

I compressori scroll :le prestazioni e le applicazioni

Il campo di funzionamento per alte e medie temperature

Il campo di funzionamento dei compressori Compliant Scroll ne consente l'impiego in tutte le applicazioni di climatizzazione e a pompa di calore. La fig. 8 ne evidenzia l'ampiezza con temperature di evaporazione comprese da $+12,5^{\circ}\text{C}$ a -23°C .

All'interno del campo riportato nella fig. 5 esistono dei limiti di funzionamento dettati dalle diverse condizioni di aspirazione, con refrigerante R 22. Per ogni area, la linea di sinistra delimita il campo di funzionamento alle condizioni sotto specificate. In tutto il campo di applicazione non è richiesta alcuna ventilazione supplementare.

* A indica l'area di lavoro con gas aspirato alla temperatura di 25°C . Ciò significa, ad es., che alla temperatura di evaporazione di -10°C ed alla temperatura di aspirazione di $+25^{\circ}\text{C}$, il surriscaldamento del gas è di 35 K.

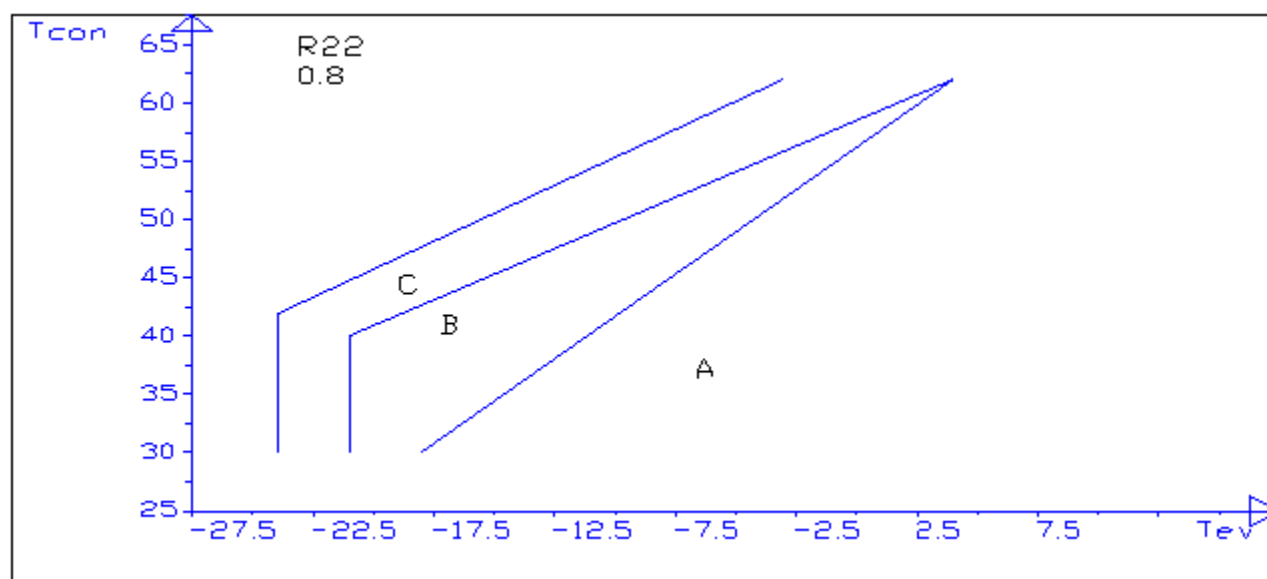


FIGURA 5

Campo di funzionamento dei compressori Compliant Scroll con R 22. Come si può vedere, il campo si presenta molto ampio e in grado di far fronte a tutte le esigenze della climatizzazione civile, di pompa di calore e numerose applicazioni di refrigerazione commerciale.

Zona A: funzionamento con temperatura di aspirazione del gas di 25°C .

Zona B: funzionamento con surriscaldamento del gas di 20 K.

Zona C: funzionamento con surriscaldamento del gas di 11 K.

* B indica il campo di lavoro con surriscaldamento costante di 20 K.

Ciò significa che alla temperatura di evaporazione di -10°C , il compressore aspira a $+10^{\circ}\text{C}$. Il compressore

con surriscaldamento di 20 K può essere impiegato, oltre che nell'area B, anche nell'area A

* C indica il campo di lavoro con surriscaldamento costante di 11 K. Ciò significa che alla temperatura di evaporazione di -11°C , il compressore aspira a $+1^{\circ}\text{C}$. Il compressore che aspira del gas con surriscaldamento di 11 K può essere impiegato in tutte e tre le aree del diagramma.

Un campo di funzionamento di tale ampiezza, come si è detto all'inizio, permette l'utilizzo dei compressori Compliant Scroll in tutte le applicazioni di climatizzazione civile, nei sistemi a pompa di calore (date le alte temperature di condensazione raggiungibili) ed in numerose applicazioni di refrigerazione commerciale. Ciò conferma la rispondenza di questi compressori ad una vasta domanda di applicazione, per quanto differenziata possa presentarsi.

I limiti di cui sopra sono dettati dal fatto che la temperatura del gas di mandata venga contenuta entro 143°C .

Le prestazioni energetiche e frigorifere

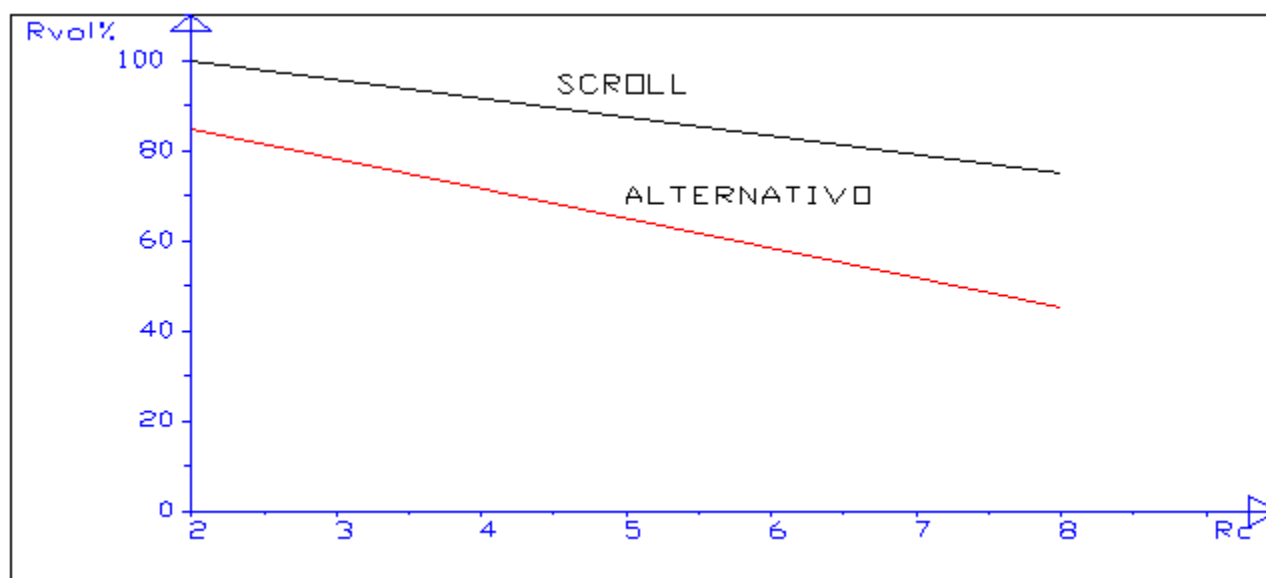


FIGURA 6

I compressori scroll presentano rendimenti volumetrici molto elevati, vicini al 100%, perciò la loro cilindrata risulta inferiore rispetto a quella di compressori alternativi di pari capacità. Com'è noto, il rendimento volumetrico costituisce il rapporto tra l'effettivo volume di gas che entra nel compressore e il volume di spazio disponibile per la compressione da parte del compressore. Nella fig. 6 il rendimento volumetrico di un compressore scroll è posto a confronto con quello di un compressore alternativo corrispondente: come si vede, per lo scroll il rendimento volumetrico risulta sensibilmente più elevato con l'aumentare del rapporto di compressione.

Ciò comporta, per fare un riferimento immediato, un funzionamento a pompa di calore particolarmente più efficiente che non utilizzando un compressore alternativo.

C'è da considerare che nel compressore scroll il gas compresso non si riespande al termine del ciclo, come avviene invece per i compressori alternativi, e quindi non si ha perdita di energia.

Inoltre, come si è detto in precedenza, il gas aspirato viene solo marginalmente in contatto con gli avvolgimenti del motore: ciò provoca un raffreddamento sufficiente di questi ultimi senza che il gas venga

preriscaldato. Altro aspetto da tener presente è che il gas aspirato non subisce preriscaldamento da parte del gas di mandata poichè i due flussi risultano separati da diverse fiancate di spirali che riducono la trasmissione del calore.

L'insieme di questi effetti fa sì che ne guadagni il flusso massico, il cui valore si mantiene molto elevato a parità di unità di volume. Ciò contribuisce al rendimento globale del compressore. La mancanza di tubi e valvole all'interno del compressore rappresenta un'ulteriore ragione di efficienza energetica.

Per l'insieme di tali fattori il compressore Compliant Scroll presenta un maggior rendimento energetico rispetto ai tradizionali compressori alternativi.

Alle condizioni ARI riferite alla climatizzazione (temperatura satura di evaporazione di $7,2^{\circ}\text{C}$; temperatura satura di condensazione di $54,4^{\circ}\text{C}$, surriscaldamento del gas aspirato di 11 K e sottoraffreddamento del liquido di 8,3 K) i compressori Compliant Scroll presentano un COP medio di 3,3, superiore dal 10% al 20% di quello dei compressori alternativi nella gamma di potenze da 2 a 15 HP.

Le caratteristiche acustiche

Una delle principali caratteristiche dei compressori scroll è la maggior silenziosità rispetto agli alternativi.

In realtà, essi non solo risultano più silenziosi degli alternativi ermetici e semiermetici, ma hanno una minore emissione di energia sonora alle basse frequenze, le più fastidiose per l'orecchio e le più difficili da isolare.

Nel campo di frequenze da 160 a 400 Hz il compressore scroll taglia letteralmente il picco di rumore a 250 Hz degli alternativi.

Anche alle alte frequenze, da 1000 a 4000 Hz, lo scroll abbate di diversi dB la rumorosità. Come risultato ne deriva che, mentre il livello di potenza sonora di un alternativo da 5 HP è di 75 dBA, quello di uno scroll di pari potenza è di 70 dBA. Differenze analoghe e anche più favorevoli si hanno per differenti capacità.

Tutto ciò si deve a diversi fattori: il funzionamento dello scroll sviluppa una compressione più uniforme e priva di pulsazioni, mancano le valvole e non si produce sbattimento sulle piastre, non esistono movimenti alternativi di pistoni accompagnati da masse e forze oscillanti. La maggior silenziosità dello scroll nella gran parte dei casi rende superflui sia l'uso di smorzatori di pulsazioni sia l'isolamento del compressore con cuffie o entro vani isolati. Ne guadagna il costo della macchina e la sua compattezza.

L'ulteriore vantaggio degli scroll è che la loro silenziosità si mantiene anche con gli oli esteri. L'incremento di rumore dei compressori ermetici alternativi è di ben 6 dBA (senza modifiche costruttive), quello degli scroll è di appena 1 dBA.

In realtà, il livello sonoro di funzionamento a parità di potenza può variare secondo il progetto dei compressori scroll; ad esempio il progetto "Compliant" sviluppato da Copeland si caratterizza per il fatto che la spirale mobile rotola sul fianco della spirale fissa senza esercitare un carico di contatto elevato, grazie all'elasticità del sistema che contribuisce ad attenuare il livello sonoro rispetto ad altre soluzioni. Infatti, per altri tipi di compressori scroll prodotti da differenti costruttori, il rumore di funzionamento può eguagliare quello dei compressori alternativi.

La compressione del gas si sviluppa in modo equilibrato tra le spirali poichè le due sacche che si trovano in posizioni diametralmente opposte contengono gas allo stesso valore di pressione. Pertanto, il processo di compressione si presenta molto equilibrato. Inoltre, il ciclo di compressione si sviluppa praticamente su 540° , cioè su quasi due giri dell'albero. In questo modo esistono condizioni permanenti di aspirazione, compressione e mandata. Ne conseguono una serie di vantaggi non solo rispetto ai compressori alternativi,

ma anche rispetto a quelli rotativi a palette dai quali il gas compresso viene espulso ad ogni rotazione dell'albero, con produzione di marcate pulsazioni e, talvolta, vibrazioni che si trasmettono verso gli altri componenti del circuito. Il compressore Compliant Scroll presenta delle pulsazioni molto deboli anche sul lato di aspirazione al punto da non richiedere silenziatori sull'aspirazione stessa, che si rendono invece necessari su alcuni compressori rotativi.

Il comportamento in esercizio

Funzionamento in condizionamento

Il compressore Compliant Scroll risponde meglio dell'alternativo alle esigenze della climatizzazione ambientale.

Infatti, il suo alto rendimento volumetrico comporta un effetto molto importante sul controllo del comfort in ambiente: la curva caratteristica della potenza erogata dal compressore, in funzione del carico termico, presenta una inclinazione moderata.

Questo diverso comportamento rispetto all'alternativo è confermato dalla curva nella fig. 7 che si riferisce alla potenza frigorifera erogata in funzione della temperatura di condensazione.

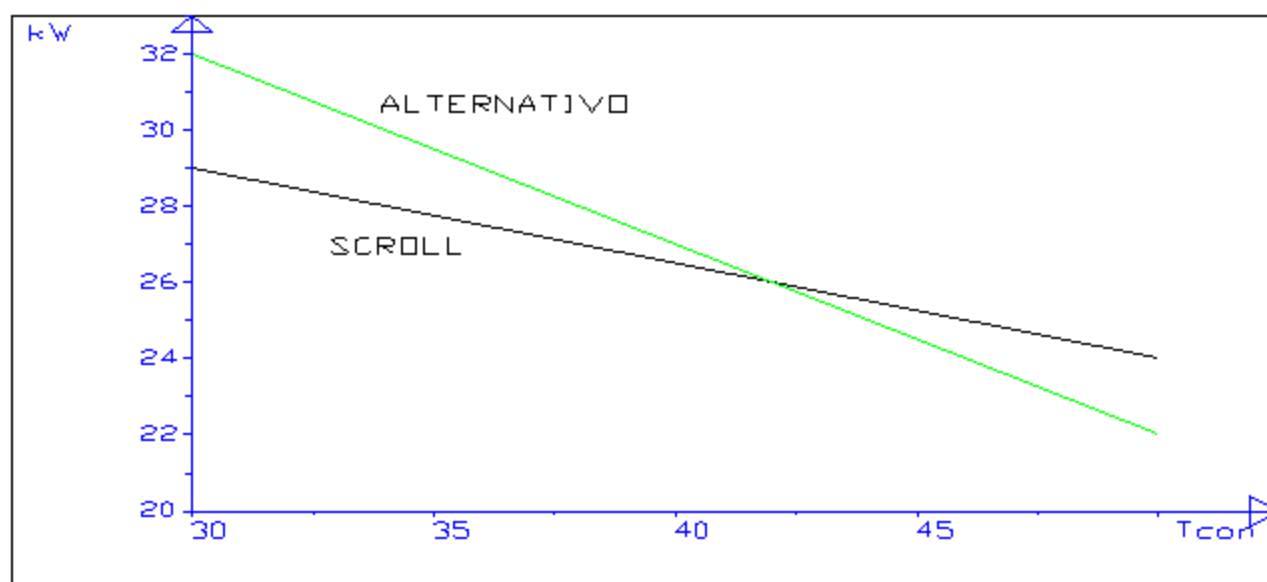


Fig. 7

Potenza frigorifera erogata in funzione di differenti temperature di condensazione da un compressore scroll e di un compressore alternativo. Si può constatare come la curva caratteristica dello scroll si mantenga meno inclinata rispetto a quella dell'alternativo con il risultato di subire meno gli effetti della temperatura di condensazione.

Il funzionamento è con R 22.

Lo scroll mantiene una erogazione di potenza frigorifera con limitate variazioni che si traduce in un funzionamento continuativo del compressore, con un minor numero di attacchi e stacchi rispetto al comportamento tipico degli alternativi. Per tale ragione si produce un controllo migliore e più protratto dell'umidità relativa in ambiente. A confronto, il comportamento del compressore alternativo è opposto. Nel caso di una unità di condizionamento o frigorifera raffreddata ad aria, al diminuire della temperatura dell'aria

esterna la conseguente riduzione della pressione di condensazione produce un aumento della capacità frigorifera ma, quasi certamente, sarà diminuito nel frattempo il carico termico in ambiente e, per tale ragione, il compressore verrà arrestato dal termostato.

Entro breve tempo seguirà però un successivo avviamento e via di questo passo. E' chiaro che il comportamento del compressore alternativo in tali condizioni non consente un soddisfacente controllo del comfort ed è penalizzato dal punto di vista energetico.

Infatti, un' eccessiva frequenza di avviamenti e arresti provoca inevitabilmente maggiori consumi di energia dovuti al fatto che ad ogni avviamento una parte rilevante dell'energia assorbita è destinata ad abbassare il calore latente dell'aria.

Invece, quando aumenta la temperatura dell'aria esterna, e perciò la temperatura di condensazione, la riduzione di capacità frigorifera dello scroll è meno accentuata di quella dell'alternativo (come può vedersi nella parte destra della figura).

Pertanto la resa frigorifera rimane alta ed in grado di soddisfare meglio la domanda di climatizzazione. Il comportamento del compressore Compliant Scroll risponde perciò meglio alle esigenze della climatizzazione di benessere di quanto non faccia l'alternativo.

Tutt'altro che trascurabile infine è il fatto che nell'alternativo l'eccessiva frequenza di avviamenti e arresti del compressore ne abbrevia inevitabilmente la vita.

Ai fini dello smaltimento del calore del ciclo, va considerato con attenzione il rapporto tra il compressore scroll ed il condensatore. Si tratta infatti di un rapporto determinante ai fini dell'efficienza e della regolarità di funzionamento del ciclo frigorifero. Vi sono due aspetti importanti da tenere presenti:

1. il compressore Compliant Scroll, dato il maggior rendimento volumetrico, tratta una minor portata di gas rispetto all'alternativo, a parità di capacità frigorifera.
2. la temperatura del gas di mandata dello scroll è inferiore a quella del compressore alternativo poichè si avvantaggia del limitato surriscaldamento interno del gas aspirato, di conseguenza anche la pressione di condensazione diminuisce.

Queste due condizioni rendono possibile per i costruttori l'utilizzo di un condensatore di minor superficie per il compressore scroll, pur mantenendo inalterate le prestazioni ed il rendimento del circuito frigorifero. L'utilizzo di condensatori più piccoli rispetto a quanto richiesto dai compressori alternativi contribuisce non poco a ridurre le dimensioni ed i costi delle macchine finite.

Il funzionamento a pompa di calore

Il compressore Compliant Scroll dimostra un funzionamento molto efficiente anche in regime di pompa di calore, migliore di quello del compressore alternativo.

Com'è noto, tutte le macchine a pompa di calore dimostrano una penalizzazione della potenza di riscaldamento erogata al diminuire della temperatura della sorgente fredda (aria esterna per le macchine aria-aria o aria-acqua).

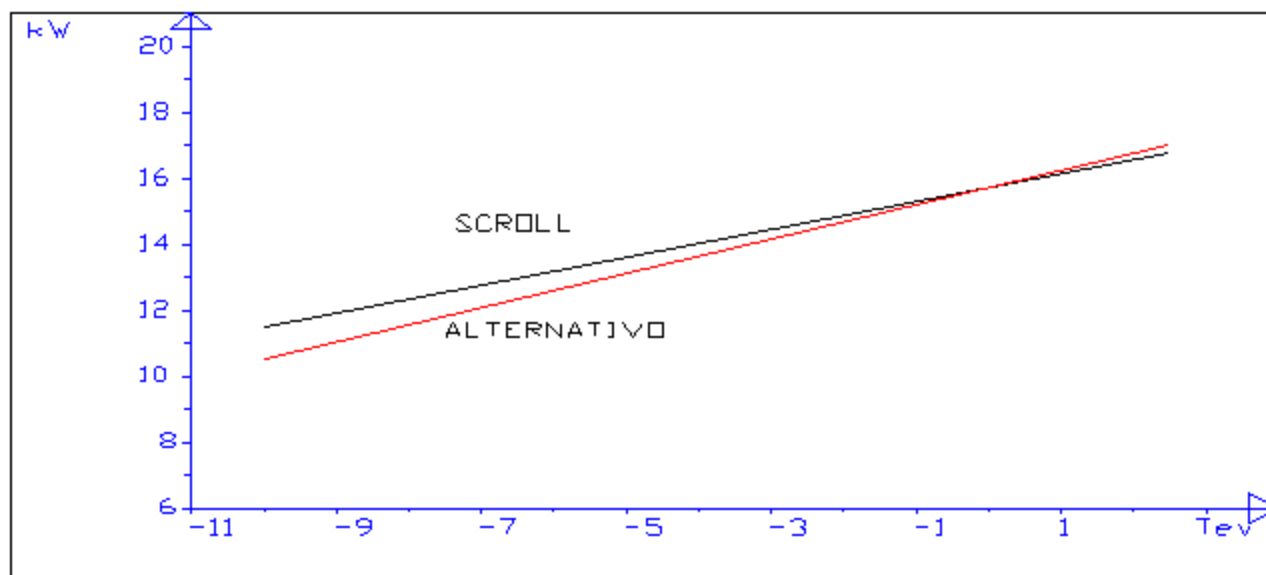


Figura 8

Curve caratteristiche di funzionamento in regime di pompa di calore di un compressore Compliant Scroll e di uno alternativo in funzione della temperatura satura di evaporazione. La curva dello scroll risulta meno inclinata rispetto a quella dell'alternativo ciò comporta il vantaggio che alle basse temperature esterne il compressore scroll fornisce una maggior potenza di riscaldamento.

Ciò è dovuto ad una legge fisica fondamentale, come dimostrano le equazioni del ciclo inverso di Carnot.

Tuttavia il compressore Compliant Scroll risente meno dell'alternativo delle basse temperature di evaporazione. Nella fig. 8 sono poste a confronto le curve caratteristiche della potenza di riscaldamento erogata in funzione della temperatura di evaporazione per una temperatura di condensazione costante di 50 °C.

Come si può constatare, la curva del compressore alternativo risulta più ripida, più inclinata verso il basso, di quella dello scroll. L'alternativo dunque risulta progressivamente penalizzato al discendere della temperatura di evaporazione al di sotto dello zero. Il compressore scroll invece mantiene una maggior capacità di erogazione di potenza di riscaldamento rendendone pertanto l'applicazione molto più valida.

Anche nel funzionamento a pompa di calore il compressore scroll offre dunque prestazioni migliori dell'alternativo.

La potenza di riscaldamento erogata dallo scroll si mantiene maggiore di quella erogata dall'alternativo al diminuire della temperatura esterna.

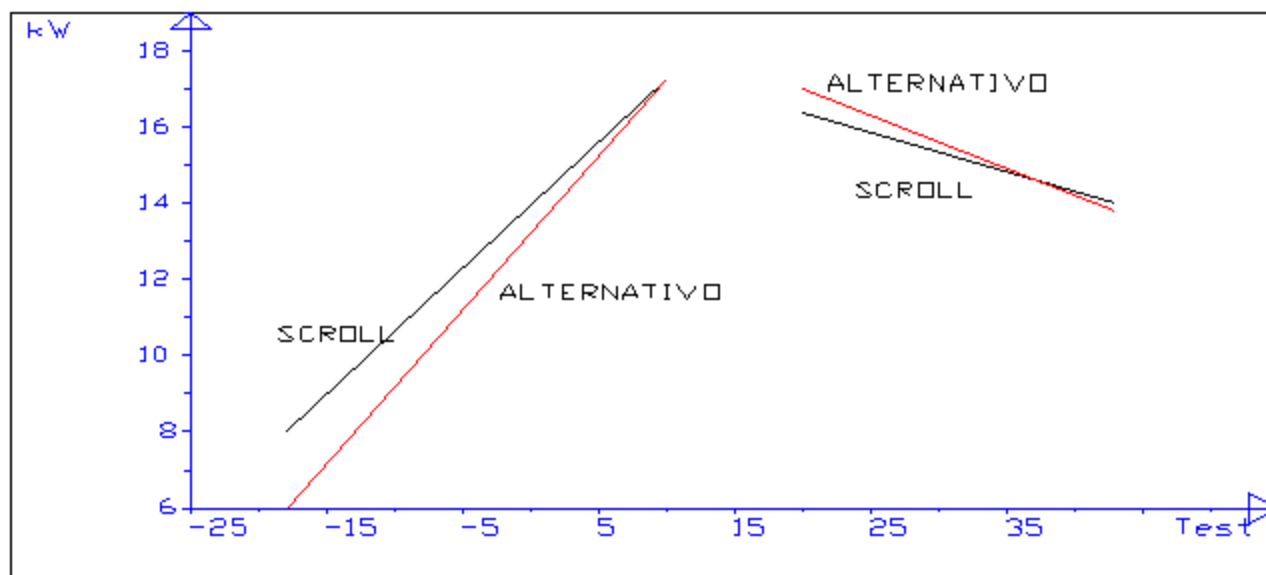


Figura 9

Confronto tra la potenza frigorifera e termica erogata da due macchine ad aria (con R 22) equipaggiate l'una con un compressore Scroll l'altra con una alternativa della medesima capacità, in funzione della temperatura esterna. E' evidente il miglior comportamento dello scroll in regime a pompa di calore alle basse temperature esterne e in raffreddamento, alle temperature più alte.

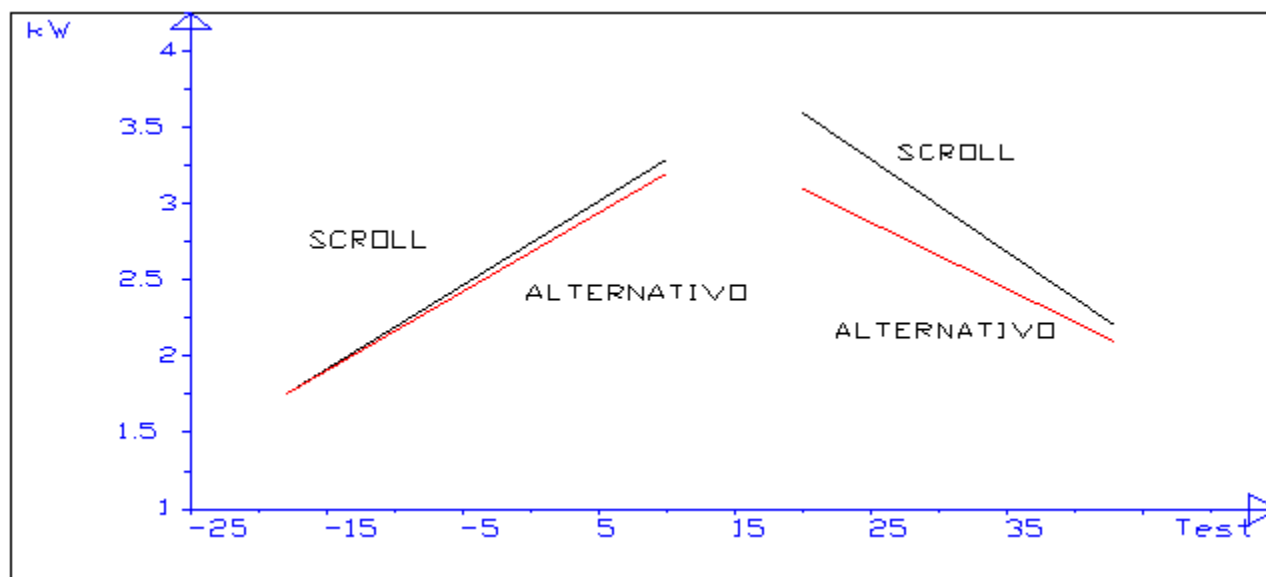


Figura 10

Prestazioni a confronto

Si possono a questo punto riepilogare e porre a confronto le prestazioni dei due tipi di compressori, sotto il profilo della potenza erogata, in raffreddamento e riscaldamento a pompa di calore, e del corrispondente comportamento energetico.

Nella fig. 9 sono poste a confronto le curve della capacità di riscaldamento e raffreddamento del compressore scroll e di quello alternativo.

Trova riconferma la minor riduzione di potenza termica da parte dello scroll, in regime di pompa di calore, ed

il suo coriportamento più equilibrato nel regime di raffreddamento.

Le prestazioni energetiche, espresse sotto forma dei rispettivi COP, sono riportate nella fig. 10.

Il compressore scroll prevale nettamente in raffreddamento e, nel regime di pompa di calore, per temperature esterne fino a 0 ° C. M di sotto, il suo comportamento energetico è simile a quello dell'alternativo.

COPELAND ITALIA

Via Ramazzotti ,26 21047 Saronno(VA)

tel 0296704570 fax 0296704602

[email:nicolataraschi@inwind.it](mailto:nicolataraschi@inwind.it)



[VAI AL SITO TERMOINRETE](#)