

## dove

Carrefour Lombardia, Piemonte,  
Val D'Aosta, (Nord Italia)

## cosa

### Supermercati Carrefour

- centrale frigorifera Enex
- installazione RefSystems – REF MILANO
- elettronica CAREL

## perché

### Soluzione full green

- refrigerante naturale
- soluzione booster
- compressione parallela integrata
- recupero di calore ad alta efficienza

## quando

2013-2015

## Refrigerazione naturale: Carrefour a CO<sub>2</sub> con CAREL

Centrali frigorifere full green nei supermercati Carrefour nel Nord Italia

Grazie alla collaborazione tra Carrefour, RefSystems e REF MILANO, Enex e CAREL Industries è stato possibile realizzare nel nord Italia una decina di supermercati full green che utilizzano l'anidride carbonica come gas refrigerante per la conservazione del freddo alimentare e sfruttano le tecnologie più avanzate in termini di efficienza energetica come compressione parallela e recupero di calore.

Carrefour è impegnata da diversi anni nella sostituzione di impianti ad HFC, prima con impianti ibridi CO<sub>2</sub>/R134a (33 realizzazioni a CO<sub>2</sub> subcritica) poi con impianti di refrigerazione esclusivamente funzionanti a CO<sub>2</sub>. A partire dal 2011 sono stati effettivamente realizzati (ex novo o retrofit) dal gruppo Carrefour 18 supermercati a CO<sub>2</sub> transcritica, 16 dei quali sfruttano la tecnologia CAREL.

FORMATO	PDV	MQ DI VENDITA	ANNO	N. CENTRALI	N° UTENZE BANCHI	N° CELLE	Tipo di sistema	RECUPERO CALORE
IPER	AOSTA	6150	2013	1	87	11	BOOSTER - 2 livelli di Temperatura	DOBPIO STADIO
MARKET	AOSTA	1150	2013	1	31	9	BOOSTER	SINGOLO STADIO
IPER	GALLARATE MALPENSA	3600	2014	1	63	12	COMPRESSIONE PARALLELA	DOBPIO STADIO
MARKET	MI CORSO LODI	2000	2013	1	49	9	COMPRESSIONE PARALLELA	SINGOLO STADIO
MARKET	MI PZZA ANGILBERTO	900	2013	1	27	8	COMPRESSIONE PARALLELA	DOBPIO STADIO
MARKET	MI PZZA GRAMSCI	1100	2014	1	38	8	COMPRESSIONE PARALLELA	SINGOLO STADIO
DOCKS	NICHELINO	6650	2015	2	94	22	COMPRESSIONE PARALLELA	DOBPIO STADIO
IPER	CARUGATE	15400	2015	2	214	26	COMPRESSIONE PARALLELA	DOBPIO STADIO

Partner principale per questi progetti è Enex, azienda specializzata nella progettazione e sviluppo di sistemi frigoriferi ad alta efficienza con fluidi naturali.

Enex è stata fondata nel 2004 e fin dall'inizio si è occupata della realizzazione di sistemi di refrigerazione efficienti ed avanzati che utilizzano in particolar modo la CO<sub>2</sub>. L'esperienza accumulata su oltre 600 impianti transcritici ha permesso a Enex di acquisire una posizione di primo piano nel settore delle macchine frigorifere a CO<sub>2</sub>.

Enex ha sviluppato molte innovazioni nel settore della refrigerazione e ha introdotto e perfezionato l'utilizzo del compressore ausiliario, presente nella maggior parte delle installazioni Carrefour in oggetto.

La compressione parallela ha lo scopo di aumentare l'efficienza degli impianti che sfruttano la CO<sub>2</sub> come refrigerante permettendo miglioramenti di efficienza fino al 15% e soprattutto rendono gli impianti frigoriferi a CO<sub>2</sub> adatti anche per i climi caldi.

Per la realizzazione e l'installazione fondamentali sono stati gli interventi di RefSystems e REF MILANO, aziende di installazione e manutenzione di impianti di refrigerazione, che hanno gestito e coordinato il cambio di tecnologia e di refrigerante.

RefSystems e REF MILANO formano un unico gruppo dedicato al freddo alimentare ad alta efficienza. Fondate nel 2009 (RefSystems) e nel 2012 (REF MILANO) con la precisa volontà di creare realtà nuove, dinamiche, e all'avanguardia nel campo della refrigerazione, le due società sono costantemente orientate verso nuove tecnologie focalizzate al risparmio energetico e al rispetto dell'ambiente.

Il team che le compone è formato da tecnici altamente qualificati con esperienza decennale nel settore; questo ha permesso di consolidare fin da subito una collaborazione continuativa con le principali catene della grande distribuzione presenti nel territorio Italiano. RefSystems e REF MILANO offrono infatti la realizzazione di impianti all'avanguardia

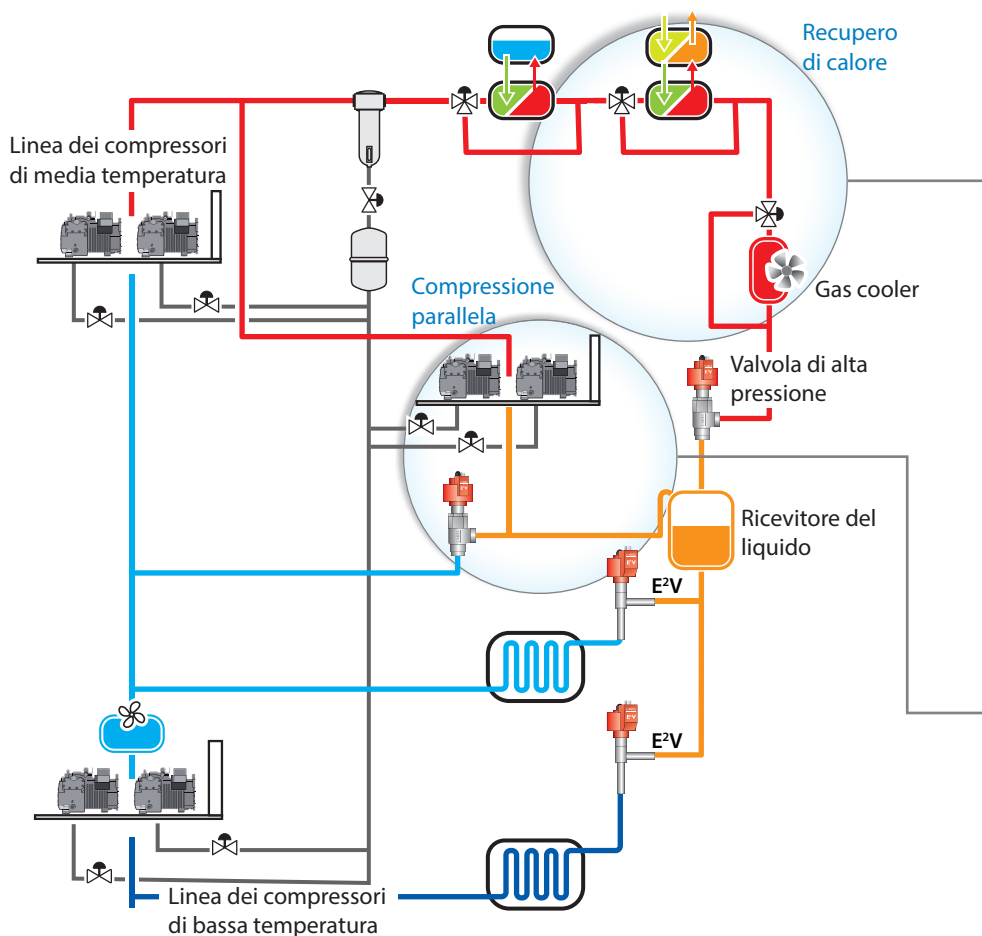
che sfruttano le migliori tecnologie nell'ottica del risparmio energetico, del rispetto dell'ambiente e nella semplificazione del mantenimento degli stessi, con particolare accento su impianti transcritici a CO<sub>2</sub> con recupero del calore e climatizzazione.

## Descrizione dell'impianto

Le centrali frigorifere sono dei sistemi booster a CO<sub>2</sub> transcritici, in cui la mandata dei compressori di bassa temperatura (-35°C) viene solitamente raffreddata in un primo step da un intercooler e poi scaricata sulla linea di aspirazione di media temperatura (-10°C). Il numero di compressori per linea, gestito dal controllo CAREL pRack, può variare nelle diverse installazioni da un minimo di due ad un massimo di sei compressori.

Le mandate dei compressori della linea di media confluiscono nella linea di alta pressione dove un sistema di scambiatori (fino a tre scambiatori) permette il recupero di calore in due fasi, come acqua sanitaria in un primo livello e come riscaldamento in un secondo. Entrambe le fasi sono controllate direttamente dalla scheda CAREL pRack, in grado di gestire contemporaneamente il calcolo della richiesta del recupero di calore, l'apertura della valvola 3-vie e la pompa di circolazione per l'acqua.

Il controllo CAREL pRack gestisce la regolazione in temperatura del gas cooler che utilizza ventilatori EC. Monitora direttamente la temperatura di uscita dello scambiatore, con la possibilità di spostare il setpoint di regolazione in base alla variazione della temperatura esterna (condensazione flottante) o in base alla richiesta proveniente dal recupero di calore.



Compressione parallela e recupero di calore in evidenza all'interno di uno schema tipico degli impianti (Booster a CO<sub>2</sub> transcritico)

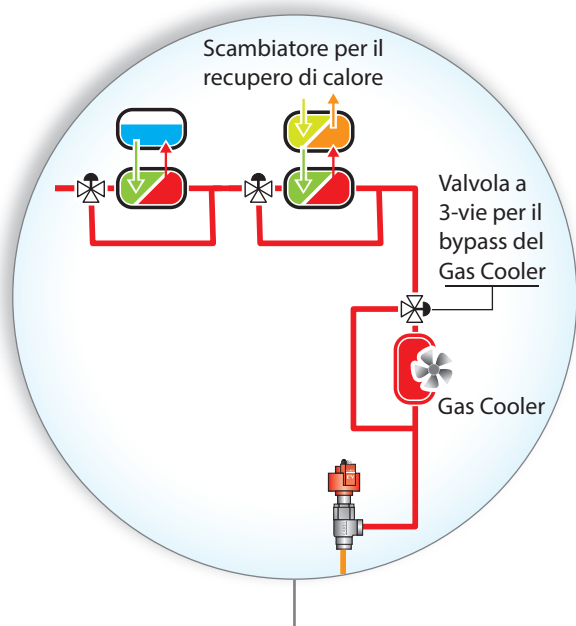
La regolazione della valvola HPV è in pressione, il setpoint è calcolato considerando la temperatura di uscita del gas cooler alla ricerca della pressione ottimale per il COP della centrale in condizioni transcritiche o del livello ideale di sottoraffreddamento in condizioni subcritiche, con la possibilità di aumentare il valore minimo del setpoint in caso di necessità da parte del recupero di calore.

Il ricevitore di liquido lavora normalmente attorno ai 35barg (2°C) e la valvola di flash regola la pressione all'interno del ricevitore (valvole di sicurezza a 45bar).

Nella maggior parte degli impianti realizzati è presente anche un'ulteriore linea di aspirazione parallela in grado di comprimere il

vapore di flash direttamente a partire dalla pressione intermedia del ricevitore, evitando di espanderlo inutilmente a pressioni inferiori. Questa azione riduce di fatto il lavoro di compressione ad alto  $\Delta P$  altrimenti necessario, apportando un vantaggio energetico (in termini di COP) a condizioni mediamente impegnative (come una temperatura ambiente pari a 30-35°C) di circa il 15%. Il compressore ausiliario risulta dunque fondamentale, per la compressione del flash gas nei climi miti come quello italiano.

Dal ricevitore di CO<sub>2</sub> liquida si diramano le linee verso le utenze di media e bassa temperatura (banchi e celle).

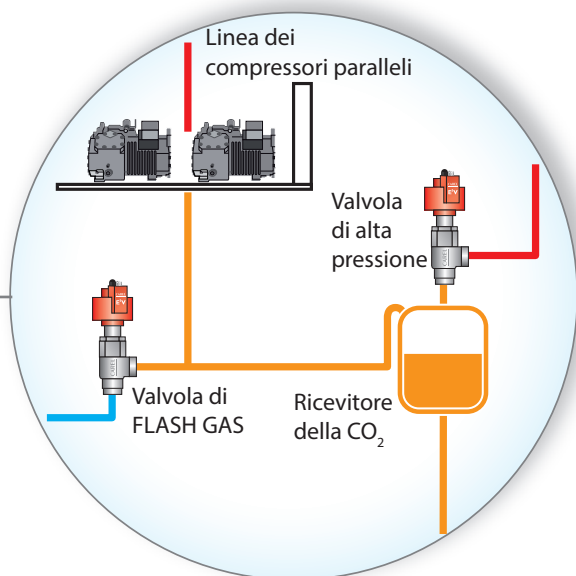


## Dettaglio sul recupero di calore

In un sistema CO<sub>2</sub> di tipo Booster, la funzione di Recupero Calore (o Heat Reclaim) permette di sfruttare il calore normalmente dissipato dal Gas Cooler per riscaldare l'acqua sanitaria oppure per il riscaldamento ambiente.

Il controllo CAREL dedicato alle soluzioni a CO<sub>2</sub> transcritica gestisce contemporaneamente fino a due recuperi di calore (ad acqua o ad aria) consentendo l'attivazione di 2 valvole 3-vie per gli scambiatori di calore. Lo stesso controllo regola il flusso dell'acqua (nel caso di scambio CO<sub>2</sub>-acqua) controllando la velocità e la regolazione della pompa a partire dalla richiesta del recupero stesso piuttosto che dalla temperatura dell'acqua in uscita.

Fondamentale ai fini dell'efficienza energetica è la possibilità di agire sul setpoint di regolazione della valvola di alta pressione e sul setpoint effettivo del Gas Cooler. Il controllo offre inoltre la possibilità di escludere il gas cooler utilizzando la regolazione modulante di una terza valvola a 3-vie. Una volta abilitato il bypass il controllo sposta la nuova temperatura di regolazione per il gas cooler e per il conseguente calcolo del setpoint di pressione della valvola di alta pressione, a valle della valvola a 3-vie.



## Dettaglio sulla compressione parallela integrata

In un sistema booster a CO<sub>2</sub> transcritico è di fondamentale importanza il controllo della pressione del ricevitore della CO<sub>2</sub> dove la CO<sub>2</sub> stessa si trova allo stato liquido nella parte inferiore del ricevitore e allo stato gassoso nella parte superiore. Il vapore in eccesso viene rimosso attraverso la valvola di espansione detta di FLASH GAS o RPRV (Regulating Pressure Receiver Valve) al fine di mantenere costante la pressione intermedia (all'incirca 35-38 barg). Questa valvola si troverà a lavorare con maggior frequenza e con percentuali di apertura maggiori nei periodi più caldi dell'anno e nei climi più temperati, come quello italiano, forzando i compressori di media temperatura a lavorare non tanto per la reale richiesta frigorifera quanto per la necessità di mantenere stabile la pressione all'interno del ricevitore di CO<sub>2</sub>.

L'utilizzo di un compressore, o di una batteria di compressori, posti tra il ricevitore e lo scarico dei compressori di media temperatura, fornisce i seguenti vantaggi:

- riduzione dell'utilizzo della valvola RPRV
- maggior efficienza per alte pressioni nel gas cooler
- maggior efficienza per alte temperature esterne.

L'attivazione e la regolazione della compressione parallela dipendono principalmente dal carico termico e dalle condizioni di lavoro secondo un particolare algoritmo.

## Descrizione pRack pR300T driver built-in e valvole di alta pressione E<sup>3</sup>V-C:

pR300T è il controllo ideale per la gestione dei sistemi booster ad anidride carbonica.

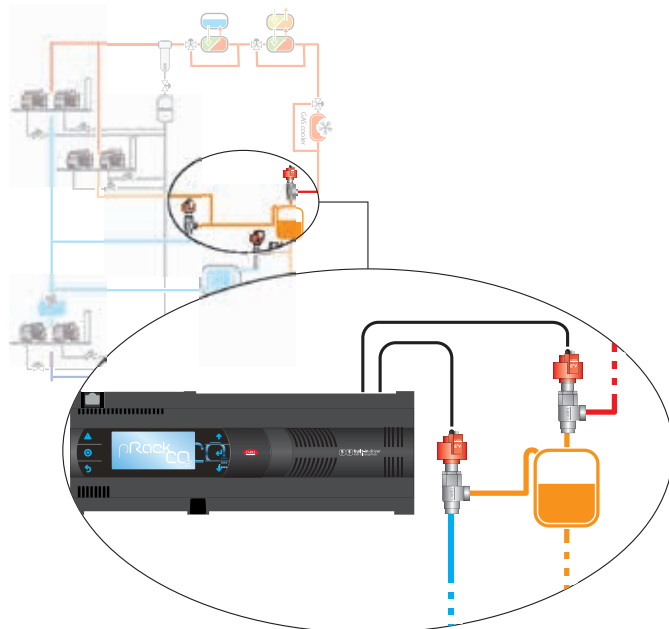
La nuova piattaforma pRack pR300T si propone nel mercato delle centrali CO<sub>2</sub> transcritiche come un prodotto sempre più performante che facilita l'utente nella gestione di macchine intrinsecamente complesse:

- gestione completa di impianti CO<sub>2</sub> transcritici in un singolo controllo;
- utilizzo di semplici e intuitive interfacce utente (anche customizzabili);
- facile accesso ai sistemi di supervisione;
- facile accesso alla programmazione (USB host e device).

Caratteristiche principali che rendono unico il controllo CAREL sul mercato sono:

- la gestione integrata nel controllo di una terza linea di aspirazione per un compressore parallelo;
- la gestione diretta delle valvole di alta pressione e flash gas.

Fondamentale per il controllo è appunto l'integrazione del driver per valvole di espansione stepper che consente di non utilizzare driver esterni per la gestione delle valvole. La tecnologia ultracap inoltre massimizza i livelli di sicurezza dell'impianto.



## Conclusioni

Negli ultimi anni la sensibilità delle principali catene di supermercati si è spostata sulla refrigerazione naturale e Carrefour è sicuramente tra i pionieri e promotori della CO<sub>2</sub> nell'ambito della refrigerazione commerciale.

RefSystems e REF MILANO hanno dimostrato come il mercato italiano sia pronto ad utilizzare questo tipo di tecnologie anche in un'ottica di ritorno in termini economici dell'investimento.

Centrali frigorifere all'avanguardia, come quelle realizzate da ENEX, consentono di investire e credere in sistemi frigoriferi che utilizzano anidride carbonica come refrigerante.

La tecnologia di controllo CAREL punta su affidabilità e efficienza per questo tipo di impianti, con particolare attenzione ai climi più caldi rispetto al nord Europa.

Le soluzioni CAREL possono aiutare anche gli utenti meno esperti ad interagire con questo tipo di sistemi e si rivelano le più promettenti in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore della refrigerazione commerciale.



### 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 Ltd.  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Australia Pty Ltd.  
[www.carel.com.au](http://www.carel.com.au)

CAREL Central and Southern Europe  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Deutschland GmbH  
[www.carel.de](http://www.carel.de)

CAREL Electronic (Suzhou) Co. Ltd.  
[www.carel-china.com](http://www.carel-china.com)

CAREL France Sas  
[www.carelfrance.fr](http://www.carelfrance.fr)

CAREL HVAC/R Korea Ltd  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Controls Ibérica, S.I.  
[www.carel.es](http://www.carel.es)

CAREL Italy  
[www.carel.it](http://www.carel.it)

CAREL ACR Systems India (Pvt) Ltd.  
[www.carel.in](http://www.carel.in)

CAREL Mexicana S de RL de CV  
[www.carel.mx](http://www.carel.mx)

CAREL Middle East DWC LLC  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Nordic AB  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Russia LLC  
[www.carelrussia.com](http://www.carelrussia.com)

CAREL Controls South Africa (Pty) Ltd.  
[www.carelcontrols.co.za](http://www.carelcontrols.co.za)

CAREL Sud America Instrumentação  
Electronica LTDA  
[www.carel.com.br](http://www.carel.com.br)

CAREL Thailand  
[www.carel.co.th](http://www.carel.co.th)

CAREL U.K. LTD  
[www.careluk.co.uk](http://www.careluk.co.uk)

CAREL U.S.A. L.L.C.  
[www.carelusa.com](http://www.carelusa.com)

### Affiliates

CAREL Czech & Slovakia  
CAREL spol. s.r.o.  
[www.carel-cz.cz](http://www.carel-cz.cz)

CAREL Ireland  
FarrahVale Controls & Electronics Ltd.  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Japan Co., Ltd.  
[www.carel-japan.com](http://www.carel-japan.com)

CAREL Turkey  
CFM Sogutma ve Otomasyon San. Tic. Ltd.  
[www.carel.com.tr](http://www.carel.com.tr)