



*Cambiamenti climatici: i ghiacciai si ritraggono, l'acqua diminuisce, i raggi solari intrappolati aumentano l'effetto serra*



# **COMPRESSORI TRANSCRITICI PER CO<sub>2</sub> PER GRANDI CAPACITÀ DI RAFFREDDAMENTO**

**A. MURESAN  
OFFICINE MARIO DORIN S.p.A.**



# COMPRESSORI TRANSCRITICI PER CO<sub>2</sub> PER GRANDI CAPACITÀ DI RAFFREDDAMENTO

Adrian Muresan

Application Engineer, OFFICINE MARIO DORIN S.p.A., Via Aretina 388, Compiobbi - Florence, Italy. E-mail: [a.muresan@dorin.com](mailto:a.muresan@dorin.com)

## Astratto

L'utilizzo della CO<sub>2</sub> come refrigerante è attualmente considerato come una delle soluzioni più valida in alternativa ai refrigeranti sintetici con elevato GWP.

Comunque, mentre la sua adozione nelle applicazioni per la refrigerazione commerciale è oramai comunemente adottata, questo refrigerante non è ancora considerato come soluzione standard per applicazioni di elevata capacità frigorifera quali magazzini refrigerati, processi di raffreddamento, applicazioni industriali di media potenza, ecc.

Una delle ragioni principali è la mancanza di componenti di adeguata potenza; i compressori rientrano in questa categoria.

Questo articolo tratta dei nuovi compressori trascritici per CO<sub>2</sub> che, mantenendo la filosofia costruttiva dei compressori per la refrigerazione commerciale, sono stati dimensionati per le capacità richieste dagli impianti frigoriferi sopra descritti.

**Keywords:** CO<sub>2</sub>, Carbon dioxide, industrial refrigeration, GWP.

## 1. Introduzione

I compressori semiermetici a pistoni di tipo commerciale si sono affermati sul mercato per alcune peculiarità che ne rendono semplice l'installazione quali: la presenza del motore e del compressore nella stessa carcassa rende semplice il contenimento delle fughe anche con pressioni operative elevati tipiche delle applicazioni con CO<sub>2</sub>; il raffreddamento del motore con il gas aspirato permette di ottenere potenze specifiche elevate; il sistema di lubrificazione è incluso nella carcassa; non sono necessari elementi di trasmissione del moto essendo tutti i componenti montati solidalmente sullo stesso albero, si prestano facilmente ad essere installati in parallelo, non richiedono procedure di avviamento e fermata particolari.

Allo stesso tempo garantiscono il mantenimento delle prestazioni nel tempo e richiedono interventi minimi di manutenzione: le fasce elastiche sono in grado di assicurare una ottima tenuta anche con pressioni differenziali elevate e permettono di compensare per molte ore di funzionamento le usure delle pareti del cilindro, le valvole sono comandate solo dalle forze di pressione, non necessitano di aggiustamenti o regolazioni nel tempo e praticamente non sono soggette ad usure.

L'impiego di compressori con CO<sub>2</sub> è caratterizzato da elevate pressioni operative e da temperature di fine compressione superiori a quelle dei refrigeranti sintetici; inoltre l'elevata capacità frigorifera volumetrica ne limita drasticamente la cilindrata. Tutte queste peculiarità del CO<sub>2</sub> comporta dei decisivi vantaggi nell'utilizzo dei compressori a pistoni rispetto alle tecnologie a vite e scroll.

## 2. Stato dell'arte

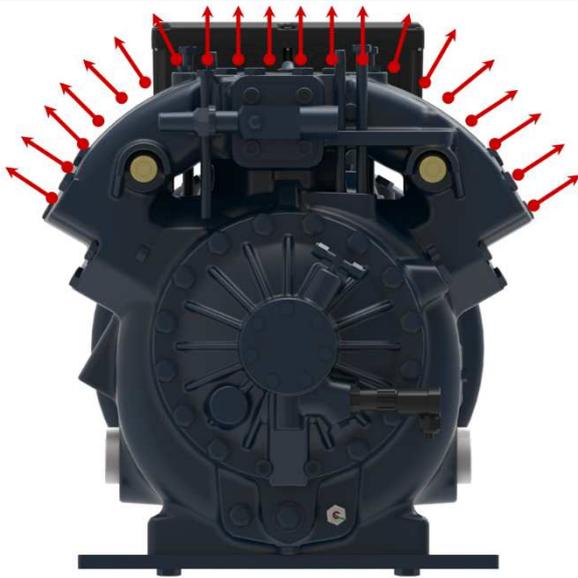
Negli ultimi 7-8 anni i più importanti costruttori di compressori semiermetici hanno sviluppato una propria gamma di compressori per CO<sub>2</sub>. Partendo da potenze tipiche della refrigerazione commerciale, la potenzialità dei compressori è gradualmente cresciuta; ad oggi sono disponibili sul mercato compressori di potenza nominale 50 HP con volumi spostati < 40 m<sup>3</sup>/h a 50 Hz. Questa limitazione comporta che vengano costruiti rack

frigoriferi con un numero impressionante di compressori con costi di installazione elevati. Si riporta di seguito l'esempio di uno dei casi affrontati recentemente.

Si tratta di un magazzino refrigerato dove è richiesta una capacità frigorifera di 1,1 MW in MT (media temperatura da -5 a 0°C). Si tratta di impianti in cui il carico termico varia molto lentamente nel tempo e che non richiede variazioni stagionali di carico troppo estreme. Con la disponibilità attuale di compressori è necessario costruire due centrali frigorifere con un totale di 10 – 12 compressori, a seconda dei volumi selezionati. Con la nuova serie di compressori a 6 cilindri sviluppata da DORIN 6 compressori sono in grado di coprire la stessa potenzialità. Questo rende possibile la costruzione di un singolo rack, invece di due, con evidenti vantaggi in termini di spazi necessari e costi di installazione.

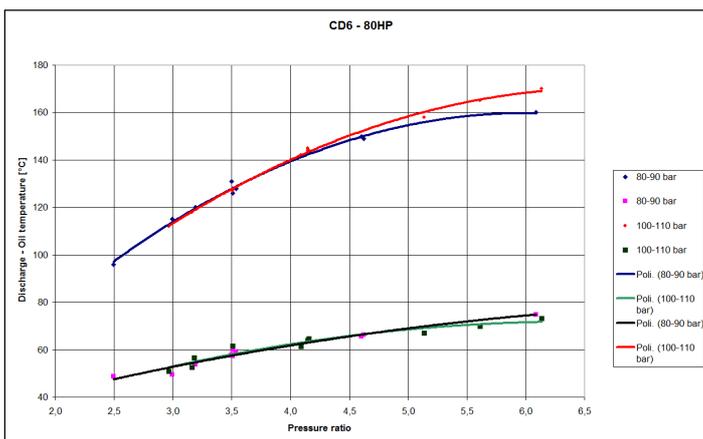
### 3. Compressori transcritici per co2 per grandi capacità di raffreddamento

L'aumento della cilindrata e le elevate pressioni differenziali in gioco hanno comportato la



nessità di passare da 4 cilindri a 6 cilindri per evitare di dovere ricorrere ad alesaggi di diametro troppo elevati. Come per le attuali gamme DORIN si è scelto di confinare il refrigerante, dopo la compressione, in un collettore esterno alla carcassa del compressore (vedi figura 1) per limitare il trasferimento di calore tra la zona ad elevata temperatura ed il resto del compressore; le prove funzionali e di validazione del progetto hanno confermato che questa soluzione permette di mantenere il livello termico generale e la temperatura dell'olio lubrificante a valori accettabili anche in condizioni di elevati rapporti di compressione.

Figura 1 - Collettore esterno per consentire lo smaltimento del calore ottimale



Nel diagramma 2 sono riportate le curve di temperatura dell'olio e di mandata al variare del rapporto di compressione e della pressione di evaporazione.

Figura 2 - Temperatura di mandata e dell'olio al variare dei rapporti di compressione

Le verifiche funzionali hanno anche dimostrato che compressori con la struttura tipica da refrigerazione commerciale possono essere applicati anche potenze fino a 100 HP, con valori di efficienza volumetrica e isoentropica comparabili ai compressori transcritici presenti sul mercato. Nei diagrammi 3 e 4 sono indicati i valori misurati su un modello da 80 HP.

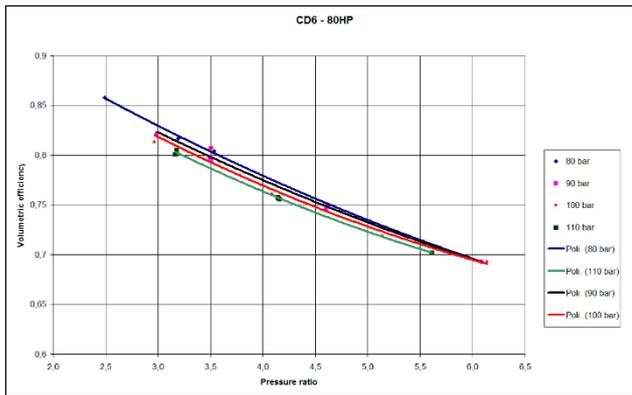


Figura 3 - Efficienza volumetrica

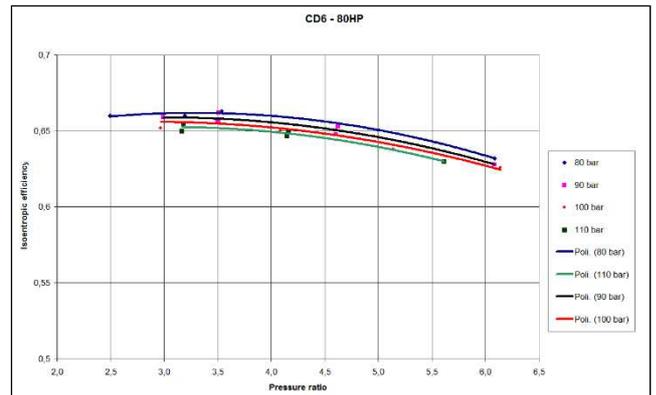


Figura 4 - Efficienza isoentropica

Il progetto dei compressori ha anche privilegiato la standardizzazione delle parti esterne a pressione su un campo esteso di cilindrata con pressioni di progetto idonee non solo per processi di refrigerazione ma anche per pompe di calore; in considerazione anche delle potenze installate le dimensioni dei compressori sono molto contenute.

Nella figura 5 si riportano le dimensioni dei compressori. Nella tabella 1 vengono riportati i valori di potenza e le cilindrata a 50 Hz per quanto riguarda l'intera gamma CD500.

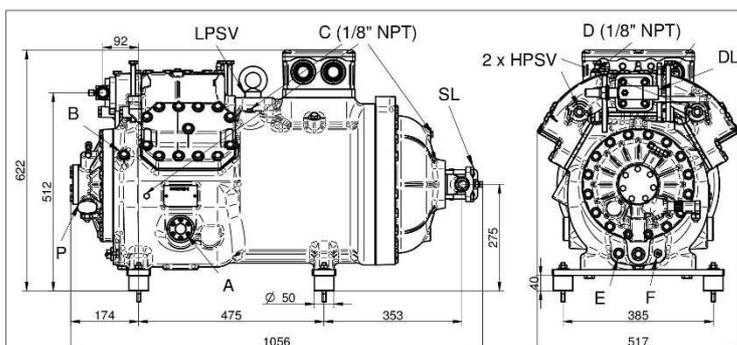


Figure 5 - CD500 dimensioni d'ingombro

Tabella 1 (sotto) - CD500 volume spostato e HP

Range Serie	Model Typ	Displacement Fördervolumen	HP
		50 Hz [m <sup>3</sup> /h]	
CD 500	CD 6 500-40B	39,85	50
	CD 6 600-40M	39,85	60
	CD 6 700-40H	39,85	70
	CD 6 500-45B	45,34	50
	CD 6 700-45M	45,34	70
	CD 6 800-45H	45,34	80
	CD 6 500-53B	53,21	50
	CD 6 800-53M	53,21	80
	CD 6 800-59M	59,53	80
	CD 6 700-99B	98,58	70

#### 4. Conclusions and further developments

Oggi le prime macchine della nuova gamma CD500 sono in funzione da alcuni mesi; I risultati del campo mostrano la silenziosità ed il funzionamento regolare, portando gli utenti finali a guardare la CO<sub>2</sub> come un'alternativa molto interessante per applicazioni industriali leggere (capacità fino a 1,5 MW \*). Tuttavia, l'elevata capacità specifica caratterizzata dalla CO<sub>2</sub> consente di sviluppare piattaforme ancora più grandi di compressori, che ancora riguardano il settore della refrigerazione commerciale, ma che si concludono in capacità fino a 200 kW

\* per compressore. Infatti, Officine Mario Dorin sta già sviluppando modelli di questo genere che saranno presto qualificati e testati sul campo.

(\*Dati a condizioni MT tipiche, -10°C / 90 bar / 35 °C T<sub>GCOUT</sub>).

