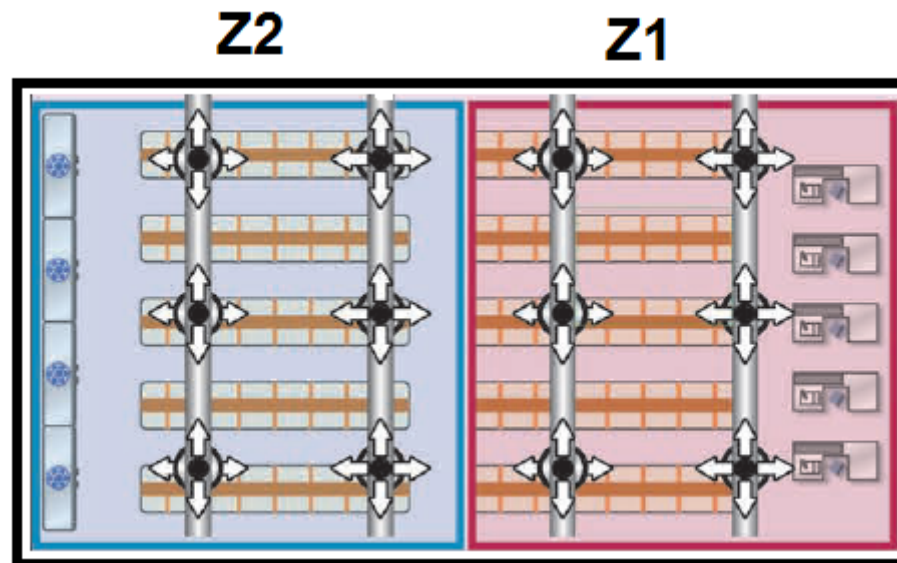
ZONAS A TRATAR EN SUPERMERCADOS

1) Cajas, mall y producto seco. (Z1)

Esta zona tiene la peculiaridad de ser la que mayor estancia del usuario presenta, y no solo por el cliente, sino también por el empleado. Es importante asegurar unas buenas condiciones de confort en ella.

2) Refrigerados. (Z2)

La tendencia a la utilización cada vez mayor de murales refrigerados, y si además son de tipo abierto, produce que haya que extremar el cuidado en el diseño del sistema de climatización en ella. Especialmente en verano cuando los usuarios llevan poca ropa esta zona puede producir gran disconfort.



Comportamiento
térmico muy
distinto

EQUIPOS AUTÓNOMOS PARA CLIMATIZACIÓN



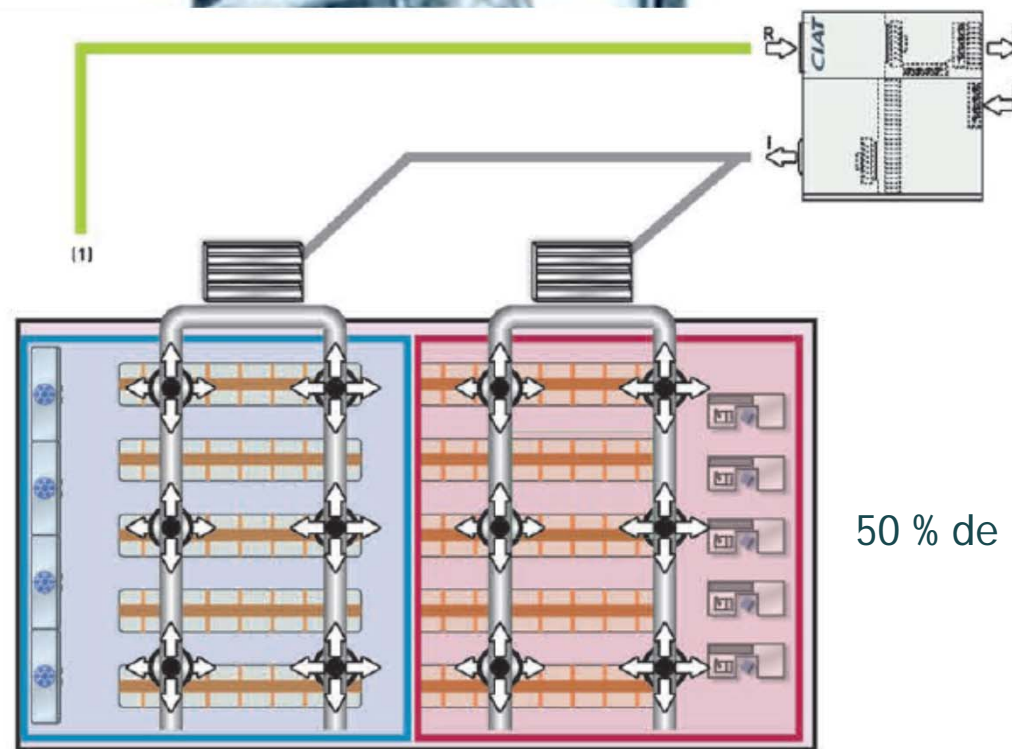
Inversión mínima.

Mínimos costes energéticos.

Reducción de costes de mantenimiento.

- Capacidad de gestión de dos zonas con trasvase de energía.
- Recuperación de calor de aire de extracción, free-cooling y filtración reglamentaria.
- Posibilidad de recuperación de calor externa del frío industrial.
- Medición de energía térmica producida y eléctrica consumida, integrada en la regulación del equipo.
- Detección de fugas de refrigerante integrada.
- Posibilidad de instalación en exterior o sala técnica.

ZONIFICACIÓN CON EQUIPOS ROOF-TOP



50 % de caudal a cada zona

(1) Posición del retorno orientativa. A determinar en cada instalación concreta.

ANÁLISIS ENERGÉTICO

A continuación se expone el estudio realizado de un supermercado tipo mediante simulación con el programa GEC© desarrollado por CIAT en colaboración con la Universidad de Cádiz, y cuyo motor de cálculo ©jENER ha pasado las pruebas Bestest de la Agencia Internacional de la Energía.

Hipótesis del edificio simulado.

Zona climática D3 (p. ej. Madrid)

Área total=1400 m²

Altura del local = 4m

Cargas máximas de ocupación de 12 m²/persona (máximo de ocupación de 120 personas) y cargas máximas de iluminación de 10 W/m². Estos perfiles se definen de lunes a sábado durante todo el año. El horario de funcionamiento del local es de 07:00 a 22:00h de lunes a sábados.



Cargas de equipos:

Murales de refrigerados sin cortina: $-1200\text{W}/\text{metro lineal} \times 30.16\text{m} = -36192\text{W}$

Murales de refrigerados con cortina (durante la noche): -3000W (totales)

Islas de congelados autónomos: 5200W

ANÁLISIS ENERGÉTICO

Recuperación calor residual.

Murales de refrigerados sin cortina: $-1200\text{W/metro lineal} \times 30.16\text{m} = -36192\text{W}$

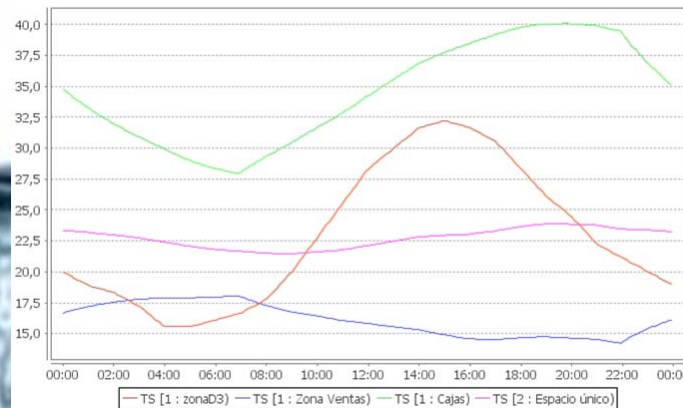
Considerando un EER medio de 2.7, el consumo medio de los compresores de estos equipos sería de 13404 W , que sumado a la potencia frigorífica aportada nos da el dato de la potencia de condensación a disipar:

*Pot. Condensación = Pot. Frigorífica + consumo compresores = 49596 W
 $\Delta T = 5^\circ\text{C} \Rightarrow$ Caudal de agua $8.5\text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow$ Bomba 0.9 kW
Consumo compresores equipo $50\text{ kW} = 15\text{ kW}$*

Diferencia de consumo 14.1 kW para producir 50 kW de calefacción

ANÁLISIS ENERGÉTICO

Resultados evolución libre (sin funcionamiento del sistema de climatización)



- Línea Rosa: Único espacio
- Línea Verde: zona cajas
- Línea Azul: zona interior
- Línea Roja: temperatura exterior
- Demandas de signo contrario en cada una de las zonas
- Trasvase de energía: diseño con distribución de aire que consigue un comportamiento similar al único espacio

ANÁLISIS ENERGÉTICO

Resultados anuales con 1 y 2 zonas

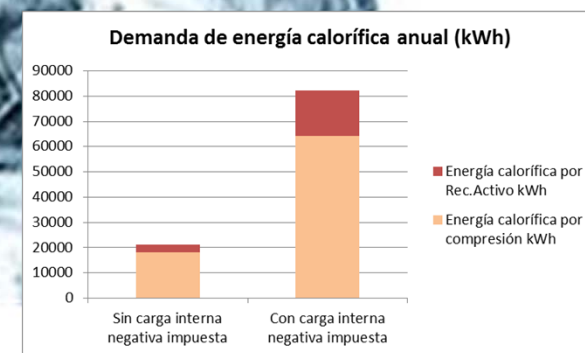
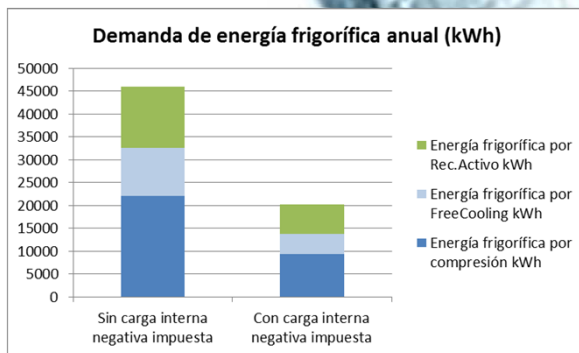
Hipótesis del edificio simulado 2 zonas:

Área zona ventas= 1000 m² | Área zona de cajas= 400 m²

Carga total de los equipos de frío únicamente en zona de ventas. | Resto de hipótesis igual que en el estudio de 1 zona.

	Demanda anual		HORAS DE	
	% DE HORAS AL 50% POR		FUNCIONAMIENTO	
	CLF	REF	CLF	REF
CON CARGA INTERNA NEGATIVA IMPUESTA	91%	100%	2653	883
SIN CARGA INTERNA NEGATIVA IMPUESTA	61%	24%	470	1069

en equipos independientes caso 1. espacio único (2 zonas con traspase de energía)
Demanda total de refrigeración Demanda total de calefacción



ANÁLISIS ENERGÉTICO

Funcionamiento de la propuesta de distribución de conductos

50% del caudal del equipo a cada una de las dos zonas y tener un retorno común que favorezca el movimiento de aire desde la zona de cajas a la zona de ventas

Modo verano.

La mayor parte del tiempo únicamente Z1 demanda de refrigeración.

El sistema impulsa únicamente a Z1 (compuerta de Z2 cerrada). Caudal del equipo 50%.

Movimiento de aire de Z1 y Z2 (llevando aire más cálido de Z1 a Z2).

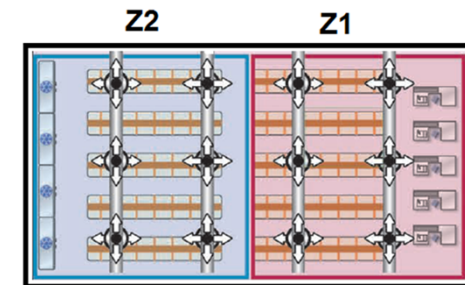
Retirada de aire en el retorno ubicado en los lineales de frío. Esto hace una función de pre-enfriamiento y por tanto el equipo de climatización necesita aportar menos potencia, pues se toma aire frío de donde no es deseable y se vuelve donde es necesario.

Modo invierno.

La mayor parte del tiempo únicamente Z2 trabaja con demanda de calefacción.

El sistema impulsa a Z2 (compuerta de Z1 gran parte del tiempo cerrada). Caudal del equipo 50%.

Retirada de aire de lineales de frío por retorno evitando temperaturas excesivamente bajas en su zona de influencia.



EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Ventajas cualitativas del sistema propuesto

- 1) Sistema completo: climatización, recuperación del aire de extracción, ventilación y filtración con control compacto integrado.
- 2) Mayor calidad de climatización, reducción de la dispersión térmica sin zonificación.
- 3) Propuesta de red de conductos que permite trasvase de energía entre zonas y retirada de frío en invierno de la zona más problemática.
- 4) Funcionamiento con roof-top adaptada para zonificación: mejor control térmico de las zonas y ahorro relevante en consumo de ventiladores.
- 5) Gestión de free-cooling para ahorro energético.
- 6) Posibilidad de aprovechamiento del calor de condensación de los equipos mediante batería de agua caliente, integrada en el control de la unidad.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Ventajas cuantitativas del sistema propuesto

	% DE HORAS AL 50% POR ZONIFICACIÓN	
	CALEFACC.	REFRIGER.
MEDIA DE CARGAS INTERNAS	74%	62%

- Por transporte de aire la reducción anual del consumo del equipo se puede cifrar en más de un 15%.
- El porcentaje de energía frigorífica aportada por free-cooling supera el 20%.
- Ahorros por la recuperación del calor de condensación:

	HORAS DE FUNCIONAMIENTO EN CALEFACCIÓN	KWH AHORRADOS	AHORRO CONSIDERANDO 0.13 € KWH
CON CARGA INTERNA NEGATIVA IMPUESTA	2653	37407	4862 €
SIN CARGA INTERNA NEGATIVA IMPUESTA	470	6627	861 €

	HORAS DE FUNCIONAMIENTO EN CALEFACCIÓN	KWH RECUPERADOS
CON CARGA INTERNA NEGATIVA IMPUESTA	2653	131578
SIN CARGA INTERNA NEGATIVA IMPUESTA	470	23310



CONGRESO SOBRE
TECNOLOGÍAS DE
REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'16

28 Y 29 SEPTIEMBRE DE 2016

www.congresotecnofrio.es

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



www.atecyr.org



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid

www.fenercom.com

