



Università degli Studi di Genova
Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale



Corso di Laurea in Chimica e Tecnologie Chimiche

FONDAMENTI DI TECNOLOGIE CHIMICHE PER L'INDUSTRIA E PER L'AMBIENTE
(modulo II)

VALVOLE

(regolazione, intercettazione, sicurezza)

Aldo Bottino
e-mail : bottino@chimica.unige.it
Tel. : 010 3538724 - 3538719

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 di 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 del progetto dell'impianto questa scelta occupa un posto quanto mai *importante* perché *la condotta dell'impianto*, essendo effettuata esclusivamente mediante manovre delle valvole installate sulle linee di collegamento, *dipende* essenzialmente dalle loro *prestazioni*.

Tipi di valvole

I vari tipi di valvole possono essere *differenziati* in base al *funzionamento* che determina grandi variazioni nella forma realizzativa.

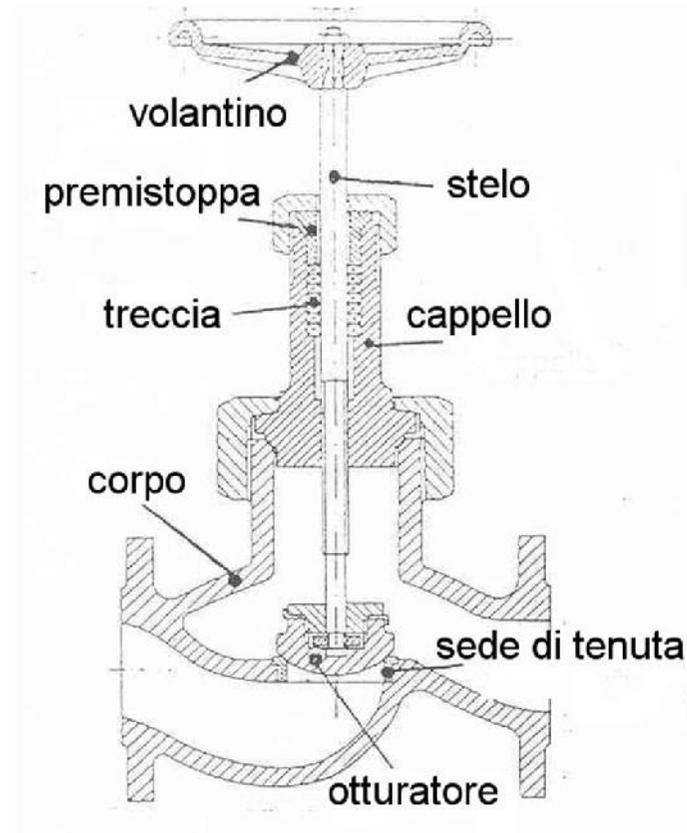
Possiamo così distinguere:

- *valvole propriamente dette*
- *saracinesche*
- *rubinetti (a maschio e a sfera)*
- *valvole di non ritorno*
- *valvole di sicurezza*
- *valvole servocomandate di regolazione*
- *valvole speciali.*

Componenti delle valvole

Pur essendo di *svariate forme costruttive*, i diversi pezzi costituenti le valvole possono essere ricondotti quasi tutti ad alcuni fondamentali, aventi la stessa funzione, e cioè:

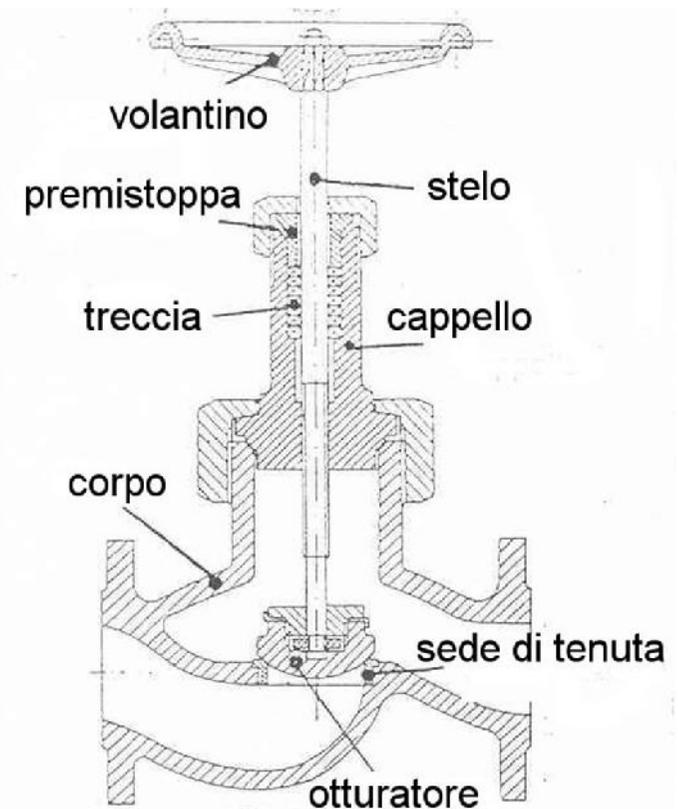
- *il corpo*
- *il cappello*
- *gli organi di tenuta*
(otturatore e sede di tenuta)
- *l'asta o stelo di comando dell'otturatore*
- *il premistoppa per la tenuta sull'asta di comando dell'otturatore*
- *il volantino o la leva di azionamento della valvola*



Il corpo è la struttura principale della valvola, in cui sono ricavati i passaggi destinati allo scorrimento del fluido, gli alloggiamenti per le sedi di tenuta, gli organi di collegamento al cappello e alla tubazione in cui va inserita la valvola.

Il cappello ha la funzione principale di chiudere l'apertura attraverso la quale vengono introdotti nel corpo gli organismi interni della valvola (otturatore e sede di tenuta) ed inoltre quella di portare gli organi destinati al comando dell'otturatore.

Lo **stelo di comando** dell'otturatore passa attraverso il cappello, e deve essere ancora dotato di un sistema di tenuta, quasi sempre a **premistoppa**, impedire perdite del fluido, che scorre entro la valvola attraverso il foro di passaggio dello stelo di comando dell'otturatore.



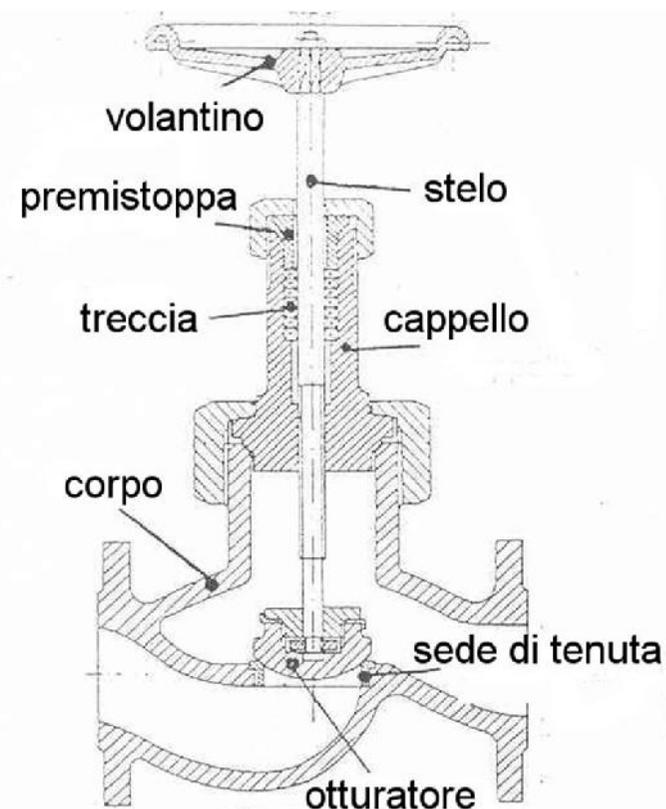
Gli organi di tenuta sono quelli che assicurano l'intercettazione o lo strozzamento (durante la regolazione) del flusso del fluido che scorre entro la valvola. Detti organi sono due:

- **l'otturatore**, è il pezzo mobile che viene posto sul percorso del fluido per diminuire la sezione di passaggio fino a chiuderla totalmente

- **la sede di tenuta**, è il pezzo solidale col corpo della valvola (al quale è collegato mediante filettatura).

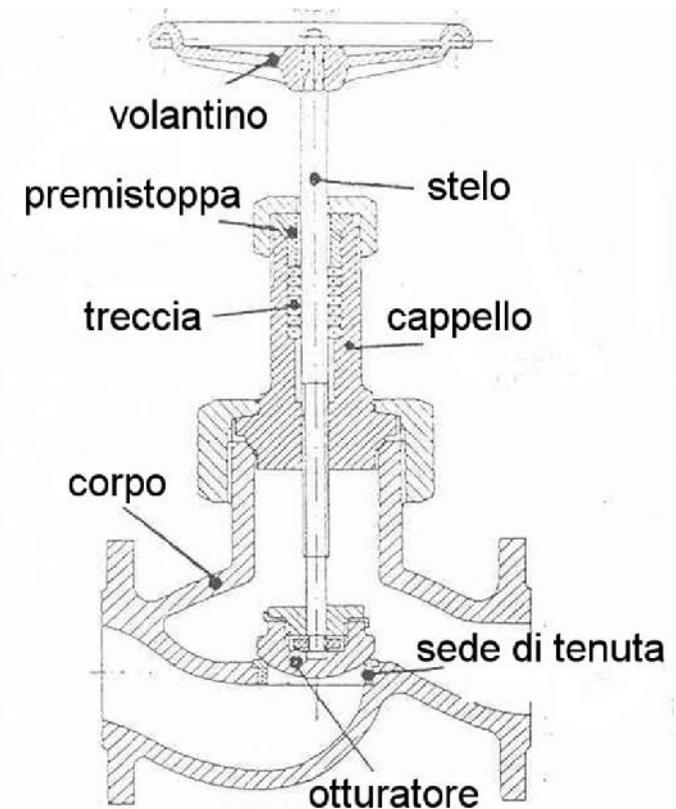
In qualche caso, le valvole molto piccole o destinate a servizi particolarmente leggeri, la sede di tenuta è ricavata direttamente sul corpo della valvola.

Al termine della sua corsa l'otturatore si appoggia sulla sede di tenuta, determinando la intercettazione del flusso attraverso la valvola.



L'otturatore e la sede di tenuta sono i pezzi più importanti delle valvole, in quanto dal loro reciproco contatto dipende la perfetta intercettazione del fluido, cosa che è assai difficile da mantenere durante l'esercizio, per le seguenti cause:

- *usura* dovuta allo strisciamento dell'otturatore sulla sede di tenuta durante le manovre
- *rigature o incisioni* su otturatore e sede di tenuta per corpi estranei interposti durante le manovre di chiusura
- *erosioni* per il passaggio del fluido ad altissima velocità quando la valvola è in posizione assai vicina a quella di completa chiusura.
- *corrosioni* facilitate dalle condizioni di alta turbolenza nella zona più prossima agli organi di tenuta.



Valvole propriamente dette

Questa categoria rappresenta quelle valvole dove:

- *l'otturatore si muove in modo perpendicolare alla sede di tenuta*
- *l'apertura di passaggio è direttamente proporzionale allo spostamento dello stelo.*

Le valvole vengono costruite in un numero svariatissimo di tipi, la cui suddivisione può essere fatta secondo *diversi criteri costruttivi*, come mostra la Tabella.

→ disposizione degli organi di accoppiamento alla tubazione	→ valvole a via dritta → valvole ad angolo → valvole di fondo
→ sagomatura dei condotti interni di passaggio del fluido ed angolo della direzione di spostamento dell'otturatore rispetto alla sede di tenuta	→ valvole a flusso avviato (l'otturatore si muove perpendicolarmente al senso di passaggio del fluido nella valvola)
	→ valvole a flusso libero (il movimento dell'otturatore è inclinato a 45° rispetto al senso di passaggio del fluido nella valvola)
→ forma dell'otturatore	→ valvole a disco
	→ valvole a spillo
	→ valvole a pistone → altre forme (parabola, iperbole, etc.)

Disposizione degli organi di accoppiamento alla tubazione

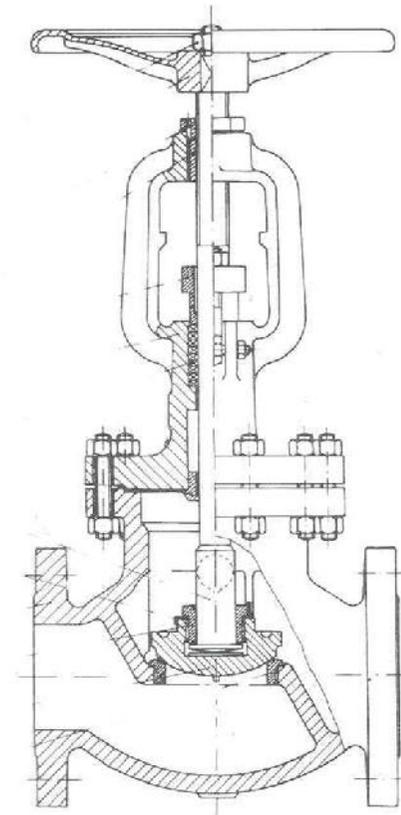
In base a questo criterio, le valvole si suddividono, come indicato nella Tabella precedente in:

- *valvole a via diritta*
- *valvole ad angolo*
- *valvole di fondo*

Valvole a via diritta

In questo tipo di valvole le flange (o le filettature) di accoppiamento sono *coassiali*.

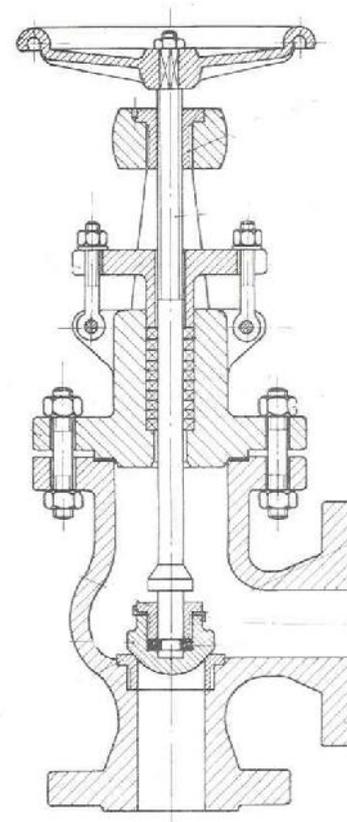
In tal modo la valvola può essere inserita in una tubazione rettilinea.



Valvole ad angolo

In questo tipo di valvola le flange (o le filettature) hanno gli assi tra loro *perpendicolari*.

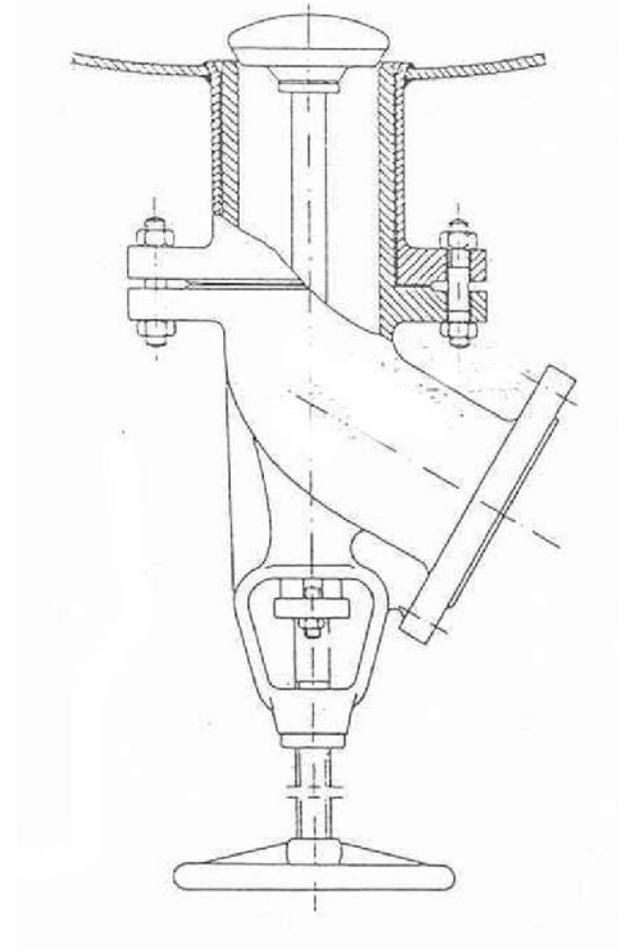
In tal modo la valvola prende il posto di una curva a 90°



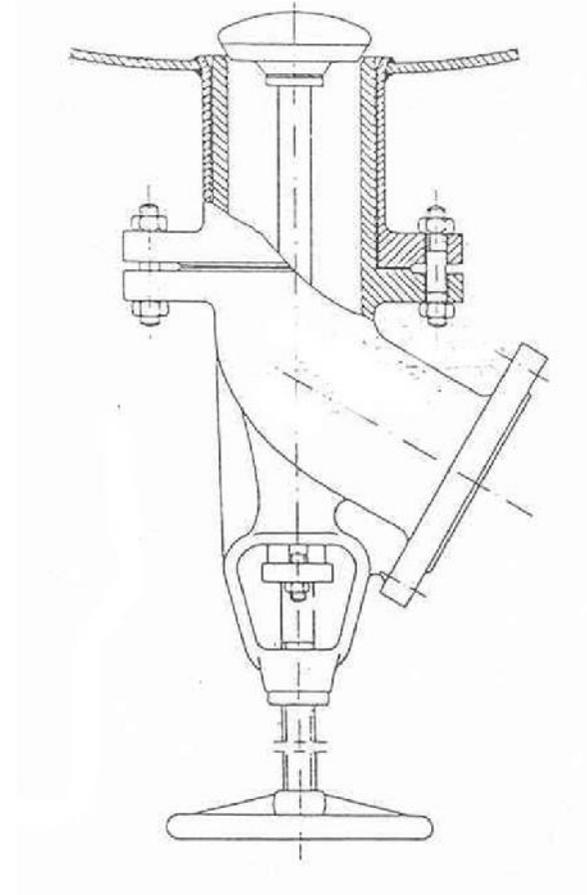
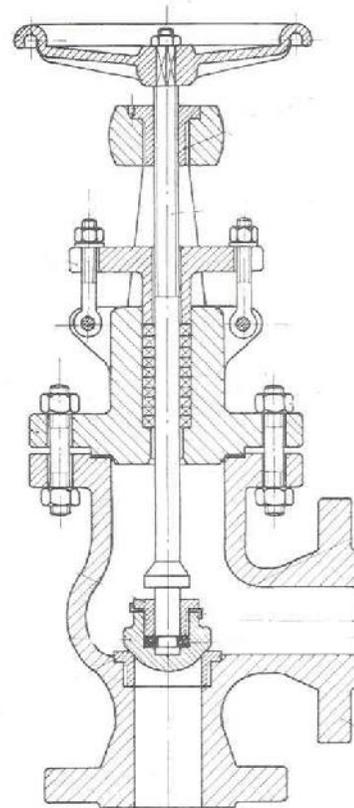
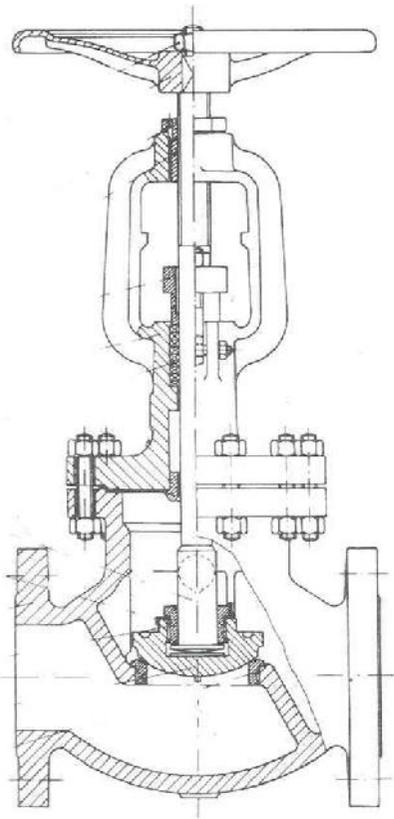
Valvole di fondo

Sono valvole sono di tipo speciale da applicare direttamente sul fondo degli apparecchi (anzichè da inserire su tubazioni su tronchetti sporgenti dagli apparecchi).

Presentano il bocchello di uscita *inclinato a 45°* rispetto a quello da collegare all'apparecchio.



I tre tipi di valvole (via diritta, angolo, fondo) sono confrontati nelle Figure.



Sagomatura dei condotti interni di passaggio del fluido e angolo della direzione di spostamento dell'otturatore rispetto a quella di passaggio convenzionale del fluido nella valvola

In base a questo criterio, le valvole si suddividono, come indicato nella Tabella precedente, in:

- *valvole a flusso avviato*
- *valvole a flusso libero*

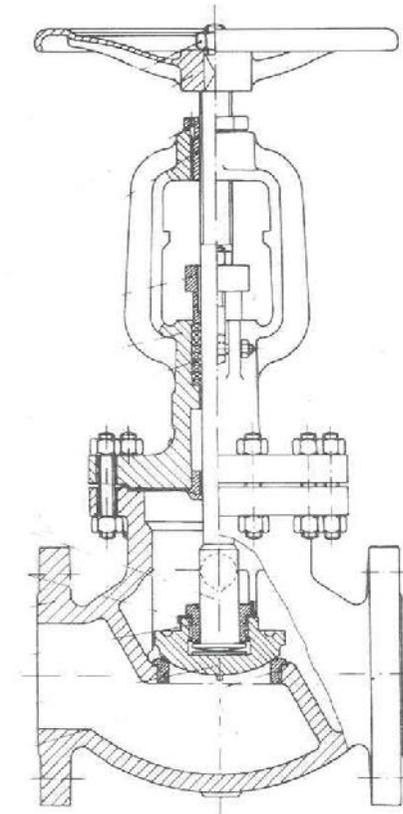
Valvole a flusso avviato

In questo tipo di valvola il movimento dell'otturatore è *perpendicolare* alla direzione di passaggio convenzionale del fluido nella valvola.

A tale scopo i condotti interni della valvola, per il tipo a via diritta, sono sagomati in modo da guidare il fluido verso la parte inferiore dell'otturatore, con senso dal basso verso l'alto, facendogli compiere una curva di circa 120° ed inviarlo con un'altra curva di 120°, verso la sezione di uscita.

Le valvole a flusso avviato presentano pertanto un percorso del fluido assai *sinuoso* e per di più con frequenti cambiamenti dell'area della sezione di passaggio.

Ciò comporta naturalmente alte *perdite di carico*



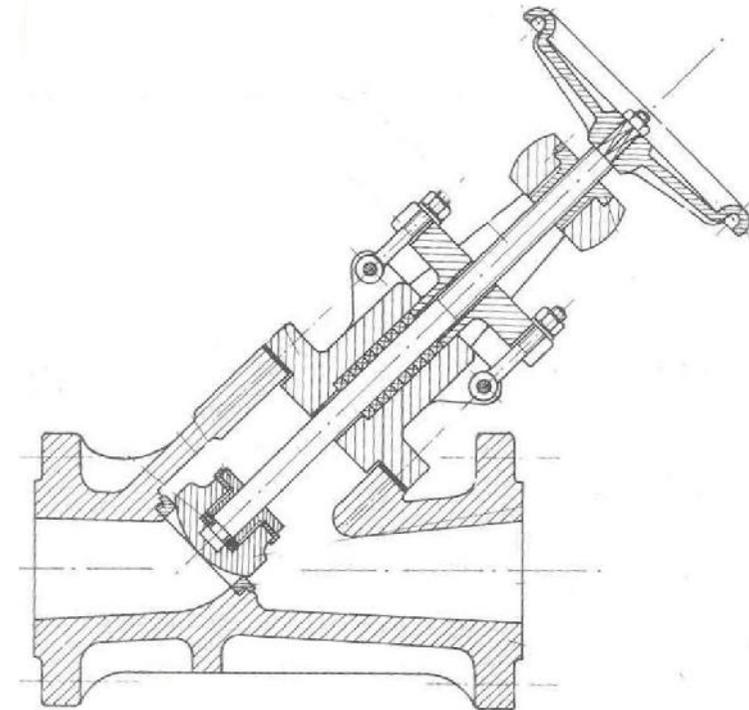
Valvole a flusso libero

In questo tipo di valvole il *movimento dell'otturatore è inclinato a 45° rispetto al senso di passaggio convenzionale del fluido nella valvola.*

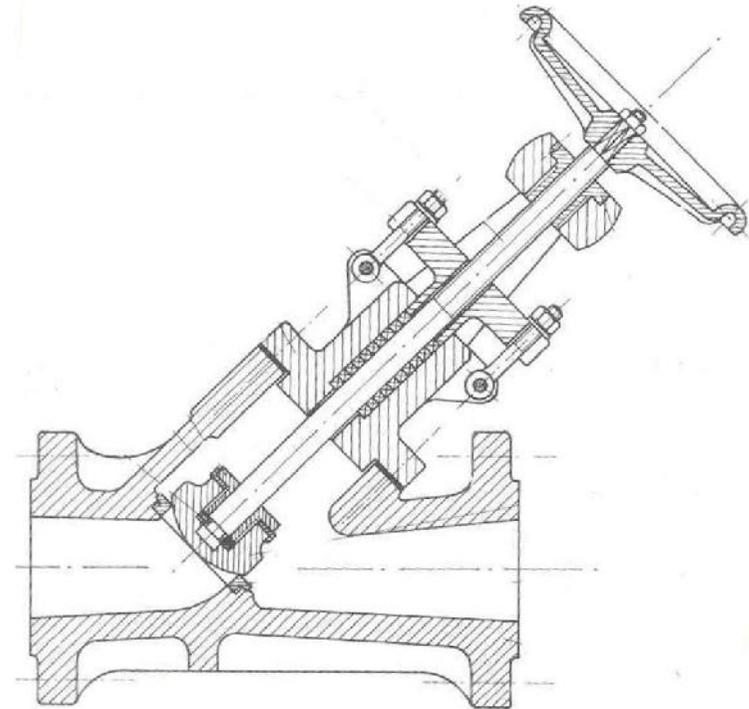
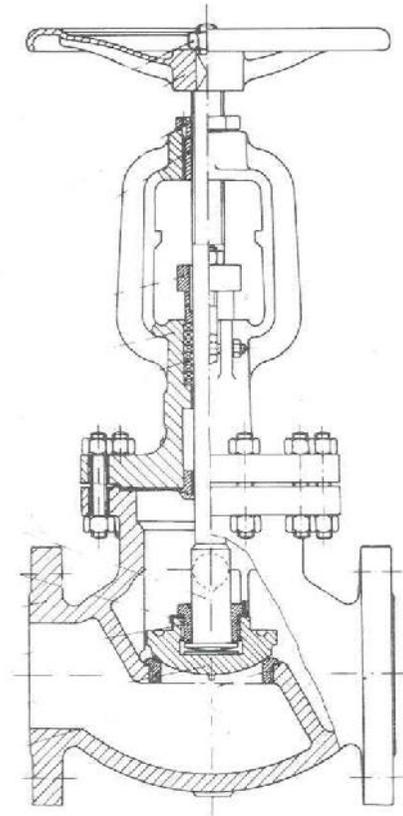
Questa soluzione, applicabile solo a valvole a via dritta, consente di ridurre in misura rilevante le *perdite di carico*, evitando totalmente i cambiamenti di direzione e riducendo le variazioni di sezione.

A completa apertura, le valvole di questo tipo presentano un passaggio pressoché rettilineo.

Ciò offre anche la possibilità di *ispezionare* la linea oltre la valvola senza doverla rimuovere e di poter introdurre sonde o altri attrezzi attraverso la valvola stessa.



I due tipi di valvole (flusso avviato e libero) sono messi a confronto nelle Figure.



Forma dell'otturatore

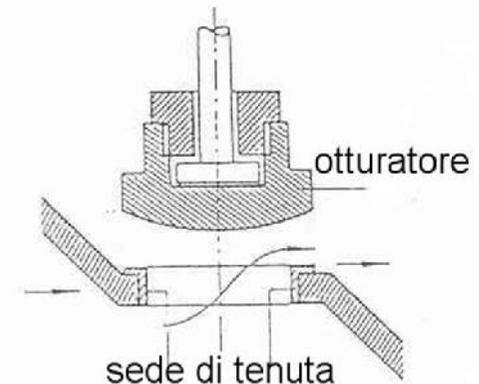
In base a questo criterio, le valvole si suddividono, come accennato nell'ultima Tabella, in:

- *valvole a disco*
- *valvole a spillo (o ad ago)*
- *altre forme*

Valvole a disco

Queste valvole, che rappresentano il tipo più diffuso, sono caratterizzate dall'otturatore foggiato a *disco*

Le valvole di questo tipo consentono una buona precisione di regolazione e sono pertanto adottate di preferenza nella costruzione degli impianti, nei casi in cui interessa non solo la intercettazione della linea, ma anche una *regolazione abbastanza precisa* della portata del fluido.



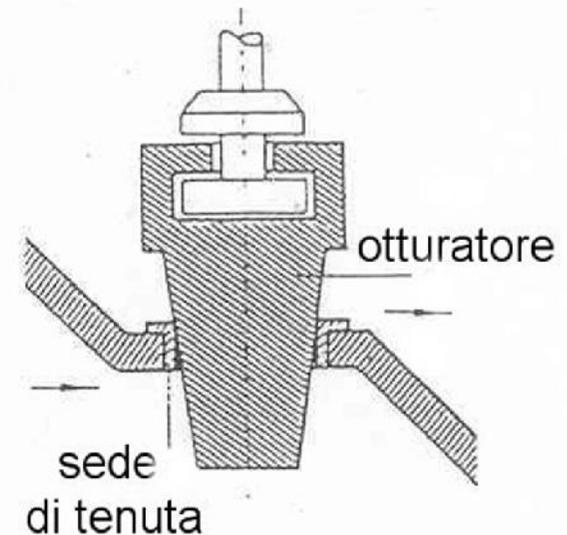
Valvole a spillo (o ad ago).

Queste valvole, largamente impiegate solo per piccoli diametri per regolazioni precise, sono caratterizzate dalla forma *conica* o *tronco conica* dell'otturatore.

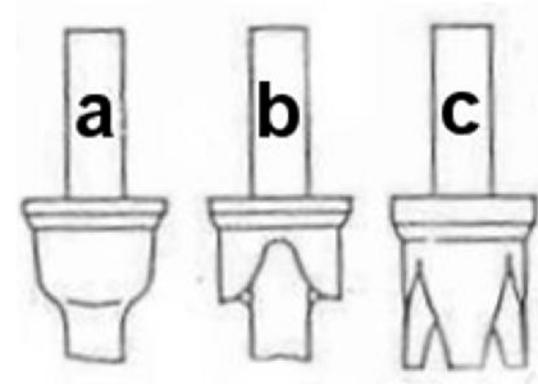
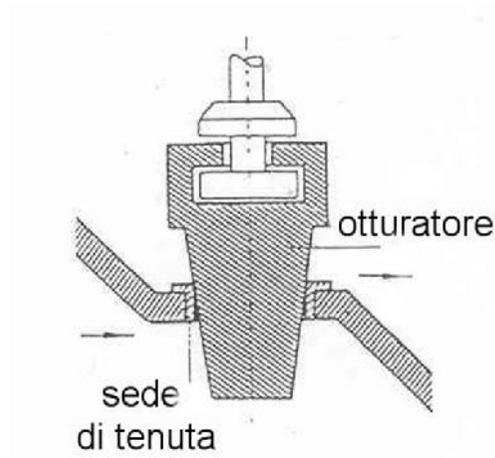
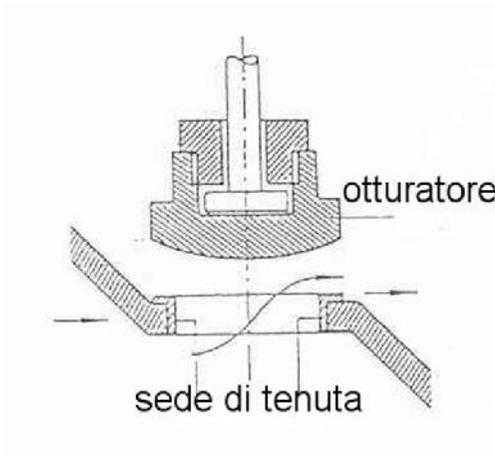
La forma dell'otturatore permette di ottenere piccole variazioni della sezione di strozzamento della valvola con grandi spostamenti dell'otturatore.

In tal modo si ottiene una *grande precisione di regolazione*, non ottenibile con le normali valvole a disco.

Nelle valvole a spillo di diametro più piccolo la sede di tenuta è ricavata direttamente sul corpo della valvola, ma ciò, pur semplificando la costruzione, rende più difficile una buona tenuta dopo lunghi periodi di esercizio.



Nella Figura gli otturatori a disco e a spillo sono messi a confronto con altre forme di otturatori come a parabola (Fig. a) oppure a "v port" (Figg. b,c) appositamente realizzate per regolazioni più sofisticate ed automatiche.



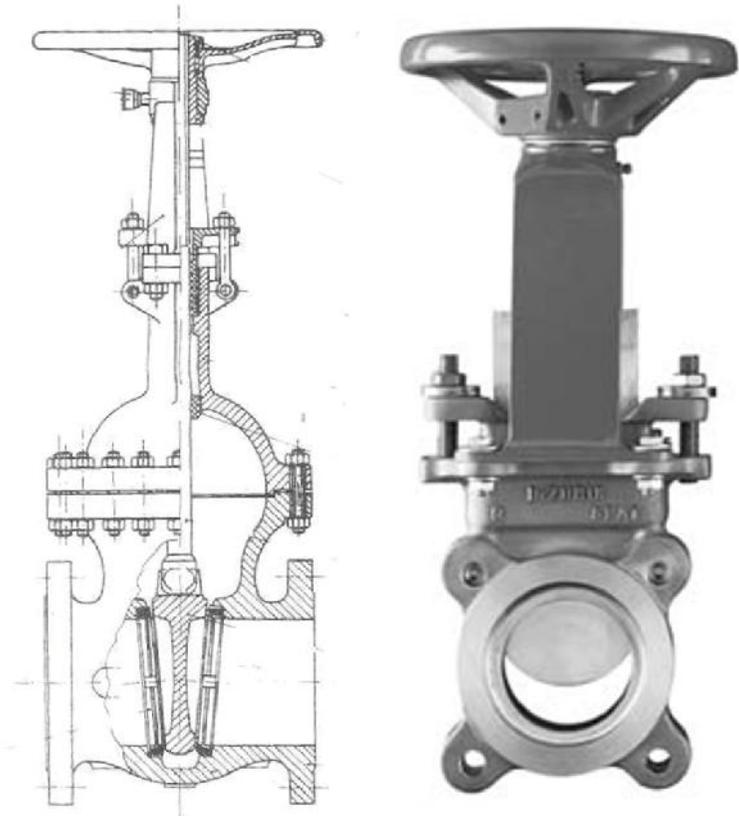
Saracinesche

Alla categoria delle saracinesche appartengono quegli organi di intercettazione in cui *l'otturatore si muove parallelamente alle sedi di tenuta che sono situate su un piano perpendicolare (o quasi) rispetto all'asse della tubazione su cui sono inserite.*

Nei confronti delle valvole le saracinesche presentano il vantaggio di consentire il *passaggio rettilineo* del fluido, con un solo allargamento di sezione in corrispondenza della feritoia ove scorre l'otturatore.

Da ciò derivano *perdite di carico assai basse.*

La regolazione di queste valvole non è però *molto precisa.*

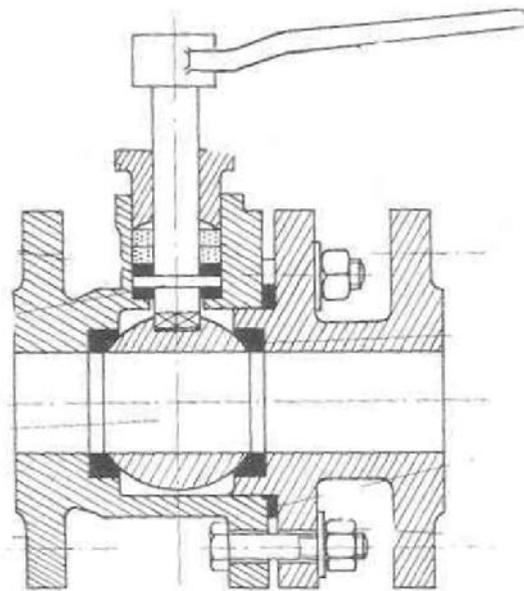


Rubinetti

Alla categoria dei rubinetti appartengono quegli organi di intercettazione in cui *l'otturatore, detto anche maschio, ruota attorno al proprio asse, disposto normalmente alla direzione di passaggio del fluido.*

Quando il rubinetto è in posizione di apertura, il fluido passa attraverso una feritoia praticata nell'otturatore.

La sezione della feritoia è molto spesso circolare come nei *rubinetti a maschio sferico, uno dei quali è mostrato nella Figura*



Il vantaggio dei rubinetti a maschio sferico è legato al fatto che *perdite di carico* sono assai *ridotte*.

L'azionamento dei rubinetti viene generalmente eseguito facendo ruotare il maschio mediante una leva.

La soluzione dell'azionamento mediante leva ha il vantaggio della *grande rapidità* di manovra (basta un quarto di giro per passare dalla posizione di completa apertura a quella di completa chiusura, o viceversa) ma *non permette* di ottenere una *regolazione precisa*.



Componenti di una valvola a sfera in PVC

Valvole a farfalla

Anche in questo tipo di *l'otturatore ruota attorno ad un asse normale alla direzione di passaggio del fluido.*

L'otturatore è foggiato a *disco* e può ruotare attorno ad un asse diametrale, riducendo la sezione di passaggio, fino a *chiuderla* quando è disposto normalmente alla direzione di passaggio del fluido.

Purtroppo però è *assai difficile realizzare la completa tenuta* per il gioco che esiste tra otturatore e corpo della valvola.



Le valvole a farfalla sono adottate soprattutto per regolare il flusso di *fluidi gassosi*, particolarmente attraverso linee di grande diametro.

Le valvole a farfalla si usano quando *non* è necessaria una precisione di *regolazione molto spinta* e quando si richiede una *perdita di carico limitata*.



Valvole speciali

Certe volte è necessario adottare *valvole di tipo particolare*, come ad esempio:

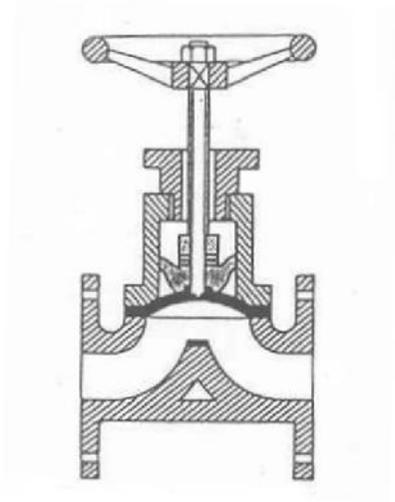
- con fluidi *molto viscosi*, perché le normali valvole provocherebbero perdite di carico troppo elevate
- con fluidi recanti *particelle in sospensione*, che provocherebbero l'intasamento della linea quando l'alzata dell'otturatore della valvola è dello stesso ordine di grandezza delle loro dimensioni
- con fluidi *molto pericolosi*, per i quali si deve evitare anche il più piccolo trafileamento attraverso il premistoppa.

Per soddisfare a queste esigenze sono state studiate speciali valvole come le:

- *valvole a membrana*
- *valvole a canotto o a pinza*

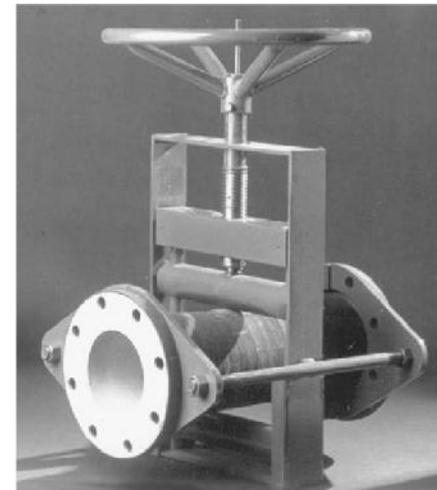
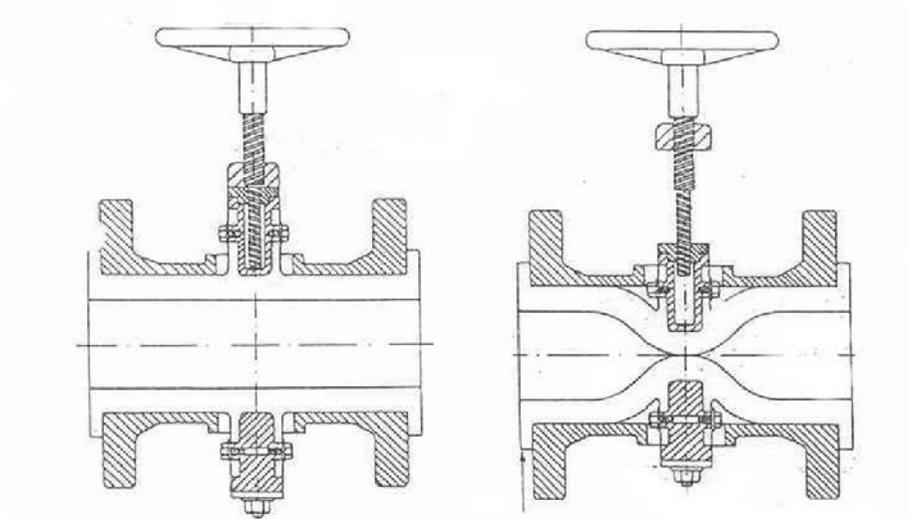
Valvole a membrana

In questo tipo di valvole il movimento dello stelo di comando viene trasmesso ad una *membrana elastica* (il cui orlo è solidamente fissato tra corpo e cappello) che va a contrastare col corpo della valvola in una zona opportunamente sagomata.



Valvole a canotto o a pinza

In questo tipo di valvole tutta la *parte interna del corpo* è costituita da un *tubo elastico* (opportunamente sagomato per aderire al corpo nel modo migliore) che viene *schacciato* mediante il movimento dello stelo di comando.



Nelle valvole a cannotto così come in quelle a membrana ha grande importanza il *materiale delle parti elastiche* (tubo sagomato, membrana) che deve presentare elevate caratteristiche di elasticità, resistenza meccanica, inalterabilità da parte del fluido di processo e resistenza all'usura.

I materiali normalmente impiegati sono: gomma, neoprene, PVC, PTFE.

Per il loro impiego sussistono limitazioni per quanto riguarda la pressione di esercizio (PN fino a 10), la temperatura (fino a 150°C) e il diametro (DN fino a 150).

Valvole di non ritorno o di ritegno

Le valvole di non ritorno o di ritegno hanno la funzione di *impedire l'inversione del flusso* nelle tubazioni.

Esse trovano largo impiego negli impianti sia per favorirne una buona condotta sia per garantirne la *sicurezza*.

Ad esempio le valvole di non ritorno sono sempre montate sulla mandata di pompe centrifughe per impedire il riflusso del prodotto attraverso la pompa in caso di fermata accidentale del motore.

Le valvole di non ritorno sono principalmente di tre tipi:

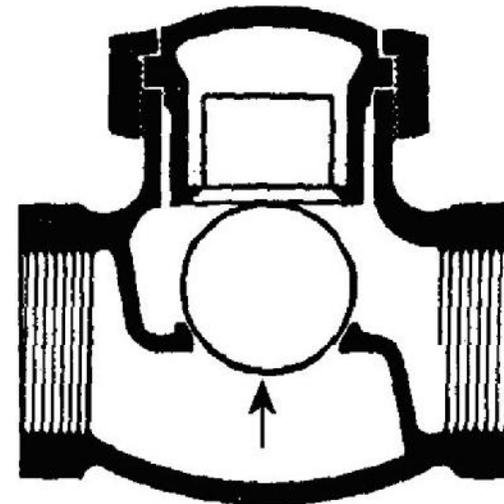
- *a sfera*
- *a sede inclinata*
- *a battente*

Valvole a sfera

In questo tipo di valvole l'otturatore a *forma sferica*, è *sollevato* dal passaggio del fluido nella direzione consentita, mentre in caso di inversione di flusso viene spinto contro la sede di tenuta.

Questo tipo di valvola deve essere installato con *l'asse verticale* e in modo che il fluido risulti diretto dal basso verso l'alto.

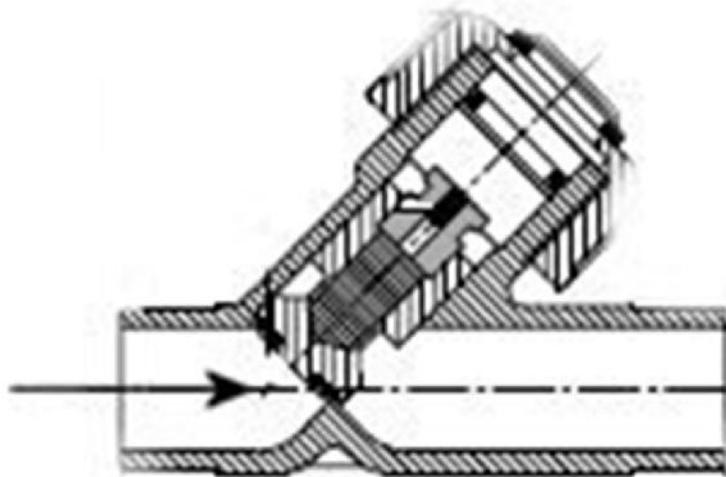
Le valvole di ritegno a sfera hanno l'inconveniente di produrre *sensibili perdite di carico*, in conseguenza alle notevoli variazioni di direzione e di sezione.



Valvole a sede inclinata

Questo tipo di valvola viene installato con *l'asse orizzontale*.

Anche questo tipo di valvole l'otturatore è *sollevato* dal passaggio del fluido nella direzione consentita, mentre in caso di inversione di flusso l'otturatore ricade impedendo il passaggio del liquido.

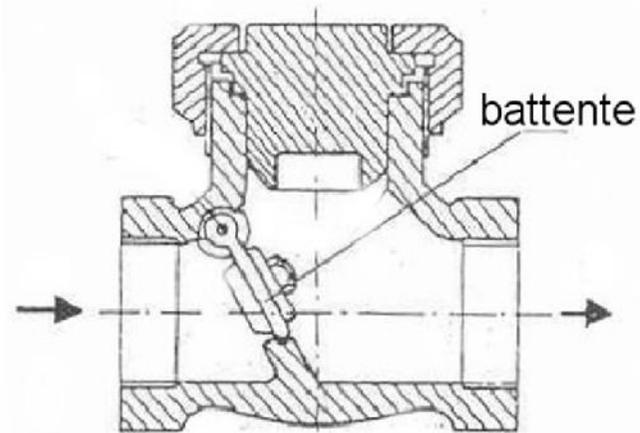


Valvole a battente

In questo tipo di valvole l'otturatore a forma di *disco*, è *incernierato* superiormente, in modo da essere *sollevato* dal passaggio del fluido nella direzione consentita e lasciare del tutto libera la zona di passaggio.

In caso di arresto della circolazione o di inversione del flusso *l'otturatore ricade*, *chiudendo la sezione di passaggio*.

Questo tipo di valvola deve essere montato in modo che l'asse risulti orizzontale e che l'otturatore possa ricadere per *gravità*.

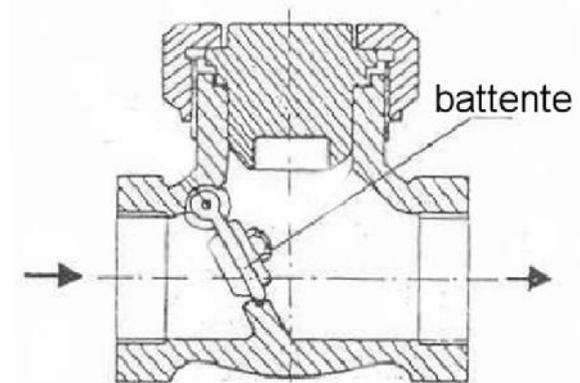


Le valvole di ritegno a battente hanno un funzionamento *molto rapido*, qualità non sempre desiderabile in quanto può produrre *colpi d'ariete* nelle tubazioni.

Per evitare questo inconveniente talvolta si usa ridurre la sensibilità della valvola, mediante un contrappeso che frena la discesa dell'otturatore.

Le perdite di carico prodotte dalle valvole di questo tipo sono *assai minori* di quelle delle valvole di ritegno a sfera, in conseguenza al fatto che, a valvola aperta, la sezione di passaggio è del *tutto libera*.

Generalmente le valvole di ritegno a battente vengono usate per tubazioni con DN superiori a 2", mentre per DN inferiori di preferisce usare quelle a sfera.



Valvole di sicurezza

Le valvole di sicurezza hanno la funzione di *proteggere* apparecchi e tubazioni dagli *effetti delle pressioni superiori a quelle di progetto*, a cui potrebbero essere assoggettati durante la marcia dell'impianto per errori di manovra, guasti, reazioni o altre cause accidentali.

Durante il normale funzionamento dell'impianto le valvole di sicurezza rimangono *chiuse* e si *aprono automaticamente* solo quando la pressione del fluido contenuto nell'apparecchio al quale sono collegate supera il valore per cui sono state tarate.

Questo perché l'otturatore di una valvola di sicurezza è sollecitato da *due forze antagoniste*:

- la *prima* dovuta alla *pressione del fluido*
- la *seconda* dovuta ad un *sistema* (molla o contrappeso) che si *oppone all'apertura della valvola* mantenendo l'otturatore spinto contro la sede di tenuta e realizzando così una chiusura perfetta fino a che la forza dovuta alla pressione del fluido non ha il sopravvento, ossia fino a quando questa forza non supera il valore di taratura.

A seconda del sistema adottato per ottenere la forza di chiusura, le valvole di sicurezza, possono essere divise in due grandi categorie:

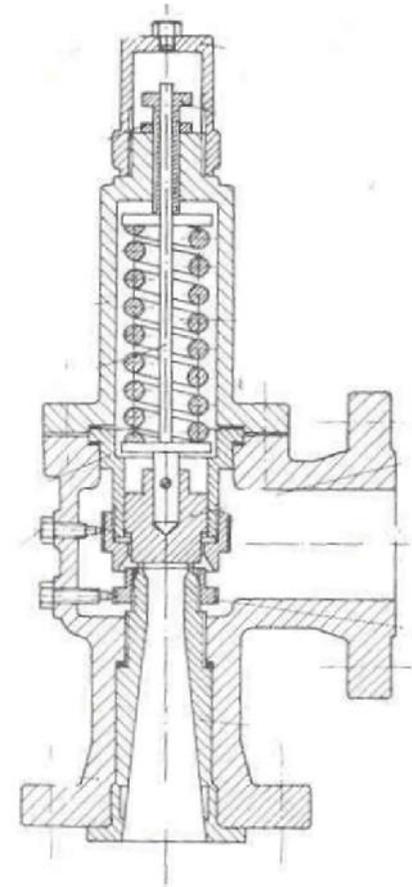
- *valvole a contrappeso*
- *valvole a molla*

Valvole a molla

In questo tipo di valvole la forza di chiusura è esercitata da una *molla*.

Le valvole di questo tipo sono più complesse delle precedenti sulle quali hanno il vantaggio di un *ingombro assai ridotto*.

Il loro funzionamento però presenta un grado di *sicurezza minore* in quanto le condizioni di esercizio possono influire sulle caratteristiche di elasticità della molla, alterando di conseguenza la pressione a cui la valvola si può aprire.

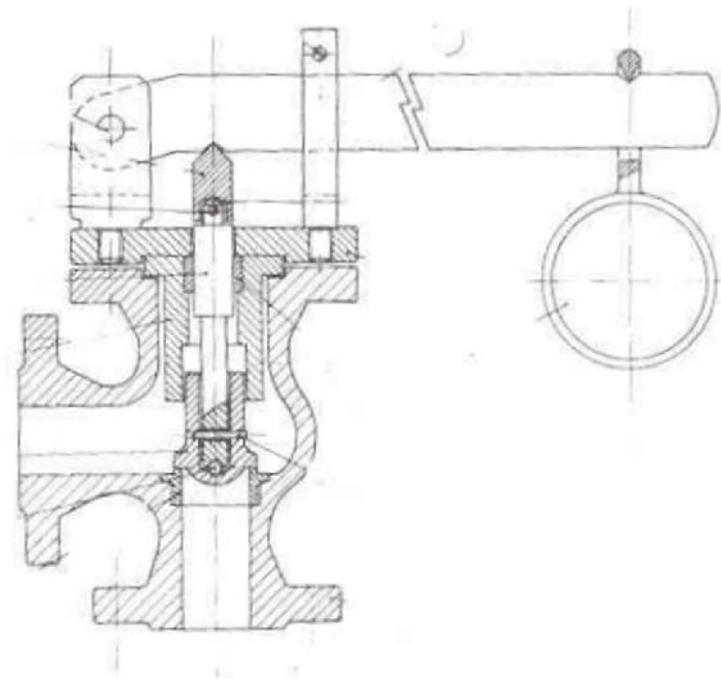


Valvole a contrappeso

In questo tipo di valvole la forza è esercitata da un *contrappeso* mediante un sistema di leve.

In qualche caso l'otturatore è direttamente caricato da un peso, ma le valvole di questo tipo non sono frequentemente impiegate.

Le valvole a contrappeso sono *semplici e robuste* e sono preferite per gli impieghi più severi in quanto la loro taratura non può essere alterata da cause accidentali durante il funzionamento, sempre che venga sicuramente impedito lo scorrimento del peso lungo la leva.

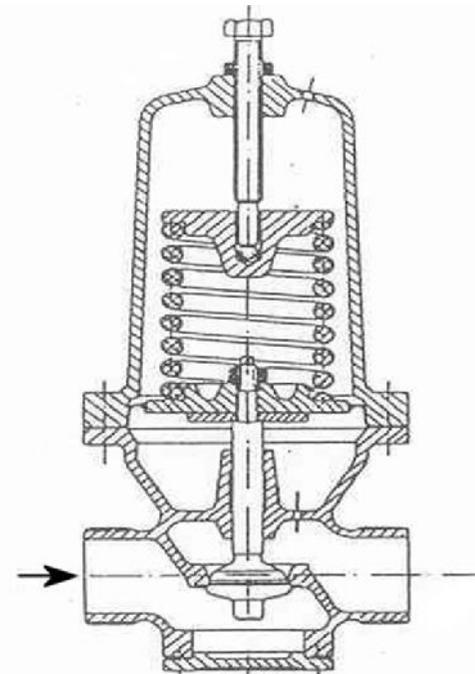


Valvole riduttrici di pressione

Le valvole riduttrici di pressione, dette anche *riduttori di pressione*, sono un particolare tipo di valvole di regolazione, con la doppia funzione:

- di abbassare la pressione del fluido che le attraversa ad un valore prestabilito
- di mantenere costante tale valore, indipendentemente da quello della pressione a monte, che può essere variabile entro un campo relativamente esteso.

Il prelievo del fluido motore è eseguito a valle della valvola stessa e il servocomando è realizzato in modo che se la pressione a valle supera quella prefissata, l'otturatore della valvola, grazie ad una molla di contrasto, oppure tende a chiudere, e viceversa



Valvole servocomandate

In questo tipo di valvole il movimento dell'otturatore è comandato *automaticamente* senza alcun intervento dell'operatore.

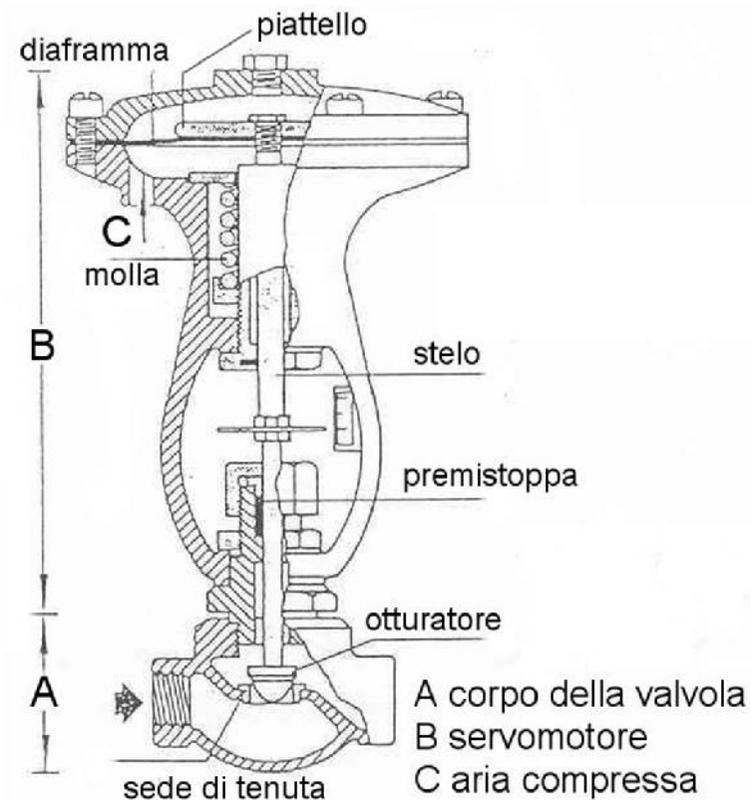
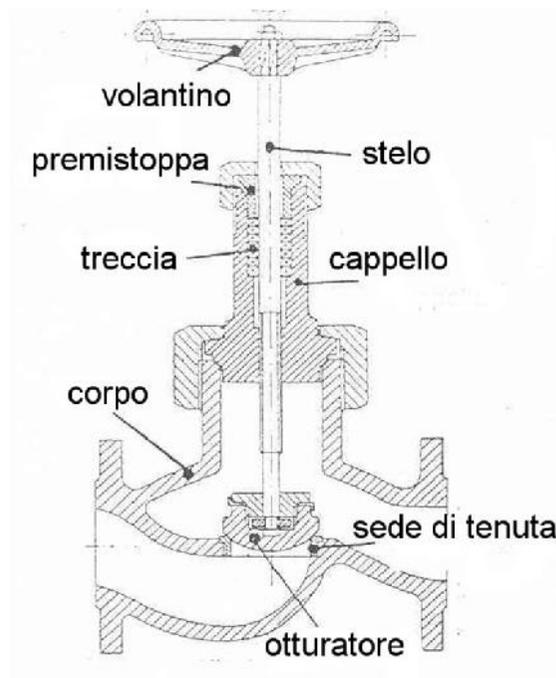
Le valvole servocomandate possono essere considerate nelle due parti ben distinte da cui sono costituite e cioè:

- *la valvola vera e propria* che regola il flusso del fluido
- *il dispositivo di servocomando, o servomotore*, che comanda il movimento dell'otturatore della valvola.

Come mostra la Figura la valvola vera e propria *non differisce molto* dalle valvole a disco od a spillo già esaminate.

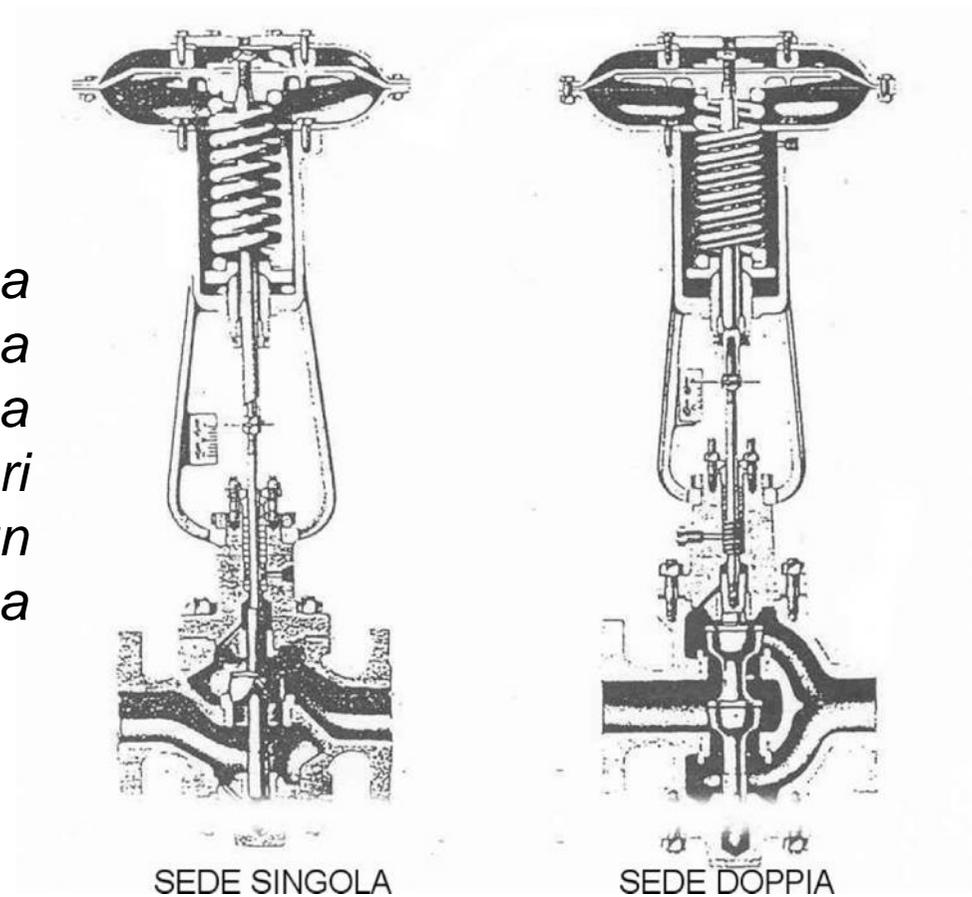
Il movimento dell'otturatore avviene per azione dell'aria compressa (servomotore pneumatico) sul diaframma (membrana) posto nella parte superiore vicino al piattello).

Altri tipi di servomotori frequentemente usati sono quelli elettrici.



Per *forti portate* di fluido si preferisce adottare valvole *a doppia sede* (come quella mostrata a destra nella Figura) anche se in queste valvole è inevitabile che, anche in posizione di completa chiusura, vi sia il passaggio di una leggera quantità di fluido.

Confronto tra una valvola a sede singola (con otturatore a "v port") ed una valvola a doppia sede (con otturatori "parabolici") azionate da un servomotore pneumatico a membrana.



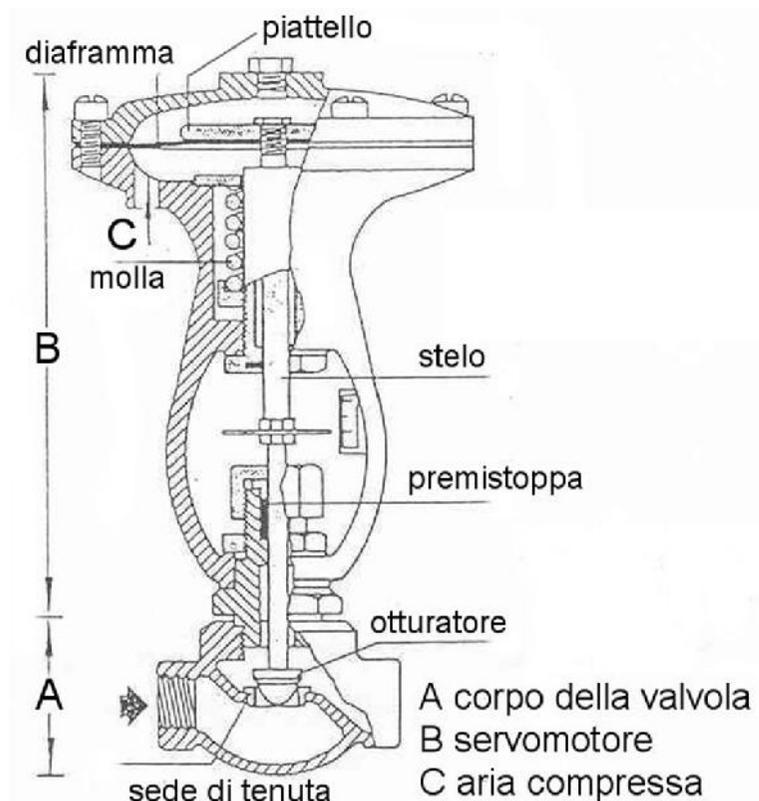
Servomotori pneumatici a membrana

I *servomotori pneumatici* a membrana consistono essenzialmente di una camera in cui una parete è costituita da una *membrana elastica*, sostenuta da un piatto al quale è collegato, mediante lo stelo, l'otturatore della valvola.

L'aria compressa di comando viene immessa nella camera agendo così sulla membrana elastica che tende a spostarsi contrastata da una molla.

In tal modo ad ogni valore della pressione di comando viene a corrispondere una posizione del piatto a quindi dell'otturatore della valvola.

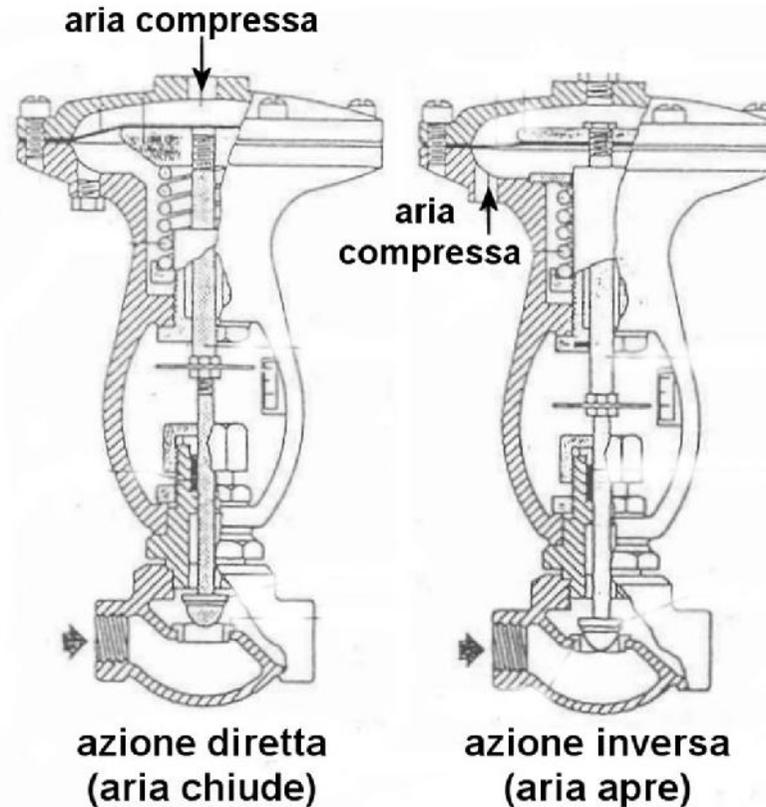
Normalmente i valori della pressione di comando variano tra 3 e 15 psi.



Valvole ad azione diretta ed inversa

Per quanto riguarda l'azione esercitata sulla valvola si distinguono:

azione diretta,
quando la
valvola si apre se
manca l'energia
di comando
(se la valvola è
azionata
servomotore si
usa il termine
aria chiude)



azione inversa,
quando la
valvola *si chiude*
se manca
l'energia di
comando (nel
campo delle
valvole con
servomotore
pneumatico si
usa il termine
aria apre)

Si noti la differente posizione della membrana rispetto al piattello e il diverso ingresso dell'aria compressa

Scelta dell'azione

La scelta dell'azione (diretta o inversa) è effettuata soprattutto in base a *criteri di sicurezza dell'impianto*, nell'ipotesi della mancanza di energia di comando.

Ad esempio nel caso di termoregolazione di una reazione *esotermica* con fluido circolante in un serpentino o nella camicia del reattore, si userà per *sicurezza* sulla linea del fluido che asporta calore una valvola pneumatica ad azione diretta (*aria-chiude*).

In tal modo se venisse a *mancare l'energia di comando* (cioè l'aria) si ha la *apertura totale della valvola* e quindi la massima portata di fluido raffreddante.

Una valvola, come mostra la Figura, può essere fatta funzionare sia ad azione diretta che ad azione inversa indipendentemente dal tipo di servomotore cambiando la posizione di alcuni organi che la compongono oltre ovviamente quella dell'otturatore.

