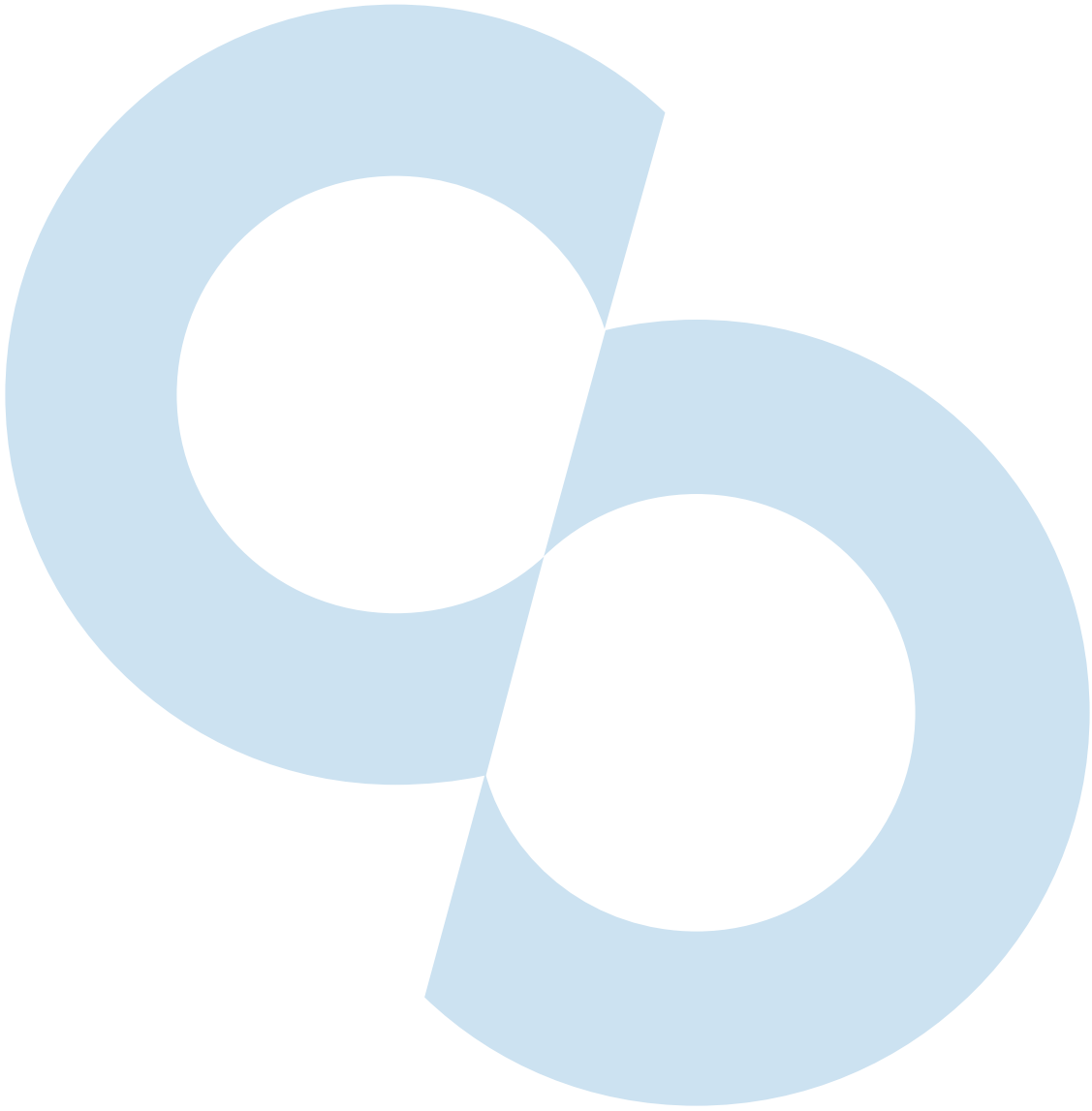


MANUALE

# VALVOLE DI ESPANSIONE PER IMPIANTI FRIGORIFERI

---



# INDICE

Valvole d'espansione termostatiche serie 22	07
Valvole d'espansione a solenoide pwm	17

---

## DALLA QUALITÀ IL NATURALE SVILUPPO

Giunta al traguardo di cinquant'anni di attività nel settore della componentistica per la refrigerazione e il condizionamento dell'aria, CASTEL si è ormai affermata in tutto il mondo come produttore di componenti di qualità. Qualità che è il risultato di una filosofia aziendale che impronta ogni fase del ciclo produttivo ed è testimoniata sia dalla Certificazione del Sistema di Qualità Aziendale, ratificata da ICIM in conformità alla norma UNI EN ISO 9001:2008, sia dalle numerose certificazioni di prodotto, in conformità a Direttive Europee e a Marchi di Qualità europei ed extraeuropei. La qualità del prodotto si accompagna alla qualità del lavoro, eseguito utilizzando macchinari ed impianti ad elevato contenuto tecnologico, dotati degli standard di sicurezza e di tutela ambientale richiesti dalla legislazione vigente. CASTEL offre agli operatori dei settori refrigerazione e condizionamento dell'aria e alle industrie costruttrici prodotti collaudati per l'impiego con i fluidi frigorigeni HCFC e HFC attualmente in uso nel mercato del freddo.





## Tenuta verso l'esterno

Tutti i prodotti elencati nel presente Manuale sono sottoposti singolarmente, oltre che a prove funzionali mirate, a prove di tenuta sotto pressione. Il tasso di perdita ammesso verso l'esterno, e rilevabile durante le prove, è in accordo a quanto previsto nel paragrafo 9.4 della norma EN 12284:2003:

*“Durante la prova, non devono formarsi bolle per un periodo di almeno un minuto quando il campione è immerso in acqua con una bassa tensione superficiale...”*

## Resistenza a pressione

Tutti i prodotti elencati nel presente Manuale, se sottoposti a prova idrostatica, garantiscono una resistenza a pressione almeno pari a  $1,43 \times PS$  secondo quanto previsto dalla Direttiva 97/23/CE.

Tutti i prodotti elencati nel presente Manuale, se sottoposti a prova di scoppio, garantiscono una resistenza a pressione almeno pari a  $3 \times PS$  secondo quanto previsto dalla norma EN 378-2:2008.

## Pesi

I pesi dei prodotti indicati nel presente Manuale sono da considerarsi completi d'imballo e non sono vincolanti per l'azienda.

## Garanzia

Tutti i prodotti Castel sono garantiti per un periodo di 12 mesi. La garanzia riguarda tutti quei prodotti o parti di essi che risultino difettosi entro il periodo della garanzia stessa. Il cliente dovrà in questo caso, a sue spese, rimandare i materiali unitamente a una descrizione dettagliata dei difetti riscontrati. La garanzia non è riconosciuta quando i difetti dei prodotti Castel risultino dovuti ad errori del cliente o di terzi quali: installazioni errate, usi contrari alle indicazioni fornite dalla Castel, manomissioni.

Per eventuali difetti o vizi dei propri prodotti, la Castel si impegna alla pura e semplice sostituzione degli stessi senza riconoscere, in nessun caso, diritti a rifusione di danni di qualsiasi specie. Le caratteristiche tecniche riportate in questo catalogo sono indicative.

La Castel si riserva il diritto di apportare variazioni o modifiche ai propri prodotti senza preavviso ed in qualsiasi momento.

I prodotti elencati nel presente manuale sono tutelati a norma di legge.



# VALVOLE D'ESPANSIONE TERMOSTATICHE SERIE 22 CON ORIFICIO INTERCAMBIABILE



## IMPIEGO

Le valvole d'espansione termostatiche Castel serie 22 regolano il flusso di liquido refrigerante all'interno degli evaporatori; l'iniezione di liquido è controllata dal surriscaldamento del refrigerante.

La nuova serie "22" della Castel è stata progettata per lavorare con il gruppo orificio intercambiabile, per assicurare flessibilità nella scelta delle potenzialità, e può essere utilizzata in un'ampia gamma d'applicazioni, come di seguito elencato:

- Sistemi di refrigerazione (espositori per supermercati, banchi frigo, macchine per il gelato e produttori di ghiaccio, trasporti refrigerati, ecc.)
- Sistemi per aria condizionata
- Sistemi a pompa di calore
- Chiller

che impieghino i seguenti fluidi refrigeranti: R22, R134a, R404A, R407C; R507 appartenenti al Gruppo II (così come definito nell'Articolo 9, Punto 2.2 della Direttiva 97/23/CE, con riferimento alla Direttiva 67/548/CEE).

## FUNZIONAMENTO

Le valvole d'espansione termostatiche Castel agiscono come dispositivo di laminazione fra il lato alta pressione ed il lato bassa pressione di un impianto frigorifero e garantiscono che la quantità di refrigerante che fluisce nell'evaporatore sia identica alla quantità di liquido refrigerante che evapora nell'evaporatore

stesso. Se il surriscaldamento effettivo risulta maggiore di quello impostato la valvola alimenta l'evaporatore con una maggiore quantità di liquido refrigerante, se il surriscaldamento effettivo risulta inferiore a quello impostato la valvola riduce la quantità di liquido refrigerante che fluisce nell'evaporatore. In tal modo si ottiene la massima resa dell'evaporatore e si scongiura il pericolo che refrigerante allo stato liquido possa raggiungere il compressore.

## COSTRUZIONE

La valvola d'espansione termostatica Castel serie 22 è composta di due parti che devono lavorare insieme. La prima è il corpo che agisce come attuatore del sistema di regolazione, la seconda è l'orificio che contiene il regolatore vero e proprio e realizza l'espansione del fluido refrigerante.

**Assieme corpo:** composto di due sotto insiemi: l'elemento termostatico e il corpo con tutti i suoi componenti interni.

L'elemento termostatico è il motore della valvola; un bulbo sensibile è collegato al gruppo diaframma mediante un tubo capillare lungo 1,5 metri che trasmette la pressione presente all'interno del bulbo alla camera superiore del gruppo diaframma. La pressione presente all'interno del bulbo è direttamente correlata alla temperatura della carica termostatica cioè della sostanza inserita nel bulbo stesso.

Il corpo è realizzato in ottone forgiato a caldo con connessioni ad angolo retto. Il gruppo orificio intercambiabile può essere sostituito attraverso la connessione d'ingresso. Un alberino d'acciaio, che scorre all'interno del corpo, trasferisce il movimento del diaframma all'otturatore posto all'interno del gruppo orificio. Quando aumenta la pressione della carica termostatica il diaframma si deforma, trasferendo questo spostamento all'otturatore che si allontana dalla sua sede e permette al liquido di passare.

Una molla di contrasto agisce sotto il diaframma ed il suo carico può essere variato con una vite di regolazione laterale. Ruotando in senso orario questa vite laterale si aumenta il surriscaldamento statico mentre ruotandola in senso antiorario si diminuisce.

L'elemento termostatico è rigidamente collegato al corpo forgiato mediante brasatura per scongiurare ogni rischio di perdita.

L'assieme corpo può essere fornito con equalizzatore interno o esterno; entrambi le tipologie possono essere fornite con attacchi SAE Flare o con attacchi a saldare (uscita ed equalizzatore esterno se presente).

Sia i bocchettoni SAE Flare, necessari per la tipologia filettata, sia l'adattatore SAE/ODS d'ingresso, necessario per la tipologia a saldare, devono essere ordinati separatamente.

Ogni assieme corpo è fornito di un gruppo fascetta, codice G9150/R61, per permettere il fissaggio del

bulbo alla tubazione. Questo codice è anche ordinabile separatamente come ricambio.

Le parti principali dell'insieme corpo sono realizzate con i seguenti materiali:

- acciaio inossidabile per bulbo, tubo capillare, alloggiamento diaframma, diaframma ed alberino
- ottone forgiato a caldo EN 12420 – CW 617N per il corpo
- ottone EN 12164 – CW 614N per la vite di regolazione del surriscaldamento e per il piattello porta molla
- acciaio DIN 17223-1 per la molla
- tubo di rame EN 12735-1 – Cu DHP per gli attacchi a saldare

**Gruppo orificio:** il gruppo orificio intercambiabile assicura un'ampia gamma di potenzialità da 0,5 fino a 15,5 kW (potenzialità nominale con R22). L'alloggiamento esterno contiene i seguenti elementi: corpo, otturatore (regolatore di flusso), sede, molla e filtro. La solida costruzione del gruppo orificio e dei suoi componenti interni garantisce che otturatore e sede resistano ad ogni ad ogni tipo di sollecitazione (colpo d'ariete, cavitazione, improvvise variazioni di pressione a temperatura, impurità). La molla tiene l'otturatore stabilmente a contatto con la sede per minimizzare il trafilamento attraverso la valvola; per garantire una chiusura totale è però richiesta l'installazione di una valvola solenoide a monte della valvola d'espansione termostatica. I gruppi orifici sono disponibili in due soluzioni costruttive:

- con filtro a flangia conica, per valvole con attacchi filettati SAE Flare
- con filtro a flangia piana, per valvole con attacchi a saldare ODS, da utilizzare in abbinamento agli adattatori serie 2271

I filtri dei gruppi orificio possono essere puliti o anche sostituiti, in tal caso sono disponibili le seguenti due tipologie di filtro da ordinare separatamente:

- filtro 2290 per valvole con attacchi filettati SAE Flare.
- filtro 2290/S per valvole con attacchi a saldare ODS.

## CARICHE TERMOSTATICHE

**Carica liquida:** il comportamento di valvole con carica liquida è determinato esclusivamente dalla variazione della temperatura al bulbo e non è soggetto ad alcun'interferenza ambientale. Sono caratterizzate da un tempo di risposta rapido e perciò reagiscono velocemente nel controllo del circuito. Le valvole d'espansione termostatiche Castel con carica liquida non possono incorporare la funzione MOP.

**Carica gassosa:** il comportamento di valvole con carica gassosa è determinato dalla minima temperatura presente in una qualsiasi parte della valvola d'espansione (elemento termostatico, tubo capillare o bulbo). Se una qualsiasi altra parte che non sia il bulbo è soggetta alla minima temperatura, può verificarsi un malfunzionamento della valvola d'espansione (migrazione della carica). Le valvole d'espansione termostatiche Castel con carica gassosa incorporano sempre la funzione MOP e sono dotate di

bulbo con compensatore. Il compensatore nel bulbo ha un effetto smorzante sulla regolazione della valvola e ne determina il comportamento con aperture lente e rapide richiuse.

**MOP (Maximum Operating Pressure):** questa funzionalità limita ad un valore massimo la pressione di funzionamento dell'evaporatore per proteggere il compressore da condizioni di sovraccarico (Motor Overload Protection). Il MOP è quella pressione d'evaporazione alla quale la valvola d'espansione strozzerà l'iniezione di liquido nell'evaporatore prevenendo quindi un'ulteriore salita della pressione d'evaporazione stessa. La valvola d'espansione opera come controllo del surriscaldamento nel normale campo di lavoro e opera come regolatore di pressione all'interno del campo MOP.

Il punto di MOP cambierà se viene cambiato il valore del surriscaldamento impostato in fabbrica. Regolazioni del surriscaldamento influenzano il punto di MOP nel seguente modo:

- incremento del surriscaldamento → decremento del MOP
- decremento del surriscaldamento → incremento del MOP

**Surriscaldamento:** questo è il parametro di controllo della valvola d'espansione. Il surriscaldamento, misurato all'uscita dell'evaporatore, è definito come la differenza fra la temperatura effettiva del bulbo e la temperatura d'evaporazione desunta dalla pressione nell'evaporatore. Per evitare che del refrigerante allo stato liquido arrivi al compressore, deve essere mantenuto un valore minimo di surriscaldamento. Nel funzionamento di una valvola d'espansione si usa la seguente terminologia:

- Surriscaldamento statico: è il surriscaldamento oltre il quale la valvola incomincia ad aprire. La valvole d'espansione termostatiche della Castel sono tarate in fabbrica ad un valore di surriscaldamento statico pari a:
  - 5 °C per le valvole senza MOP
  - 4 °C per le valvole con MOP alle condizioni nominali di riferimento (vedere tabella 2)
- Surriscaldamento d'apertura: è il surriscaldamento, al di sopra di quello statico, necessario a produrre una specifica potenzialità della valvola
- Surriscaldamento operativo: è la somma del surriscaldamento statico più quello d'apertura

**Sottoraffreddamento:** è definito come la differenza fra la temperatura di condensazione (desunta dalla pressione di condensazione) e l'effettiva temperatura all'ingresso della valvola. Il sottoraffreddamento generalmente aumenta la potenzialità di un impianto frigorifero e deve essere tenuto in considerazione nel dimensionamento di una valvola d'espansione. In funzione della progettazione del sistema, il sottoraffreddamento può essere necessario per prevenire la formazione di bolle di gas nella linea del liquido. Se si formassero bolle di gas nella linea del liquido (flash gas) la potenzialità della valvola d'espansione si ridurrebbe notevolmente. Tutte le tabelle delle potenzialità, presenti in questo capitolo, sono calcolate per un valore di



sottoraffreddamento di 4 °C; se il sottoraffreddamento effettivo è più alto di 4 °C la capacità della valvola è data dalla potenzialità richiesta dall'evaporatore divisa per il fattore di correzione elencato nelle tabelle presenti sotto ogni tabella di potenzialità.

## SELEZIONE

Per dimensionare correttamente una valvola d'espansione termostatica su un impianto frigorifero, devono essere disponibili i seguenti parametri progettuali:

- Tipo di refrigerante
- Potenzialità dell'evaporatore;  $Q_e$
- Temperatura/pressione d'evaporazione;  $T_e / p_e$
- Minima temperatura/pressione di condensazione;  $T_c / p_c$
- Temperatura del refrigerante liquido all'ingresso della valvola;  $T_l$
- Caduta di pressione nella linea del liquido, distributore, evaporatore;  $\Delta p$

La procedura descritta di seguito aiuta a dimensionare correttamente una valvola d'espansione su un impianto frigorifero.

### Punto 1

*Determinazione della caduta di pressione a cavallo della valvola.* La caduta di pressione è calcolata mediante la formula:

$$\Delta p_{\text{tot}} = p_c - (p_e + \Delta p)$$

dove:

- $p_c$  = pressione di condensazione
- $p_e$  = pressione d'evaporazione
- $\Delta p$  = somma delle cadute di pressione nella linea del liquido, distributore, evaporatore

### Punto 2

*Determinazione della potenzialità richiesta alla valvola.* Utilizzare la potenzialità dell'evaporatore  $Q_e$  per scegliere, con una determinata temperatura d'evaporazione, la capacità di valvola necessaria. Se è necessario, correggere la potenzialità dell'evaporatore in funzione del valore di sottoraffreddamento. La potenzialità di un evaporatore aumenta nel momento in cui del refrigerante liquido sottoraffreddato entra nell'evaporatore stesso; per tal motivo può essere selezionata una valvola di minore dimensione. Il sottoraffreddamento è calcolato mediante la formula:

$$\Delta T_{\text{sub}} = T_c - T_l$$

Sulla tabella dei fattori di correzione per il sottoraffreddamento scegliere l'appropriato fattore di correzione  $F_{\text{sub}}$ , corrispondente al valore  $\Delta T_{\text{sub}}$  calcolato, e determinare la potenzialità richiesta alla valvola con la formula:

$$\Delta Q_{\text{sub}} = \frac{Q_e}{F_{\text{sub}}}$$

### Punto 3

*Determinazione della dimensione richiesta all'orificio:*

utilizzare la pressione a cavallo della valvola, la temperatura d'evaporazione, e la potenzialità dell'evaporatore calcolata per selezionare la corrispondente dimensione dell'orificio sulla tabella della potenzialità corrispondente al fluido refrigerante scelto.

### Punto 4

*Scelta della carica termostatica:* scegliere il tipo di carica, liquido senza MOP o gassosa con MOP ed il campo di temperatura in cui si opera, normale o bassa temperatura.

### Punto 5

*Scelta del tipo d'equalizzatore:*

Se è utilizzato un distributore o se esiste un'apprezzabile differenza di pressione fra la mandata della valvola e la posizione di fissaggio del bulbo è sempre necessario scegliere un equalizzatore esterno. Per finire determinare la tipologia degli attacchi e la loro dimensione.

### Punto 6

*Ordine dei componenti necessari.* Se gli attacchi sono SAE Flare ordinare le seguenti due parti:

- L'assieme corpo (vedere tabelle 1a e 1b)
- Il gruppo orificio, completo di filtro (vedere tabella 2)

Se gli attacchi sono ODS ordinare le seguenti tre parti:

- L'assieme corpo (vedere tabelle 1a e 1b)
- Il gruppo orificio, completo di filtro (vedere tabella 2)
- L'adattatore a saldare (vedere tab. 3)

## ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO

Refrigerante:	R134a
Potenzialità dell'evaporatore; $Q_e$	6 [kW]
Temperatura d'evaporazione; $T_e$	-10 [°C]
Minima temperatura di condensazione; $T_c$	30 [°C]
Temperatura del refrigerante liquido; $T_l$	20 [°C]
Caduta di pressione nella linea del liquido, distributore, evaporatore; $\Delta p$	1,5 [bar]

### Punto 1

*Determinazione della caduta di pressione a cavallo della valvola.*

- Pressione di condensazione a + 30 °C -  $p_c = 6,71$  bar
- Pressione d'evaporazione a - 10 °C -  $p_e = 1,01$  bar

$$\Delta p_{\text{tot}} = 6,71 - (1,01 + 1,5) = 4,2 \text{ bar}$$

### Punto 2

*Determinazione della potenzialità richiesta alla valvola.*

$$\Delta T_{\text{sub}} = 30 - 20 = 10 \text{ °C}$$

Sulla tabella dei fattori di correzione per il sottoraffreddamento 5b, in corrispondenza al valore  $\Delta T_{\text{sub}} = 10 \text{ °C}$ , si ottiene un fattore di correzione  $F_{\text{sub}}$  uguale a 1,08. La potenzialità richiesta alla valvola è:

$$\Delta Q_{\text{sub}} = \frac{6}{1,08} = 5,55 \text{ kW}$$

### Punto 3

*Determinazione della dimensione richiesta all'orificio:*

Utilizzando la tabella delle potenzialità per il refrigerante R134a, a pagina 11, inserire i dati:

- caduta di pressione a cavallo della valvola = 4,2 bar
- temperatura d'evaporazione = - 10 °C
- potenzialità dell'evaporatore calcolata = 5,55 kW

per selezionare il corrispondente orificio 2205 (N.B.: la potenzialità della valvola d'espansione deve essere uguale o leggermente superiore alla potenzialità dell'evaporatore calcolata)

### MARCATURA

I principali dati della valvola sono indicati sulla faccia superiore dell'elemento termostatico e sulla superficie laterale dell'alloggiamento del gruppo orificio.

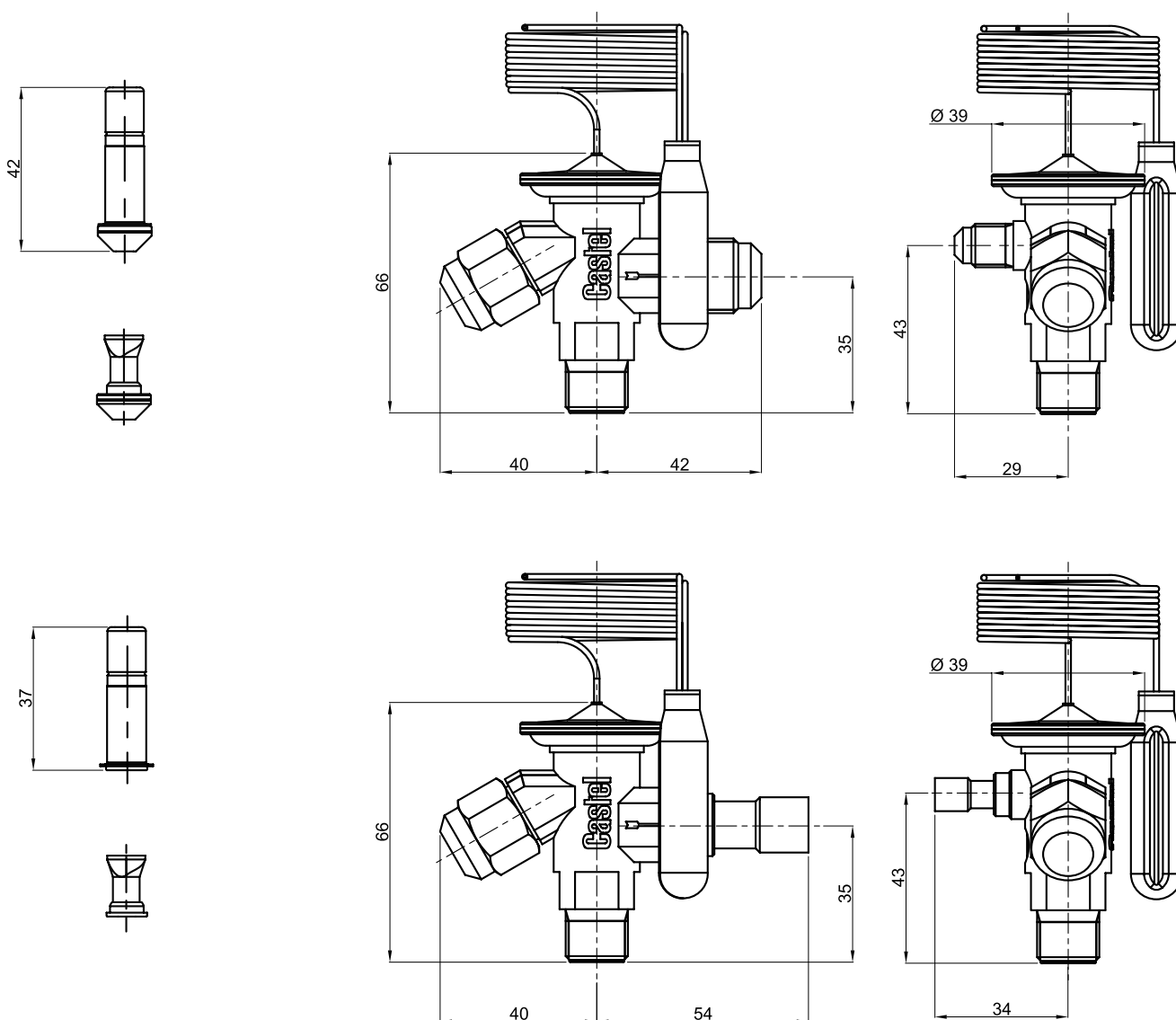
Sull'elemento termostatico si trovano i seguenti dati:

- Codifica della valvola
- Fluido refrigerante
- Campo di temperatura d'evaporazione
- Valore del MOP, se presente
- Massima pressione ammissibile, PS
- Data di produzione

Sull'alloggiamento del gruppo orificio si trovano i seguenti dati:

- Dimensione dell'orificio
- Data di produzione

Sul tappo di plastica della confezione contenente il gruppo orificio è marcata la dimensione dell'orificio stesso. Questo tappo può essere facilmente fissato al tubo capillare della valvola per identificare chiaramente la dimensione dell'orificio montato all'interno della valvola stessa.



**TABELLA 1A: Caratteristiche generali degli assiemi corpo delle valvole d'espansione termostatiche a carica liquida**

Numero catalogo		Attacchi							Refrigerante	Campo delle temperature d'evaporazione [°C]	MOP	Massima temperatura del bulbo [°C]	TS [°C]		PS [bar]	Categorìa di rischio secondo la PED								
Equalizzatore interno	Equalizzatore esterno	SAE Flare			ODS [mm]		ODS [in]																	
		IN	OUT	Equal.	OUT	Equal.	OUT	Equal.																
2210/4	-	3/8"	1/2"	-	-	-	-	-	R22 R407C	- 40 → + 10	non presente	100 (1)	- 60	+ 120	34	Art. 3.3								
2210/M12S			-	-	12	-	-	-																
2210/4S			-	-	-	-	1/2"	-																
-	2210/4E	1/2"	1/4"	-	-	-	-																	
	2210/M12SE	-	-	12	6	-	-																	
	2210/4SE	-	-	-	-	1/2"	1/4"																	
2220/4	-	3/8"	1/2"	-	-	-	-	R134a									- 40 → + 10	non presente	100 (1)	- 60	+ 120	34	Art. 3.3	
2220/M12S			-	-	12	-	-																	-
2220/4S			-	-	-	-	1/2"																	-
-	2220/4E	1/2"	1/4"	-	-	-	-																	
	2220/M12SE	-	-	12	6	-	-																	
	2220/4SE	-	-	-	-	1/2"	1/4"																	
2230/4	-	3/8"	1/2"	-	-	-	-		R404A R507	- 40 → + 10	non presente	100 (1)	- 60	+ 120	34	Art. 3.3								
2230/M12S			-	-	12	-	-																	-
2230/4S			-	-	-	-	1/2"																	-
-	2230/4E	1/2"	1/4"	-	-	-	-																	
	2230/M12SE	-	-	12	6	-	-																	
	2230/4SE	-	-	-	-	1/2"	1/4"																	

(1) : a valvola installata. 60°C ad elemento non montato

**TABELLA 1B: Caratteristiche generali degli assiemi corpo delle valvole d'espansione termostatiche carica MOP**

Numero catalogo		Attacchi							Refrigerante	Campo delle temperature d'evaporazione [°C]	MOP	Massima temperatura del bulbo [°C]	TS [°C]		PS [bar]	Categorìa di rischio secondo la PED								
Equalizzatore interno	Equalizzatore esterno	SAE Flare			ODS [mm]		ODS [in]																	
		IN	OUT	Equal.	OUT	Equal.	OUT	Equal.																
2211/4	-	3/8"	1/2"	-	-	-	-	R22 R407C	- 40 → + 10	+ 15 °C (95 psi)	100 (1)	- 60	+ 120	34	Art. 3.3									
2211/M12S			-	-	12	-	-									-								
2211/4S			-	-	-	-	1/2"									-								
-	2211/4E	1/2"	1/4"	-	-	-	-																	
	2211/M12SE	-	-	12	6	-	-																	
	2211/4SE	-	-	-	-	1/2"	1/4"																	
2221/4	-	3/8"	1/2"	-	-	-	-									R134a	- 40 → + 10	+ 15 °C (55 psi)	100 (1)	- 60	+ 120	34	Art. 3.3	
2221/M12S			-	-	12	-	-																	-
2221/4S			-	-	-	-	1/2"																	-
-	2221/4E	1/2"	1/4"	-	-	-	-																	
	2221/M12SE	-	-	12	6	-	-																	
	2221/4SE	-	-	-	-	1/2"	1/4"																	
2231/4	-	3/8"	1/2"	-	-	-	-	R404A R507	- 40 → + 10	+ 15 °C (120 psi)	100 (1)	- 60	+ 120	34	Art. 3.3									
2231/M12S			-	-	12	-	-																	-
2231/4S			-	-	-	-	1/2"																	-
-	2231/4E	1/2"	1/4"	-	-	-	-																	
	2231/M12SE	-	-	12	6	-	-																	
	2231/4SE	-	-	-	-	1/2"	1/4"																	
2234/4	-	3/8"	1/2"	-	-	-	-									R404A R507	- 60 → - 25	- 20 °C (30 psi)	100 (1)	- 60	+ 120	34	Art. 3.3	
2234/M12S			-	-	12	-	-																	-
2234/4S			-	-	-	-	1/2"																	-
-	2234/4E	1/2"	1/4"	-	-	-	-																	
	2234/M12SE	-	-	12	6	-	-																	
	2234/4SE	-	-	-	-	1/2"	1/4"																	

(1) : a valvola installata. 60°C ad elemento non montato

**TABELLA 2: Gruppi orifici - Potenzialità nominali in kW**

Numero catalogo		Campo temperature d'evaporazione [°C]			
Valvole con attacchi SAE Flare	Valvole con attacchi ODS	- 40 → + 10			- 60 → - 25
		R22 R407C	R134a	R404A R507	R404A R507
220X	220X/S	0,5	0,4	0,38	0,38
2200	2200/S	1,0	0,9	0,7	0,7
2201	2201/S	2,5	1,8	1,6	1,6
2202	2202/S	3,5	2,6	2,1	2,1
2203	2203/S	5,2	4,6	4,2	3,5
2204	2204/S	8,0	6,7	6,0	4,9
2205	2205/S	10,5	8,6	7,7	6,0
2206	2206/S	15,5	10,5	9,1	6,6

Le potenzialità nominali, per il campo di temperature - 40 → + 10, sono riferite a:

- Temperatura d'evaporazione  $T_{evap} = + 5 \text{ °C}$
- Temperatura di condensazione  $T_{cond} = + 32 \text{ °C}$
- Temperatura del liquido all'ingresso della valvola  $T_{liq} = + 28 \text{ °C}$

Le potenzialità nominali, per il campo di temperature - 60 → - 25, sono riferite a:

- Temperatura d'evaporazione  $T_{evap} = - 30 \text{ °C}$
- Temperatura di condensazione  $T_{cond} = + 32 \text{ °C}$
- Temperatura del liquido all'ingresso della valvola  $T_{liq} = + 28 \text{ °C}$

**TABELLA 3: Adattatori ODS**

Numero di catalogo	Attacchi ODS	
	[in]	[mm]
2271/M6S	-	6
2271/2S	1/4"	-
2271/3S	3/8"	-
2271/M10S	-	10

**TABELLA 4A: Refrigerante R22/R407C - Potenzialità in kW per campo di temperatura - 40°C → + 10°C**

Codice orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]								Codice orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]							
	2	4	6	8	10	12	14	16		2	4	6	8	10	12	14	16
Temperatura d'evaporazione = + 10 °C									Temperatura d'evaporazione = 0 °C								
220X	0,37	0,48	0,55	0,60	0,63	0,65	0,65	0,67	220X	0,37	0,48	0,55	0,59	0,63	0,65	0,66	0,66
2200	0,87	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	2200	0,84	1,0	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
2201	2,2	2,8	3,2	3,4	3,6	3,7	3,8	3,8	2201	1,9	2,4	2,7	3,0	3,1	3,2	3,3	3,3
2202	3,0	4,0	4,7	5,1	5,4	5,6	5,8	5,8	2202	2,6	3,4	4,0	4,3	4,6	4,8	4,9	5,0
2203	5,4	7,2	8,3	9,1	9,7	10,0	10,2	10,3	2203	4,6	6,1	7,1	7,8	8,2	8,5	8,7	8,8
2204	8,1	10,8	12,5	13,8	14,5	15,0	15,5	15,5	2204	6,9	9,1	10,5	11,5	12,2	12,7	13,0	13,2
2205	10,2	13,6	15,7	17,2	18,3	18,9	19,3	19,5	2205	8,8	11,6	13,3	14,6	15,5	16,1	16,4	16,6
2206	12,6	16,7	19,3	21,0	22,3	23,1	23,5	23,7	2206	10,8	14,2	16,3	17,8	18,9	19,6	20,0	20,2
Temperatura d'evaporazione = - 10 °C									Temperatura d'evaporazione = - 20 °C								
220X	0,37	0,47	0,53	0,57	0,60	0,63	0,64	0,64	220X		0,44	0,50	0,54	0,57	0,59	0,61	0,61
2200	0,79	0,96	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	2200		0,88	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
2201	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	2201		1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,3	2,3
2202	2,2	2,9	3,3	3,6	3,8	4,0	4,1	4,1	2202		2,4	2,7	2,9	3,1	3,2	3,3	3,3
2203	3,9	5,1	5,9	6,4	6,8	7,1	7,3	7,3	2203		4,2	4,8	5,2	5,5	5,8	5,9	6,0
2204	5,8	7,6	8,7	9,5	10,1	10,5	10,8	10,9	2204		6,2	7,1	7,7	8,2	8,5	8,7	8,8
2205	7,4	9,6	11,0	12,0	12,8	13,3	13,6	13,8	2205		7,9	9,0	9,8	10,3	10,8	11,0	11,2
2206	9,1	11,6	13,5	14,7	15,6	16,2	16,6	16,8	2206		9,6	11,0	11,9	12,6	13,1	13,5	13,7
Temperatura d'evaporazione = - 30 °C									Temperatura d'evaporazione = - 40 °C								
220X		0,40	0,45	0,49	0,52	0,55	0,56	0,57	220X			0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,53
2200		0,79	0,9	0,96	1,0	1,1	1,1	1,1	2200			0,8	0,86	0,92	0,95	0,98	0,99
2201		1,4	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2201			1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6
2202		1,9	2,2	2,7	2,5	2,6	2,6	2,7	2202			1,7	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1
2203		3,4	3,9	4,2	4,4	4,6	4,7	4,8	2203			3,1	3,4	3,5	3,7	3,8	3,8
2204		5,0	5,7	6,2	6,6	6,8	7,0	7,1	2204			4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,7
2205		6,4	7,2	7,8	8,3	8,6	8,8	9,0	2205			5,8	6,3	6,6	6,9	7,1	7,2
2206		7,8	8,8	9,6	10,1	10,5	10,8	11,0	2206			7,1	7,7	8,1	8,4	8,7	8,8

**TABELLA 4B: Refrigerante R22/R407C - Fattore di correzione per sottoraffreddamento  $\Delta t_{sub} > 4^\circ\text{C}$** 

$\Delta t_{sub}$ [°C]	4	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$F_{sub}$	1,00	1,06	1,11	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,39	1,44

Quando il sottoraffreddamento a monte della valvola è diverso da 4 °C, correggere la potenzialità dell'evaporatore dividendola per l'appropriato fattore di correzione individuato in Tabella 4B.

**TABELLA 5A: Refrigerante R134a - Potenzialità in kW per campo di temperatura - 40°C → + 10°C**

Codice orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]					Codice orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]				
	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
Temperatura d'evaporazione = + 10 °C						Temperatura d'evaporazione = 0 °C					
220X	0,34	0,43	0,47	0,50	0,51	220X	0,33	0,42	0,46	0,47	0,49
2200	0,71	0,86	0,93	0,97	0,98	2200	0,65	0,78	0,86	0,89	0,91
2201	1,5	1,9	2,1	2,2	2,2	2201	1,3	1,6	1,7	1,8	1,8
2202	2,0	2,6	3,0	3,1	3,2	2202	1,7	2,2	2,4	2,6	2,6
2203	3,6	4,7	5,3	5,6	5,8	2203	3,0	3,9	4,4	4,6	4,7
2204	5,4	7,0	7,8	8,3	8,6	2204	4,5	5,7	6,4	6,8	7,0
2205	6,9	8,9	9,9	10,8	10,9	2205	5,7	7,3	8,1	8,6	8,8
2206	8,4	10,8	12,1	12,8	13,2	2206	7,0	8,9	1,0	10,5	10,8
Temperatura d'evaporazione = - 10 °C						Temperatura d'evaporazione = - 20 °C					
220X	0,30	0,36	0,43	0,44	0,44	220X	0,28	0,35	0,39	0,41	0,42
2200	0,59	0,70	0,77	0,81	0,82	2200	0,53	0,62	0,69	0,72	0,73
2201	1,0	1,3	1,4	1,5	1,5	2201	0,81	1,0	1,1	1,2	1,2
2202	1,4	1,8	2,0	2,1	2,1	2202	1,1	1,4	1,5	1,6	1,7
2203	2,5	3,1	3,5	3,7	3,8	2203	2,0	2,5	2,8	2,9	3,0
2204	3,6	4,6	5,1	5,4	5,6	2204	2,9	3,6	4,0	4,3	4,4
2205	4,6	5,8	6,5	6,9	7,1	2205	3,7	4,6	5,1	5,4	5,5
2206	5,7	7,1	8,0	8,4	8,6	2206	4,5	5,6	6,2	6,6	6,8
Temperatura d'evaporazione = - 30 °C						Temperatura d'evaporazione = - 40 °C					
220X	0,25	0,32	0,35	0,37	0,38	220X	0,23	0,28	0,32	0,33	0,34
2200	0,48	0,55	0,61	0,64	0,64	2200	0,44	0,50	0,54	0,56	0,57
2201	0,66	0,80	0,88	0,93	0,95	2201	0,54	0,65	0,72	0,78	0,77
2202	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	2202	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0
2203	1,6	2,0	2,2	2,3	2,3	2203	1,3	1,6	1,8	1,9	1,9
2204	2,3	2,9	3,2	3,3	3,4	2204	1,9	2,3	2,6	2,7	2,7
2205	3,0	3,6	4,0	4,2	4,3	2205	2,4	2,9	3,2	3,5	3,5
2206	3,6	4,4	4,9	5,2	5,3	2206	3,0	3,6	4,0	4,2	4,3

**TABELLA 5B: Refrigerante R134a - Fattore di correzione per sottoraffreddamento  $\Delta t_{sub} > 4^\circ\text{C}$** 

$\Delta t_{sub}$ [°C]	4	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$F_{sub}$	1,00	1,08	1,13	1,19	1,25	1,31	1,37	1,42	1,48	1,54

Quando il sottoraffreddamento a monte della valvola è diverso da 4 °C, correggere la potenzialità dell'evaporatore dividendola per l'appropriato fattore di correzione individuato in Tabella 5B.

**TABELLA 6A: Refrigerante R404A/R507 - Potenzialità in kW per campo di temperatura - 40°C → + 10°C**

Codice orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]								Codice orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]							
	2	4	6	8	10	12	14	16		2	4	6	8	10	12	14	16
Temperatura d'evaporazione = + 10 °C									Temperatura d'evaporazione = 0 °C								
220X	0,28	0,35	0,40	0,42	0,43	0,43	0,42	0,41	220X	0,30	0,37	0,41	0,42	0,43	0,43	0,43	0,41
2200	0,67	0,82	0,90	0,94	0,96	0,96	0,93	0,90	2200	0,68	0,80	0,87	0,90	0,92	0,93	0,91	0,87
2201	1,70	2,10	2,30	2,42	2,48	2,46	2,41	2,34	2201	1,53	1,86	2,04	2,13	2,18	2,18	2,15	2,08
2202	2,32	3,00	3,39	3,61	3,73	3,74	3,68	3,59	2202	2,06	2,64	2,95	3,13	3,22	3,25	3,21	3,11
2203	4,15	5,36	6,03	6,43	6,63	6,66	6,55	6,39	2203	3,68	4,72	5,27	5,59	5,75	5,80	5,73	5,55
2204	6,24	8,06	9,06	9,66	9,95	9,98	9,81	9,57	2204	5,49	7,15	7,86	8,33	8,58	8,64	8,53	8,27
2205	7,91	10,17	11,43	12,16	12,53	12,56	12,34	12,03	2205	6,97	8,92	9,95	10,52	10,83	10,90	10,76	10,43
2206	9,71	12,47	13,98	14,86	15,29	15,31	15,05	14,66	2206	8,57	10,93	12,16	12,85	13,21	13,30	13,12	12,72
Temperatura d'evaporazione = - 10 °C									Temperatura d'evaporazione = - 20 °C								
220X	0,30	0,37	0,40	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	220X		0,35	0,38	0,40	0,39	0,40	0,39	0,38
2200	0,65	0,76	0,82	0,84	0,87	0,87	0,85	0,83	2200		0,70	0,75	0,77	0,79	0,79	0,79	0,76
2201	1,31	1,61	1,74	1,81	1,84	1,85	1,84	1,78	2201		1,34	1,45	1,50	1,52	1,52	1,51	1,47
2202	1,76	2,24	2,50	2,62	2,69	2,71	2,68	2,60	2202		1,85	2,04	2,14	2,17	2,18	2,16	2,09
2203	3,14	4,02	4,47	4,69	4,81	4,84	4,79	4,65	2203		3,32	3,66	3,83	3,89	3,90	3,86	3,75
2204	4,66	5,97	6,61	6,95	7,13	7,18	7,11	6,91	2204		4,88	5,40	5,64	5,75	5,77	5,71	5,56
2205	5,93	7,57	8,39	8,81	9,02	9,08	8,99	8,73	2205		6,20	6,86	7,17	7,29	7,31	7,23	7,05
2206	7,28	9,27	10,26	10,76	11,00	11,08	10,97	10,65	2206		7,60	8,39	8,75	8,91	8,93	8,84	8,61
Temperatura d'evaporazione = - 30 °C									Temperatura d'evaporazione = - 40 °C								
220X			0,35	0,37	0,36	0,37	0,36	0,35	220X			0,32	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32
2200			0,67	0,70	0,70	0,70	0,69	0,67	2200			0,60	0,61	0,62	0,61	0,60	0,59
2201			1,18	1,21	1,23	1,21	1,20	1,17	2201			0,92	0,96	0,97	0,96	0,94	0,91
2202			1,63	1,69	1,71	1,70	1,68	1,64	2202			1,27	1,32	1,33	1,31	1,28	1,24
2203			2,93	3,04	3,07	3,06	3,02	2,93	2203			2,28	2,36	2,38	2,36	2,31	2,24
2204			4,28	4,47	4,52	4,51	4,46	4,35	2204			3,34	3,47	3,50	3,48	3,42	3,33
2205			5,45	5,68	5,74	5,74	5,67	5,52	2205			4,25	4,41	4,45	4,43	4,36	4,24
2206			6,66	6,94	7,02	7,01	6,93	6,75	2206			5,19	5,39	5,45	5,42	5,33	5,19

**TABELLA 6B: Refrigerante R404A/R507 - Fattore di correzione per sottoraffreddamento  $\Delta t_{sub} > 4^\circ\text{C}$** 

$\Delta t_{sub}$ [°C]	4	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$F_{sub}$	1,00	1,10	1,20	1,29	1,37	1,46	1,54	1,63	1,70	1,78

Quando il sottoraffreddamento a monte della valvola è diverso da 4 °C, correggere la potenzialità dell'evaporatore dividendola per l'appropriato fattore di correzione individuato in Tabella 6B.

**TABELLA 7A: Refrigerante R404A/R507- Potenzialità in kW per campo di temperatura - 60°C → - 25°C**

Codice orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]								Codice orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]							
	2	4	6	8	10	12	14	16		2	4	6	8	10	12	14	16
Temperatura d'evaporazione = -25 °C									Temperatura d'evaporazione = -30 °C								
2200	0,57	0,67	0,72	0,73	0,74	0,85	0,74	0,71	2200	0,53	0,64	0,67	0,70	0,70	0,70	0,69	0,67
2201	0,98	1,20	1,31	1,36	1,37	1,37	1,35	1,31	2201	0,88	1,07	1,18	1,21	1,23	1,21	1,20	1,17
2202	1,31	1,65	1,83	1,91	1,93	1,93	1,90	1,85	2202	1,18	1,47	1,63	1,69	1,71	1,70	1,68	1,64
2203	2,35	2,97	3,28	3,42	3,47	3,46	3,42	3,32	2203	2,12	2,65	2,93	3,04	3,07	3,05	3,02	2,93
2204	3,45	4,37	4,82	5,04	5,11	5,12	5,06	4,93	2204	3,09	3,88	4,28	4,47	4,52	4,51	4,46	4,35
2205	4,40	5,56	6,14	6,40	6,49	6,49	6,42	6,26	2205	3,94	4,94	5,45	5,68	5,74	5,74	5,67	5,52
2206	5,40	6,30	7,49	7,81	7,93	7,93	7,85	7,64	2206	4,83	6,06	6,66	6,94	7,02	7,01	6,93	6,75
Temperatura d'evaporazione = - 40 °C									Temperatura d'evaporazione = - 50 °C								
2200		0,56	0,60	0,61	0,62	0,61	0,60	0,59	2200		0,49	0,53	0,54	0,54	0,53	0,52	0,50
2201		0,65	0,72	0,75	0,77	0,77	0,77	0,75	2201		0,51	0,57	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59
2202		1,17	1,27	1,32	1,33	1,31	1,28	1,24	2202		0,91	0,99	1,02	1,02	1,01	0,98	0,95
2203		2,09	2,28	2,36	2,38	2,36	2,31	2,24	2203		1,63	1,73	1,84	1,84	1,81	1,78	1,72
2204		3,03	3,34	3,47	3,50	3,48	3,42	3,33	2204		2,36	2,60	2,69	2,71	2,68	2,63	2,56
2205		3,87	4,25	4,41	4,45	4,43	4,36	4,24	2205		3,02	3,30	3,43	3,45	3,42	3,35	3,26
2206		4,73	5,19	5,39	5,45	5,47	5,33	5,19	2206		3,69	4,04	4,20	4,22	4,18	4,12	4,00
Temperatura d'evaporazione = - 60 °C																	
2200			0,46	0,48	0,47	0,45	0,45	0,43									
2201			0,58	0,60	0,60	0,58	0,56	0,54									
2202			0,78	0,80	0,80	0,78	0,75	0,72									
2203			1,40	1,44	1,43	1,40	1,36	1,30									
2204			2,04	2,11	2,11	2,07	2,03	1,96									
2205			2,59	2,69	2,66	2,65	2,59	2,50									
2206			3,16	3,28	3,30	3,25	3,18	3,07									

**TABELLA 7B: Refrigerante R404A/R507 - Fattore di correzione per sottoraffreddamento  $\Delta t_{sub} > 4^\circ\text{C}$** 

$\Delta t_{sub}$ [°C]	4	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$F_{sub}$	1,00	1,10	1,20	1,29	1,37	1,46	1,54	1,63	1,70	1,78

Quando il sottoraffreddamento a monte della valvola è diverso da 4 °C, correggere la potenzialità dell'evaporatore dividendola per l'appropriato fattore di correzione individuato in Tabella 7B.



# VALVOLE D'ESPANSIONE A SOLENOIDE PWM CON ORIFICIO INTERCAMBIABILE



## IMPIEGO

La valvola d'espansione a solenoide Castel serie 2028 regola il flusso di liquido refrigerante all'evaporatore tramite la modulazione del tempo d'apertura del proprio otturatore, consentendo un ampio intervallo di variazione della potenza. Questa valvola deve essere accoppiata ad una bobina tipo HM4 (vedi tabella 2), pilotata da un dispositivo di regolazione di tipo elettronico (non fornito dalla Castel).

Il suo utilizzo tipico sono i sistemi di refrigerazione, soprattutto i banchi refrigerati in uso alla Grande Distribuzione Organizzata, che impieghino i seguenti fluidi refrigeranti: R22, R134a, R404A, R407C; R410A, R507 appartenenti al Gruppo II (così come definito nell'Articolo 9, Punto 2.2 della Direttiva 97/23/CE, con riferimento alla Direttiva 67/548/CEE).

## FUNZIONAMENTO

La valvola serie 2028 è un dispositivo di laminazione che riceve il liquido dal condensatore e lo immette nell'evaporatore, operando il necessario salto di pressione sull'ugello d'espansione.

È una valvola ON / OFF che deve essere regolata secondo il criterio di modulazione d'ampiezza d'impulso, meglio noto come **"Pulse Width Modulation"** (PWM) e si presta ad essere comandata da un'elettronica di controllo piuttosto semplice. Secondo questo principio, fissato un

periodo  $T$  di riferimento proprio del regolatore, la portata  $QT$  di refrigerante richiesta dall'evaporatore nel suddetto periodo è fornita dalla valvola in un intervallo di tempo  $t$  inferiore al periodo  $T$ , durante il quale passa la massima portata (fase ON). Durante il restante intervallo di tempo  $T - t$  la valvola rimane chiusa (fase OFF).

Quindi per un'efficace regolazione la valvola PWM deve essere dimensionata in modo tale che, nelle condizioni di carico più impegnative, possa fornire una quantità di refrigerante comunque sufficiente a far fronte alla richiesta; in queste condizioni estreme la valvola resterà aperta per tutto il periodo  $T$ .

L'utilizzo di un regolatore elettronico consente di avere un dosaggio più preciso di refrigerante conseguendo un rendimento maggiore nel tempo (e quindi una diminuzione sensibile dei costi di gestione delle macchine) e anche una risposta più pronta alle variazioni di carico dell'evaporatore.

## COSTRUZIONE

La valvola è fornita completa di orificio; possono essere montati nove differenti orifici corrispondenti ad altrettante potenze massime che aumentano passando dall'orificio 01 all'orificio 09. Le ultime due cifre del codice della valvola individuano quale tipo di orificio è stato montato in fabbrica sulla valvola stessa; per esempio una valvola codice 2028/3S02 è una valvola con attacchi a saldare da 3/8" con un orificio tipo 02. Gli orifici sono intercambiabili e possono essere installati anche quando la valvola è saldata all'impianto; in tal caso se si desidera cambiare l'orificio è necessario acquistare il corrispondente kit, secondo la codifica indicata in tabella 3.

Le parti principali delle valvole 2028 sono realizzate con i seguenti materiali:

- Ottone EN 12164 – CW 614N-M per il corpo e il canotto d'alloggiamento del nucleo mobile
- Acciaio inox ferritico EN 10088-3 – 1.4105 per il nucleo fisso e il nucleo mobile
- Acciaio inox austenitico EN 10088-3 – 1.4301 per il filtro
- Acciaio inox austenitico EN 10088-3 – 1.4305 per l'orificio
- P.T.F.E. per le guarnizioni di tenuta sede
- Gomma cloroprene (CR) per le guarnizioni di tenuta verso l'esterno

## BOBINE E CONNETTORI

Le bobine che possono essere utilizzate per questa valvola sono del tipo HM4. La tabella 2 riassume le principali caratteristiche delle bobine e dei connettori da accoppiare a tali bobine. Per ulteriori informazioni sulle caratteristiche tecniche delle bobine tipo HM4 e dei connettori dedicati si rimanda al manuale delle "Valvole solenoidi".

## SELEZIONE

Per dimensionare correttamente una valvola PWM serie 2028 su un impianto frigorifero, devono essere disponibili i seguenti parametri progettuali:

- Tipo di refrigerante
- Potenzialità dell'evaporatore;  $Q_e$
- Temperatura/pressione d'evaporazione;  $T_e / p_e$
- Minima temperatura/pressione di condensazione;  $T_c / p_c$
- Temperatura del refrigerante liquido all'ingresso della valvola;  $T_l$
- Caduta di pressione nella linea del liquido, distributore, evaporatore;  $\Delta p$

La procedura descritta di seguito aiuta a dimensionare correttamente una valvola d'espansione su un impianto frigorifero.

### Punto 1

*Determinazione della caduta di pressione a cavallo della valvola.* La caduta di pressione è calcolata mediante la formula:

$$\Delta p_{tot} = p_c - (p_e + \Delta p)$$

dove:

- $P_c$  = pressione di condensazione
- $P_e$  = pressione d'evaporazione
- $\Delta p$  = somma delle cadute di pressione nella linea del liquido, distributore, evaporatore alla portata massima, cioè con valvola sempre aperta

### Punto 2

*Correzione della potenzialità dell'evaporatore in presenza di sottoraffreddamento.* La caduta di pressione è calcolata mediante la formula:

$$\Delta T_{sub} = T_c - T_l$$

Sulla tabella dei fattori di correzione per il sottoraffreddamento, scegliere l'appropriato fattore di correzione  $F_{sub}$ , corrispondente al valore  $\Delta T_{sub}$  calcolato, e determinare la potenzialità richiesta alla valvola con la formula:

$$Q_{sub} = F_{sub} \times Q_e$$

### Punto 3

*Correzione della potenzialità a seconda dell'applicazione.* Affinché la valvola regoli correttamente è necessario sovradimensionarla in modo che, all'interno del periodo di controllo, resti chiusa per una frazione di tempo compresa fra il 50% e il 25%. La scelta di questo margine di potenza dipende dall'applicazione, che può prevedere picchi di portata di entità variabile, e dall'algoritmo di controllo utilizzato dalla centralina elettronica.

In generale, comunque, questo fattore di correzione  $F_{ev}$  è strettamente legato alla temperatura di evaporazione  $T_e$  e si

può considerare pari al 125% per  $T_e \geq -15^\circ\text{C}$  e al 150% per  $T_e < -15^\circ\text{C}$ . Questi valori generici vanno comunque verificati a seconda dell'applicazione particolare.

La capacità della valvola dovrà dunque essere almeno pari a:

$$Q_{ev} = F_{ev} \times Q_{sub}$$

### Punto 4

*Determinazione della dimensione richiesta all'orificio.* Utilizzare la pressione a cavallo della valvola, la temperatura d'evaporazione, e la potenzialità corretta  $Q_{ev}$  sopra calcolata per selezionare la corrispondente dimensione dell'orificio sulla tabella della potenzialità corrispondente al fluido refrigerante scelto.

### Punto 5

*Dimensionamento della linea del liquido.* Poiché la valvola ha un criterio di funzionamento on-off, nella fase di apertura la portata può crescere considerevolmente rispetto al suo valore medio nel periodo. Proprio per questo motivo, il progettista dovrà dimensionare il diametro dei tubi della linea del liquido in accordo con la portata massima che fluisce dall'ugello nelle reali condizioni di  $\Delta p_{tot}$  e in modo che la perdita di carico non provochi una diminuzione della potenza massima della valvola.

## ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO

Refrigerante:	R404A
Potenzialità dell'evaporatore; $Q_e$	2,8 [kW]
Temperatura d'evaporazione; $T_e$	-5 [°C]
Minima temperatura di condensazione; $T_c$	35 [°C]
Temperatura del refrigerante liquido; $T_l$	20 [°C]
Caduta di pressione nella linea del liquido, distributore, evaporatore; $\Delta p$	2 [bar]

### Punto 1

*Determinazione della caduta di pressione a cavallo della valvola.*

- Pressione di condensazione a + 35 °C -  $P_c = 16,9$  bar
- Pressione d'evaporazione a - 5 °C -  $P_e = 5,14$  bar

$$\Delta p_{tot} = 16,9 - (5,14 + 2) = 9,76 \text{ bar}$$

### Punto 2

*Correzione della potenzialità dell'evaporatore in presenza di sottoraffreddamento.*

$$\Delta T_{sub} = 35 - 20 = 15 \text{ °C}$$

Sulla tabella dei fattori di correzione per il sottoraffreddamento 9, in corrispondenza al valore  $\Delta T_{sub} = 15 \text{ °C}$ , si ottiene un fattore di correzione  $F_{sub}$  uguale a 0,83. La potenzialità richiesta alla valvola è:

$$Q_{sub} = 0,83 \times 2,8 = 2,324 \text{ kW}$$

### Punto 3

*Correzione della potenzialità a seconda dell'applicazione.* In base al criterio generale sopra riportato, applichiamo una maggiorazione del 25% alla potenzialità appena calcolata:

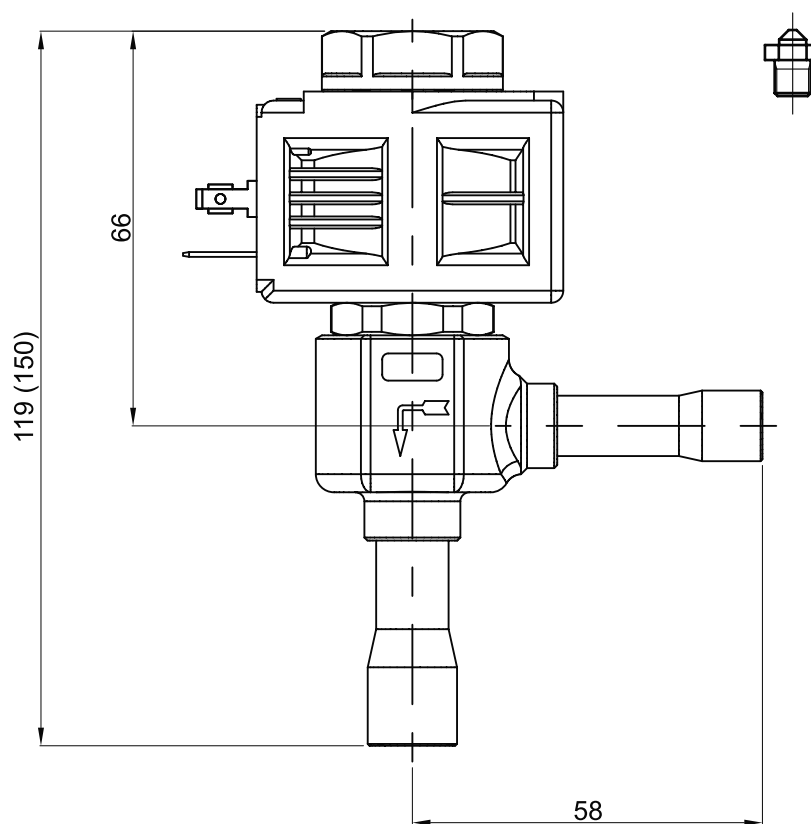
$$Q_{ev} = 1,25 \times 2,324 = 2,91 \text{ kW}$$

### Punto 4

*Determinazione della dimensione richiesta all'orificio.*

Utilizzando la tabella delle potenzialità per il refrigerante R404A, a pagina 17, inserire i dati:

- caduta di pressione a cavallo della valvola = 9,76 bar
  - temperatura d'evaporazione = - 5 °C
  - potenzialità dell'evaporatore calcolata = 2,91 kW
- per selezionare il corrispondente orificio 04 (N.B.: la potenzialità della valvola d'espansione deve essere uguale o leggermente superiore alla potenzialità dell'evaporatore calcolata)



**TABELLA 1: Caratteristiche generali delle valvole d'espansione PWM**

Numero catalogo	Attacchi ODS				Foro orificio [mm]	Fattore Kv [m³/h]	Pressione differenziale apertura [bar]			Principio di funzionamento	Tempo minimo d'intervento [s]	TS [°C]		PS [bar]	Categorìa di rischio secondo la PED
	[in]		[mm]				MinOPD	MOPD							
	IN	OUT	IN	OUT				AC	DC			min.	max.		
2028/3S01	3/8"	1/2"	-	-	0,5	0,010	0	18	18	PWM (Pulse Width Modulating)	1	-40	100	45	Art. 3.3
2028/M10S01	-	-	10	12											
2028/3S02	3/8"	1/2"	-	-	0,7	0,017									
2028/M10S02	-	-	10	12											
2028/3S03	3/8"	1/2"	-	-	0,8	0,023									
2028/M10S03	-	-	10	12											
2028/3S04	3/8"	1/2"	-	-	1,1	0,043									
2028/M10S04	-	-	10	12											
2028/3S05	3/8"	1/2"	-	-	1,3	0,065									
2028/M10S05	-	-	10	12											
2028/3S06	3/8"	1/2"	-	-	1,7	0,113									
2028/M10S06	-	-	10	12											
2028/4S07	1/2"	5/8"	-	-	2,3	0,200									
2028/M12S07	-	-	12	16											
2028/4S08	1/2"	5/8"	-	-	2,5	0,230									
2028/M12S08	-	-	12	16											
2028/4S09	1/2"	5/8"	-	-	2,7	0,250									
2028/M12S09	-	-	12	16											

**TABELLA 2: Caratteristiche generali bobine**

Tipo bobina	Numero catalogo	Tensione [V]	Tolleranza tensioni [%]	Frequenza [Hz]	Assorbimento a 20 °C [mA]				Collegamenti	
					Spunto		Esercizio		Grado di protezione IP65	Grado di protezione IP65/IP68
					50 [Hz]	D.C.	50 [Hz]	D.C.		
HM4	9160/RA2	24 A.C.	+6 / -10	50	1490	-	700	-	9150/R02	9155/R01
	9160/RA4	110 A.C.			330		156			
	9160/RA6	220/230 A.C.			162		76			
	9160/RD1	12 D.C.	-	1350	1350					
	9160/RD2	24 D.C.		650	650					

**TABELLA 3: Orifici - Potenzialità nominali in kW**

Numero catalogo	Tipo orificio	Foro orificio [mm]	Refrigerante				
			R22	R134a	R404A R507	R407C	R410A
9150/R63	01	0,5	1,0	0,9	0,8	1,1	1,3
9150/R64	02	0,7	1,9	1,7	1,6	2,0	2,4
9150/R65	03	0,8	2,5	2,0	1,9	2,4	3,0
9150/R66	04	1,1	3,9	3,2	2,9	3,8	4,8
9150/R67	05	1,3	6,7	5,6	5,1	6,7	8,4
9150/R68	06	1,7	9,2	7,7	7,0	9,1	11,4
9150/R69	07	2,3	14,7	12,2	11,3	15,3	18,2
9150/R78	08	2,5	17,4	14,7	13,5	17,7	21,6
9150/R79	09	2,7	19,3	16,3	15,0	19,6	24,1

Le potenzialità nominali sono riferite a:

- Temperatura d'evaporazione  $T_{evap} = + 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura di condensazione  $T_{cond} = + 32 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura del liquido all'ingresso della valvola  $T_{liq} = + 28 \text{ }^\circ\text{C}$

**TABELLA 4: Refrigerante R22 - Potenzialità in kW**

Tipo orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
01	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
02	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
03	1,7	2,2	2,5	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0
04	2,7	3,5	3,9	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,7
05	4,7	6,0	6,7	7,3	7,6	7,8	7,9	8,1	8,1
06	6,4	8,3	9,2	9,9	10,4	10,6	10,8	11,0	11,0
07	10,3	13,2	14,7	15,8	16,6	17,0	17,3	17,6 (1)	17,6 (2)
08	12,2	15,7	17,4	18,8	19,7	20,2	20,5	20,9 (1)	20,9 (2)
09	13,5	17,4	19,3	20,8	21,8	22,4 (1)	22,8 (2)	23,2 (2)	23,2 (2)

(1) : differenziale di pressione non disponibile con bobine 9160/RD2

(2) : differenziale di pressione non disponibile con bobine 9160/RD1 e 9160/RD2

**TABELLA 5: Refrigerante R134a - Potenzialità in kW**

Tipo orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
01	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
02	1,2	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8
03	1,4	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1
04	2,3	2,9	3,2	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5
05	3,9	5,0	5,6	6,0	6,1	6,2	6,2	6,1	6,0
06	5,4	6,9	7,7	8,2	8,4	8,5	8,5	8,4	8,2
07	8,5	10,9	12,2	13,0	13,4	13,5	13,5	13,4 (1)	13,0 (2)
08	10,3	13,2	14,7	15,7	16,2	16,3	16,3	16,2 (1)	15,7 (2)
09	11,4	14,7	16,3	17,4	17,9	18,1 (1)	18,1 (2)	17,9 (2)	17,4 (2)

**TABELLA 6: Refrigerante R404A/R507 - Potenzialità in kW**

Tipo orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
01	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
02	1,1	1,4	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5
03	1,3	1,7	1,9	2,0	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9
04	2,1	2,7	2,9	3,1	3,2	3,2	3,2	3,1	2,9
05	3,7	4,7	5,1	5,5	5,6	5,6	5,5	5,4	5,1
06	5,0	6,4	7,0	7,4	7,6	7,6	7,5	7,4	6,9
07	8,0	10,2	11,3	11,9	12,2	12,2	12,0	11,8 (1)	11,1 (2)
08	9,6	12,3	13,5	14,3	14,6	14,6	14,4	14,2 (1)	13,4 (2)
09	10,7	13,7	15,0	15,9	16,2	16,2 (1)	16,0 (2)	15,8 (2)	14,9 (2)

**TABELLA 7: Refrigerante R407C - Potenzialità in kW**

Tipo orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
01	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
02	1,4	1,8	2,0	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4
03	1,7	2,1	2,4	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9
04	2,7	3,4	3,8	4,1	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6
05	4,7	6,0	6,7	7,3	7,6	7,8	7,9	8,1	8,1
06	6,4	8,2	9,1	9,8	10,3	10,5	10,7	10,9	10,9
07	10,7	13,8	15,3	16,5	17,3	17,7	18,1	18,4 (1)	18,4 (2)
08	12,4	15,9	17,7	19,1	20,0	20,5	20,9	21,2 (1)	21,2 (2)
09	13,7	17,6	19,6	21,2	22,1	22,7 (1)	23,1 (2)	23,5 (2)	23,5 (2)

(1) : differenziale di pressione non disponibile con bobine 9160/RD2

(2) : differenziale di pressione non disponibile con bobine 9160/RD1 e 9160/RD2

**TABELLA 8: Refrigerante R410A - Potenzialità in kW**

Tipo orificio	Caduta di pressione a cavallo della valvola [bar]								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
01	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6
02	1,6	2,1	2,4	2,6	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0
03	2,0	2,7	3,0	3,3	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8
04	3,2	4,3	4,8	5,3	5,6	5,8	5,9	6,1	6,1
05	5,6	7,4	8,4	9,2	9,7	10,0	10,2	10,5	10,6
06	7,7	10,1	11,4	12,5	13,1	13,6	13,9	14,3	14,4
07	12,2	16,0	18,2	19,8	20,9	21,6	22,2	22,7 (1)	22,9 (2)
08	14,5	19,0	21,6	23,5	24,8	25,7	26,4	27,0 (1)	27,2 (2)
09	16,1	21,2	24,1	26,3	27,7	28,7 (1)	29,4 (2)	30,1 (2)	30,4 (2)

(1) : differenziale di pressione non disponibile con bobine 9160/RD2

(2) : differenziale di pressione non disponibile con bobine 9160/RD1 e 9160/RD2

**TABELLA 9: Fattore di correzione per sottoraffreddamento  $\Delta t_{sub} > 4^{\circ}\text{C}$** 

Refrigeranti	4K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	45K	50K
R22	1	0,94	0,9	0,87	0,83	0,8	0,77	0,74	0,72	0,69
R134a	1	0,93	0,88	0,84	0,8	0,76	0,73	0,7	0,68	0,65
R404A/R507	1	0,91	0,83	0,78	0,73	0,68	0,65	0,61	0,59	0,56
R407C	1	0,93	0,88	0,83	0,79	0,75	0,72	0,69	0,66	0,64
R410A	1	0,95	0,9	0,85	0,81	0,77	0,73	0,7	0,67	0,64

Quando il sottoraffreddamento a monte della valvola è diverso da 4 °C, correggere la potenzialità dell'evaporatore dividendola per l'appropriato fattore di correzione individuato in Tabella 9.

[www.castel.it](http://www.castel.it)



ed. 001-VE-ITA

Castel non si assume alcuna responsabilità su eventuali errori o cambiamenti nei cataloghi, manuali, pubblicazioni o altra documentazione. Castel Srl si riserva il diritto di apportare ai prodotti modifiche e miglioramenti senza alcun preavviso. Tutti i marchi di fabbrica citati sono di proprietà dei rispettivi Titolari. Il nome ed il logotipo Castel sono marchi depositati e di proprietà di Castel Srl. Tutti i diritti riservati.

Castel Srl - Via Provinciale 2-4 - 20060 Pessano con Bornago - MI