

Corso di Strumentazione e Automazione Industriale

Valvole, attuatori e modalità di regolazione

Prof. Ing. Cesare Saccani
Prof. Ing. Augusto Bianchini
Dott. Ing. Marco Pellegrini



Department of Industrial Engineering (DIN) - University of Bologna

Agenda

Organi di intercettazione e regolazione

Valvole di regolazione

Attuatori

Dimensionamento della valvola di regolazione

Valvole termostatiche



Organi di intercettazione e regolazione

Organi di intercettazione e regolazione (valvole)

Col nome di organi di intercettazione e regolazione si intendono tutti quei dispositivi, detti comunemente **valvole**, che hanno la funzione di intercettare o regolare il flusso dei fluidi nelle tubazioni.

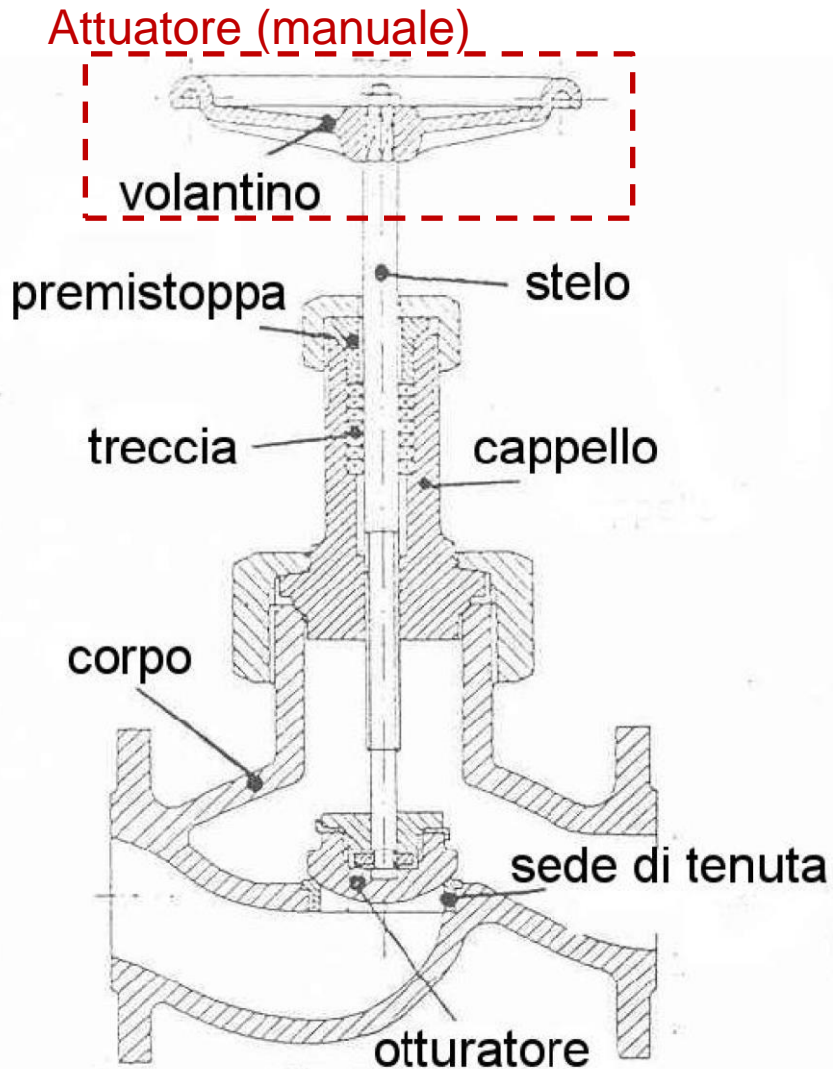
Questi dispositivi sono realizzati nelle **forme** e nei **materiali** più svariati ed è quindi importante scegliere il tipo più adatto in relazione alle **caratteristiche d'impiego**.

Nello sviluppo di un progetto di impianto questa scelta occupa un posto quanto mai importante perché la conduzione dell'impianto, essendo effettuata in gran parte mediante manovre eseguite dalle valvole installate sul piping, dipende essenzialmente dalle loro prestazioni.



Organi di intercettazione e regolazione

Componenti principali valvola manuale



Corpo valvola: è la struttura principale della valvola, in cui sono ricavati i passaggi destinati allo scorrimento del fluido.

Cappello: chiude l'apertura attraverso la quale vengono introdotti nel corpo valvola gli organi interni della valvola (otturatore e sede di tenuta) e gli organi destinati al comando dell'otturatore.

Stelo: è l'elemento di comando dell'otturatore. Passa attraverso il cappello e deve essere dotato di un sistema di tenuta (**treccia** e **premistoppa**).

Otturatore: è il componente mobile, solidale allo stelo, che modifica la sezione di passaggio del fluido fino a chiuderla/aprirla totalmente.

Sede di tenuta: componente solidale col corpo della valvola (al quale è collegato solitamente mediante filettatura). Al termine della sua corsa l'otturatore si appoggia sulla sede di tenuta, determinando la intercettazione del flusso attraverso la valvola.

Attuatore: dispositivo atto a generare il movimento dello stelo. In Figura è mostrato un attuatore manuale (**volantino**), ma l'attuatore può anche essere di tipo automatico.

Classificazione valvole

A seconda del tipo di attuatore le valvole si possono distinguere in:

- Valvola manuale;
- Valvola automatica: attuatore di tipo elettrico, pneumatico, elettropneumatico, elettroidraulico, ad azione diretta del fluido (valvola di non ritorno a clapet);

Le valvole possono essere classificate anche per il tipo di funzione:

- Valvola di intercettazione: la funzione è quella di favorire il completo passaggio del fluido (valvola aperta) o l'arresto del fluido (valvola chiusa).
- Valvola di regolazione: l'otturatore varia la propria posizione tra quelle di chiusura e apertura. Così facendo, è possibile variare pressione e portata del fluido.
- Altre valvole:
 - Valvola unidirezionale (valvola di non ritorno)
 - Valvola di sicurezza

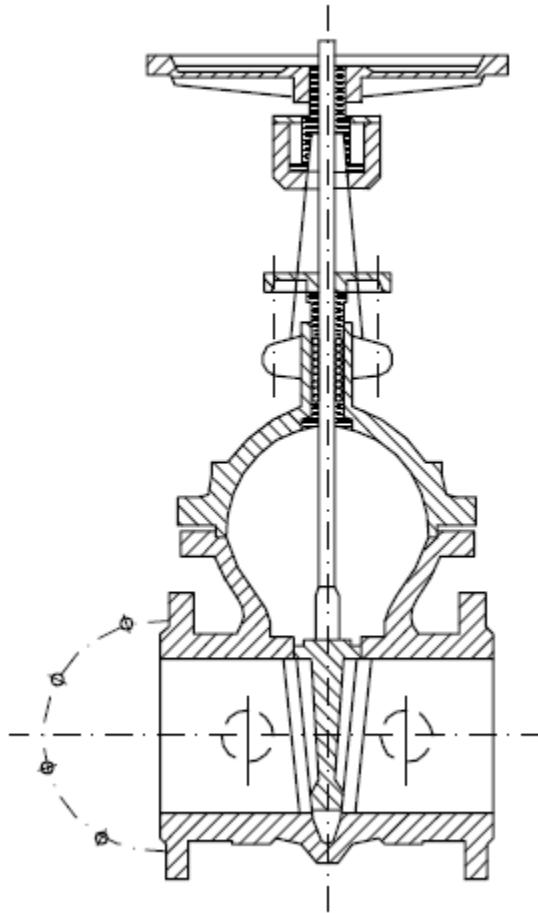
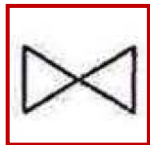


Valvole di intercettazione

Valvole di intercettazione

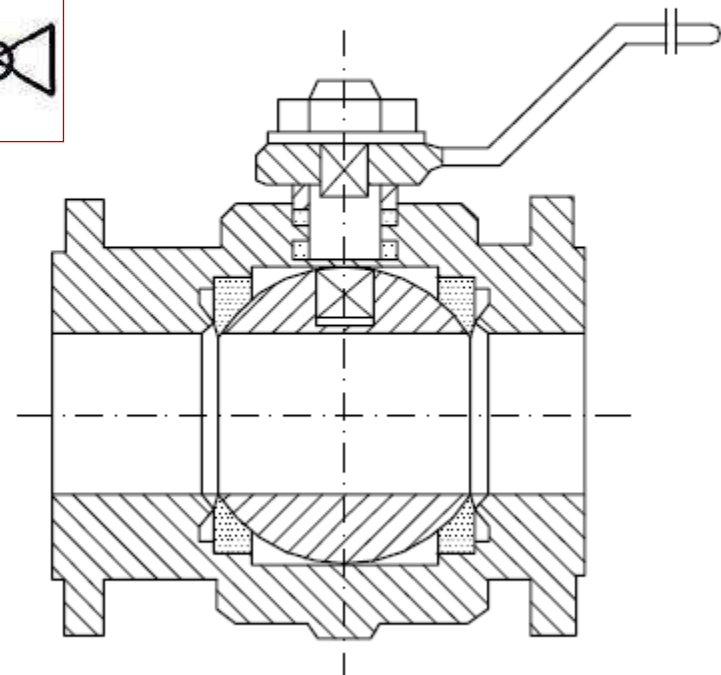
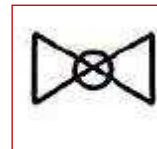
A *Saracinesca*

P&I



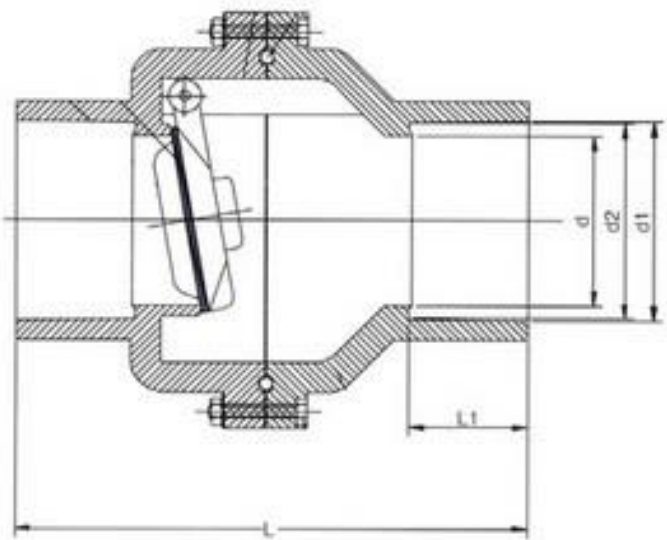
B *Rubinetto a sfera*

P&I



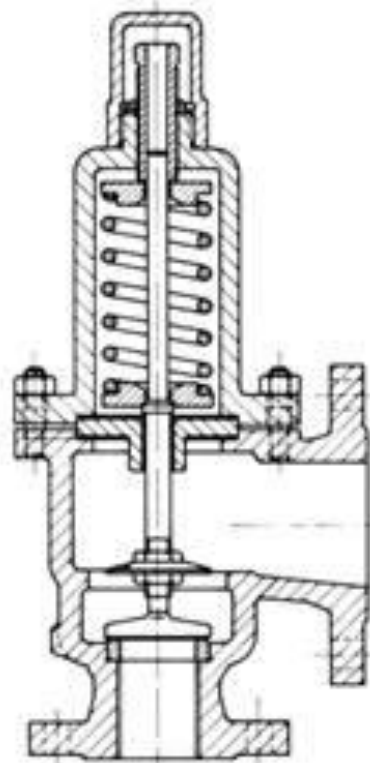
Altre valvole

Valvole per altre applicazioni



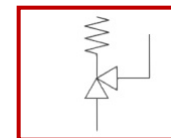
Valvola non ritorno

P&I



Valvola sicurezza

P&I



Agenda

Organi di intercettazione e regolazione

Valvole di regolazione

Attuatori

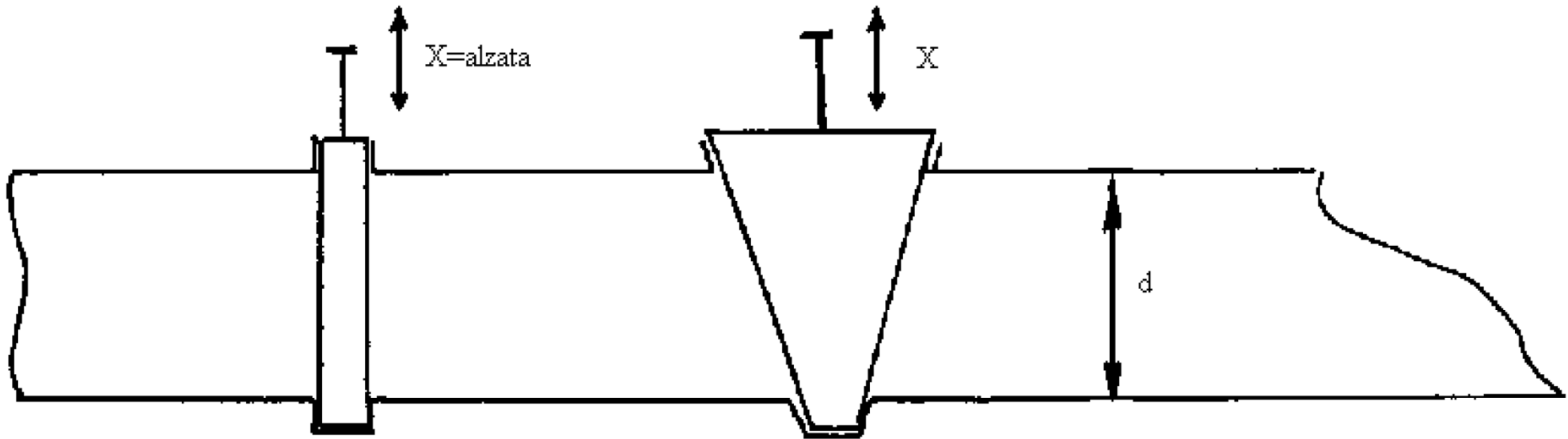
Dimensionamento della valvola di regolazione

Valvole termostatiche



Valvole di regolazione

Coefficiente di perdita concentrata: relazione con l'alzata dell'otturatore



Con strisciamento sulle
tenute (per basse pressioni)

Senza strisciamento sulle
tenute (pressioni più alte)

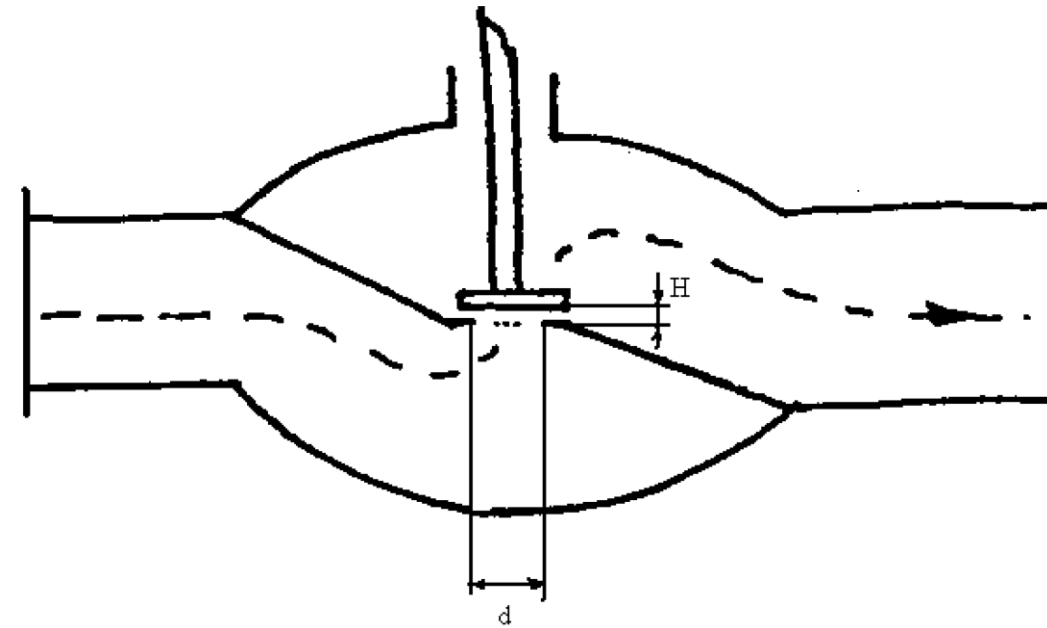
Perdite di carico: $\Delta p = \xi \rho \frac{V^2}{2}$

**Variando x si va a variare ξ : quindi,
regolando x posso regolare portata o
pressione.**

x/d	7/8	6/8	5/8	4/8	3/8	2/8	1/8
ξ	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17	97,8

Valvole di regolazione

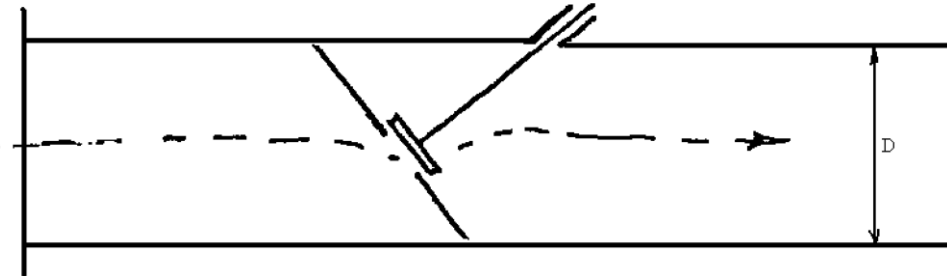
Valvola a flusso avviato vs. Valvola a flusso libero



Valvola a flusso avviato

$$\xi = 3-4$$

Sezione passaggio: $S = \pi \cdot d \cdot H$



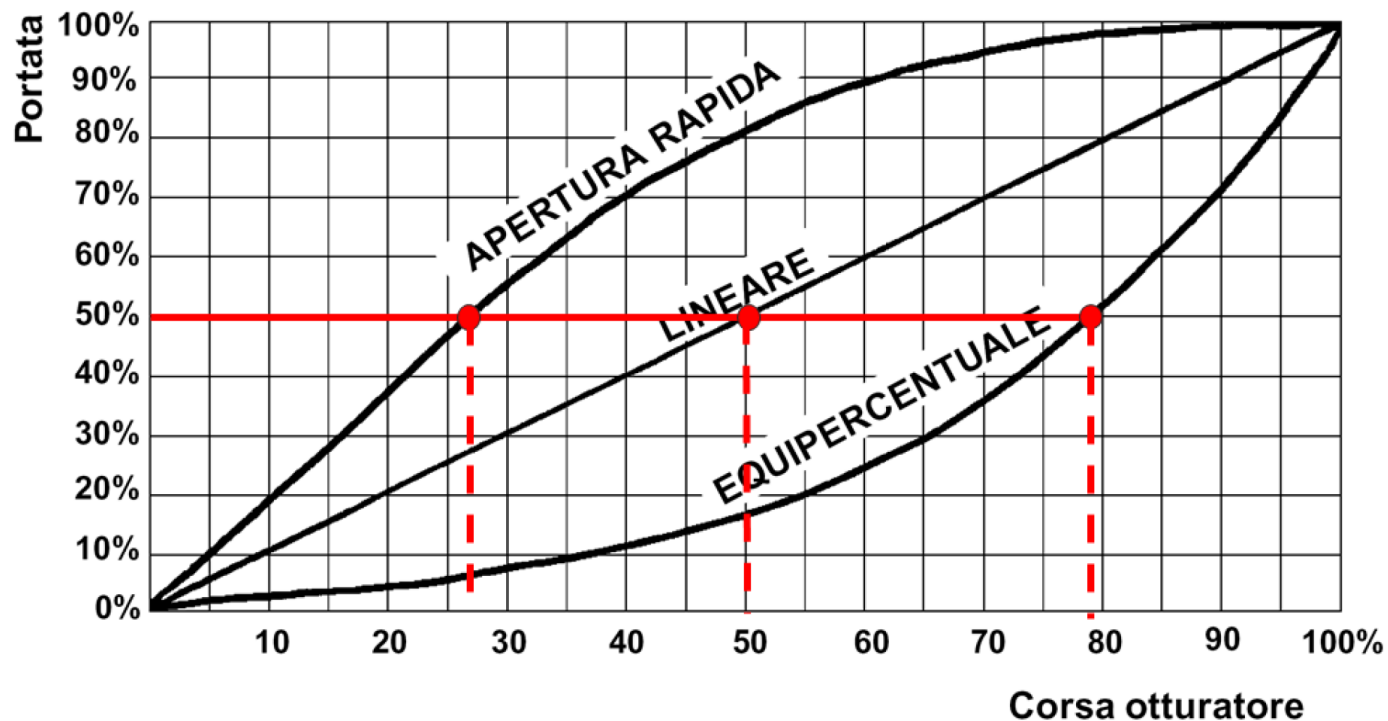
Valvola a flusso libero

$$\xi = 1-2$$

Valvole di regolazione

Tipologia di otturatore

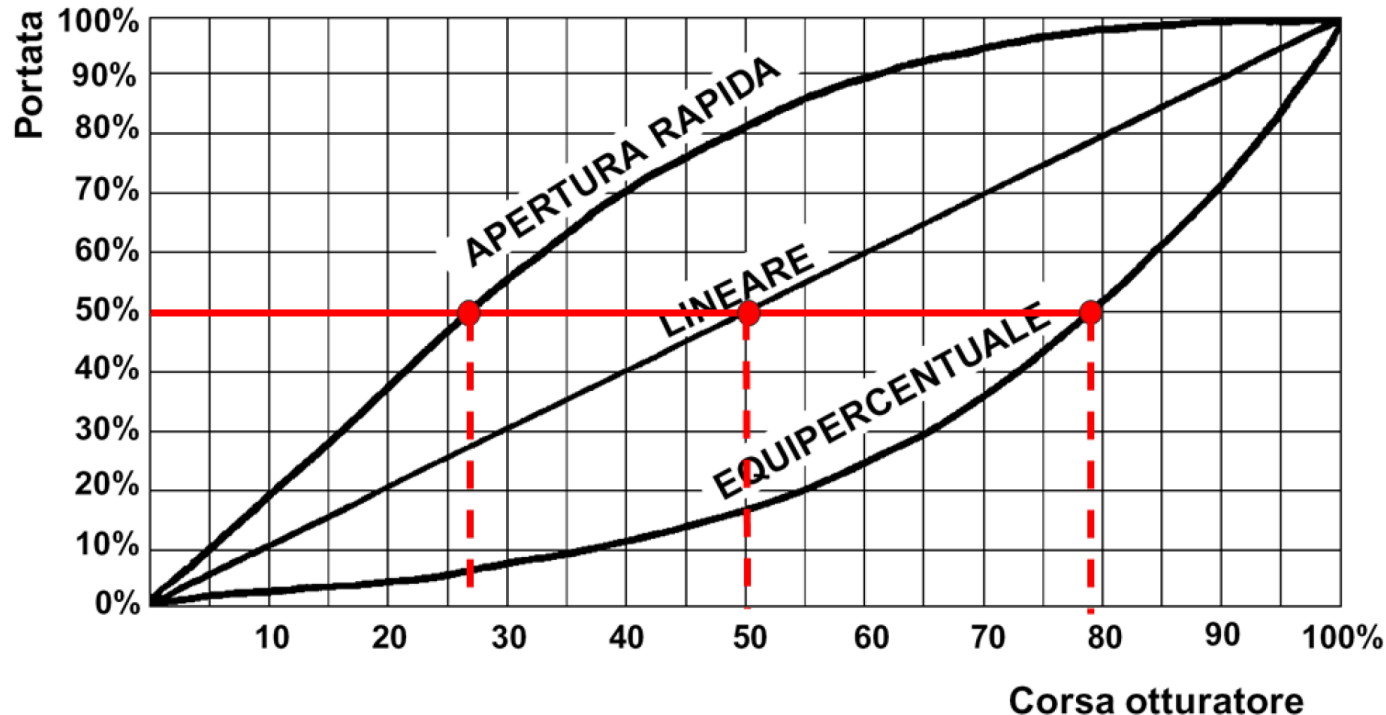
La caratteristica di regolazione della valvola è determinata dalla variazione della portata in funzione della corsa dell'otturatore. Viene ottenuta **sagomando opportunamente la geometria dell'otturatore**, che può essere scelto tra tipi diversi.



Valvole di regolazione

Otturatore a piattello – apertura rapida

L'incremento della portata avviene quasi esclusivamente nella prima porzione di apertura dell'otturatore dopo di che ulteriori incrementi della corsa determinano aumenti di portata quasi trascurabili. Per questo motivo l'otturatore a piattello viene anche detto otturatore ad apertura rapida. Viene generalmente usato per controlli tutto-niente, in cui si desidera una portata più o meno costante oltre un certo grado di apertura della valvola.

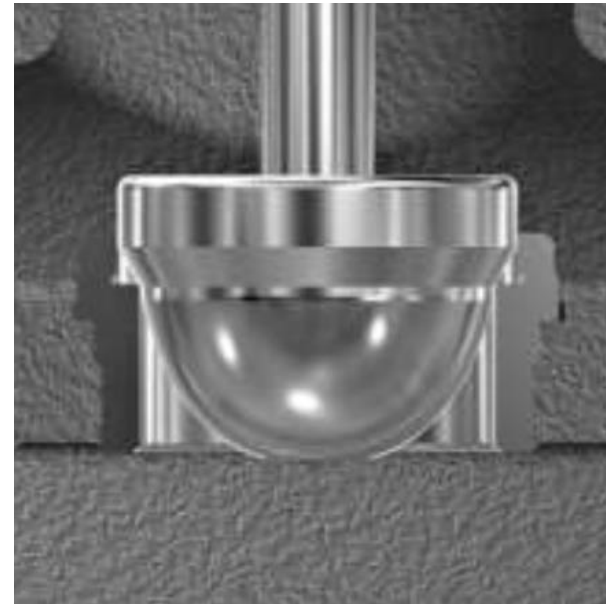


Valvole di regolazione

Otturatore lineare

Con questo otturatore si ottiene la **linearità tra la corsa dell'otturatore e la portata** che quindi risulta proporzionale al grado di apertura della valvola. Gli otturatori a caratteristica lineare si usano quando la pressione differenziale in esercizio non subisce apprezzabili variazioni oppure in processi con limitate variazioni di portata. **Il profilo dell'otturatore è normalmente di tipo parabolico.**

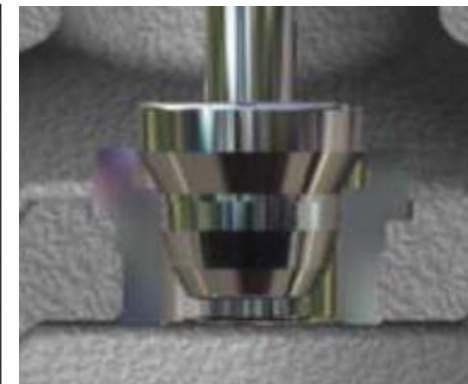
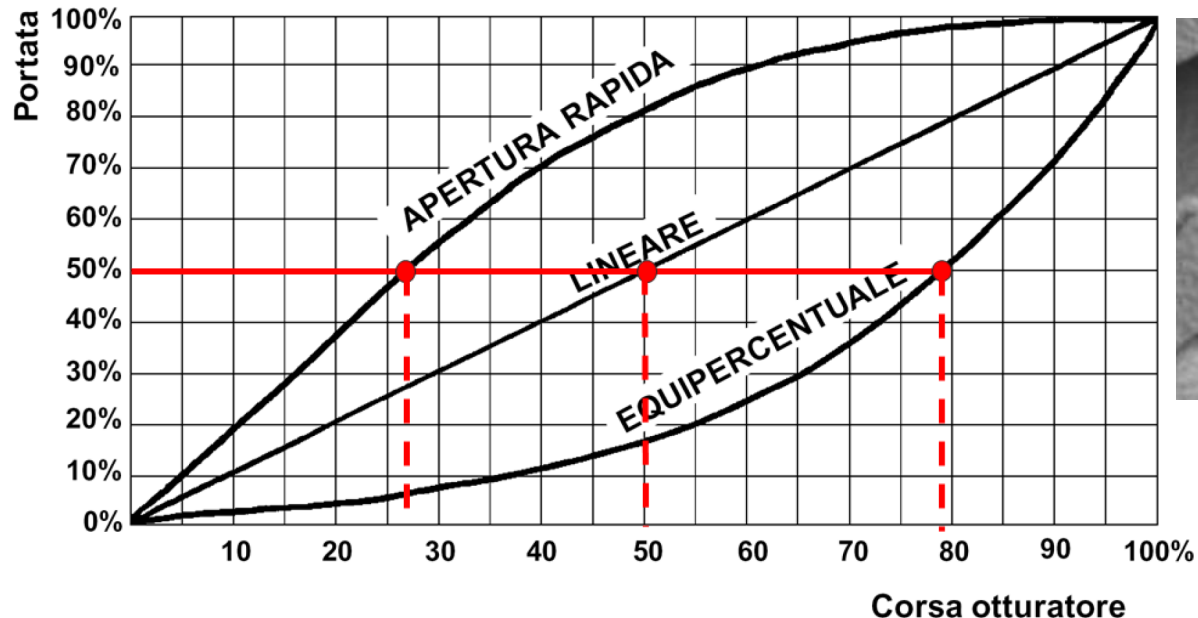
$$\text{Perdite di carico: } \Delta p = \xi \rho \frac{v^2}{2}$$



Valvole di regolazione

Otturatore equipercentuale

Con questo otturatore **ad uguali incrementi della corsa di apertura corrisponde una percentuale costante di aumento della portata a parità di pressione differenziale**. Ad esempio, passando da 37,5 a 55% (+17,5% corsa valvola), si passa dal 10 al 20% (portata) cioè un incremento del 100%; da 55% a 72,5 % (ancora +17,5% corsa valvola) vado da 20 a 40% (+100%). **La valvola eroga così la maggior parte della portata nell'ultima frazione di apertura**. Gli otturatori equipercentuali vengono usati nelle applicazioni in cui si ritiene opportuno, per motivi di sicurezza, lasciare all'ultimo tratto di apertura della valvola gran parte dell'incremento di portata.



Valvole di regolazione

Caratteristiche tecniche

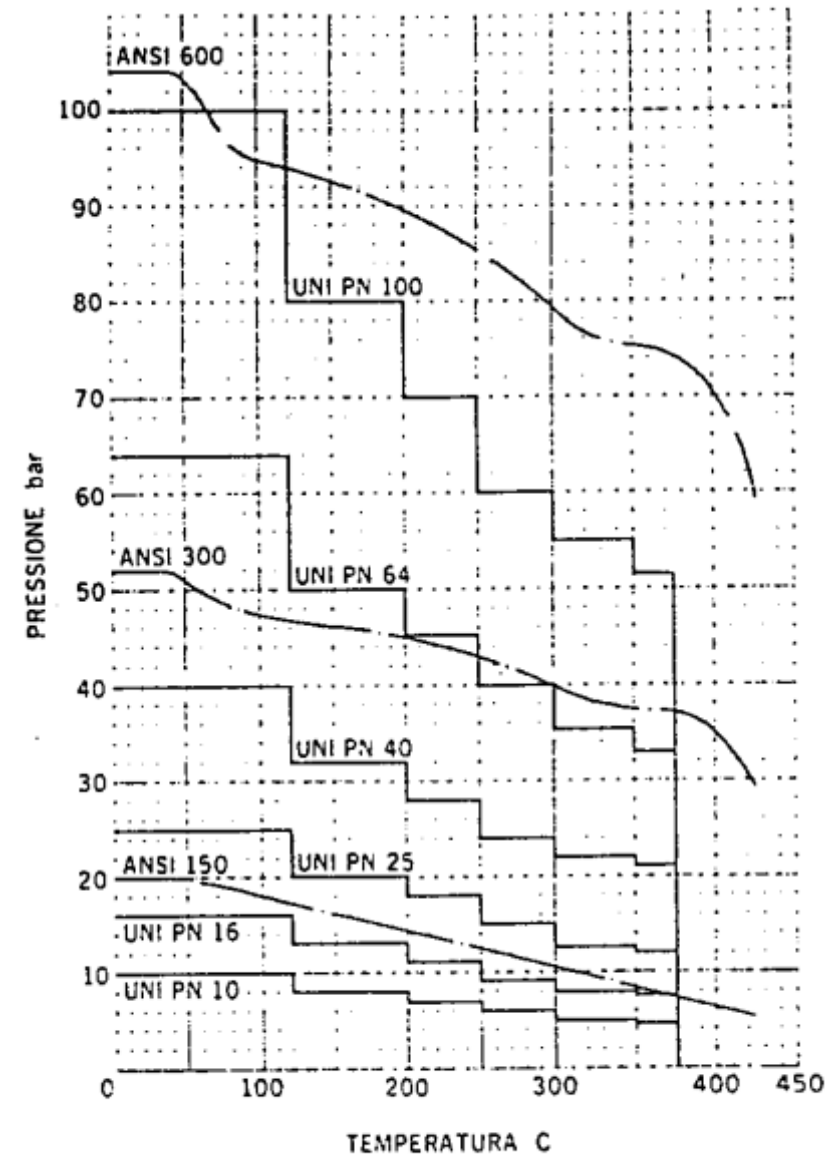
E' necessario un **accurato dimensionamento** del corpo valvola e dei vari organi per prevenire dannose deformazioni causate dalla temperatura e dalla pressione del fluido oltreché dagli sforzi meccanici trasmessi alla valvola dalle tubazioni. Il dimensionamento delle parti viene effettuato anche in funzione delle dilatazioni termiche onde garantire esatti accoppiamenti degli organi in movimento alle diverse temperature di esercizio e compensare adeguatamente i diversi coefficienti di dilatazione del corpo rispetto all'otturatore.

La **resistenza all'usura nella sezione ristretta di passaggio tra otturatore e sede di tenuta**, dove il fluido può raggiungere velocità soniche, si ottiene con la stellatura (lega cobalto-cromo) delle superfici o con l'impiego di materiali di grande durezza come acciaio inossidabile AISI 440C, carburo di tungsteno e altre leghe speciali. Sono inoltre previste esecuzioni speciali utilizzabili in presenza di fenomeni di cavitazione o per funzionamento con gas e vapori umidi responsabili di una rapida erosione delle superfici.

Valvole di regolazione

Caratteristiche tecniche – il materiale

TIPO DI COSTRUZIONE	A -std-	B	C	D	E
Corpo-cappello-flangia cieca-alette-estensione	Ghisa o acciaio al carbonio o acciaio inossidabile o acciaio legato				
Otturatore	Acciaio inoss.le AISI 316	Acciaio inoss.le AISI 316 Stellitato	Acciaio inoss.le AISI 316 Stellitato	Acciaio inoss.le 440°C	Acciaio inoss.le AISI 316
Sedi	Acciaio inoss.le AISI 316	Acciaio inoss.le AISI 316 Stellitato	Acciaio inoss.le AISI 316 Stellitato	Acciaio inoss.le AISI 316 Stellitato	Acciaio inoss.le AISI 316
Stelo	Acciaio inoss.le AISI 316 rullato	Acciaio inoss.le AISI 316 rullato	Acciaio inoss.le AISI 316 rullato	Acciaio inoss.le AISI 316 rullato	Acciaio inoss.le AISI 316 rullato
Bussole di guida	Acciaio inoss.le Indurito	Acciaio inoss.le Indurito	Acciaio inoss.le Stellitato	Acciaio inoss.le Indurito	Acciaio inoss.le Indurito
Perni di guida otturatore	Acciaio inoss.le AISI 316 Rullato	Acciaio inoss.le AISI 316 Rullato	Acciaio inoss.le AISI 316 Stellitato	Acciaio inoss.le 440°C	Acciaio inoss.le AISI 316 Rullato
Lanterna del premistoppa	Acciaio Zincato	Acciaio Zincato	Acciaio Zincato	Acciaio Zincato	Acciaio inoss.le AISI 316
Vite di regolazione del premistoppa	Acciaio Zincato	Acciaio Zincato	Acciaio Zincato	Acciaio Zincato	Acciaio inoss.le AISI 316
Bulloni del corpo	Acciaio Classe 8G	Acciaio Classe 8G	Acciaio Classe 8G	Acciaio Classe 8G	Acciaio classe 8G (acciaio inoss.le AISI 316 a rich)
Guarnizioni del corpo	Amiantite	Amiantite	Amiantite	Amiantite	Amiantite Teflon a richiesta



Valvole di regolazione

Il corpo valvola

Si cerca di costruire gli orifici interni di diametro uguale al diametro nominale della valvola (attacco flange) per avere una portata maggiore possibile.

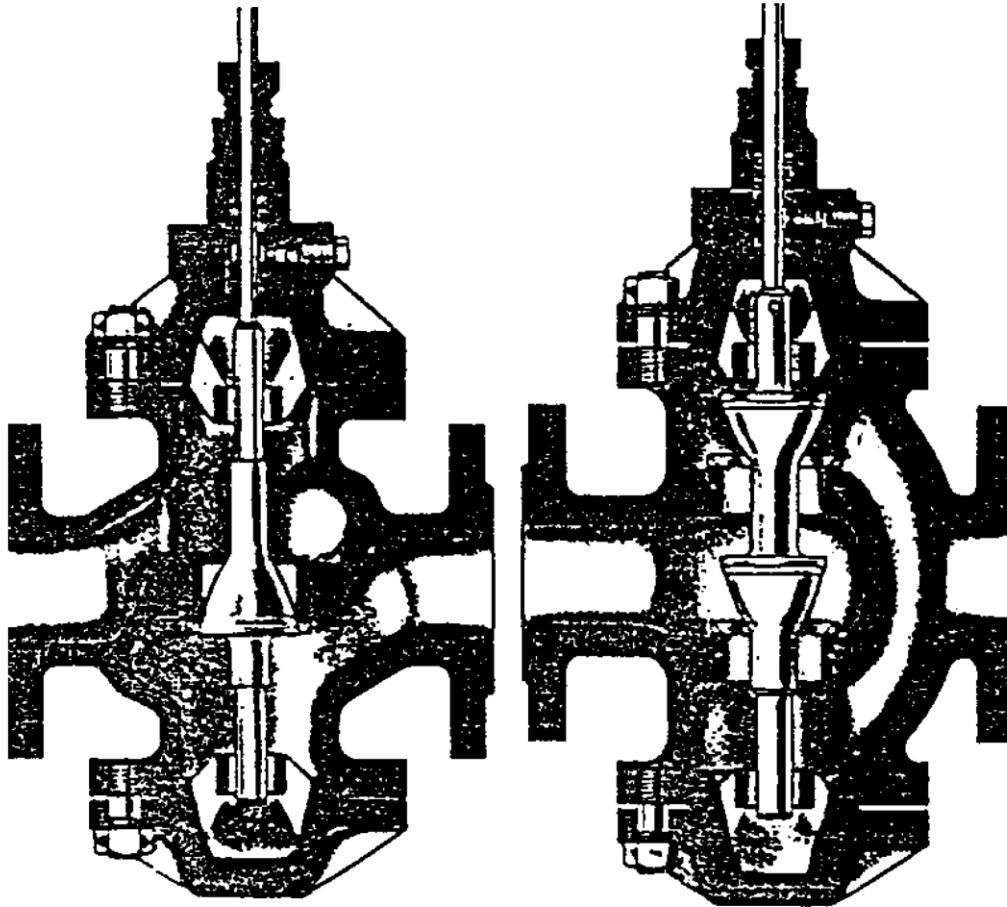
Si possono, tuttavia, trovare valvole con un corpo ed attacchi di diametro superiore a quello richiesto per la sede dell'otturatore. Queste valvole si dicono **a passaggio ridotto** ed il loro impiego può essere determinato dall'esigenza di una maggiore resistenza meccanica alle sollecitazioni esterne (tubazioni, flange, ecc...), minore velocità del fluido in ingresso e uscita, nonché dalla previsione di aumentare la potenzialità dell'impianto, per il quale sarà sufficiente sostituire gli organi interni con altri di maggior diametro. Comunemente i minimi diametri di sede applicabili corrispondono al 50% del diametro nominale di valvola.



Valvole di regolazione

Il corpo valvola

I tipi fondamentali dei corpi valvola sono due: i) a seggio singolo e ii) a doppio seggio.



A seggio singolo

A doppio seggio



Valvole di regolazione

Il corpo valvola

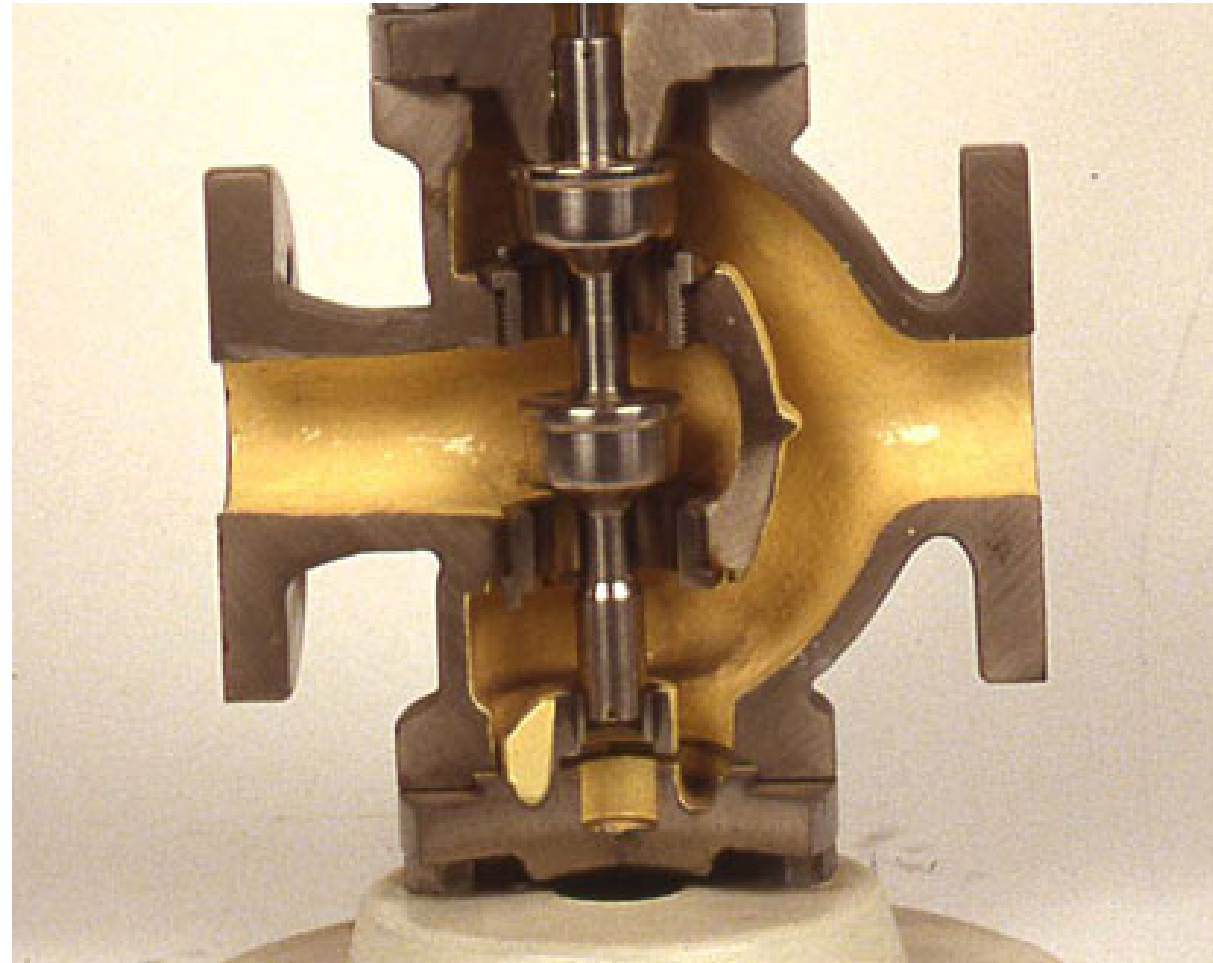
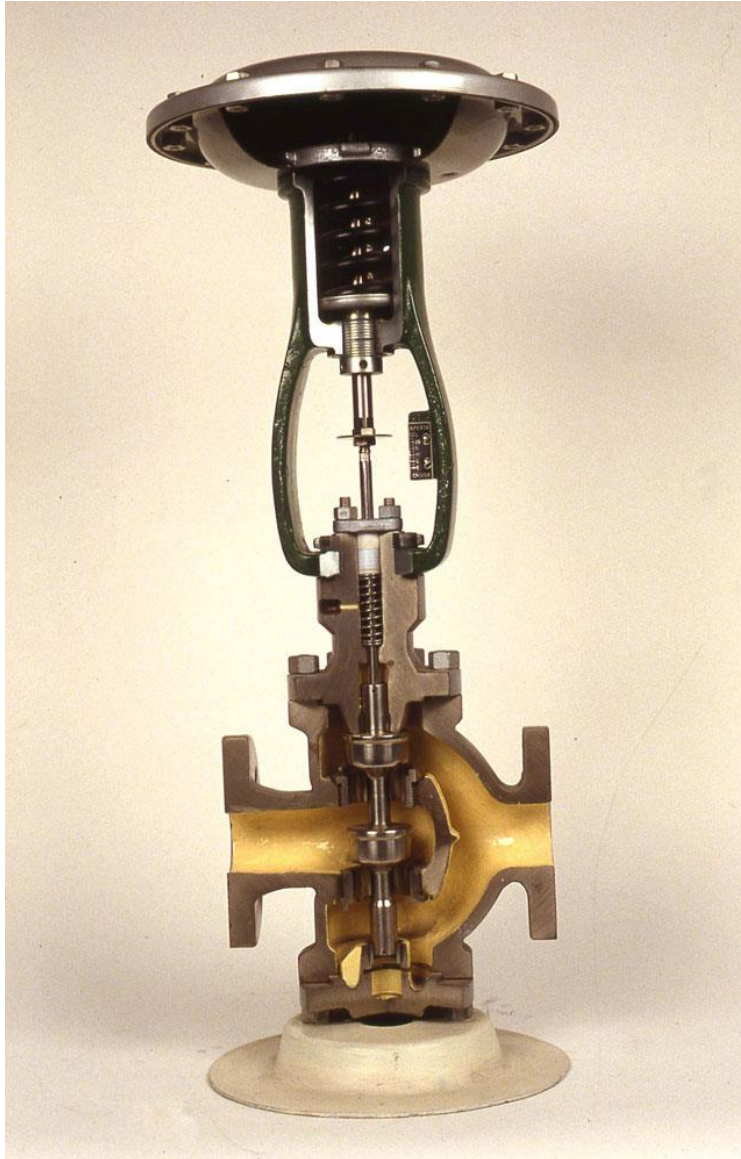
Doppio sedgio: Nelle valvola a doppio sedgio le spinte esercitate sui due funghi dalla differenza di pressione del fluido si annullano quasi totalmente per cui è richiesta una **forza minima di comando**. D'altro canto, a causa della differenza delle dilatazioni termiche tra corpo e otturatore nonché delle deformazioni elastiche dovute alla pressione, diventa **difficile ottenere una tenuta perfetta su entrambi i funghi a valvola chiusa** con normali superfici metalliche. Per le valvole a doppio sedgio è ammesso un trafilamento dello 0,5% della portata di progetto.

Poiché l'otturatore a doppio fungo bilancia quasi interamente gli squilibri dovuti al differenziale di pressione del fluido, le valvole a doppio sedgio generalmente **non richiedono servomotori maggiorati** anche con alte pressioni differenziali.

Pertanto, qualora venga richiesta la tenuta perfetta, e tuttavia, a causa del forte differenziale di pressione, i servomotori disponibili non hanno potenza sufficiente ad azionare valvole a sedgio singolo, si dovranno impiegare valvole a doppio sedgio nelle quali la tenuta viene migliorata con inserti di materiale atti a sigillare il contatto sede-otturatore, sempreché la temperatura e la pressione di esercizio lo permettano.

Valvole di regolazione

Valvola a doppio seggio



Valvole di regolazione

Il corpo valvola

Seggio singolo: Quando è richiesta una **ottima tenuta** è necessario impiegare valvole a seggio singolo, per le quali la perdita di fluido a valvola chiusa è inferiore allo 0,01% della capacità nominale.

Nelle valvole a seggio singolo sorge però il problema dello **squilibrio** provocato sull'otturatore dal differenziale di pressione che normalmente viene calcolato moltiplicando l'area del seggio per la differenza massima di pressione tra l'ingresso e l'uscita della valvola. Sovente le spinte esercitate dalla differenza di pressione sull'otturatore sono in tale entità che il servomotore standard non può superarle.

Per le valvole che devono chiudersi in mancanza di aria (azione inversa) vengono previste molle di forza sufficiente a contrastare la spinta che la pressione d'ingresso esercita sull'otturatore. **Per evitare il fenomeno del trascinamento ed urto in chiusura le valvole a seggio singolo vengono installate con flusso tendente ad aprire l'otturatore.**



Agenda

Organi di intercettazione e regolazione

Valvole di regolazione

Attuatori

Dimensionamento della valvola di regolazione

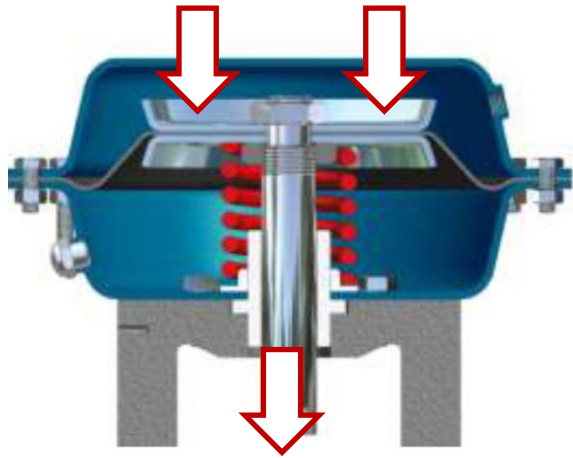
Valvole termostatiche



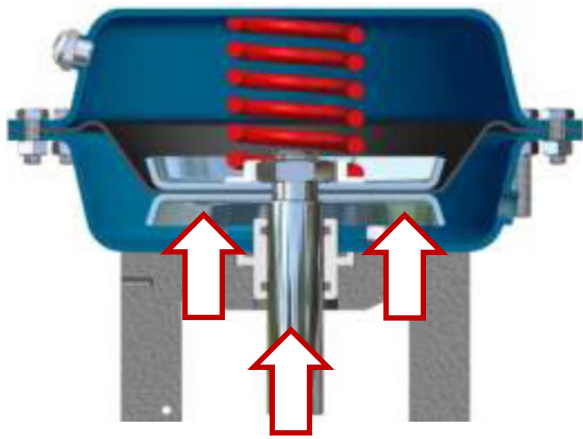
Attuatori

Servomotore a diaframma – azionamento pneumatico

Il servomotore o testata pneumatica ha la funzione di **trasformare il segnale pneumatico in un movimento uniforme e lineare dell'otturatore della valvola**. Viene costruito in due versioni: testata diretta e testata rovescia.



Testata diretta: l'aumento della pressione dell'aria sul diaframma provoca il movimento dello stelo verso il basso comprimendo la molla di contrasto. In mancanza di aria la molla spinge lo stelo verso l'alto.



Testata inversa: la pressione dell'aria esercita una spinta al disotto del diaframma e solleva lo stelo vincendo l'azione della molla. Speciali guarnizioni "O-ring" che non richiedono lubrificazione, garantiscono la perfetta tenuta di aria in corrispondenza dell'asta di comando.

Attuatori

Servomotore a diaframma – azionamento pneumatico

A seconda della posizione iniziale dell'otturatore, poi, si può parlare di valvola ad azione diretta o ad azione inversa:

Azione diretta: in mancanza di aria la valvola si apre (valvola normalmente aperta).

Azione inversa: in mancanza di aria la valvola si chiude (valvola normalmente chiusa).

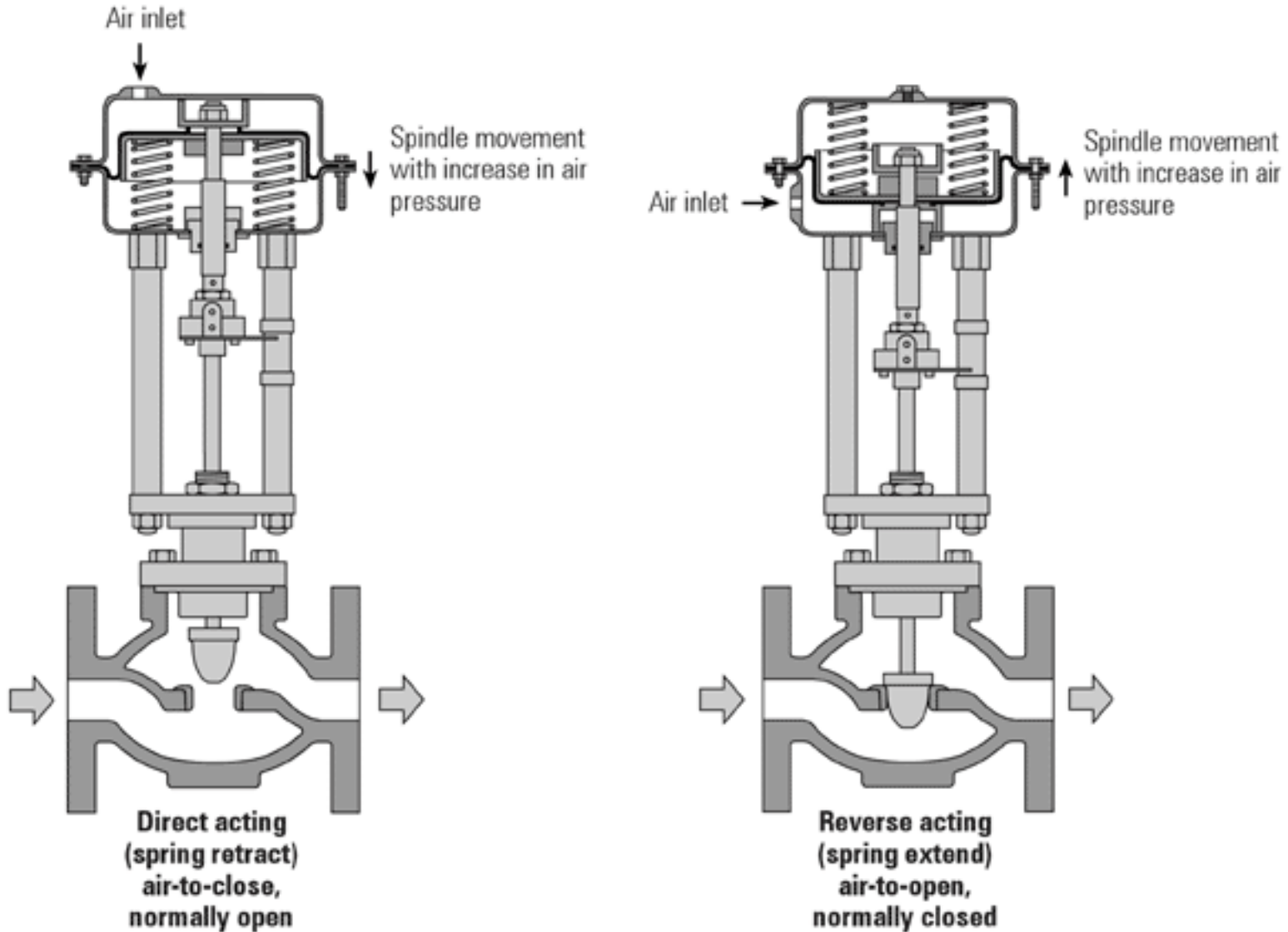
Come opero la scelta? Dipende dalla applicazione!

Esempio:

Voglio una valvola normalmente chiusa (N.C.) che chiuda in contrasto con il flusso per evitare urti.

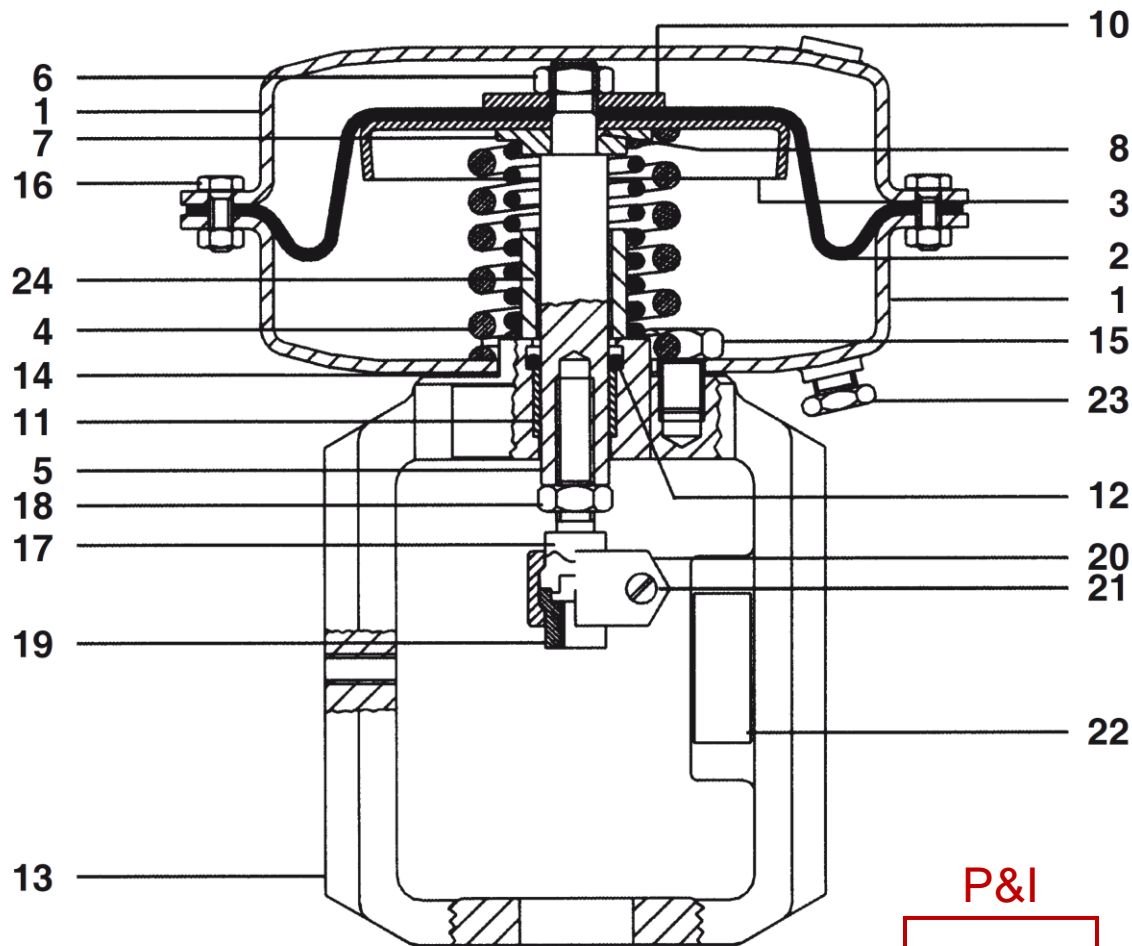
Attuatori

Servomotore a diaframma – azionamento pneumatico



Attuatori

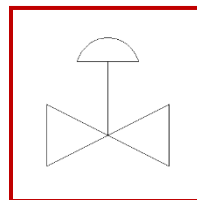
Servomotore a diaframma – azionamento pneumatico



Servomotore PN4000

(Testata diretta)

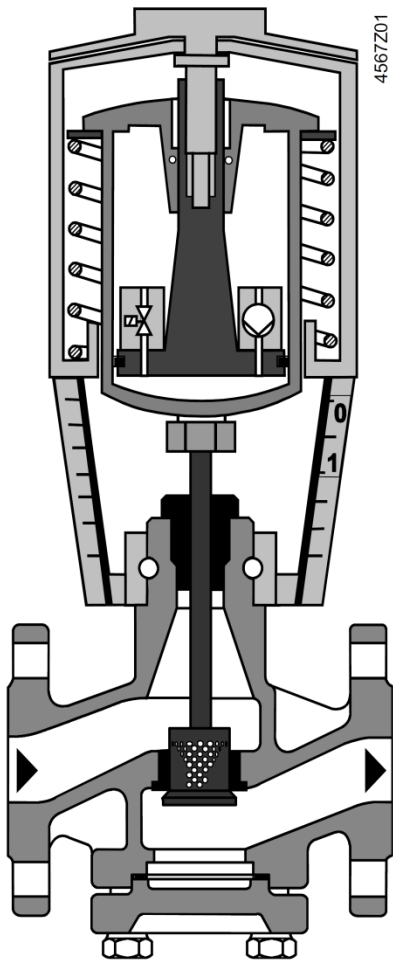
P&I



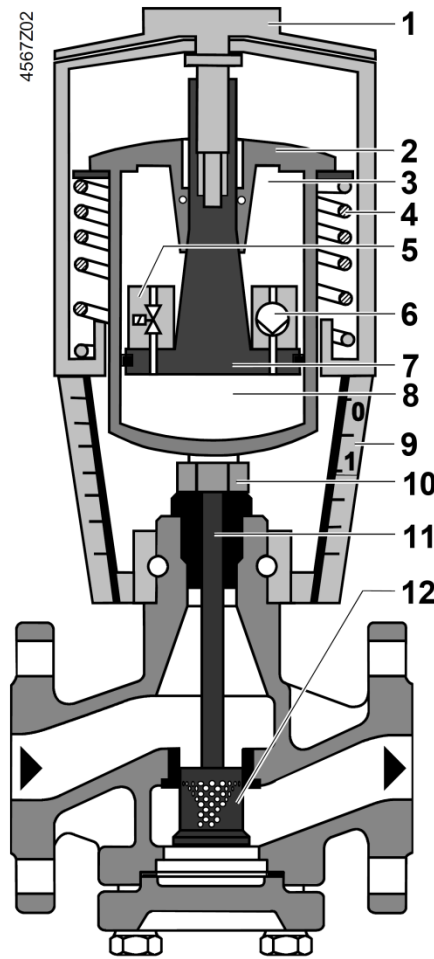
Particolare		Materiali
N°	Denominazione	
1	Custodia diaframma	Acciaio C. stampato
2	Diaframma	Nitrile rinforzato
3	Piatto diaframma	Acciaio C.
4	Molle	Acciaio per molle
5	Asta	Acciaio inox
6	Dado	Acciaio inox
7	Rondella	Acciaio zincato
8	O'ring	Gomma
9	Guida molla	Acciaio zincato
10	Rondella	Acciaio zincato
11	Bussola	Bronzo
12	V'ring	Gomma
13	Castello	Ghisa
14	Guarnizione	Fibra esente da amianto
15	Bullone di fissaggio	Acciaio C.
16	Bullone / dado fissaggio coperchio	Acciaio C.
17	Nottolino superiore	Acciaio C.
18	Dado di fermo	Acciaio C.
19	Nottolino inferiore	Acciaio C.
20	Giunto "Namur"	Acciaio inox
21	Bullone / dado fissaggio giunto	Acciaio inox
22	Targhetta corsa	Alluminio
23	Tappo sfiato	Ottone nichelato
24	Distanziale	Acciaio C.

Attuatori

Servomotore elettroidraulico



Valve closed



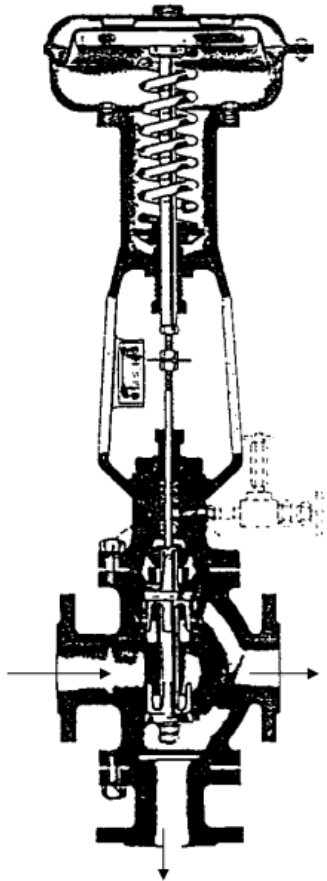
Valve open

- 1 Manual adjuster
- 2 Pressure cylinder
- 3 Suction chamber
- 4 Return spring
- 5 Solenoid valve
- 6 Hydraulic pump
- 7 Piston
- 8 Pressure chamber
- 9 Position indicator (0 to 1)
- 10 Coupling
- 11 Valve stem
- 12 Plug

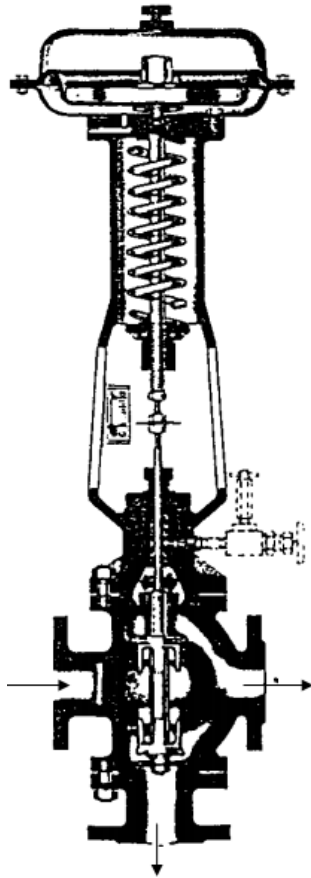
(Testata diretta, Valvola normalmente chiusa => Valvola solenoide (5) normalmente aperta)

Attuatori

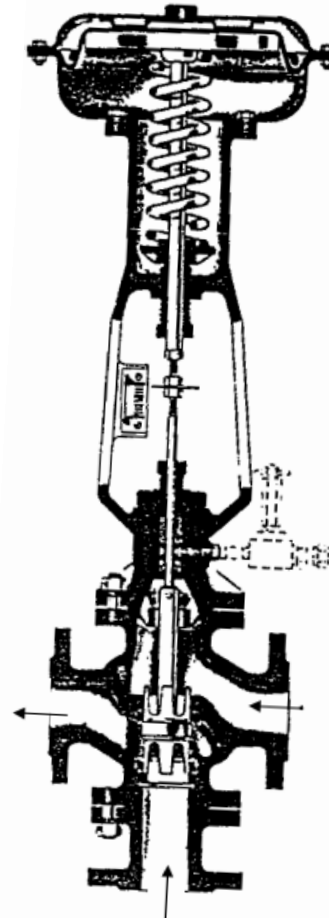
Valvola a tre vie: deviatrici e miscelatrici



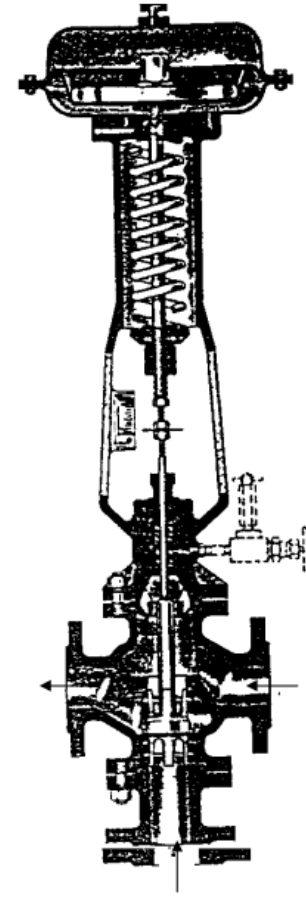
Testata diretta
(Se manca l'aria apro la via diretta e chiudo la via squadra)



Testata inversa
(Se manca l'aria chiudo la via diretta e apro la via squadra)



Testata diretta
(Se manca l'aria apro la via diretta e chiudo la via squadra)



Testata inversa
(Se manca l'aria chiudo la via diretta e apro la via squadra)²⁸

Agenda

Organi di intercettazione e regolazione

Valvole di regolazione

Attuatori

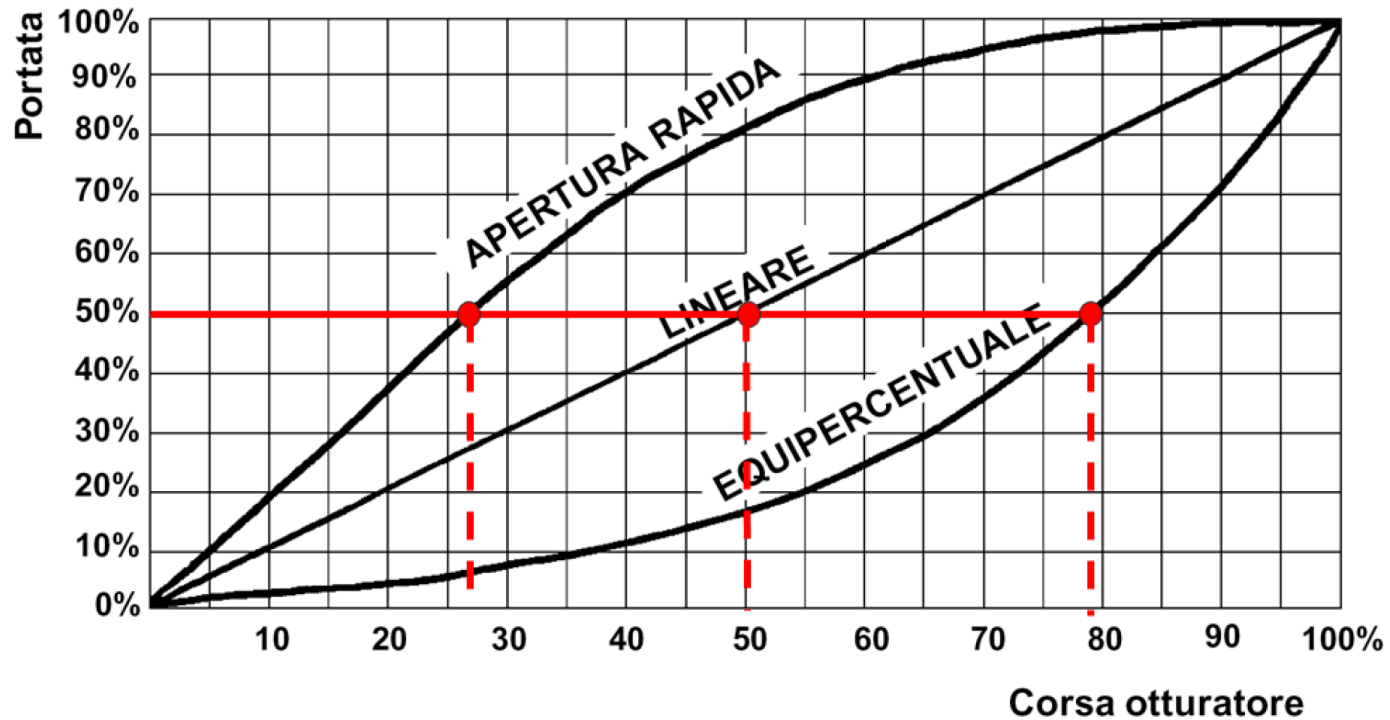
Dimensionamento della valvola di regolazione

Valvole termostatiche



Dimensionamento della valvola di regolazione

1) Scelta dell'otturatore



Dimensionamento della valvola di regolazione

2) Scelta del corpo valvola

La scelta viene effettuata usando il **coefficiente di portata**.

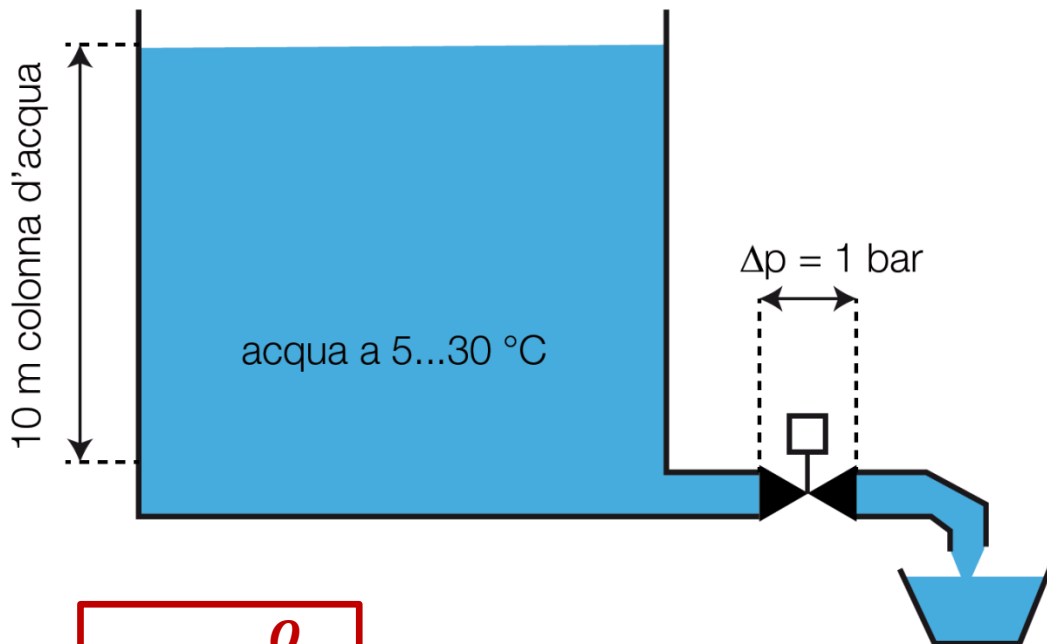
CV: in unità americane, rappresenta la quantità di acqua a 15 °C in galloni USA che passa in un minuto attraverso la valvola aperta con una pressione differenziale di 1 psi (1 gallone = $3,785 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, 1 psi = 703,1 mm c.a.).

KV: nel sistema di misura internazionale, definito come la portata di acqua a 15°C in metri cubi che passa in 1 ora attraverso la valvola aperta con una pressione differenziale di 1 bar.

$$KV=0,86 \text{ CV}$$

Dimensionamento della valvola di regolazione

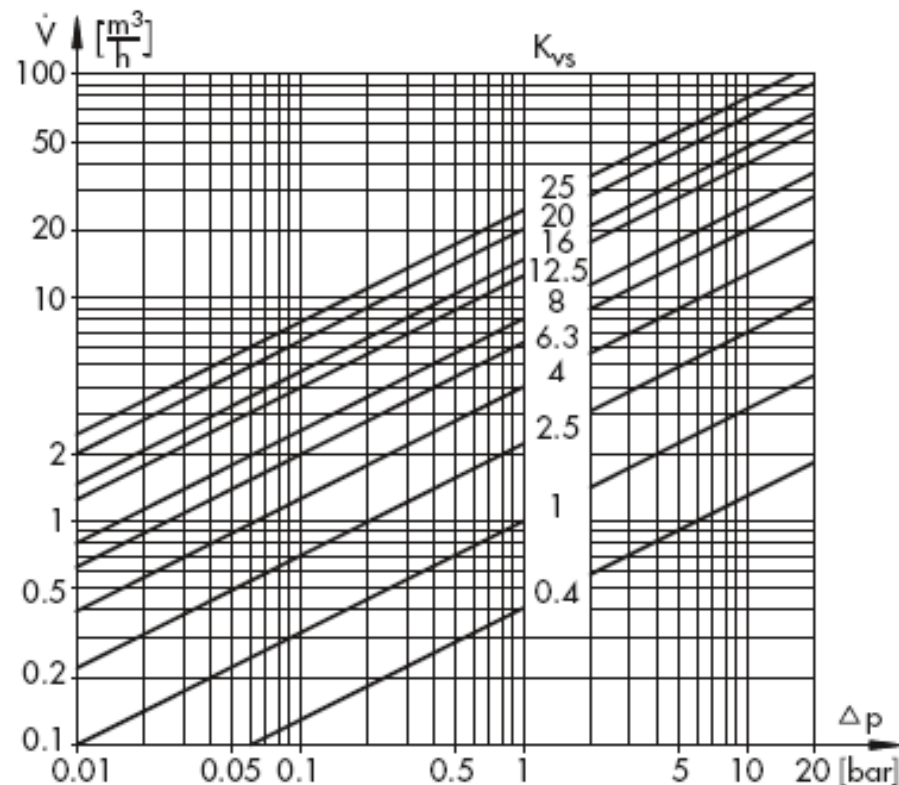
Determinazione del coefficiente KV (per acqua)



$$KV = \frac{Q}{\sqrt{\Delta p}}$$

Q: portata in m³/h;

Δp : differenza di pressione in bar.



Con KVS si indica il valore di KV fra quelli disponibili a catalogo.

Dimensionamento della valvola di regolazione

Determinazione del coefficiente KV (fluidi comprimibili)

$$KV = \frac{m}{\sqrt{\Delta p \cdot P_1}} \cdot \frac{1}{18,05}$$

Vapor d'acqua saturo, $P_2 > 58\%P_1$

m: portata in kg/h;

Δp : differenza di pressione in bar;

P_1 : pressione assoluta del vapore in ingresso in bar;

P_2 : pressione assoluta del vapore in uscita in bar.

$$KV = \frac{m}{11,7 \cdot P_1}$$

Vapor d'acqua saturo, $P_2 < 58\%P_1$

m: portata in kg/h;

P_1 : pressione assoluta del vapore in ingresso in bar;

P_2 : pressione assoluta del vapore in uscita in bar.

$$KV = \frac{m}{\sqrt{\Delta p \cdot P_1}} \cdot \frac{F_s}{17,44}$$

Vapor d'acqua surriscaldato, $P_2 > 55\%P_1$

m: portata in kg/h;

F_s : fattore di correzione;

Δp : differenza di pressione in bar;

P_1 : pressione assoluta del vapore in ingresso in bar;

P_2 : pressione assoluta del vapore in uscita in bar.

tss - ts	F_s
25	1,03
50	1,06
75	1,09
100	1,12
150	1,18

tss = temperatura del vapore surriscaldato (°C)

ts = temperatura del vapore saturo alla stessa pressione (°C)

Dimensionamento della valvola di regolazione

Determinazione del coefficiente KV (fluidi comprimibili)

$$KV = \frac{m}{P_1} \cdot \frac{F_S}{11,7}$$

Vapor d'acqua surriscaldato, $P_2 < 55\%P_1$

m: portata in kg/h;

F_S : fattore di correzione;

P_1 : pressione assoluta del vapore in ingresso in bar;

P_2 : pressione assoluta del vapore in uscita in bar.

$$KV = \frac{Q_n}{\sqrt{\Delta p \cdot P_2}} \cdot \frac{\sqrt{T \cdot k}}{480,4}$$

Aria e gas, $P_2 > 53\%P_1$

Q_n : portata in Nm³/h;

Δp : differenza di pressione in bar;

k: densità relativa all'aria (aria=1);

T: temperatura assoluta del fluido in K;

P_1 : pressione assoluta del vapore in ingresso in bar;

P_2 : pressione assoluta del vapore in uscita in bar.

$$KV = \frac{Q_n}{P_1} \cdot \frac{\sqrt{T \cdot k}}{239,8}$$

Aria e gas, $P_2 > 53\%P_1$

Q_n : portata in Nm³/h;

k: densità relativa all'aria (aria=1);

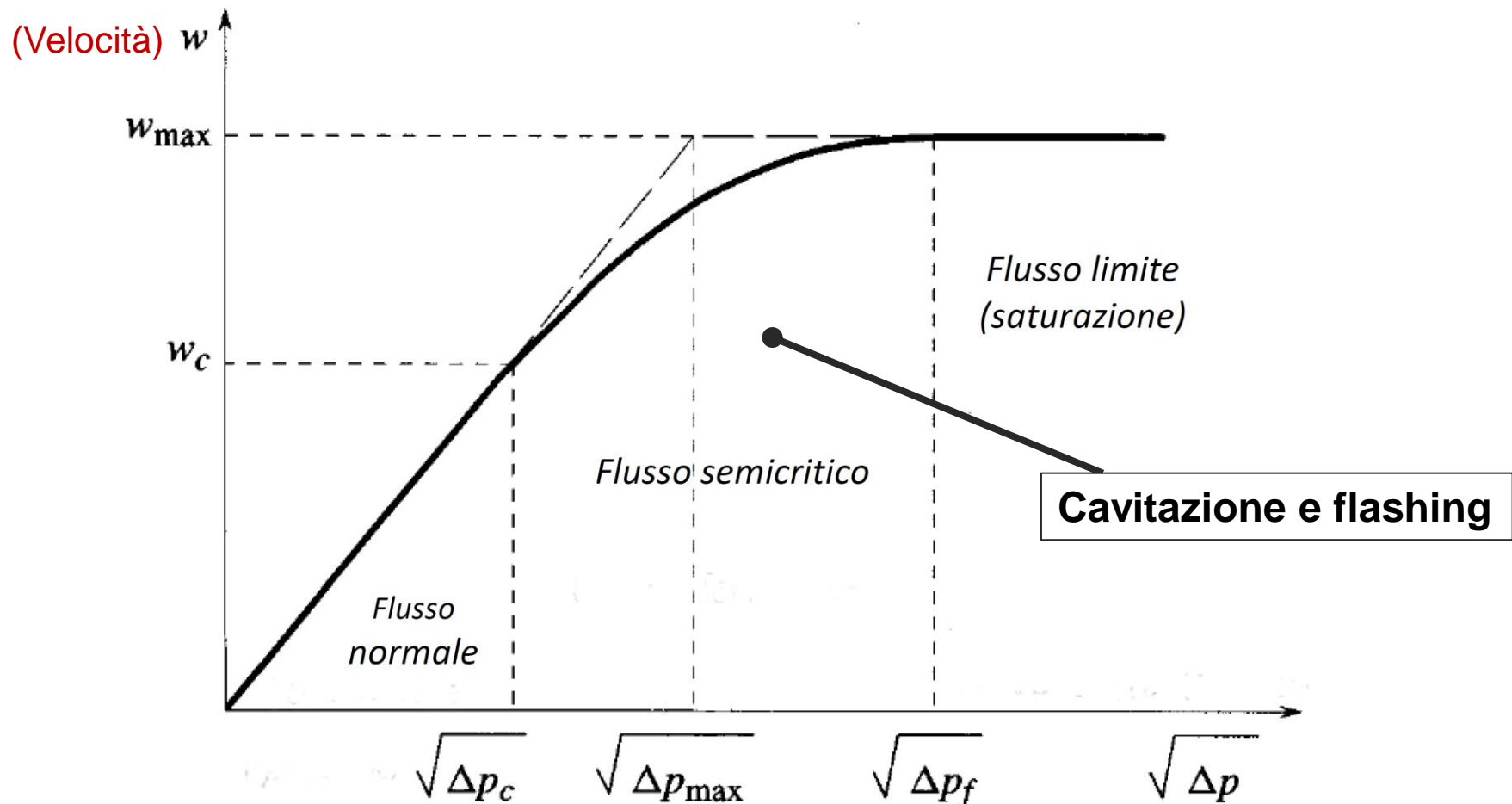
T: temperatura assoluta del fluido in K;

P_1 : pressione assoluta del vapore in ingresso in bar;

P_2 : pressione assoluta del vapore in uscita in bar.

Dimensionamento della valvola di regolazione

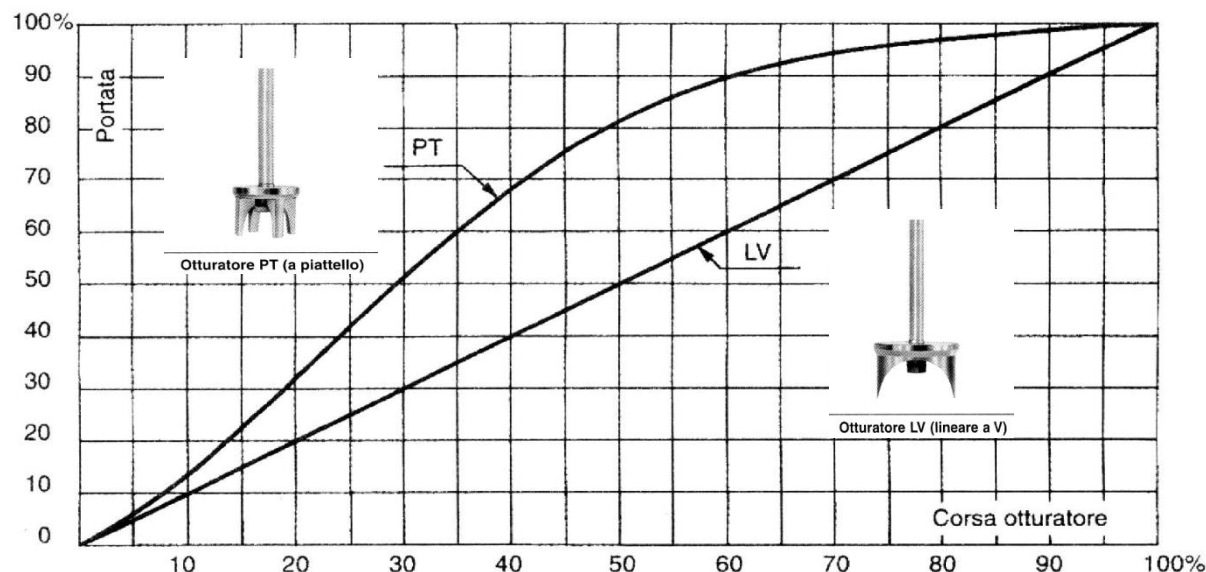
$KV \sim Q/\Delta p^{0,5}$: quando vale?



Dimensionamento della valvola di regolazione

Scelta della valvola – esempio dati

Otturatore	Diametro nominale valvola e diametro sedi (apertura 100%)							
	DN65 2 1/2"	DN80 3"	DN100 4"	DN125 5"	DN150 6"	DN200 8"	DN250 1"	DN300 12"
Lineare LV	73	86	137	188	299	470	769	983
Piattello PT	75	103	171	239	342	581	983	1325



Il KV è il valore calcolato tramite l'equazione precedente, il KVS è il valore riportato sul catalogo e che identifica ciascuna valvola. Qualora non si riesca a trovare un valore di KVS coincidente con il KV, bisogna selezionare la valvola con il valore di KVS il più possibile vicino (di solito superiore) al KV calcolato, tenendo in considerazione le necessità dell'applicazione specifica.

Dimensionamento della valvola di regolazione

Riassumendo

Elementi di progettazione	Fattori di influenza
Materiale	Pressione e temperatura
	Proprietà del fluido
Taglia valvola (dimensione caratteristica)	Coefficiente di portata KV
Taglia attuatore	Pressione
	Coefficiente di portata KV
Relazione tra apertura valvola e portata	Tipologia di otturatore

Agenda

Organi di intercettazione e regolazione

Valvole di regolazione

Attuatori

Dimensionamento della valvola di regolazione

Valvole termostatiche



Valvole termostatiche

Generalità

Le valvole termostatiche sono utilizzate per la regolazione proporzionale della portata in base alle impostazioni e alla temperatura del sensore.

La gamma di valvole termostatiche comprende versioni per la regolazione sia nei sistemi di raffreddamento che in quelli di riscaldamento. **Le valvole funzionano senza bisogno di alimentazione ausiliare** come elettricità o aria compressa.

La temperatura desiderata viene mantenuta costante senza spreco di: i) acqua di raffreddamento in sistemi di refrigerazione, ii) acqua calda o vapore in sistemi di riscaldamento. L'economia di esercizio e l'efficienza sono ottimizzati.

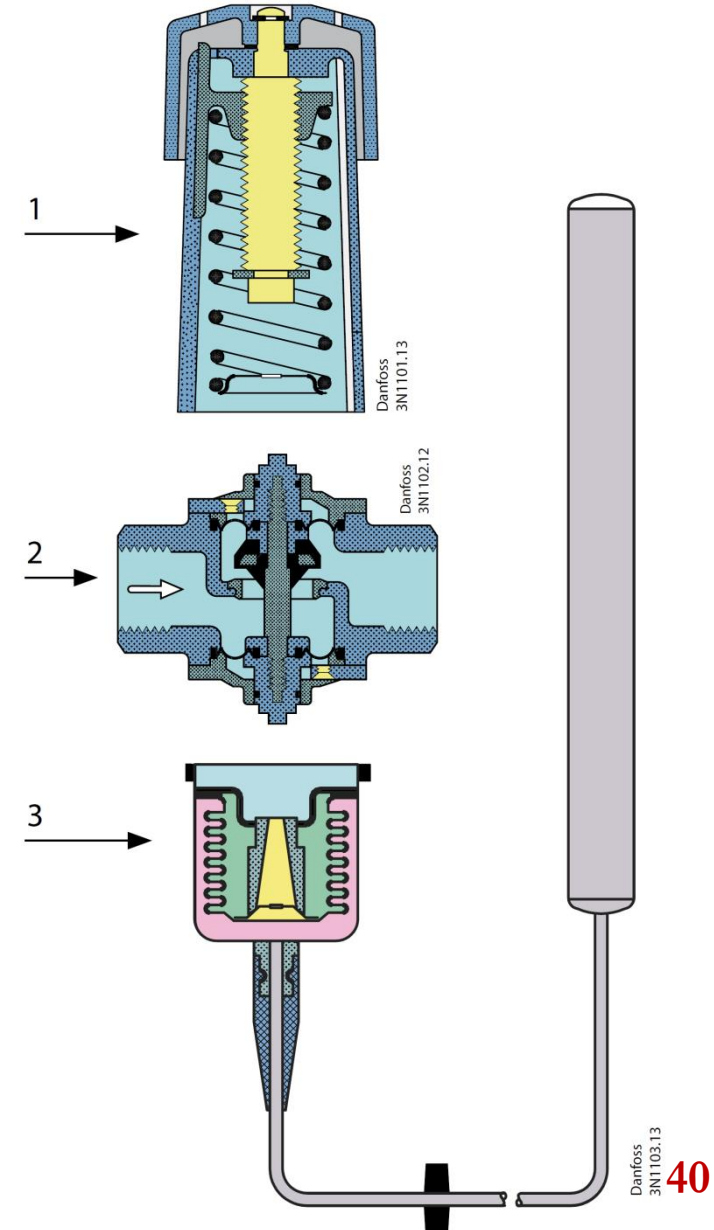


Valvole termostatiche

Componenti principali

Le valvole termostatiche sono costituite da 3 elementi principali:

1. Sezione di regolazione con manopola, molla e scala graduata
2. Corpo della valvola con ugello, cono di chiusura ed elementi di tenuta.
3. Elemento termostatico sigillato ermeticamente comprendente sensore, soffietto e carica.

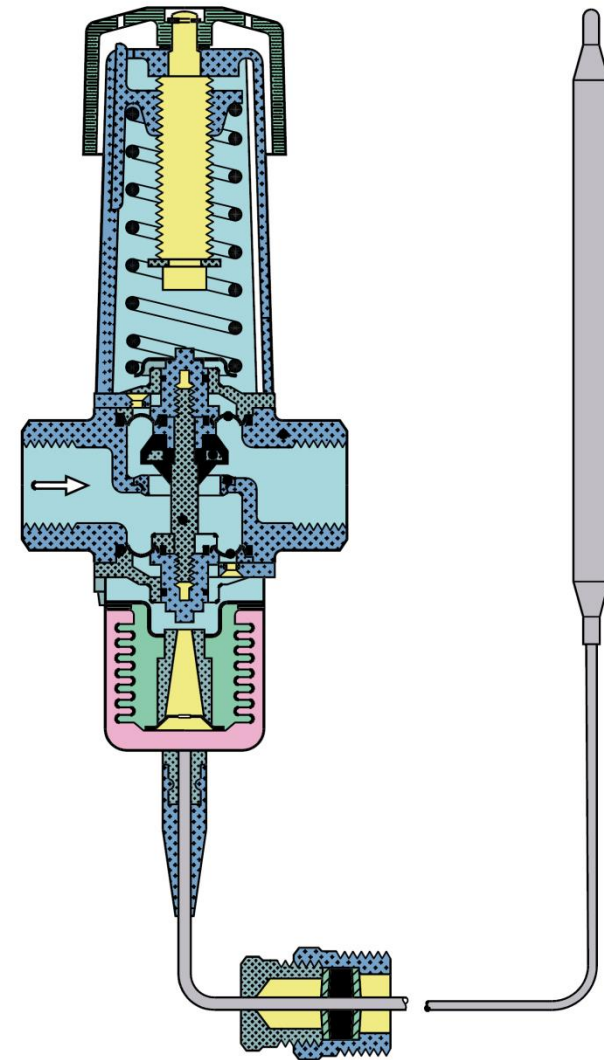


Valvole termostatiche

Principio di funzionamento

Con i tre elementi montati, la valvola installata e il sensore ubicato nel punto in cui la temperatura deve essere regolata, la sequenza di funzionamento è la seguente:

1. La pressione varia nel sensore in base al cambiamento della temperatura - la pressione si accumula nel sensore.
2. Questa pressione viene trasferita alla valvola attraverso il tubo capillare e il soffiello, e genera la forza di apertura e chiusura.
3. La manopola di regolazione e la molla esercitano una forza che preme in direzione opposta sul soffiello.
4. Quando le due forze opposte sono bilanciate, il perno della valvola mantiene la sua posizione.
5. Se la temperatura del sensore cambia - o se le impostazioni sono modificate - il punto di equilibrio si sposta e lo stelo della valvola si muove fino a quando il bilanciamento non viene ristabilito, o la valvola è completamente aperta o chiusa.
6. La variazione della portata è proporzionale alla variazione della temperatura del sensore.



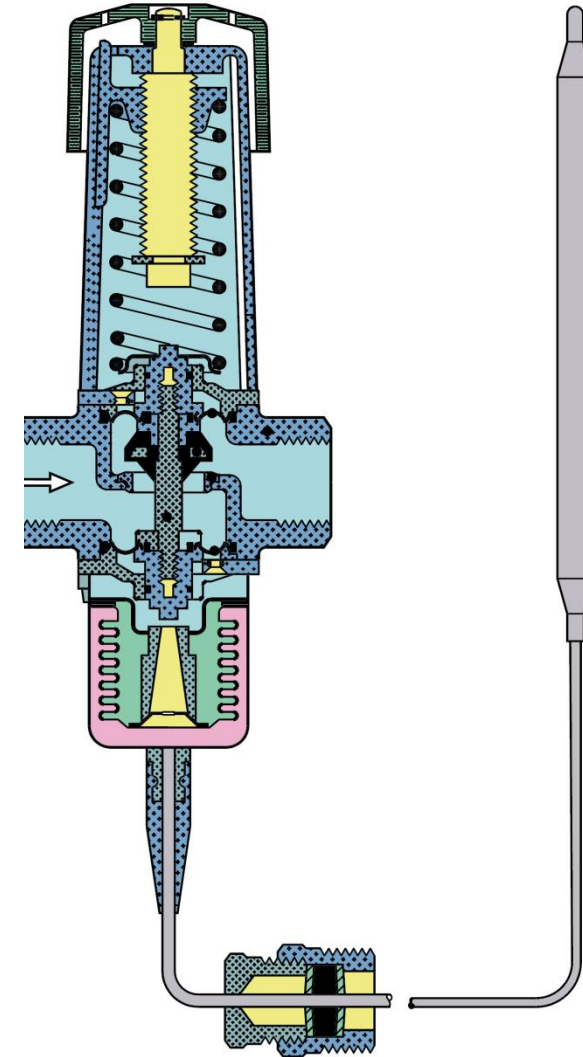
Valvole termostatiche

Elenco materiali

Per fluidi aggressivi

N.	Descrizione	Materiale AVTA	Materiale AVTA SS
1	Perno	Ottone	Acciaio inox
2	Membrane	Gomma - etilene - propilene (EPDM)	
3	Corpo della valvola e altre parti metalliche	Ottone forgiato	Acciaio inox
4	Sede della valvola	Acciaio inox	
5	Cono della valvola	Gomma nitrilica (NBR)	
6	Sensore	Rame	
7	Premistoppa	Gomma nitrilica (NBR) / ottone	

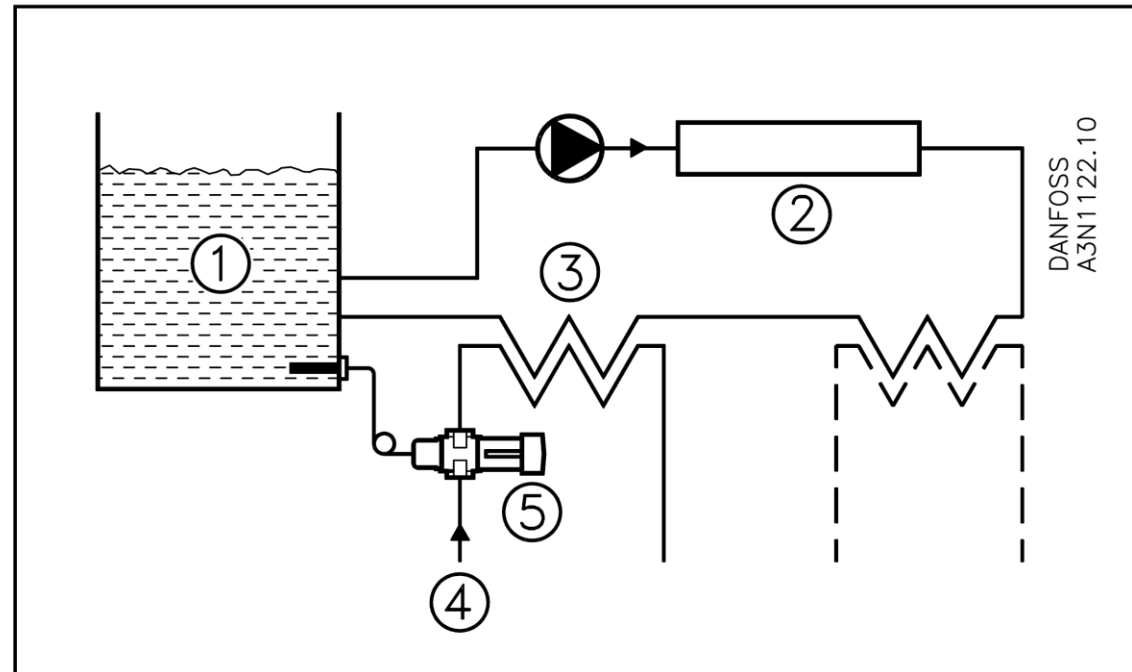
Danfoss
3N158.11



Valvole termostatiche

Esempio applicazione

1. Serbatoio dell'olio
2. Macchine idrauliche
3. Scambiatori di calore
4. Alimentazione acqua di raffreddamento
5. Valvola termostatica ATVA



La valvola termostatica è utilizzata per la regolazione della temperatura in diversi tipi di macchine e installazioni, dove sia richiesto il raffreddamento. La valvola si apre all'innalzamento della temperatura del sensore. La valvola può essere installata sulla mandata o sul ritorno della linea di raffreddamento. La versione standard della valvola termostatica può essere utilizzata con acqua fredda o glicole.

Valvole termostatiche

Dimensionamento della valvola termostatica

Al momento della selezione della valvola, la cosa più importante è che questa sia in grado di **fornire, in ogni momento, la quantità necessaria di acqua di raffreddamento, a prescindere dal carico.**

Per poter scegliere la valvola più idonea è essenziale conoscere l'esatta quantità di potenza di raffreddamento richiesta. Inoltre, per evitare regolazioni instabili (oscillazioni), le valvole non dovranno essere troppo grandi. Il tipo di carica dovrà essere scelto in base alla temperatura da mantenere e sulla valutazione delle caratteristiche di ciascun modello.

L'obiettivo principale è quello di **selezionare la valvola più piccola** in grado di assicurare il flusso necessario. È inoltre opportuno che la temperatura richiesta per il sensore sia al centro del campo di temperatura prescelto. Si consiglia, inoltre, di collocare un termometro vicino al sensore per una regolazione precisa della valvola.



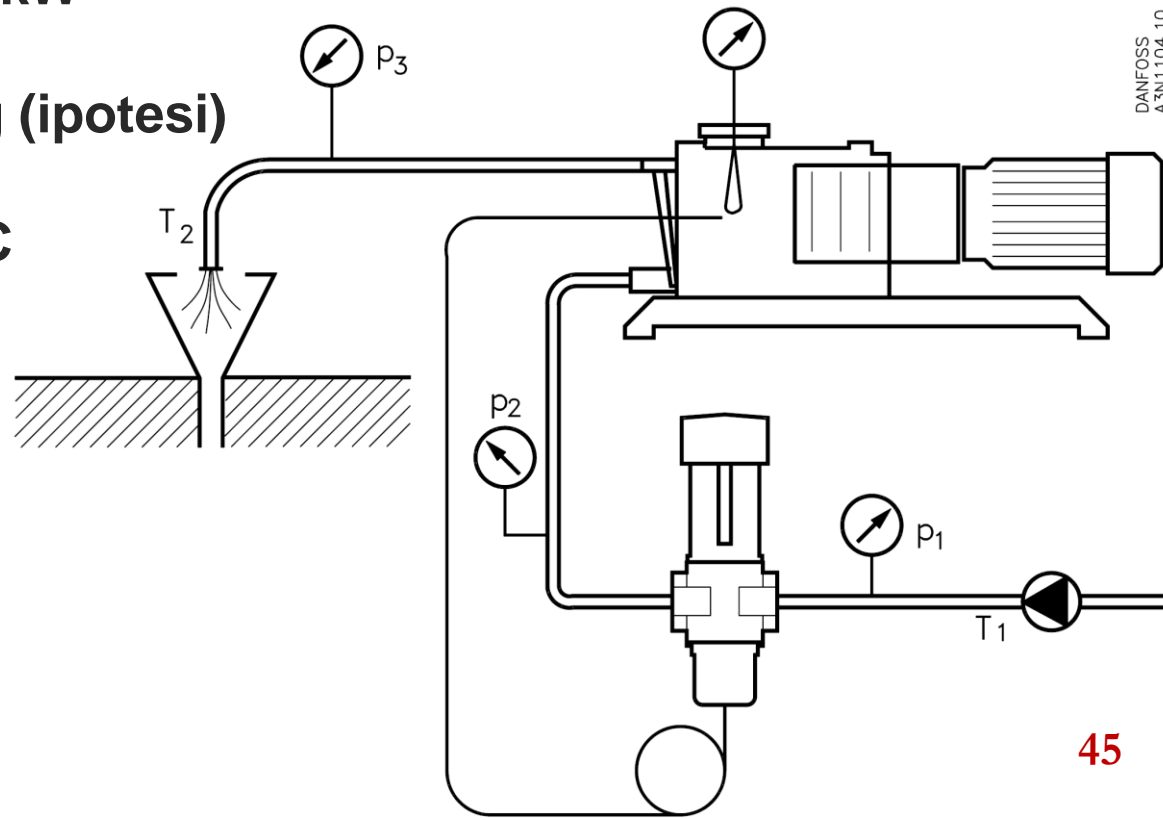
Valvole termostatiche

Esempio di dimensionamento

Valvola di raffreddamento ad acqua per **regolare la temperatura di una pompa per il vuoto**.

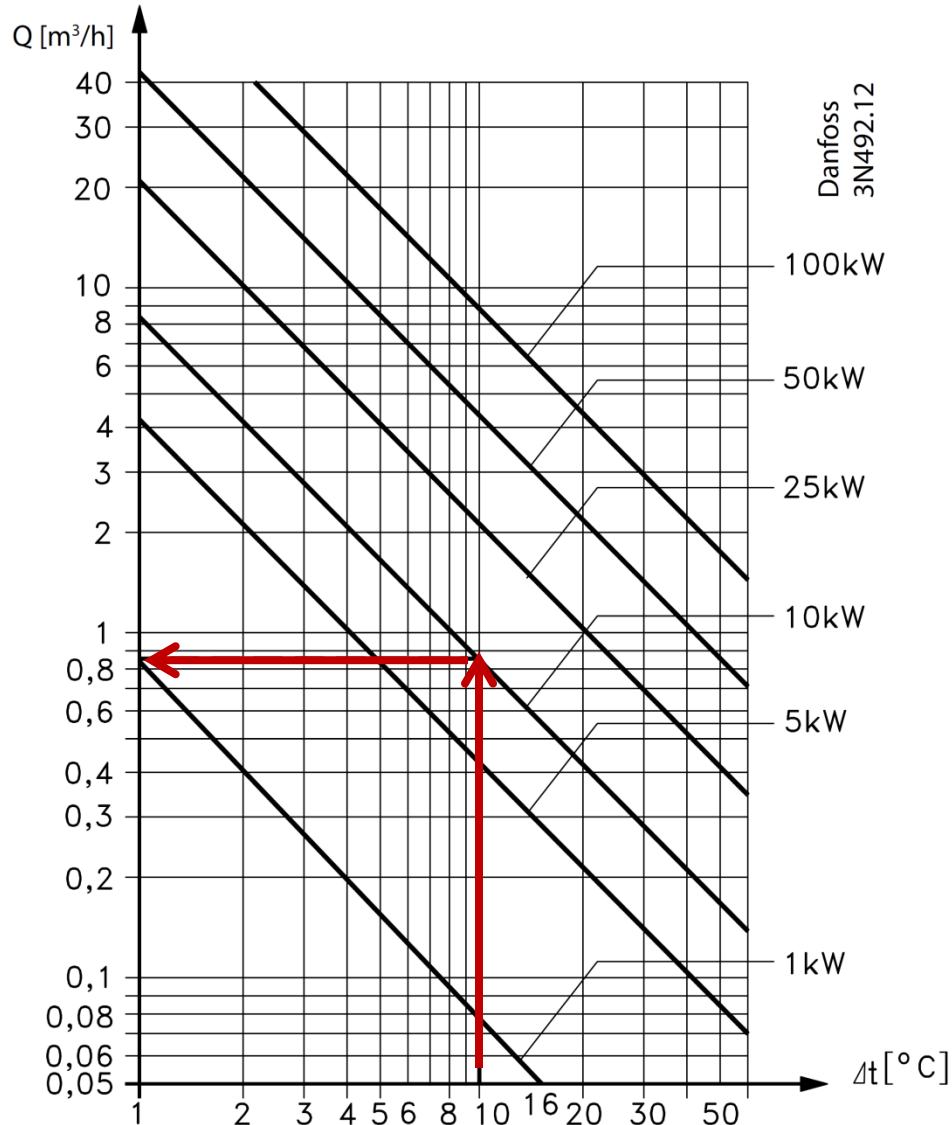
Dati:

- Refrigerazione a piano carico: 10 kW
- Set point temperatura: 45°C
- Pressione acqua raffr (p_1): 3 bar g (ipotesi)
- Scarico acqua (p_3): 0 bar g
- Temperatura acqua raffr (T_1): 20°C
- Temperatura scarico (T_2): 30°C



Valvole termostatiche

Esempio di dimensionamento



$$\Delta T = T_2 - T_1 = 30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$$

$$P = 10 \text{ kW}$$

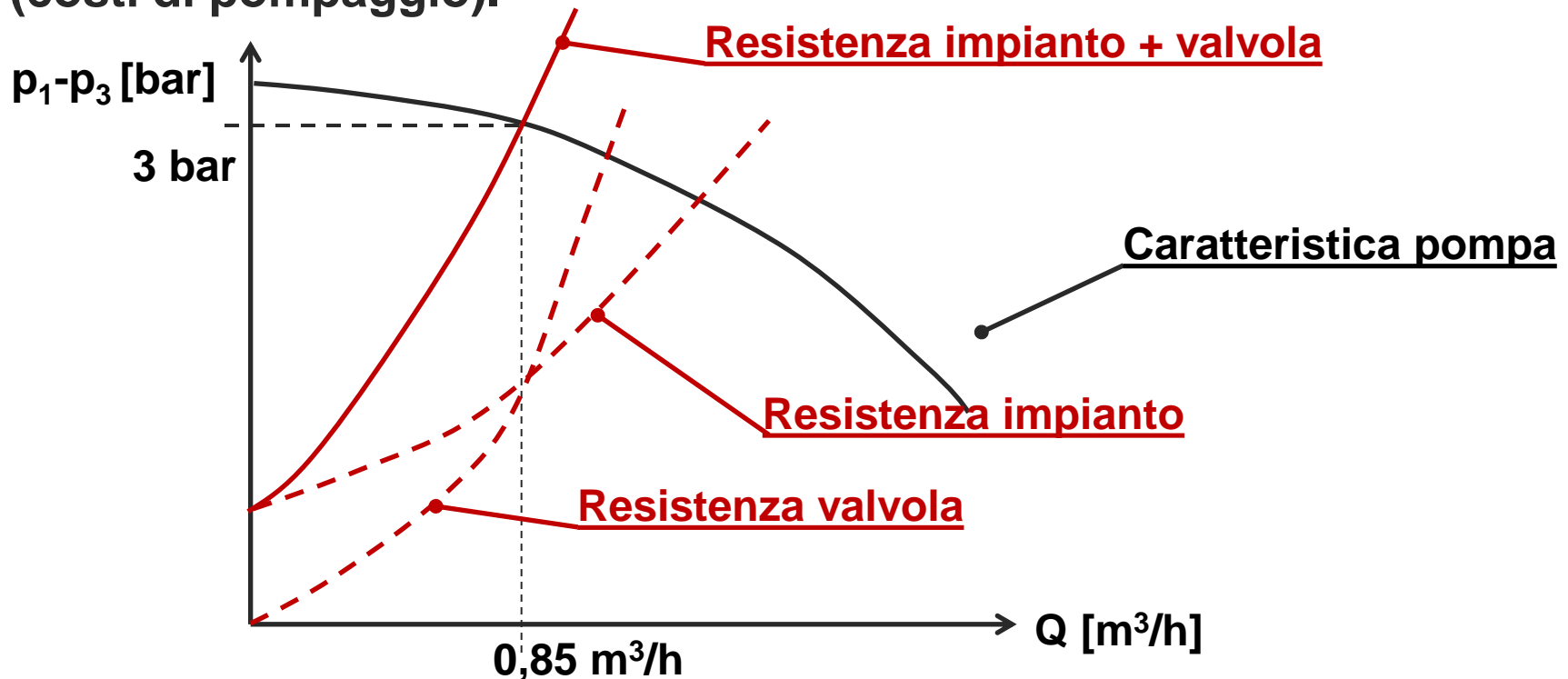
Dalla curva: portata $Q=0,85 \text{ m}^3/\text{h}$

Ho determinato la portata: per calcolare il KV manca la perdita di carico Δp nell'attraversamento della valvola.

Valvole termostatiche

Esempio di dimensionamento

Per calcolare il KV devo fare una valutazione della perdita di carico ammissibile sulla valvola. Solitamente, con la valvola completamente aperta, la perdita di carico deve essere circa il 50% della caduta di pressione totale in tutto l'impianto (stimata in 3 bar, valvola compresa): in questa maniera è possibile, da un lato, consentire una regolazione efficace e, dall'altro, limitare le perdite di carico (costi di pompaggio).



Valvole termostatiche

Esempio di dimensionamento

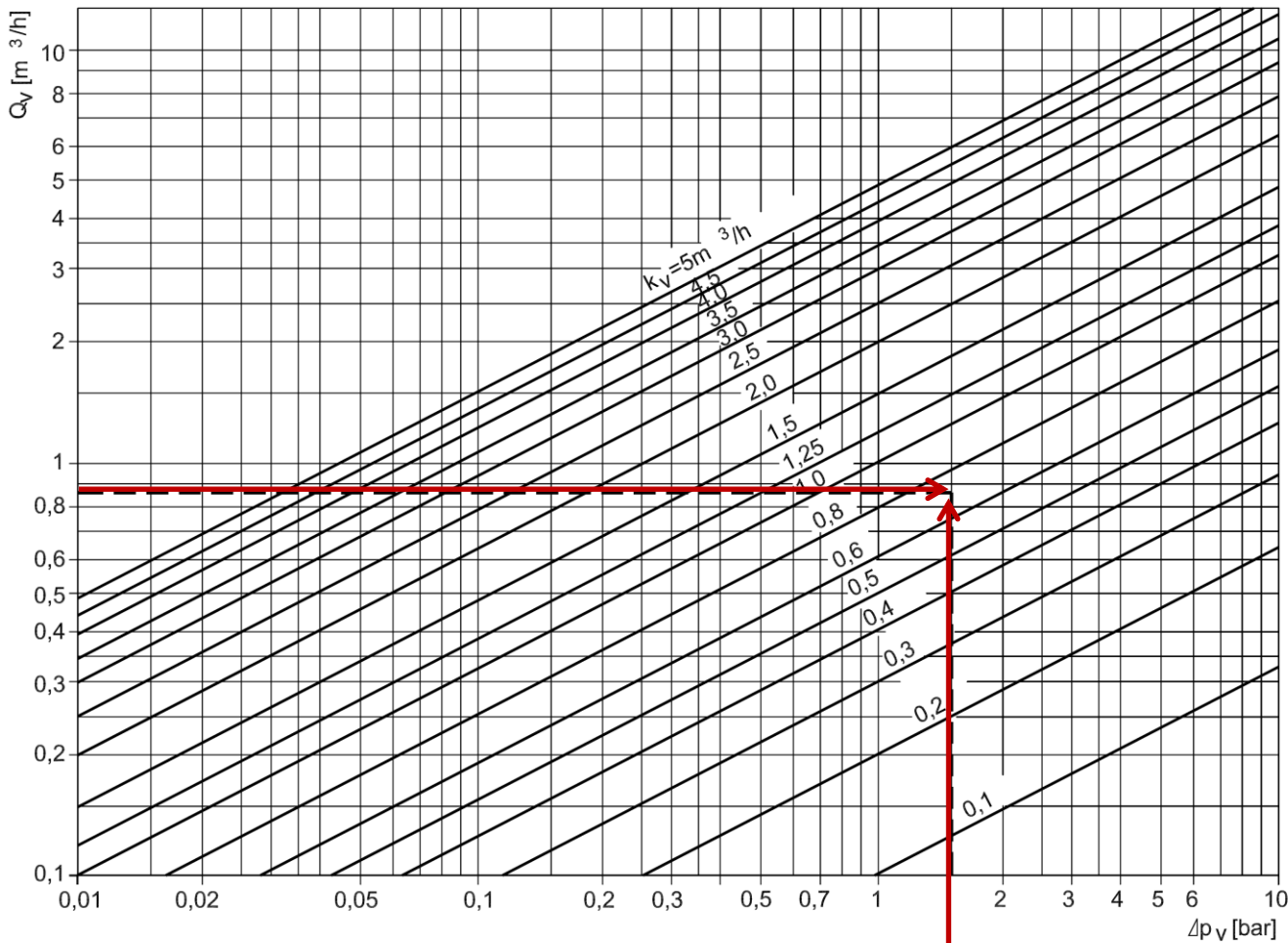


Fig. 2 Relazione tra quantità d'acqua e caduta di pressione nella valvola

Ipotizzo la perdita di carico sulla valvola pari al **50% del carico dell'impianto.**

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 1,5 \text{ bar}$$

Dalla curva: $0,6 < K_V < 0,8$

Dalla formula:

$$K_V = Q / \Delta p^{0,5}$$

$$K_V = 0,85 / (1,5)^{0,5} = 0,694$$

Valvole termostatiche

Esempio di dimensionamento

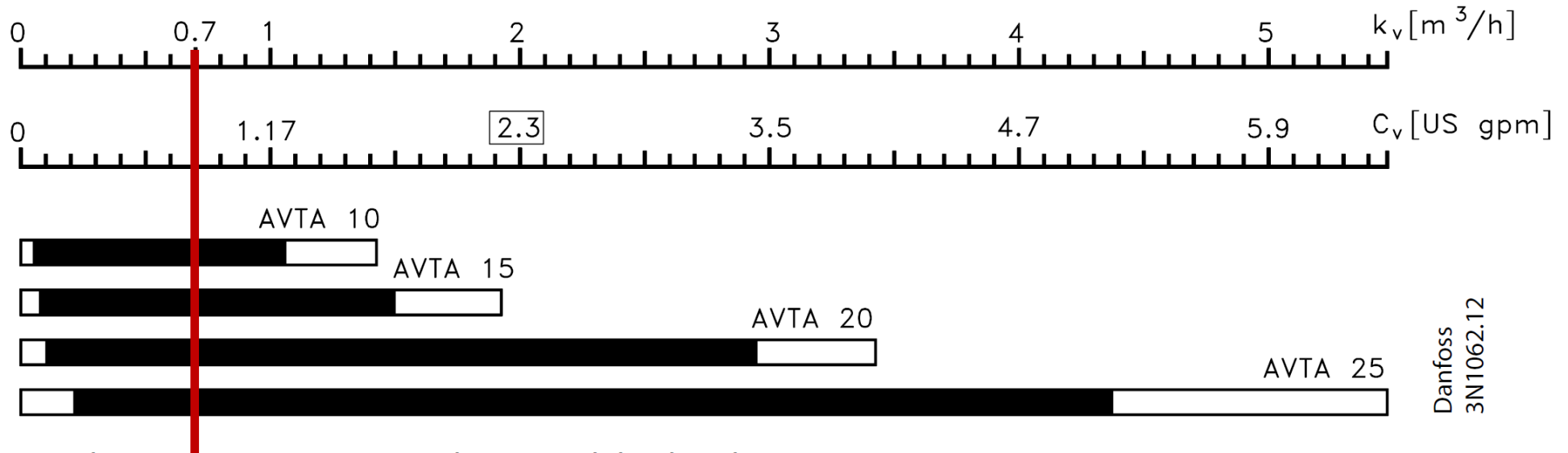


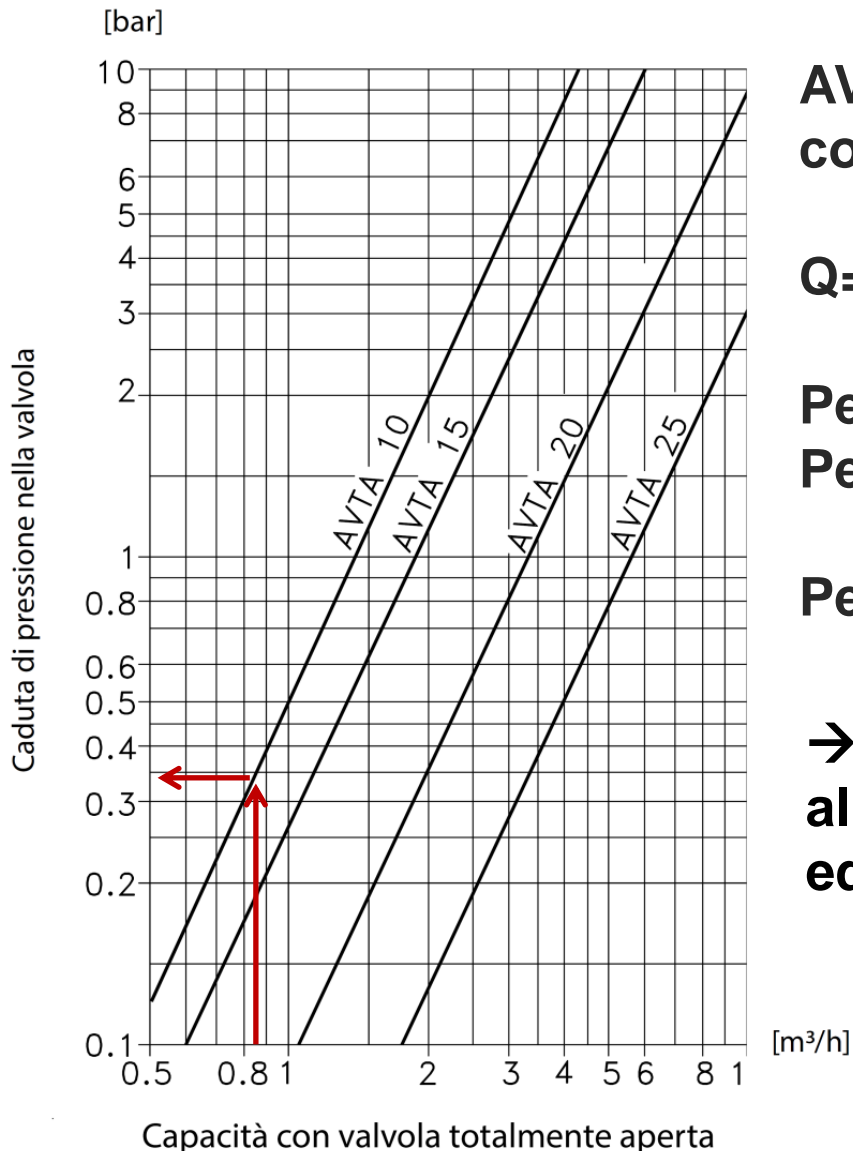
Fig. 3 Il nomogramma mostra il campo del valore k_v

La valvola deve essere selezionata in modo che il valore KV desiderato si trovi più o meno «al centro» del campo di regolazione.

La valvola AVTA 10 è la valvola prescelta.

Valvole termostatiche

Esempio di dimensionamento



AVTA 10: perdita di carico a valvola aperta in condizioni di portata nominale Q pari a:

Q=0,85 m³/h => $\Delta p=0,35$ bar (<< 1,5 bar ipotizzati)

Perdita impianto: 1,5 bar

Perdita valvola: 0,35 bar

Perdita valvola = 19% Perdita totale (vs. 50%)

→ Per avere una regolazione efficace si può allora pensare di utilizzare un otturatore di tipo equipercentuale