

INSTALACION TIPO “WATER LOOP” EN SUPERMERCADO CON EVAPORACIÓN Y CONDENSACIÓN FLOTANTES Y BOMBA DE CALOR AGUA-AGUA COMO RECUPERACIÓN DE CALOR TOTAL PARA CALEFACCIÓN.

Albert Albert

Consultor Experto en Refrigeración



Sistema “water-loop” (bucle de agua):

- Unidades frigoríficas independientes condensadas por un bucle de agua común.
- Situadas cerca del servicio frigorífico al que atienden, sean cámaras o muebles frigoríficos.
- Se reduce la longitud de las tuberías de refrigerante

Ventajas inherentes:

- Disminuye la carga de refrigerante
- Reduce las pérdidas de carga
- Reduce la tasa de fugas (pequeñas cargas y repartidas)

Refrigerantes posibles:

- HFC/HFO (A1): R-448A, R-449A
- HFO/HFC (A2L): R-455A, R-454C
- Hidrocarburos (A3): R-290

Esta solución cumple Normativa europea de F-gas y reduce/elimina coste Impuesto sobre Gases Fluorados.



Otras ventajas:

- Posibilidad de recuperación del calor del bucle de agua:
 - Climatización en invierno o “Pasillo-Frío” en supermercados.
- Posibilidad de incorporar todos los sistemas de ahorro energético aplicables a refrigeración
 - Inverter para el compresor
 - Condensación flotante
 - Evaporación flotante
 - Expansión electrónica

Los sistemas “water-loop” consiguen consumos energéticos del mismo orden, incluso inferiores, a otros sistemas habituales con una simplicidad y seguridad de funcionamiento muy interesantes.

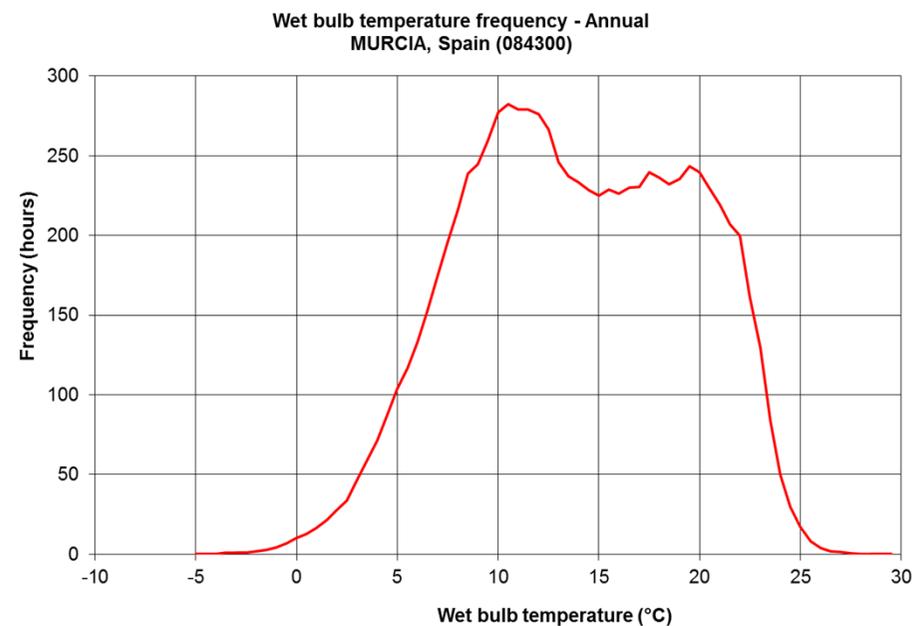
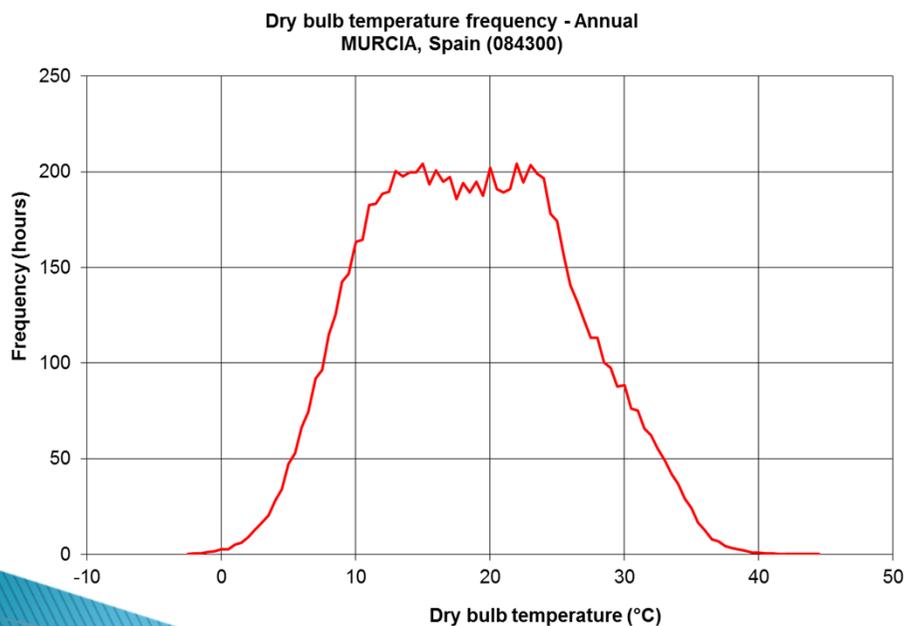
Los sistemas “water-loop” se adaptan perfectamente a **supermercados, tiendas de conveniencia, caterings, hoteles, grandes cocinas** y, en general, en aquellos proyectos frigoríficos con variedad de servicios de tamaño pequeño y mediano, tanto para media como para baja temperatura.

Caso de instalación “Water-Loop” en supermercado



Situación: San Javier (Murcia), a orillas del Mar Menor.

Clima: Mediterráneo del sur de España, con temperaturas altas en verano y, sobre todo, una elevada humedad. Es, por tanto, un clima exigente que necesita de sistemas de ahorro energético si se desea disminuir la factura eléctrica.



Características de la instalación:

Superficie: 2.000 m²

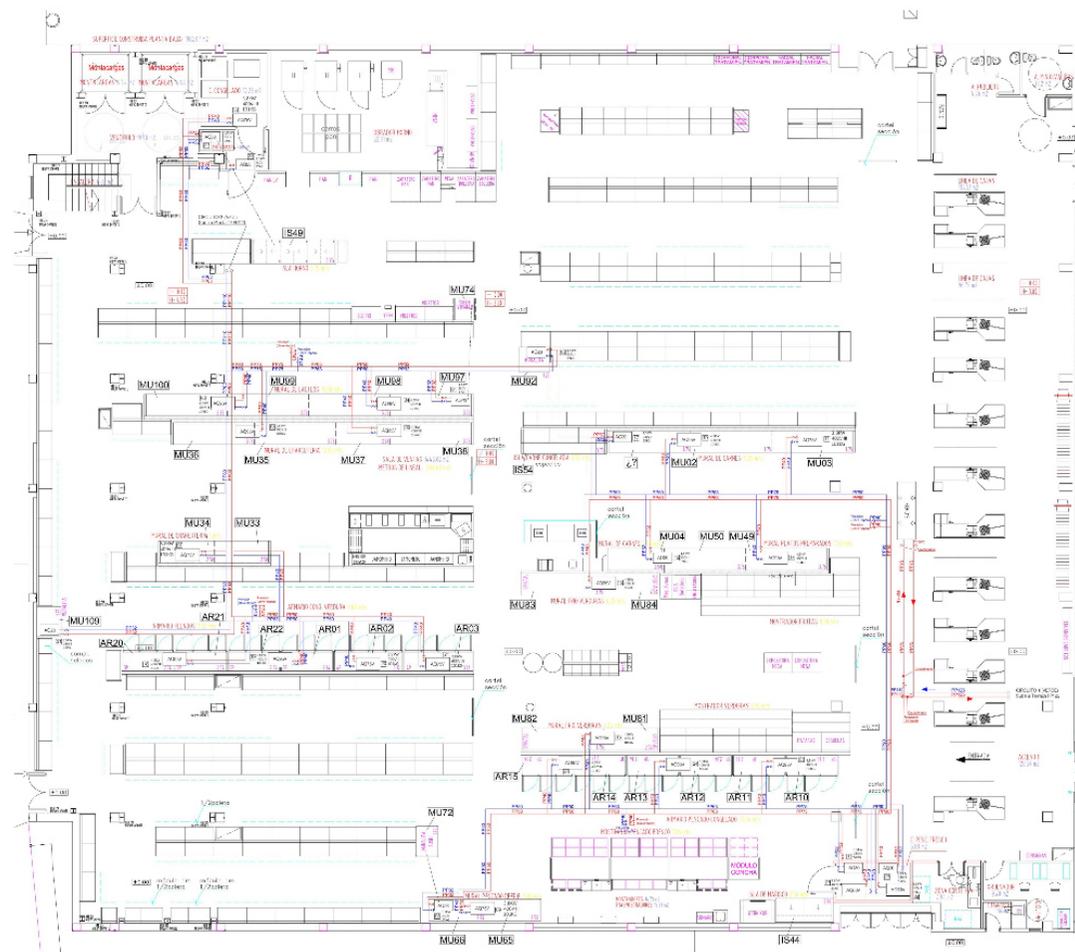
Servicios frigoríficos:

- Temperatura positiva:

- **Potencia frigorífica total: 135 kW**
- 27 muebles (sin puertas) y 1 cámara frigorífica positivas
- Una unidad AQUA por cada mueble y 2 unidades en la cámara frigorífica: 29 unidades positivas

-Temperatura negativa:

- **Potencia frigorífica total: 46 kW**
- 15 muebles (con puertas), 2 cámaras frigoríficas negativas y 2 máquinas de hielo
- Una unidad AQUA por cada mueble y máquina de hielo y 2 unidades por cámara negativa: 21 unidades negativas



Características de la instalación (2):

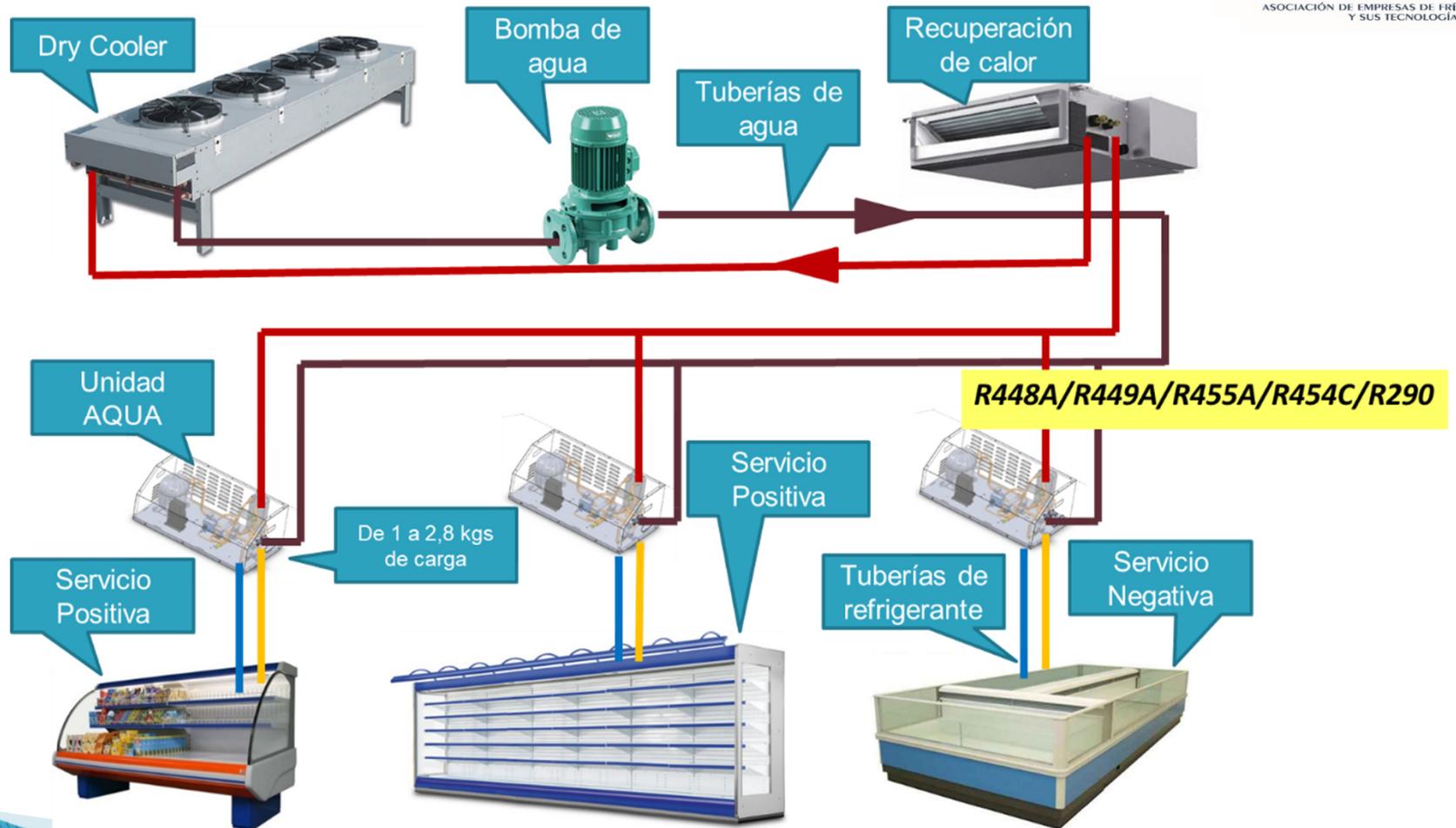
- Dos bucles de agua independientes (debido a la cantidad de máquinas)
- **Dry-coolers adiabáticos (con “pads” adiabáticos)**
- Refrigerante: R-448A
- **Carga de refrigerante:**
 - Unidades positiva: 1,7 kg
 - Unidades negativa: 1,4 kg
 - Total instalación: 79 kg entre 50 máquinas



La instalación se puso en marcha en 2018. En 2020-2021, se sometió la instalación a una actualización para instalar soluciones de ahorro energético de última generación:

- **Caudal variable de los bucles de agua**
- **Evaporación flotante individual en cada servicio frigorífico**
- **Condensación flotante mediante temperatura del bucle de agua variable**
- **Compresores herméticos BDLC de velocidad variable**
- **Sistemas de bombeo a caudal variable mediante bombas con Inverter.**

Esquema de principio de la instalación realizada

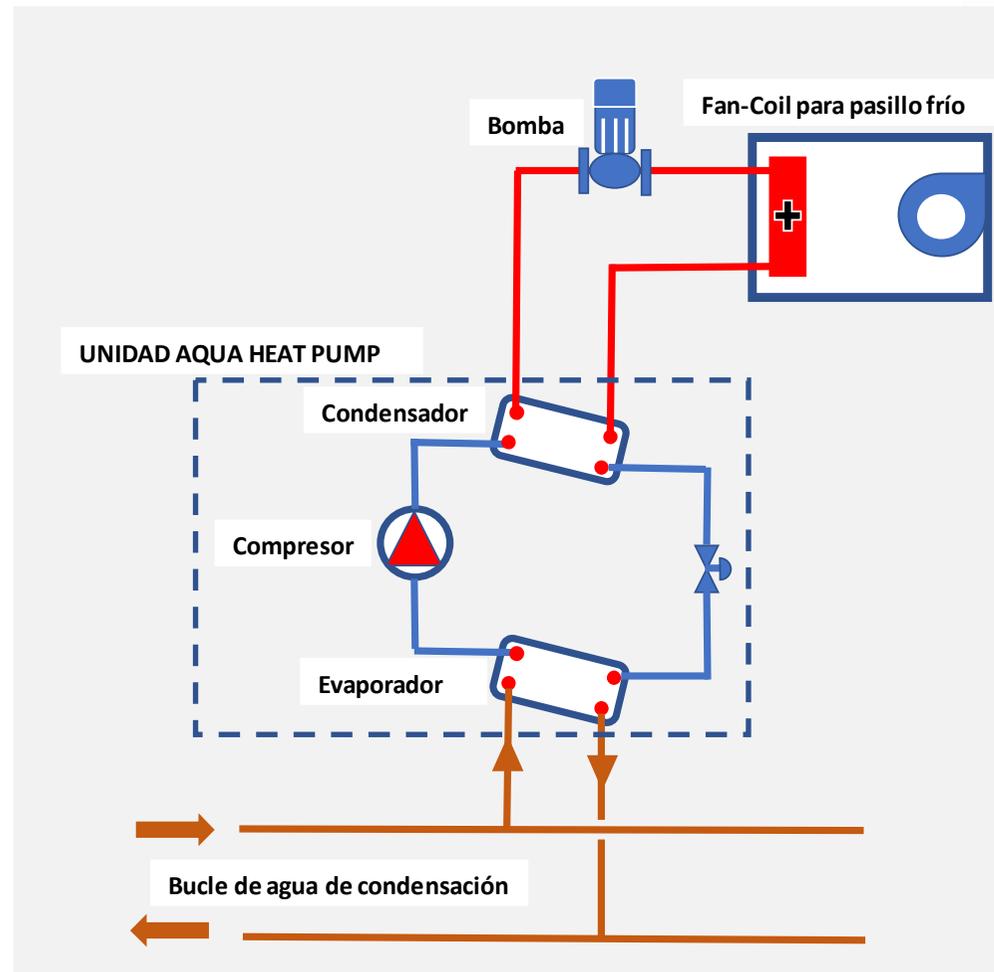


Recuperación de calor para “pasillo-frío” y clima.

En uno de los bucles de condensación se instala una UTA para aprovechamiento del calor para enviar al “pasillo frío”.

Propuesta para instalar una bomba de calor sobre el bucle de agua, de forma que en invierno se podría generar calor con dicha bomba de calor, a la vez que se refrigeraba el bucle de agua de condensación.

El calor generado podría utilizarse tanto para el pasillo frío como para su uso como calefacción.



Medidas de eficiencia adoptadas.

Tal como ya se ha comentado, algunas medidas de eficiencia energética adoptadas son:

- Variación de velocidad de los compresores BLDC mediante Inverter DC: permite modular la velocidad de los compresores desde 900 a 4.800 rpm (18 al 100%) con elevados COP a cargas parciales.
- Válvula de expansión electrónica con motor de pasos sincronizada con la variación de velocidad del compresor.
- Evaporación flotante individual: permite elevar la temperatura de evaporación al máximo sin depender del servicio más desfavorable como sucede en la evaporación flotante en centrales frigoríficas.

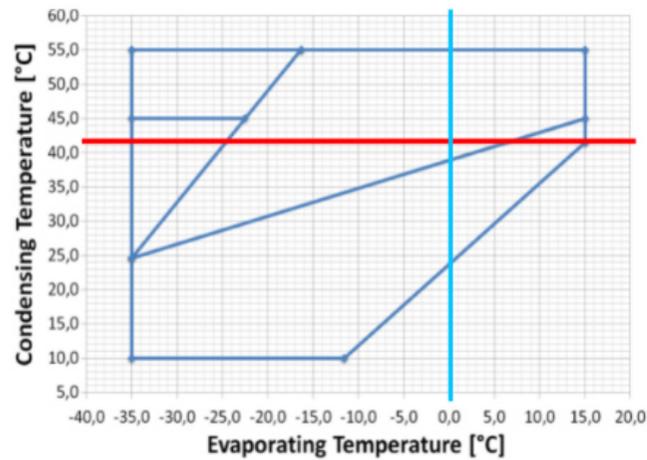
La temperatura media de evaporación de los muebles de positiva (sin puertas) es de -2°C para una temperatura de consigna de $+2^{\circ}\text{C}$

En los muebles de negativa, para una consigna de -25°C se obtiene una temperatura media de evaporación de -28°C .



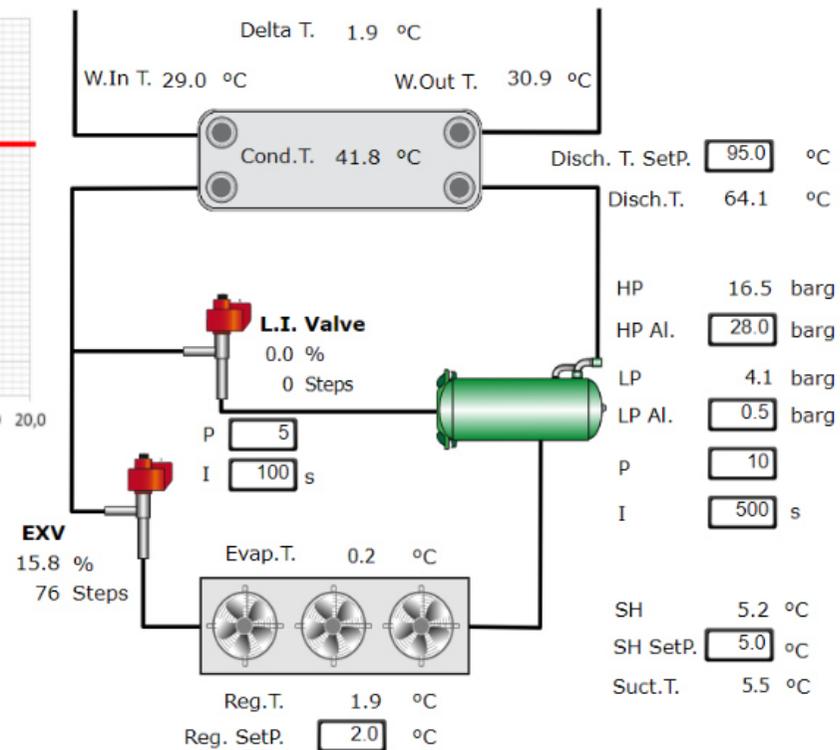
FUNCIONAMIENTO MU38

Unidades MT Servicio 6 CHARCUTERIA MU38 DA420 - 2



| | |
|-------------------|-----------------|
| Cooling Request | 41.1 % |
| Envelope Request | 41.1 % |
| Rotor Speed | 32.8 rps |
| Envelope Zone | INSIDE ENVELOPE |
| Cooling Capacity | 4.56 kW |
| Power Consumption | 1.27 kW |
| EER (COP) | 3.59 |

< Back



Oil Recovery

En.

Delay [min] Time at speed [min]

% Act. % Force

Inverter - Power+

65 [°C] T.Drive

En.Anticond

SetP. [°C] Diff. [°C]

EEV

Proportional Gain MOP [°C]

Integral Time LOP [°C]

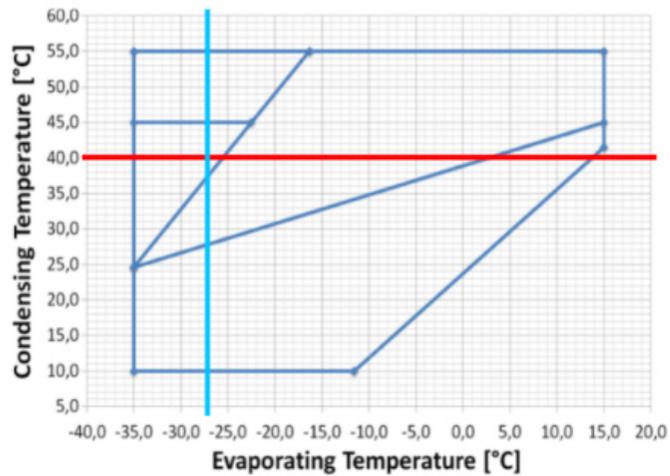
Derivative Time LSH [°C]

Man.EEV

Steps

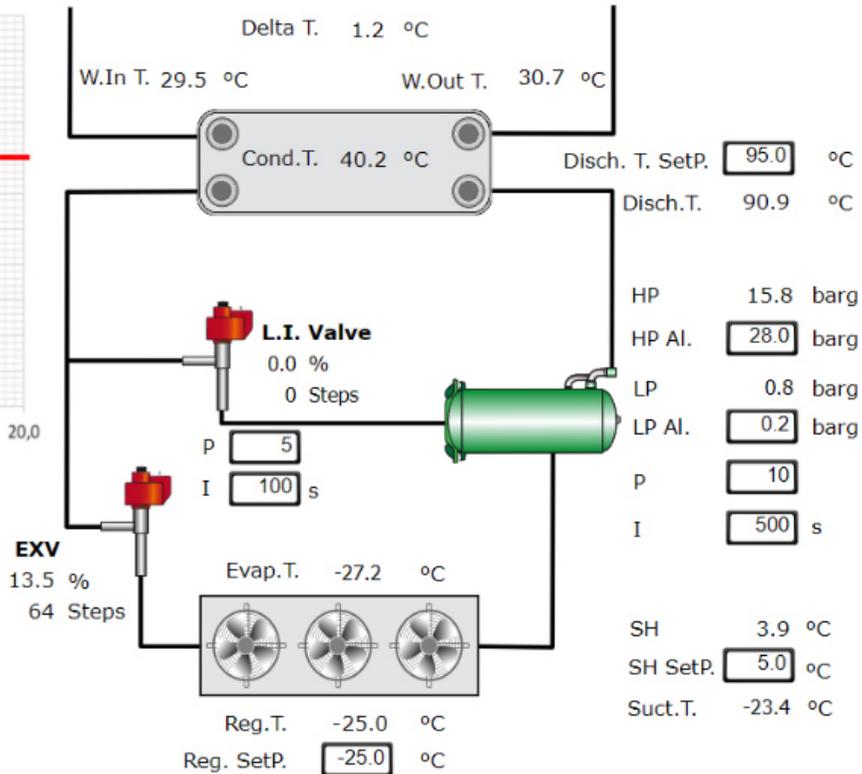
FUNCIONAMIENTO AR21

Unidades LT Servicio 18 MURAL DE HELADOS AR21 DA420 - 4



| | | |
|-------------------|-----------------|-----|
| Cooling Request | 40.0 | % |
| Envelope Request | 40 | % |
| Rotor Speed | 31.9 | rps |
| Envelope Zone | INSIDE ENVELOPE | |
| Cooling Capacity | 1.16 | kW |
| Power Consumption | 0.85 | kW |
| EER (COP) | 1.36 | |

[Back](#)



Oil Recovery

En.

Delay [min] Time at speed [min]

% Act. % Force

Inverter - Power+

73 [°C] T.Drive

En.Anticond

SetP. [°C] Diff. [°C]

EEV

Proportional Gain MOP [°C]

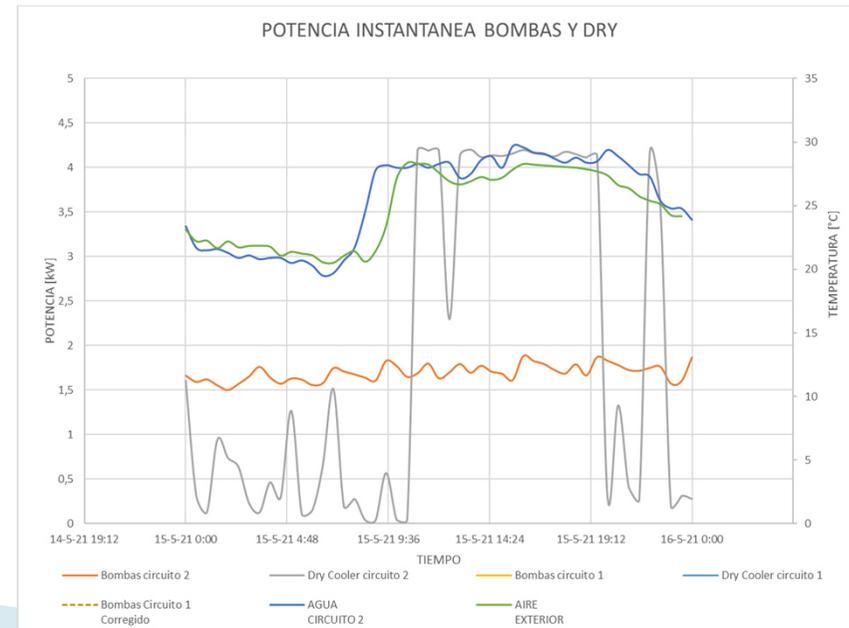
Integral Time LOP [°C]

Derivative Time LSH [°C]

Man.EEV Steps

Medidas de eficiencia adoptadas (2).

- Condensación flotante con temperatura de bucle de agua flotante, caudal variable y ayuda con pads adiabáticos: de esta forma la referencia es la temperatura húmeda del aire, consiguiendo temperaturas de entrada a las baterías del dry-cooler entre 2-3 K superiores a la temperatura húmeda.
- El sistema adiabático solo entra en funcionamiento con temperaturas exteriores superiores a 27°C, con lo que se obtienen temperaturas de agua máximas de 29-30°C a la salida del dry-cooler, reduciendo además el consumo de agua del adiabático.



Datos empíricos de consumo energético.

- No se dispone de un año completo de consumo energético de la instalación con las mejoras implementadas.
- Se ha extrapolado el resultado de 3 meses de funcionamiento con los nuevos sistemas de ahorro energético implementados (con ayuda de la herramienta COLDergy)
- Para extrapolar los resultados se realizó un estudio de las temperaturas exteriores anuales y se modelizó el funcionamiento de los servicios del supermercado, obteniendo la media de funcionamiento de los servicios tanto positivos como negativos, y con la tienda abierta y cerrada. La modelización se validó con consumos reales.
- Esta modelización ha permitido comparar distintos sistemas de refrigeración con el mismo comportamiento de los servicios, ya que la carga frigorífica aportada por los mismos es invariante respecto del sistema de refrigeración.
- La extrapolación anual del sistema “water-loop” indica un **consumo energético anual de la instalación de refrigeración de unos 315.000 kWh/año.**

Este valor de consumo anual iguala (en realidad estaría ligeramente por debajo) a los consumos obtenidos con el sistema de CO2 transcrito estandarizado utilizado por la cadena de supermercados para la misma zona climática.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

