

# success story



## Ahorro extra con CAREL retail sistema

### dónde

- Azzano Decimo, PN (I)  
ASPIAG SERVICE (Despar Nordest)  
• Supermercado Eurospar

### qué

- Supermercado "de excelencia":  
• sistemas de refrigeración diseñados e instalados por FriulFrigo Codroipo (UD)

### por qué

- Verificar prestaciones comparativas;
- ambiente de uso real de las más modernas iniciativas de ahorro energético;

### Supermercado EUROSPAR "excelente"

Aspiag, CAREL y FriulFrigo han unido sus competencias en el ambicioso proyecto de medir, con enfoque y rigor científico, cuánto se podrían reducir los consumos debidos a la conservación frigorífica alimentaria en un moderno supermercado "verde".  
Cómo objetivo prioritario se ha considerado el interés del comprador en la evaluación de los costes extra y del tiempo necesario para recuperar la inversión.

Se deseaba medir cómo y cuánto cada solución única contribuye al ahorro y cual es el efecto del uso combinado de las distintas soluciones, una vez que la instalación está operativa.

Para las instalaciones de Refrigeración se han considerado preventivamente las soluciones comercialmente disponibles, descartando las que no garantizaban la amortización adecuada.

El riguroso protocolo de prueba, seguido por el Laboratorio Termodinámico de CAREL, tiene permiso para adquirir una relevante y significativa cantidad de datos.

El Supermercado, abierto en noviembre de 2009, continúa generando preciosas informaciones, en las distintas estaciones y modos de funcionamiento.

¿Qué diferencia hay entre una aplicación simple y las nuevas soluciones?

Un campo de pruebas convencional deja, en general, amplios márgenes de interpretación ya que cada instalación resulta única y escasamente confrontable, incluso entre supermercados similares:

- en el Eurospar de Azzano X se han podido, por el contrario, comparar las previsiones de proyecto, las pruebas de laboratorio y los resultados reales en las distintas condiciones operativas;
- podemos aquí activar y desactivar cada funcionalidad para medir su eficacia, repitiendo varias veces las verificaciones a igualdad de condiciones de carga;
- no ha habido optimización excesiva, con super-expertos que durante meses cuidan cada detalle al objeto de demostrar rendimientos inalcanzables en los "supermercados verdaderos"
- para las pruebas han sido utilizadas las configuraciones estándar. En caso de variación de cualquier parametro las medidas han sido repetidas.

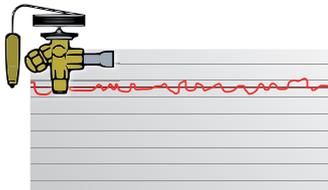
Entre los resultados más interesantes se señala cómo, gracias a una selección precisa de los componentes y una óptima realización de las instalaciones, se pueden obtener ahorros significativos también con esfuerzos limitados y bajos costes adicionales.



## Supermercado "tradicional"

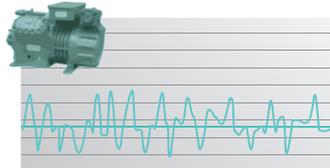
Cómo típico supermercado "tradicional", se ha elegido una instalación con válvulas termostáticas mecánicas, dos centrales frigoríficas equipadas con compresores sin parcializaciones o inverter, ningún dispositivo particular para la regulación de los puntos de consigna de presión.

### Válvula mecánica



La presión de condensación se mantiene constante para no tener que retasar las válvulas de expansión en las unidades frigoríficas por su baja capacidad de adaptación

### Sin inverter

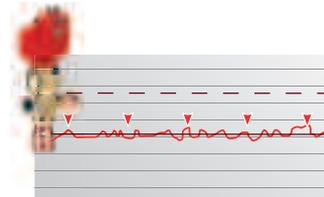


Regulación de la presión de aspiración imprecisa por la ausencia de órganos de modulación de la capacidad frigorífica (ON/OFF compresores)

## Supermercado "evolucionado"

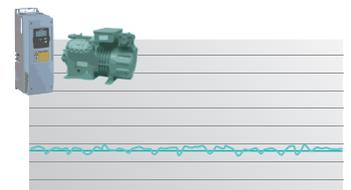
Se ha definido como supermercado "evolucionado" una instalación donde se han adoptado las válvulas electrónicas de expansión en los equipos frigoríficos y donde es posible variar la velocidad de los compresores de las centrales frigoríficas por medio de inverter. Además la presión de condensación con controladores adecuados no está vinculada a la posibilidad de las válvulas electrónicas de trabajar a saltos de presión variables.

### Válvula electrónica



Se tiene la posibilidad de aprovechar la temperatura externa de los meses fríos para reducir la temperatura de condensación

### Inverter



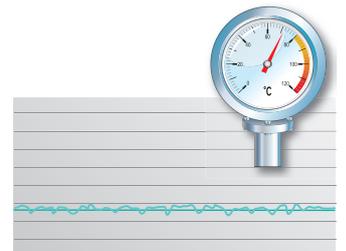
La regulación de la presión de aspiración es continua y precisa

evolucionado = 

### Punto de consigna de aspiración fijo

El punto de consigna de la presión de aspiración se mantiene siempre constante independientemente de la demanda de los equipos.

Puede, por lo tanto, ocurrir que el punto de trabajo de la central frigorífica sea excesivamente bajo y no necesario en función de las condiciones climáticas



### Supermercado Eurospar (ASPIAG) de Azzano Decimo

#### Características instalación

- Superficie: 1500 m<sup>2</sup>
- Mostradores de temperatura media: 15
- Mostradores de baja temperatura: 11
- Cámaras de temperatura media: 6
- Cámaras de baja temperatura: 2

#### Central de temperatura media:

- 3 compresores en total
- 1 compresor con inverter (35 – 100%)
- Potencia total 100 kW
- Batería de condensación con 6 ventiladores con inverter

#### Central de baja temperatura:

- 3 compresores en total
- 1 compresor con inverter (35 – 100%)
- Potencia total 50 kW
- Intercambiador para subenfriamiento
- Batería de condensación con 4 ventiladores con inverter

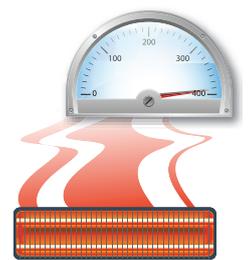
#### Controladores CAREL

Centrales frigoríficas: pRack pR100  
mostradores/cámaras frigoríficas: MPXPRO step3  
válvulas de expansión: E<sup>2</sup>V  
supervisión: PlantVisorPRO Touch Hyper

### Resistencias antivaho a duty cycle fijo

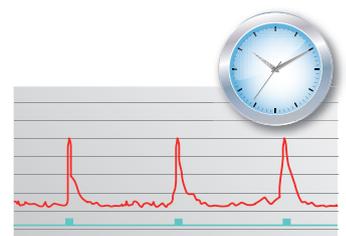
Las resistencias antivaho se ajustan a una potencia fija (típicamente al 100%).

Esto conlleva un derroche de energía eléctrica en todos los momentos en los que sería suficiente un menor calentamiento de las vitrinas de los mostradores.



### Desescarches planificados

El horario de desescarche sigue horarios o intervalos de tiempo fijos independientemente de la formación de hielo real. A menudo el número de desescarches es seleccionado en favor de la seguridad y es superior al necesario.



## Supermercado "excelente"

Sobre la base del supermercado "evolucionado" se aplican algunas modificaciones al funcionamiento de la instalación para aumentar su eficiencia energética. Se ha seleccionado una instalación real sobre la que realizar medidas de consumo eléctrico detalladas con el objeto de evaluar el ahorro energético asociado a las tecnologías mejorativas aplicadas:

- presión de aspiración energética;
- modulación inteligente de resistencias antivaho;
- función de optimización de desescarches "Skip defrost".

Es importante notar que la activación de las tecnologías que diferencian el supermercado "evolucionado" del "excelente" conllevan un coste adicional porcentualmente muy contenido.

La presión de evaporación energética es, de hecho, una función adicional del supervisor PlantVisorPRO y, una vez seleccionado el MPXPro como controlador de los equipos, la función "skip defrost" y la modulación auto adaptativa de las resistencias antivaho son funciones que sólo son habilitadas y configuradas a coste prácticamente nulo.

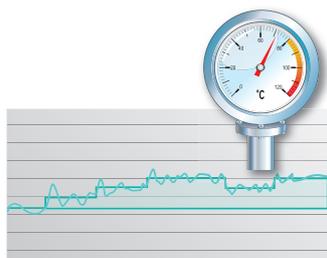


### Floating suction

El punto de consigna de la presión de aspiración varía en función de la demanda de los mostradores.

El algoritmo indentifica los equipos críticos que requieren una mayor prestación de la central frigorífica y la regulación es adaptada en consecuencia.

En este modo la central frigorífica no consumirá más de lo necesario en cada momento de forma completamente automática.



### Resistencias antivaho con algoritmo autoadaptativo

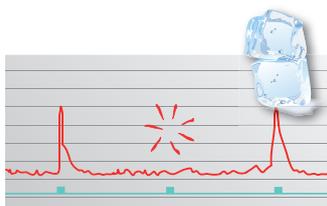
Las resistencias antivaho son controladas por medio de un duty cycle variable. La potencia, de hecho, es atentamente dosificada en función de la temperatura y la humedad ambientales y de la temperatura del cristal y de la cornisa de los equipos. Además existe un algoritmo que estima la temperatura del cristal y la de rocío: en este modo se pueden utilizar las resistencias adecuadamente a las condiciones, sin la adición de otras sondas en los mostradores refrigerados.



### Skip defrost

En función de la duración de los desescarches precedentes es posible evitar desescarches inútiles.

La duración de un desescarcho depende de la cantidad de hielo depositada sobre la batería y en base a las duraciones precedentes y a otros parámetros de afinamiento son evitables hasta un máximo de tres desescarches seguidos.



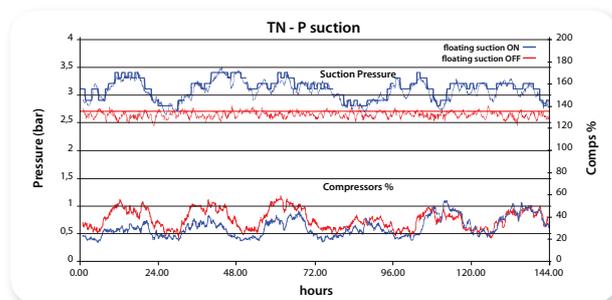
## Realización de las pruebas

Las pruebas se realizan para obtener datos lo más comparables posible, si se selecciona como punto de referencia el funcionamiento del supermercado "evolucionado": todos las unidades frigoríficas están equipadas con válvulas electrónicas de expansión, las centrales están dotadas de inverter sobre el primer compresor y está permitido adaptar la condensación a la temperatura externa también en la estación fría. Los parámetros de los controladores electrónicos no inherentes a las distintas tecnologías objeto de la prueba han sido mantenidos constantes, para tener una correspondencia directa entre la función en prueba y los correspondientes ahorros energéticos.

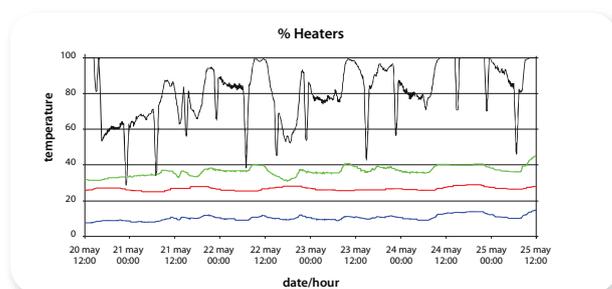
Las centrales frigoríficas han funcionado con los mismos puntos de consigna de condensación.

Las pruebas se han prolongado durante varios meses, alternando el modo supermercado "evolucionado" y el de supermercado "excelente" con cadencia semanal, se han seleccionado por lo tanto periodos comparables desde el punto de vista de las condiciones climáticas externas y, como consecuencia, se calcula el ahorro energético.

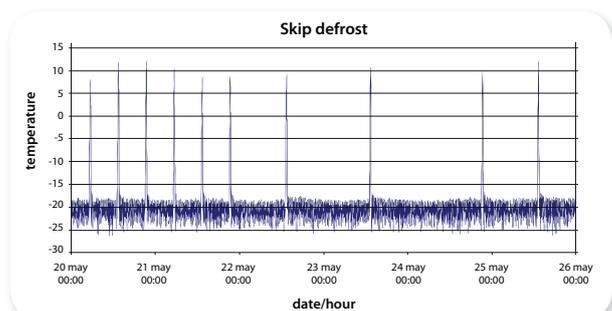
La toma de muestras de los datos se ha efectuado cada 5 minutos.



Quando está activa la función de evaporación energética (floating suction) la presión de evaporación es optimizada en función de los rendimientos requeridos (día/noche, verano/invierno) y por lo tanto la potencia demanda a la central frigorífica es siempre la estrictamente indispensable



Se observa la relación entre la humedad y el porcentaje de activación de las resistencias antivaho con una media bien por debajo del "típico" 100%



En el plazo de 6 días es posible observar que se han evitado hasta 7 desescarches

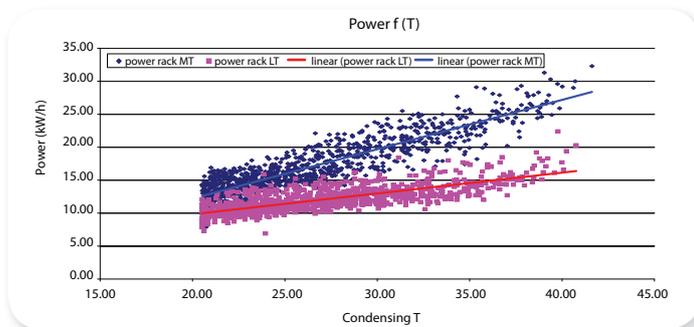


## Resultados

Las pruebas se han prolongado durante diez meses, durante los cuales se han alternado periodos de funcionamiento en el modo "supermercado evolucionado" y periodos en los que se han activado las tecnologías puestas a prueba. Se ha obtenido un resultado medio, que toma en consideración todo el periodo de las pruebas excluidos los periodos de mantenimiento, de funcionamiento anómalo o en los que se han realizado otras pruebas. Además se han seleccionado dos periodos representativos en los que la temperatura exterior ha sido casi constante para comparar directamente periodos reales con el uso o no de las diferentes tecnologías. Finalmente, se ha asociado a cada tecnología la correspondiente parte proporcional del ahorro energético medido.

### Resultados generales

Tomando en consideración sólo los periodos de prueba efectivos se ha utilizado un modelo lineal para la relación entre el consumo eléctrico y la temperatura de condensación. Sobre la base de esta relación y sobre el número de horas de funcionamiento en cada tecnología se han comparado los consumos obteniendo los resultados de la tabla.



Media de 6 meses			
marzo-agosto 2010	Excelente	Evolucionado	Ahorro
duración	62 días	102 días	
temp. externa	19,3 °C	19,3 °C	
potencia absorbida en las horas de funcionamiento	32,7 kW	36,3 kW	10 %

## Conclusiones

A la luz de otras experiencias de CAREL en el ámbito del ahorro energético y en base a los resultados de las numerosas pruebas realizadas en Azzano X, es posible extraer también conclusiones generales.

La elección del paso de un supermercado "tradicional" al supermercado "evolucionado" conlleva la instalación de válvulas electrónicas, con los correspondientes controladores en los equipos, y de invertir en los compresores de las centrales.

Dicha elección implica, por lo tanto, un coste inicial que está justificado con el ahorro obtenible sobre el consumo eléctrico, estimable estadísticamente en un 20%. A partir de dicha solución, ya de por sí avanzada, el supermercado "excelente" permite un ahorro adicional entre el 10 y el 15%, a coste prácticamente nulo, ya que se trata de tecnologías ya presentes en los controladores MPXPRO o de plugin adicionales del supervisor PlantVisorPRO.

### Resultados puntuales

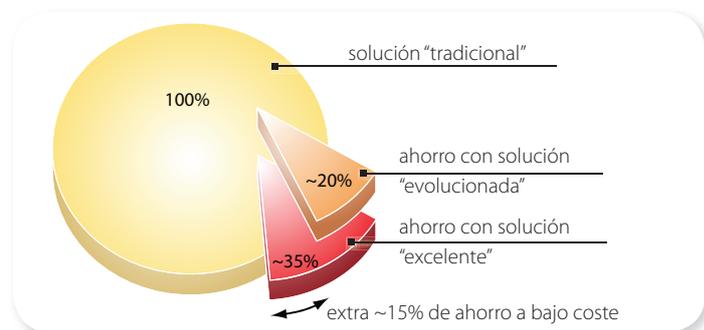
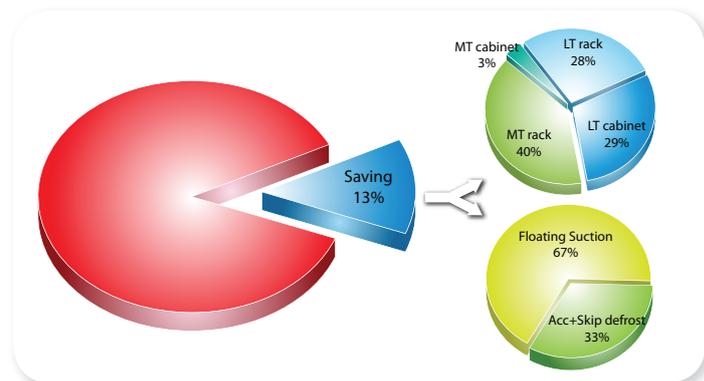
Seleccionando los periodos a temperatura exterior casi constante se han recabado las comparaciones puntuales entre el funcionamiento "evolucionado" y el "mejorado". Los datos invernales son mejores que los estivales a causa de una eficacia diferente de la función "floating suction" y de la humedad ambiental diferente.

prueba 1 - duración 144 h			
mayo 2010	Excelente	Evolucionado	Ahorro
temp. externa	20,7 °C	19,9 °C	
consumos - inverter ON	4729 kWh	5457 kWh	13 %

prueba 2 - duración 456 h			
Julio-agosto 2010	Excelente	Evolucionado	Ahorro
temp. externa	24,2 °C	24,9 °C	
consumos - inverter ON	18133 kWh	19660 kWh	8 %

### Atribución del ahorro energético

El gráfico ilustra de forma inmediata la subdivisión del ahorro energético imputable a las distintas tecnologías.



ref. ASHRAE journal febrero 2009

### Headquarters ITALY

CAREL INDUSTRIES HQs  
Via dell'Industria, 11  
35020 Brugine - Padova (Italy)  
Tel. (+39) 0499 716611  
Fax (+39) 0499 716600  
carel@carel.com

### Sales organization

CAREL Asia - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Australia - [www.carel.com.au](http://www.carel.com.au)  
CAREL China - [www.carel-china.com](http://www.carel-china.com)  
CAREL Deutschland - [www.carel.de](http://www.carel.de)  
CAREL France - [www.carelfrence.fr](http://www.carelfrence.fr)  
CAREL Iberica - [www.carel.es](http://www.carel.es)  
CAREL India - [www.carel.in](http://www.carel.in)

### Affiliates

CAREL HVAC/R Korea - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Russia - [www.carelrussia.com](http://www.carelrussia.com)  
CAREL South Africa - [www.carelcontrols.co.za](http://www.carelcontrols.co.za)  
CAREL Sud America - [www.carel.com.br](http://www.carel.com.br)  
CAREL U.K. - [www.careluuk.co.uk](http://www.careluuk.co.uk)  
CAREL U.S.A. - [www.carelususa.com](http://www.carelususa.com)

CAREL Czech & Slovakia - [www.carel-cz.cz](http://www.carel-cz.cz)  
CAREL Korea (for retail market) - [www.carel.co.kr](http://www.carel.co.kr)  
CAREL Ireland - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Thailand - [www.carel.co.th](http://www.carel.co.th)  
CAREL Turkey - [www.carel.com.tr](http://www.carel.com.tr)