

# STOCCAGGIO e TRASPORTO di FLUIDI: Liquidi e Gas

versione#B2 - Prof. A.Tonini [www.andytonini.com](http://www.andytonini.com)

**INDICE:** - [STOCCAGGIO](#) - [S.LIQUIDI](#) - [S.GAS](#) - [TUBAZIONI](#) - [GIUNTI](#) - [VALVOLE](#) - [APPENDICI](#) - [direttiva PED](#)

## 0) GENERALITA'

I cicli produttivi industriali prevedono l'utilizzazione di **serbatoi** dove accumulare temporaneamente materie prime, combustibili, prodotti intermedi di lavorazione o prodotti finiti in attesa di essere commercializzati. **TIPI:**

- **serbatoi di stoccaggio:** vengono accumulate le materie prime e i prodotti finiti. Negli impianti industriali essi sono ubicati in aree apposite chiamate parchi serbatoi.
- **serbatoi di processo:** servono per l'accumulo temporaneo (scorte) degli intermedi di lavorazione. Sono di dimensioni relativamente ridotte e vengono utilizzati per collegare un'apparecchiatura a funzionamento discontinuo con una a funzionamento continuo, oppure per ammortizzare oscillazioni di temperatura o composizione.



## 1 - STOCCAGGIO FLUIDI:

### TIPOLOGIE di SERBATOI:

TIPI	UBICAZIONE	CONDIZ.FISICHE	STRUTTURA
CILINDRICI VERTICALI CILINDRICI ORIZZONTALI SFERICI ELLITTICI	FUORI TERRA SOPRAELEVATI INTERRATI	PRESSIONE atmosferici a $P \leq 3,5 \text{ kPa}$ ; $3,5 \leq P \leq 103 \text{ kPa}$ ; $P > 103 \text{ kPa}$ ;	TEMPERATURA ambiente riscaldati refrigerati criogenici
			Metallica saldata Metallica chiodata Cemento Plastica

### SOLLECITAZIONI:

- **CHIMICHE:** corrosione interna-esterna; → scelta di materiali opportuni;
- **FISICHE:** pressione – temperatura – sviluppo vapori; → scelta tipi diversi di serbatoi (vedi oltre).
- **MECCANICHE:** peso del materiale + fluido (in pressione o non); → **dimensionamento** struttura, altezza-diametro e spessore, e forma del serbatoio:

**CASO 1:**  
serbatoio aperto + liq.;  
pressione tot. sul fondo:  
→  $p_{tot} = \gamma H$ ;

**CASO 2:**  
serbatoio chiuso + gas:  
→  $p_{tot} = p_{gas} - p_{atm}$ .

**CASO 3: serbatoio liquido + gas:**  
press. sul fondo  
 $p_{tot} = (p_{gas} - p_{atm}) + \gamma H$

### PRINCIPI di DIMENSIONAMENTO dei SERBATOI in PRESSIONE:

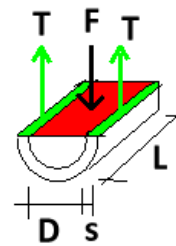
→ determinazione di **spessore minimo**; del rapporto **diametro/altezza** ottimale ( $D/H \cong 1/6 \div 1/8$  S.orizz.;  $\cong 1 \div 2$  S.verticali): il rapporto diametro-altezza, per i serbatoi cilindrici, viene determinato in base ai costi dei materiali, di suolo e fondazioni.

#### DIMENSIONAMENTO:

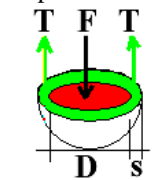
- ▶ serbatoio **cilindrico**:  
 $F = 2 \cdot T$ ; ovv.  $p(D \cdot L) = 2xT$ ; →  $T = p D L / 2$ ;  
T: sforzo di **taglio** sopportato dal materiale, a rottura;  
 $\sigma_S = T / (s \cdot L)$ ;  $\sigma_S$  = carico di sicurezza  $< \sigma_R$  a rottura;  
da cui spessore  $s \geq p \cdot D / (2 \sigma_S)$ ; s.effettivo  $s^* = s + K$ ;  
con coeff.corrosione  $K = 1 \div 3 \text{ mm}$   
introducendo  $p_{MAX} = 1,5 \div 1,25 p_{ESERC}$  e un coeff.saldatura  $\alpha < 1$ ,  
otteniamo  $s \geq p_{MAX} \cdot D / (2 \sigma_S \alpha) + K$  effettivo
- ▶ serbatoio **sferico**:  
 $F = p \cdot \pi D^2 / 4 = T = 2r_m s \cdot \sigma_S = D_m s \cdot \sigma_S$  →  $s_{sfer} \geq p \cdot D / (4 \sigma_S)$   
 $s_{sfer} = 1/2$  s cilindrico; (maggiore resistenza a pari spessore)

#### SOLLECITAZIONI:

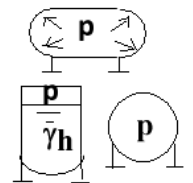
T = sforzo di taglio  
s = spessore  
D = diam.interno  
L = lungh.tubo  
F = press · sup.  
p = F/sup.



(by A.Tonini)



$$D_{medio} \cong 2r_m \cong D$$



[INIZIO]

## 1.1 - STOCCAGGIO LIQUIDI

### CONTENITORI PER LIQUIDI:

- ▶ Per lo stoccaggio di **liquidi molto volatili** (pericolo di formazione di sovrappressioni dovute a sviluppo di vapori) possono essere impiegati:
  - Serbatoi a **pressione atm** e **bassa temperatura (criogenici)**, coibentati. Inoltre alcuni gas (metano, propano, butano, idrogeno e ossigeno) possono essere meglio conservati allo stato liquido in serbatoi criogenici, dopo essere stati raffreddati e condensati. I serbatoi vengono mantenuti a basse temperature con l'ausilio di circuiti di raffreddamento e sono isolati termicamente.
  - Serbatoi a **T ambiente** e **in pressione**; la pressione (con aria o gas inerte, azoto) impedisce al liquido volatile di vaporizzare.



► Per lo stoccaggio di **liquidi non volatili** non ci sono particolari problemi.

**APERTI:** per lo stoccaggio di liquidi poco pregiati e non pericolosi; possono essere vasche interrrate o sopraelevate (esempio per l'acqua di raffreddamento, di scolo, o quella antincendio; in cemento o metallo).

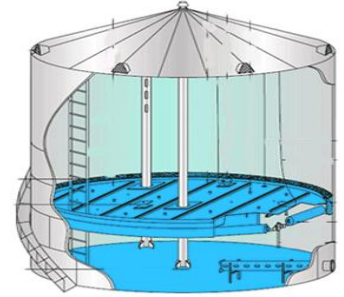
**CHIUSI:**

- per **piccoli** volumi e p atmosferiche possono essere anche interrati a pianta rettangolare.
- per **grandi** volumi a pressione **atmosferica**:

● S. **a tetto fisso** [p atm] **cilindrici ad asse verticale** costruiti in acciaio con lamiere saldate e fondo piano direttamente poggiato sulla fondazione; tetto conico, bombato, fisso, il fondo piano o bombato; bombato perché consente una migliore ripartizione delle tensioni. Il serbatoio può poggiare su una platea di cemento o essere sostenuto da pilastri.

● S. **a tetto galleggiante [mobile]**, costituiti da un tetto sovrastante il liquido, libero di translare verticalmente, muovendosi con guarnizioni sul bordo, bagnate continuamente da un velo d'olio, lasciando così un volume minimo tra il tetto e la superficie del liquido, in modo da evitare l'accumulo di vapore del liquido e l'eventuale ingresso dell'aria.

● S. **in pressione per notevoli volumi**: vengono utilizzati i serbatoi cilindrici con asse verticale, se piccoli/medi, se grandi ad asse **orizzontale**, oppure serbatoi **pseudoelittici, ellissoidali e sferici**.



**ANNOTAZIONI:**

I serbatoi **cilindrici** non hanno grandi dimensioni, la bombatura dell'estremità può essere più o meno pronunciata a seconda della pressione, vengono ubicati nel parco serbatoi in batteria con un numero che varia a seconda delle necessità. Con i serbatoi **pseudoelittici** si possono raggiungere capacità di circa 20.000 m<sup>3</sup>. Capacità minori si hanno nei serbatoi **ellissoidali** e la loro forma si avvicina a quella **sferica** tanto più è maggiore la pressione,

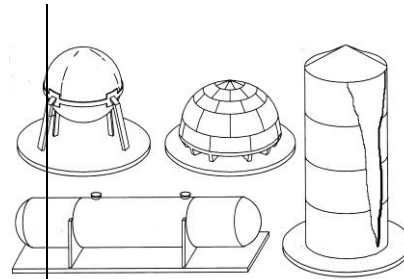


Figura 6.10 Serbatoi per liquidi.



vengono appoggiati al terreno tramite pilastri tenendo conto che i materiali di contatto tra pilastro e serbatoio siano dello stesso tipo per evitare problemi di corrosione. I serbatoi ad **asse orizzontale** sono spesso utilizzati per lo stoccaggio in pressione di grossi quantitativi di liquidi (tipicamente per gas liquefatti). In questo caso, per realizzare la capacità totale di immagazzinamento necessaria sono spesso necessari più serbatoi, che vengono disposti raggruppati insieme, affiancati (v.fig.). I serbatoi di **lavorazione**, o polmoni, sono di dimensioni relativamente ridotte, di forma cilindrica sia ad asse orizzontale che verticale.

[INIZIO]

**1.2 - STOCCAGGIO GAS**

■ **CONTENITORI PER GAS:**

● Tipo **in pressione**: i serbatoi più adeguati per immagazzinare gas sotto pressione sono quelli a forma **sferica**, perché offrono una migliore ripartizione dei carichi, e a parità di pressione interna la parete del serbatoio può avere uno spessore minore. La loro dimensione, per motivi di sicurezza, diminuisce all'aumentare della pressione. In funzione del tipo di gas, la pressione può variare da 10 a 20 bar. Altri serbatoi di medio - **piccole** capacità sono **cilindrici**, e **bombole** (vedi colori a lato per bombole).

● Tipo a **pressione atmosferica: GASOMETRI** —caratteristica: a volume variabile e a pressione costante, grazie anche a tetti mobili mantenuti sospesi dalla pressione del gas. A seconda del tipo di tenuta tra il tetto mobile e la parte fissa, si distinguono:

- gasometri a **secco**, (tipo a tetto mobile) in cui la tenuta è assicurata da guarnizioni di gomma sul perimetro, e richiedono una frequente manutenzione.
- I gasometri a **umido**: a campana semplice, costituito da un cilindro fisso, parzialmente riempito di un liquido in cui il gas da conservare non è solubile; a campana con intercapedine, in cui il liquido è confinato nell'intercapedine; e telescopici.

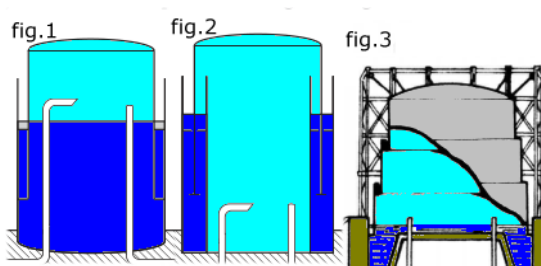
N.B.: problemi per inquinamento dei gas con vapor d'acqua, e di tenuta idraulica in caso di basse temperature.

TIPO DI GAS	VECCHIA COLORAZIONE	NUOVA COLORAZIONE
acetilene C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	arancione	N rossiccio marrone
ammoniaca NH <sub>3</sub>	verde	N giallo
argon Ar	amaranto	N scuro verde
azoto N <sub>2</sub>	nero	nero
biossido di carbonio CO <sub>2</sub>	chiaro	N grigio grigio
cloro Cl <sub>2</sub>	giallo	giallo
He	marrone	marrone
idrogeno H <sub>2</sub>	rosso	rosso
ossigeno O <sub>2</sub>	bianco	bianco
protossido d'azoto N <sub>2</sub> O	blu	blu

**S.A TETTO MOBILE**



S. SFERICI



S.A CAMPANA A UMIDO: 1-semplce, 2- a doppia intercapedine (minor contatto gas/liq), 3- a telescopico

**BOMBOLE per GAS**







- **Tipo criogenici:** per grosse quantità di gas, o vapori di liquidi volatili; refrigerazione gas + liquefazione + stoccaggio coibentato refrigerato. Serbatoi di ridotto volume; uso per N<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> GPL NH<sub>3</sub> Etilene Cl<sub>2</sub>,...

▶ **ACCESSORI e SICUREZZA** dei SERBATOI:

tutti i tipi di serbatoi devono essere muniti di una serie di **dispositivi** che ne consentano esercizio e manutenzione:



■ **esercizio** del serbatoio:

controlli di quantità e la qualità del prodotto contenuto all'interno; sistemi per collegare e scollegare il serbatoio a tubazioni ed altre apparecchiature, bocchelli, valvole, ecc.; **indicatori di livello, pressione, temperatura, valvole** di respirazione; drenaggi; sistemi di agitazione, di scambio termico; passi uomo per ispezioni.

■ **bonifica** del serbatoio: intercettazione e esclusione dalla linea; svuotamento e manutenzione, pulizia, in presenza di gas inerti, con ventilazione ad aria; uso DPI.

■ **grado di riempimento:** per effetto delle **dilatazioni termiche** si possono generare notevoli sollecitazioni sulle pareti, a causa della scarsa comprimibilità dei liquidi, quindi si ha un grado di riempimento ≤ 90 %.

■ **sicurezza:**

-**bacini di contenimento** (stoccaggi di liquidi infiammabili - gas liquefatti infiammabili refrigerati);

-**valvole** di sicurezza e dischi di rottura;

-sistemi **antincendio**; parafulmini; rompifiamma;

- sovrappressione di **azoto** (per liquidi che formano miscele esplosive, per impedire l'ingresso di aria);

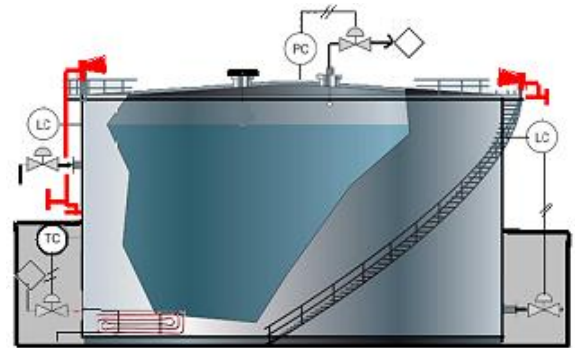
- **coibentazione**; uso di vernici chiare riflettenti, copertura con lamiera di alluminio;

- **spessori** maggiori (o materiali più resistenti) per elevate pressioni, per pericolo corrosione, scoppio,...

fig. a lato: vari sistemi di **sicurezza e accessori** →

Tipo	Pressione di esercizio	Capacità	Utilizzazioni
Verticali, a tetto fisso, con sfiato all'aria	Atmosferica	≥ 10 m <sup>3</sup>	Liquidi con tensione di vapore trascurabile
Verticali, a tetto fisso, con valvola di respirazione	<0.05 bar effettivi (1)	≥ 10 m <sup>3</sup>	Liquidi con limitata tensione di vapore o che emettono vapori infiammabili
Verticali, a tetto galleggiante	<0.05 bar effettivi (1)	≥ 1000 m <sup>3</sup>	Liquidi con limitata tensione di vapore o che emettono vapori infiammabili
Sferici	1-20 bar	≤ 5000 m <sup>3</sup>	GPL
Cilindrici, verticali, con fondi bombati	Qualunque	≤ 100 m <sup>3</sup>	Qualunque
Cilindrici, orizzontali, con fondi bombati	Qualunque	≤ 200 m <sup>3</sup>	Qualunque

(1) è ammesso il vuoto fino ad un massimo di 50 mm H<sub>2</sub>O (500 Pa)



[INIZIO]

**2 - TUBAZIONI -**

■ **GENERALITA':** sono apparecchiature statiche, sottoposte a

– sforzi **meccanici**: abrasione, peso,...

– azioni **chimiche**: corrosione esterna interna...

– azioni **fisiche** (p, T...);

N.B.: le tubazioni incidono fino al 60 % dei costi totali d'installazione delle apparecchiature.

■ **CRITERI DI PROGETTAZIONE-INSTALLAZIONE:**

- materiale opportuno (secondo tipo di sostanza trasportata e condizioni esterne);
- scelta diametri e spessori dei tubi;
- ubicazione, percorso, sostegni;
- accessori di linea e strumentazione;

→diametro, spessore, tipo di materiale di una tubazione determinano il **costo** della tubazione.

SCELTA DEL **DIAMETRO:** viene fatta tenendo conto dei seguenti fattori:

■ per diametri φ >>: aumenta il peso della tubazione i costi di installazione;

■ per diametri φ >>: diminuiscono le perdite di carico e l'energia richiesta per trasportare il liquido [pompe, compressori].

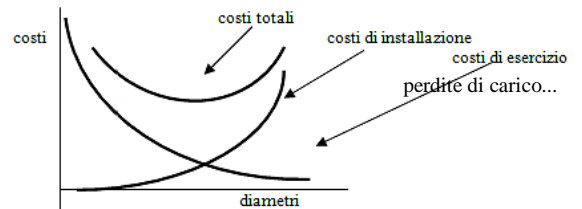
Velocità dei fluidi in tubi: **liquidi** v=1÷5m/s; **gas vapori** v=10÷35 m/s.

La fabbricazione dei tubi è soggetta ad **unificazione**, per cui sono standardizzati i diametri le lunghezze ed i materiali con cui sono prodotte le varie tubazioni: norme PED (2002)- UNI – CEN – ANSI – API –ISO: il progettista sceglie quei prodotti con prestazioni prossime, comunque non inferiori, a quelle di progetto.

■ **NORME UNIFICANTI:** diametro nominale DN - pressione nominale PN

– tipo materiali - estremità per giunzioni – contrassegni –

● **diametro nominale - DN:** permette i collegamenti con tutte le apparecchiature di linea, giunti valvole ..., (dovranno avere tutte lo **stesso DN**); collegato al diametro **esterno**, ma non corrisponde esattamente ad esso.



DN	D <sub>est</sub> (mm)	DN	D <sub>est</sub> (mm)	DN	D <sub>est</sub> (mm)
6	10.2	32	42.4	125	139.7
8	13.5	40	48.3	150	168.3
10	17.2	50	60.3	200	219.1
15	21.3	65	76.1	250	273.0
20	26.9	80	88.9	300	322.9
25	33.7	100	114.3	350	355.6

relazione tra DN e diametro esterno per tubi lisci commerciali di acciaio al carbonio.

● **pressione nominale - PN:**

permette di determinare lo spessore; legata alla **massima pressione** di esercizio delle tubazioni. Lo spessore della tubazione sarà tanto maggiore quanto più grande sarà la PN, ed è in relazione con la pressione di esercizio  $P_E$ :  $P_E = PN \times k$  con **k** variabile da 1 a 0,80 a 0,64, a seconda della temperatura e della corrosività del fluido trasportati; vedi **tab. a lato**.  
Prima del funzionamento: prova di tenuta idraulica a  $p > PN$ .

► noto il diametro si può calcolare lo **spessore**:  $s = PN \times D_{EXT} / (2 \sigma_s) + K$ ;

[vedi anche tabelle N°schedula=spessori; **numero di schedula** (schedule

number) fornisce un'informazione sulla **pressione** interna di esercizio sopportabile da una tubazione, secondo la normativa americana ANSI:  $N^{\circ}sc = 1000 \cdot P / \sigma_s$  (con  $P = \text{bar}$ ;  $\sigma_s = \text{bar}$ ). La normativa italiana UNI fa riferimento invece alla pressione nominale PN].cfr. **appendice**.

● **Materiali impiegati:**

ogni tubo ha indicato sopra (targhetta o incisione) una sigla che indica il tipo di materiale di cui è fatto, secondo le norme UNI; ogni linea di tubazione è identificata con una successione di caratteri standardizzata: es.: vedi lato linea (→).

tipi più comuni: cemento, gres[per corrosivi], PVC PE PP gomma [condizioni non critiche, fluidi corrosivi], ghisa [fragile], acciai a C [economici, a T varie], acciai inox [basse T, fluidi corrosivi], acciai a Cr/Mo [alte T], rame[scambio termico], Al, Me rivestiti....

● **Estremità:** →influisce sul tipo di **giunzioni!**

- tipo **liscia**: per saldature-flangiature;
- tipo **filettata** (gas): spessore maggiore, per consentire la filettatura;
- a **bicchiere** – a **flangia** –

La lunghezza standard dei tubi varia tra i 4 e i 18 metri, per i tubi in PE e PP le lunghezze arrivano, con saldature, fino a 500 m.

● **Contrassegni e codici tubazioni** (vedi fig. a lato):

classe di tubazione = sigla con caratteristiche meccaniche e costruttive della linea-norme UNICHIM; comprende pressione- materiale – corrosione – tipo guarnizioni- n°linea –  
Es: **200 - P 151 - CAA2 (IC)** = DN 200; P151=fluido di processo linea 151; CAA2= [tab. ANSI] classe di pressione C, A acciaio al carbonio, A2 corrosione ammissibile, IC=isolamento continuo.

● **Perdite di Carico:** importanti a seconda di diametro e superficie interna del fluido (vedi idraulica).

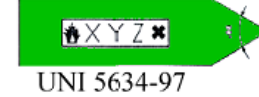
[INIZIO]

k	T di esercizio	Tipo di fluido
1	Minore di 120 °C	Non pericoloso e non corrosivo
0.8	Tra 120 e 300°C	Non pericoloso e non corrosivo
	Minore di 120°C	Pericoloso o corrosivo
0.64	Superiore a 300°C	Non pericoloso e non corrosivo
	Tra 120 e 300°C	Pericoloso o corrosivo

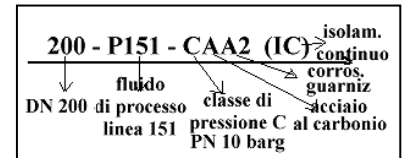
I valori più comuni di PN, espressi in atm

PN	1	2.5	6	10	16	25	40	64	100
----	---	-----	---	----	----	----	----	----	-----

- Verde: sostanze non pericolose/acqua
- Giallo: sostanze pericolose
- Rosso: sostanze antincendio



VERDE	ACQUA	AZZURRO CHIARO	ARIA
GRIGIO ARGENTO	VAPORE E ACQUA SURRISCALDATA	NERO	ALTRI FLUIDI
MARRONE	OLI LIQUIDI COMBUSTIBILI	ROSSO	ESTINZIONE INCENDI
GIALLO OCRA	GAS-GAS LIQUEFATTI	BIANCO	COMBURENTI
ARANCIONE	ACIDI	GIALLO	ALTERNATIVA PER FLUIDI PERICOLOSI CON NOME
VIOLETTA CHIARO	ALCALI	NORMA UNI 5634	



**3 – GIUNTI e RACCORDI - giunzioni e accessori di linea**

→ necessità di operare giunzione tra i tubi o accessori di linea(stesso DN,PN) per raggiungere lunghezze desiderate. I più comuni sistemi di giunzione sono:

saldatura (fig.1) - giunto a manicotto filettato - giunto flangiato (fig.2) - giunto a bicchiere;

Fig.1 SALDATURA→



- **giunti saldati**: è il tipo più economico, permanente (adoperata quando si decide di non dover sconnettere le parti saldate), garantisce una resistenza meccanica uguale a quella del materiale e assicura una tenuta perfetta. Problemi per messa in opera (sul posto=probl.saldatura fiamma scintille scoppi) e sconnessione.

- **giunti per incollaggio**, con mastice, usata per tubi di plastica (p.es. PVC,...), anch'esso permanente.

- **giunti a flangia** per tubi che presentano entrambe le estremità fornite di flangia.

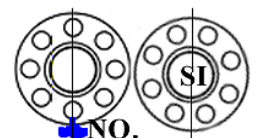
Fig.2 FLANGIATURA→



La flangia è una piastra a sezione circolare, di un certo spessore, collegata al tubo, che presenta una serie di fori. Il numero, la posizione e il diametro dei fori sono unificati. Il collegamento tra due estremità flangiate di tubi avviene serrando le flange con bulloni a dado. Tra le flange è inserita una guarnizione che permette di ottenere una perfetta tenuta . Permette ripetute messe in opera e sconnessioni, tenuta elevata, montaggio sul posto, molto robusta. Tipi a testa,tasca,sovrapposizione. [VEDI OLTRE GUARNIZIONI]

Pressione di serraggio  $p = N^{\circ} \text{bulloni} \times F / \text{Sup.}$ ; con  $p > p_{ESERCIZIO}$ ;

N.B.: non posizionare foro più basso della flangia in verticale (se il bullone, causa perdita, è corrosivo, si può sconnettere la flangia – vedi fig.a lato).

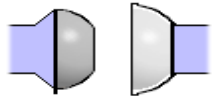


- **giunti a manicotto filettato**: impiego di cilindro filettato (manicotto) che viene avvitato sulle parti

terminali di due tubi da unire, con estremità filettate; per la tenuta si aggiunge sul filetto un opportuno nastro di guarnizione; uso per piccoli diametri, sconnettibile, non per condizioni severe di esercizio, scarsa tenuta. Anche giunti a **manicotto saldati** (permanenti).

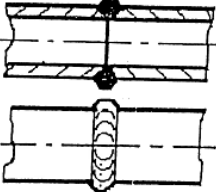

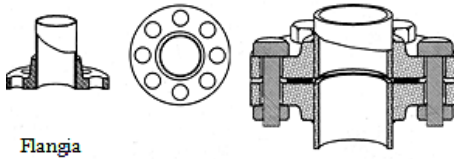
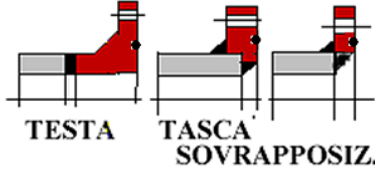
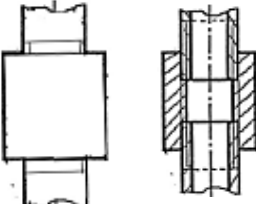

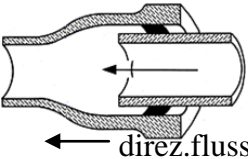
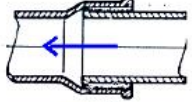



- **giunto a bicchiere**: impiegato per tubazioni di materiali difficilmente lavorabili o saldabili (ghisa, gres, PVC...), idoneo solo per basse pressioni di esercizio. Un'estremità del tubo (bicchiere), ha forma leggermente svasata (bicchiere) tale da poter ricevere l'estremità opposta di un altro tubo; la tenuta viene realizzata inserendo nello spazio tra la parete del tubo e quella del bicchiere guarnizioni opportune, canapa, piombo fuso o materiali plastici. Permette la messa in posa anche disassata (se a bicchiere sferici- vedi fig.).



- **giunti a bocchettone (a 3 pezzi)**: per tubi PE Cu, acciaio, per piccolo diametro, collegamenti – scollegamenti rapidi, tenuta non eccessiva;



SALDATI -INCOLLATI	FLANGIATI	FILETTATI	A BICCHIERE
 <p>saldatura</p>  <p>incollaggio PVC e plastiche</p>	 <p>Flangia</p>  <p>Flangia accoppiata</p> <p>TESTA TASCA SOVRAPPOSIZ.</p> <p>collegamento tubo-flangia↑ by A.Tonini</p>	 <p>manicotto/bocchettone</p> 	 <p>direz. flusso</p>  

**ESEMPI ACCESSORI DI LINEA**



**ACCESSORI DI LINEA:**

- **raccordi a T, Y, croce, curve, riduzioni, allargamenti, restringimenti, filtri,...**

- **compensatori di dilatazione**; adatti a liquidi ad alta temperatura, che permettono dilatazioni senza sollecitare le tubazioni; esempio: disporre un tratto di tubazione secondo una conformazione a "lira"; altri compensatori sono quelli a spirale assiali, soffiutto, a premistoppa, e a snodo. Dilatazione  $\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$ ;  $\alpha$ =coeff.dil.materiale.



**COIBENTAZIONI**

o isolamenti termici; si utilizzano per ridurre il trasferimento di calore, in condizioni di processo ordinarie; per ridurre l'ingresso di calore dall'ambiente esterno in un impianto che lavora a bassa temperatura, per proteggere il personale dal contatto con superfici calde o fredde. Esempio di materiali d'uso: resine espanse, sughero, vermiculite espansa, lana di vetro, lana di roccia, silicato di calcio, caolinite in mattoni, magnesite...La finitura esterna è effettuata con lamierini di alluminio o acciaio zincato (che minimizzano lo scambio termico con l'ambiente esterno per irraggiamento e proteggono l'isolante dall'umidità).



**GUARNIZIONI:**

Una **guarnizione** è un dispositivo meccanico di tenuta statico che viene posto in compressione tra due oggetti, p.es. flange, in modo da prevenire il trafileamento di liquidi o gas; dotata di resistenza **meccanica fisica** (schiacciamento-pressione-temperatura) e **chimica** (corrosione) opportuna, quindi fatta di materiale particolare (metalli, gomme, plastiche PTFE NBR EPDM PRFV, cartoni...);  $p_{SERRAGGIO} > p_{ESERCIZIO}$ ;  $p_{SERR} = N^{\circ} \text{bulloni} \times F/Sup$ ;



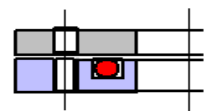
TIPI ESEMPI e APPLICAZIONI:

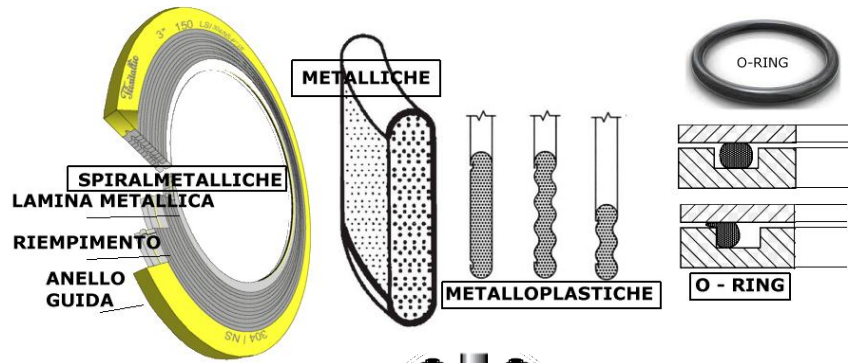
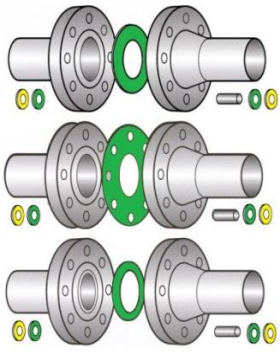
- **non metalliche piane** [condizioni non critiche]: In fibre (naturali, sint., di vetro), PTFE, elastomeri (BUNA, EPDM, SBR, Viton,...), in grafite espansa, in vermiculite...

- **semimetalliche** [medio alte T p]:metalli+non metalli; es.:metalloplastiche, con rinforzo metallico, corrugate ...;

- **metalliche** [per condizioni critiche]:es.: piane, ad anello, lenticolari, ad anelli saldati;

- **O-ring** [medie T p]: guarnizioni toroidali molto versatili, con sede o canale; ridotta pressione di serraggio (piccola superficie) e buona tenuta; anche tra parti in movimento.





[INIZIO]

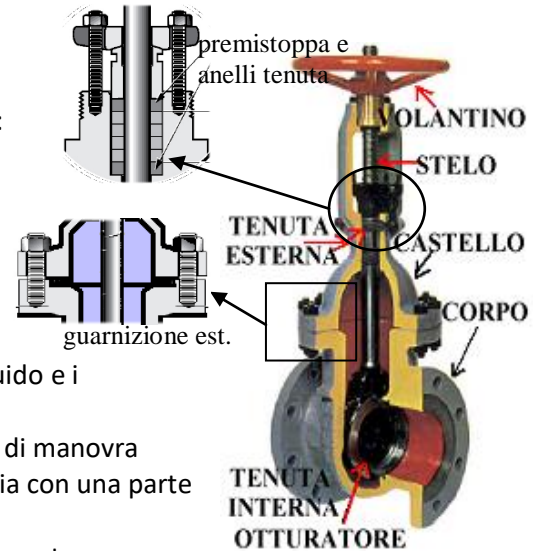
## 4 - VALVOLE

■ **CLASSIFICAZIONE:** le valvole si distinguono, per le **funzioni svolte**, in:

- valvole di **intercettazione**: azione tutto aperto, tutto chiuso;
- valvole di **regolazione**: azione portata variabile;
- valvole di **ritegno** o non ritorno: escludere inversione di flusso;
- valvole di **sicurezza** o sfiato: evitare sovrappressioni o fuoriuscite;
- valvole di **respirazione**: evitano sovrappressioni o vuoti;

■ **PARTI COSTITUENTI:** elementi in comune:

- **corpo della valvola:** l'involucro su cui sono ricavate le luci di passaggio del fluido e i collegamenti coi tubi.
- **otturatore:** pezzo che ostruisce il passaggio del fluido; è collegato al sistema di manovra tramite uno **stelo**; può salire (movimento lineare) o ruotare; chiuso, combacia con una parte fissa del corpo chiamata "**sede**" (luce di passaggio del fluido).
- **castello:** chiude il corpo valvola, sostiene lo **stelo** e la tenuta esterna; anche aperto per manutenzione.
- **altre parti:** stelo; volantino; **tenute esterne** e guarnizioni (ad anello; a premistoppa; meccaniche).
- **materiali** più usati: ghisa, acciaio, bronzo, ottone, polimeri PP PVC PVDF PTFE.
- **azionamento:** manuale o tramite aria compressa o motori elettrici (servomeccanismi); collegamenti coi tubi sono del tipo a giunzioni sopra viste. All'esterno della valvola viene indicato sul corpo il senso di moto del fluido.



■ **PUNTI CRITICI** delle VALVOLE:

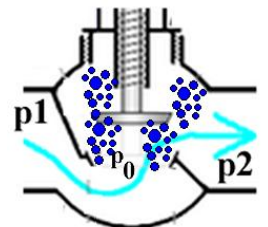
- ▶ **TENUTA INTERNA:** è data dall'accoppiamento tra otturatore e sede; importante perchè il suo deterioramento pregiudica le funzioni della valvola.
- ▶ **TENUTA ESTERNA:** è data dall'accoppiamento tra stelo e castello della valvola; importante perchè il suo deterioramento pregiudica le funzioni della valvola, e permette eventuali fuoriuscite del fluido.

▶ **CAVITAZIONE E FLASHING:**

all'interno della valvola si ha una riduzione di sezione; poiché la portata rimane costante, per l'equazione di continuità dei liquidi, nella valvola la velocità del fluido aumenta:  $v_0 > v_1$  con  $p_0 < p_1$ ; (eq. Bernoulli: aumento di velocità → diminuzione della pressione).

Se la pressione di vena fluida in corrispondenza della sezione contratta ( $p_0$ ) scende al di sotto della tensione di vapore  $p_0 < p_v$ , si formano **bolle** di vapore; a valle della sezione contratta però la sezione torna rapidamente ad aumentare con conseguente rapida riduzione della velocità e aumento della pressione  $p_2$ . A seconda del valore della pressione di valle si possono presentare due fenomeni:

- se  $p_2 > p_v$  si ha **cavitazione**: le bolle di vapore implodono non appena vengono trasportate dalla corrente fluida in un punto a pressione superiore a  $p_v$ . Il ripetuto collasso delle bolle produce onde di pressione di intensità molto elevata accompagnata da forte rumorosità e, a lungo, **corrosione** sulle pareti e altre parti della valvola. Spesso, per evitarla, si usa una sede a cilindro con fori [sede a gabbia, cfr.fig].
- se  $p_2 < p_v$  si ha **flashing**: le bolle di vapore raggiungono l'uscita della valvola, dove può essere presente una miscela di liquido-vapore oppure solo vapore. Il flashing (aria nella condotta) è accompagnato da forte rumorosità. Tali fenomeni sono molto dannosi e determinano usura e danneggiamento della valvola. Si scelgono V. con materiali duri e percorsi poco tortuosi [V.a Y o sfera] e opportuno dimensionamento della valvola (vedi **appendice**).



## TIPI DI VALVOLE E CARATTERISTICHE:

### A - VALVOLE DI INTERCETTAZIONE

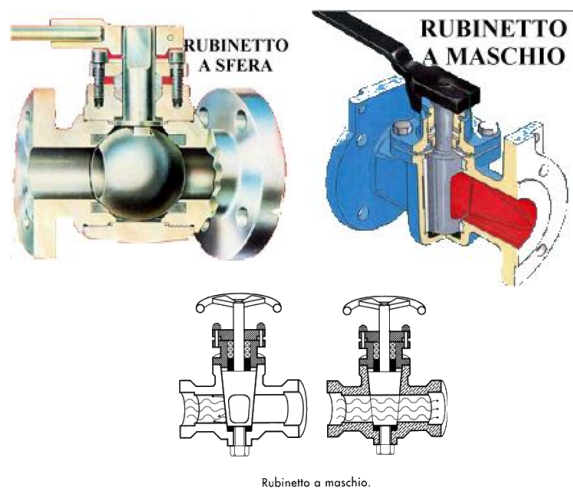
Usate per escludere tratti di tubazione quando non in funzione, o per consentire la manutenzione di apparecchiature o tubazioni. Si usano in posizione tutta aperta o tutta chiusa. In posizione intermedia lasciano passare parte del fluido, ma non c'è corrispondenza tra il grado di apertura e la portata effluente, quindi non sono adatte a regolazione, inoltre si corrode l'otturatore, che non farà più tenuta. Caratterizzate da basse perdite di carico per completa apertura.



**TIPI INTERCETTAZIONE:**

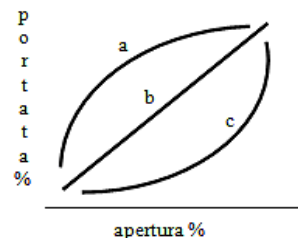
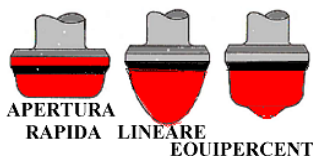
- a **saracinesca**: l'otturatore è costituito da un setto che si muove in direzione verticale manovrato da un volantino sull'asta. Uso per medi, grandi diametri (in questo caso a volte anche per regolazione automatica).
- a **rubinetto** (cilindrico, troncoconico o maschio, a sfera), munite di un foro di varia forma, che ruota sul suo asse lasciando libero oppure ostruendo il passaggio del liquido; l'otturatore è di forma cilindrica (per piccoli diametri), o sferica con guarnizione a ottima tenuta (non comportano perdita di carico in posizione tutta aperta), per dimensioni piccole medie.
- a **farfalla**; usate per grandi diametri e per i gas, otturatore è un disco che ruota su un asse ortogonale a flusso. Non garantiscono una perfetta tenuta e se usate in posizione intermedia aumenta il grado di usura della "farfalla". A volte usate per regolazione.
- a **cieca**: usate per sconnettere completamente e in sicurezza tubazioni, accessori, serbatoi; sono fatte di un disco pieno e uno vuoto, oppure un codolo o manico, e sono inserite tra flange.

**RUBINETTI:**

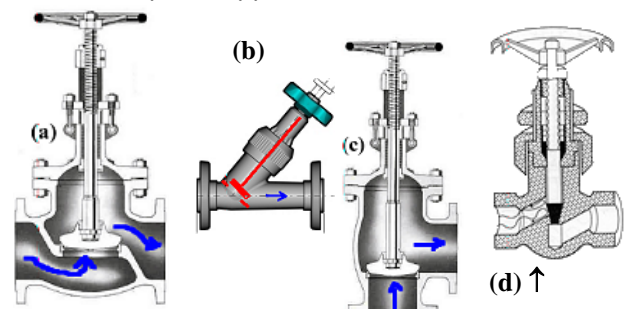


**B - VALVOLE DI REGOLAZIONE:**

le valvole di regolazione consentono la variazione **graduata** della portata, ad ogni grado di apertura, e in funzione delle caratteristiche intrinseche delle valvole; (caratteristica intrinseca = relazione tra il grado di apertura e la portata; graficamente rappresentata dal diagramma apertura %/portata %). Una valvola ad apertura **rapida** (a) lascia fluire una grande frazione della portata massima per un minimo grado di apertura (no per regolazione); se una valvola presenta una caratteristica **lineare** (b) c'è una proporzionalità diretta tra il grado di apertura e la frazione di portata in efflusso (portata varia con gradualità); se la portata varia di una determinata percentuale della portata di inizio variazione si ha la curva **equipercentuale** o esponenziale (c).



La **forma** dell'otturatore modifica, con l'apertura, la variazione di portata di fluido; es. valvole a disco (curva a – apertura rapida); a otturatore tronco conico (curva b – apertura lineare); a otturatore sagomato (curva c – ap. equiperc. ) e a spillo. Le valvole di regolazione una volta chiuse non garantiscono una tenuta assoluta, come nelle valvole del tipo precedente: si inseriscono quindi opportune saracinesche. **TIPI DI VALVOLE di REGOLAZIONE e caratteristiche:**



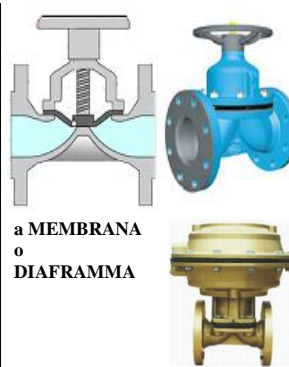
V. a FLUSSO AVVIATO o a GLOBO(a)/ V. a Y (b)/ V. ad ANGOLO(c)/ V. a SPILLO (d)

perdite di carico elevate, minore per tipo (b), buona regolazione, per piccoli/medi diametri; otturatore sagomato, secondo il tipo di regolazione richiesta, e anche a **spillo** (d) molto precisa (piccole portate ma regolazione accurata, con grandi spostamenti otturatore, di forma molto affusolata); azionamento dello stelo manuale o servoassistito.



a PISTONE tipo KLINGER

tipo a flusso avviato, con otturatore cilindrico e sede cilindrica forata; bassa usura, ottima regolazione;



A **MEMBRANA** [o anche diaframma]: per fluidi corrosivi o contenenti sospensioni; basse perdite di carico; la membrana è comandata da otturatore mobile, da aria in pressione, o da una pinza; buona tenuta a chiusura; a **MANICOTTO** o canotto: tubo di gomma comprimibile;

- **V. FARFALLA**: a volte usate come V.regolazione, p.es. aria di un motore; [vedi V.intercettazione].

## VALVOLE DI REGOLAZIONE AUTOMATICA - ATTUATORI

E' parte di un circuito di controllo (anello di regolazione) che consente la regolazione di pressione o portata, variando il flusso di un fluido in una condotta, allo scopo di controllare il parametro in oggetto. L'attuatore è il dispositivo collegato all'asta, p.es. tramite una membrana, che genera lo spostamento dell'otturatore, consentendo la variazione della grandezza fisica desiderata. La valvola di regolazione automatica richiede un circuito di **bypass** (con saracinesca a monte e valle) che permetta il funzionamento non automatico, quando si deve sconnetterla per manutenzione e/o sostituzione.

L'attuatore può essere a comando **elettrico** (un motore elettrico), a **solenioide**, più comunemente **pneumatico**.

### ● ATTUATORE a comando pneumatico [vedi appendice e fig. a lato]

Questo tipo di valvola, a flusso avviato, ha lo stelo che termina contro una membrana metallica deformabile. Sulla membrana agiscono, in contrasto tra loro, le forze di una molla (che tende a sollevare lo stelo) e dell'aria compressa che viene insufflata sul lato opposto della membrana (nella figura entra dall'alto tendendo ad abbassare lo stelo). Al variare della pressione dell'aria compressa entrante varia anche la posizione dello stelo, quindi dell'otturatore, per cui modulando opportunamente l'aria compressa si ottiene la regolazione. La pressione dell'aria compressa utilizzata per la regolazione è bassa e varia tra circa 0.2 e 1 atm. La valvola della figura, in cui l'otturatore richiude la sezione di passaggio quando si immette l'aria, è detta del tipo "aria chiude"; invertendo la posizione della molla e dell'immissione dell'aria rispetto alla membrana si possono avere valvole del tipo "aria apre". La valvola del tipo "aria apre" o "aria chiude" è scelta per motivi di funzionamento in sicurezza, nel caso in cui venga a mancare l'aria compressa. Per migliore regolazione, e attenuazione della spinta del liquido sullo stelo, si adopra una **valvola a doppia sede**. (Per gli attuatori pneumatici, il segnale di comando non è generalmente inviato direttamente al servomotore della valvola, ma ad un dispositivo ausiliario chiamato posizionatore, installato sulla stessa. Il posizionatore riceve il segnale di comando che può essere:

pneumatico (legge un segnale da 3 a 15 psi); elettropneumatico (legge un segnale 4-20 mA); digitale (legge un segnale digitale ,Profibus o Fieldbus); e invia sulla membrana della valvola (o sul pistone) aria amplificata in volume. Il posizionatore legge la posizione istantanea dello stelo e ne corregge eventualmente la posizione variando la pressione di comando.)

Un altro tipo di attuatore **pneumatico** è formato da **uno/due pistoni** [vedi fig. a 2 pistoni] con molle di spinta, a semplice o a doppio effetto, comandati da aria in pressione, collegati con ruota dentata allo stelo. Ha una corsa decisamente maggiore del tipo a membrana, e viene usato per azionare valvole con otturatore a maschio o a farfalla.

### ● ATTUATORE con servomotore idraulico o oleodinamico

I servomotori idraulici a stantuffo non differiscono molto, dal punto di vista costruttivo, da quelli pneumatici, mentre ne differiscono per il sistema di azionamento in quanto, in questo caso le posizioni dell'otturatore della valvola di controllo vengono a corrispondere ai volumi di olio immesso nel cilindro. La pressione ha il valore necessario per poter eseguire la manovra; il comando idraulico è particolarmente adatto per grosse valvole, con rilevanti sforzi di manovra.

### ● ATTUATORE a comando elettrico [in fig. V.farfalla con attuatore el.]

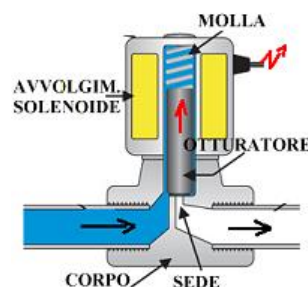
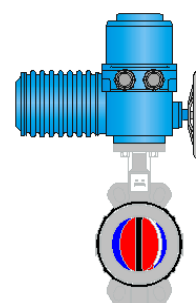
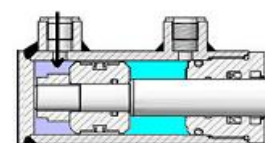
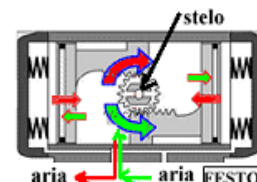
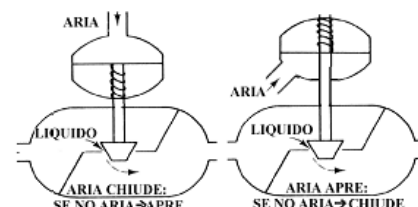
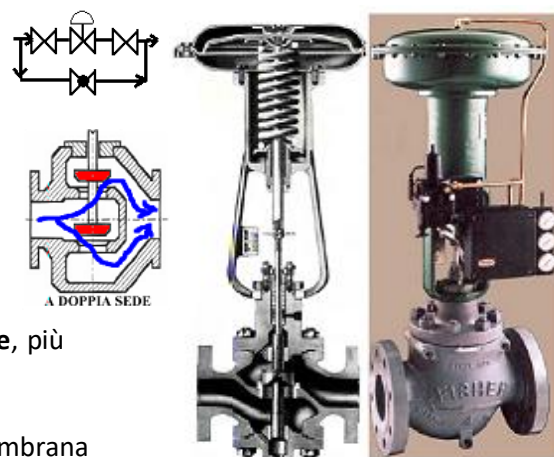
il movimento dell'otturatore, lineare o rotatorio, è causato da un motore elettrico; per valvole riservate per applicazioni particolari; sono costituite da un motore elettrico, un riduttore di velocità (→ incrementa la coppia), sensori di posizione e/o velocità, una unità elettronica di potenza (azionamento) e controllo. Il servomotore muove a velocità costante in apertura o in chiusura, o rimane fermo: → il regolatore determina la posizione modulando la durata dei tempi di moto e di fermo. Indicato per corse lunghe o spinte elevate; con sistemi antideflagranti.

### - ATTUATORE a solenoide (apri/chiuudi)

il movimento dell'otturatore è lineare, ed è causato da un campo elettromagnetico che fa muovere un solenoide al proprio interno collegato all'otturatore; in assenza di alimentazione, la molla del nucleo, con l'aiuto della pressione del fluido, spinge l'otturatore e la guarnizione sulla sede della valvola: il passaggio all'uscita è così chiuso; se il solenoide è alimentato, il nucleo con la guarnizione è tirato nella bobina a causa della forza magnetica e la valvola si apre ( il passaggio viene aperto).

## C - VALVOLE DI RITEGNO O NON RITORNO

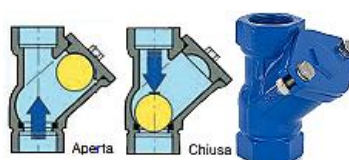
Le valvole di ritegno consentono il flusso solo in una direzione e si chiudono automaticamente quando il flusso tende ad invertirsi. Può essere realizzata in ghisa, in acciaio, in bronzo, in leghe speciali. E' adatta ad evitare i ritorni di fluido, ma non è a tenuta, quindi viene accoppiata a una valvola di intercettazione. Molto usata per installazione p.es. di pompe centrifughe (sulla mandata).







A CLAPET (a)



A SFERA (b)

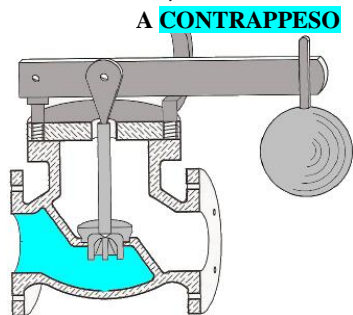


A DISCO (c)

la spinta del fluido deve vincere l'azione della forza di gravità, che manterrebbe chiuso il condotto, agendo su un otturatore a forma di piattello (a), incernierato lungo il proprio margine superiore, oppure su un otturatore a forma di sfera (b), o di disco (c); perdite di carico elevate; per tubi orizzontali o verticali con flusso in ascesa; tipo (a) per diametri anche grandi.

## D - VALVOLE DI SICUREZZA

Le valvole di sicurezza e le valvole a sfiato devono essere installate in tutte le apparecchiature che operano sotto pressione, per evitare il pericolo di fuoriuscite per sovrappressioni o rischi di esplosioni; esse sono normalmente chiuse e si aprono solo quando la pressione supera determinati valori limiti. L'uscita è incanalata opportunamente all'esterno. Impiego per tubazioni serbatoi reattori, ecc.. TIPI:



A CONTRAPPESO

per condizioni severe, molto precisa, ricalibrabile con precisione;



A MOLLA

per dimensioni piccole e medie; per ripetuti usi tende a perdere elasticità e precisione; minore ingombro del precedente;

A DISCO DI ROTTURA



si rompe al raggiungimento di massima sovrappressione; sicurezza estrema; da ripristinare dopo l'uso;

## E - VALVOLE DI RESPIRAZIONE

Sono valvole a pressione e depressione a peso diretto, progettate per l'installazione su serbatoi a bassa pressione onde assicurare la "respirazione" del serbatoio durante le fasi di riempimento e prelievamento di liquido e per compensare la contrazione e/o l'espansione della fase gassosa (o vapore) dovuta alle variazioni di temperatura. In materiali anche speciali per resistere a corrosione chimica interna - esterna.

[INIZIO]

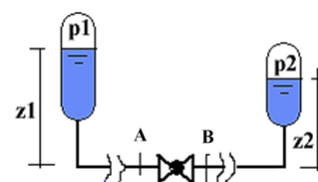


## APPENDICE

### A1 - PRINCIPI DI DIMENSIONAMENTO DI VALVOLE DI REGOLAZIONE (rielaborazione)

#### Caratteristiche di regolazione

La valvola ideale dovrebbe avere una caratteristica di regolazione lineare, e di ciò si tiene conto scegliendo il giusto profilo dell'otturatore in funzione del tipo di processo. Se ad esempio la pressione differenziale sulla valvola è costante alle diverse aperture di valvola, si tende a scegliere una valvola con caratteristica di regolazione lineare. Può accadere invece spesso che la differenza di pressione esistente sul corpo valvola non sia costante, ma vari al variare dell'apertura della valvola stessa. Quando la valvola è chiusa ci sarà la massima pressione differenziale. Man mano che la valvola apre, tale differenza di pressione si riduce fino a diventare minima per valvola tutta aperta. In questo caso si sceglierà una valvola con caratteristica di regolazione equipercentuale.



ap.valv.100%:

$$p_1 + z_1 \gamma = p_2 + z_2 \gamma + \Sigma Y + Y_{valv} ;$$

ap.valvola 0%:

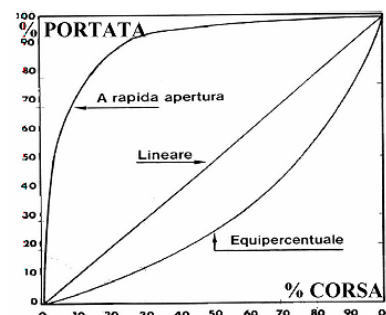
$$\Delta p_{v0} = p_A - p_B = p_1 + z_1 \gamma - (p_2 + z_2 \gamma) = \Delta p_{tot imp.}$$

#### Parametri di base per la SCELTA:

- **DIAGRAMMA della caratteristica intrinseca:** = relazione tra grado di apertura e portata. La **curva caratteristica** della valvola rappresenta l'andamento della portata (Q) in funzione della corsa dello stelo (X):  $Q = Q(X)$ . I tipi più comuni sono riportati nel diagramma fatto a  $\Delta p$  costante.

a) **valvola a Rapida Apertura:** a una piccola apertura corrisponde una grossa variazione di portata: è una valvola poco adatta alla regolazione.

b) **Valvola Lineare:** presenta una relazione lineare in tutto il campo di funzionamento;  $dQ/dX = K$ .



c) **Valvola Equipercentuale**: ha una curva caratteristica tale che il guadagno varia proporzionalmente alla portata;  $dQ/dX=KQ$  (andamento esponenziale);

- **Coefficiente di FLUSSO  $K_v$** :

$K_v$  = definito come la portata in  $m^3/h$  di **acqua** alla temperatura compresa tra 5 e 30 °C che attraversa la valvola sottoposta ad una pressione differenziale di 1 bar. (il fluido passando attraverso la valvola crea una perdita di carico **statica** di 1 bar); noto il valore di  $K_v$ , si può mettere in correlazione la portata  $Q$  ( $m^3/ora$ ) effettivamente transitante attraverso la valvola e la relativa perdita di carico localizzata  $\Delta p$  (bar) utilizzando la seguente formula:  **$Q = K_v \sqrt{\Delta p}$**

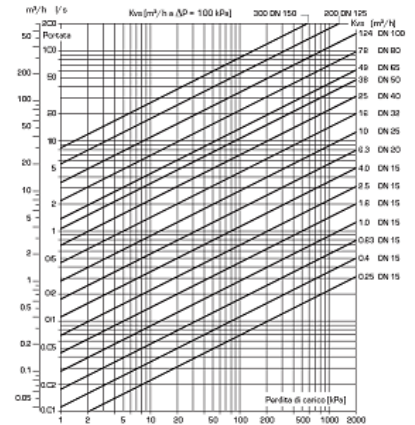
Il valore di  $K_v$  dipende dalla sezione di passaggio attraverso la valvola e pertanto dal diametro interno della valvola tutta aperta, che normalmente è associato al **DN**, e dal suo grado di apertura  $\alpha$ .

Il valore di  $K_v$  viene indicato dal produttore il quale fornisce nelle proprie schede di dati tecnici il diagramma con le curve del fattore  $K_v$  (DN,  $\alpha$ ) caratteristico della valvola.

- **Dimensionamento** di una valvola:

nota la portata di esercizio, quella massima pari al doppio della portata di esercizio:  $Q_{max} = 2 Q_{es}$  (con una perdita di carico massima ammissibile alla valvola in queste condizioni  $\Delta p_{Vmax}$ ), si determina  $K_v$  in queste condizioni:  $\rightarrow K_{Vmax} = Q_{max} / (\sqrt{\Delta p_{Vmax}})$ ;

noto questo valore si procede ad identificare, tramite le curve di cui sopra e le tabelle fornite dal costruttore, il diametro più idoneo della valvola.



[INIZIO]

**A2: DIRETTIVA "P.E.D.":**

(Pressure Equipment Directive) 97/23/CE, in Italia D.Lgs. N° 93 del 25/2/2000.

Per apparecchiature in pressione = certificazione di conformità (del fabbricante dell'apparecchiatura);

disciplina la progettazione, la costruzione, l'equipaggiamento e l'installazione in sicurezza di **apparecchi in pressione**, garantisce generici requisiti essenziali di sicurezza (RES).

Per apparecchiature soggette ad una pressione assoluta maggiore di 1,5 bar, NO macchinari.

- APPARECCHIATURE: SERBATOI FILTRI REATTORI SCAMBIATORI DI CALORE... - TUBAZIONI - VALVOLE - ACCESSORI DI LINEA -

- FLUIDI GRUPPO 1: esplosivi, estremamente infiammabili, facilmente infiammabili, infiammabili comburenti tossici nocivi...; - FLUIDI GRUPPO 2: altri fluidi.



MARCHIO CONFORMITA' P.E.D.:

- Identificazione organismo che ha rilasciato il marchio.
- Identificazione fabbricante.
- Anno di fabbricazione.
- Identificazione apparecchiatura.
- Limiti essenziali (PS= press.max. ammissibile, TS=temp.max.ammissib.).
- Informazioni supplementari

Indicazioni di documentazione:

- [http://www.anima.it/system/files/97\\_23\\_CE.pdf](http://www.anima.it/system/files/97_23_CE.pdf)
- [http://www.anima.it/system/files/PED\\_Guideline.pdf](http://www.anima.it/system/files/PED_Guideline.pdf)
- [http://www.anima.it/system/files/DL93\\_00.pdf](http://www.anima.it/system/files/DL93_00.pdf)
- [http://www.unsider.it/wp-content/uploads/2015/11/Focus-sulla-Direttiva-2014\\_68\\_CE\\_-Novembre-2015.pdf](http://www.unsider.it/wp-content/uploads/2015/11/Focus-sulla-Direttiva-2014_68_CE_-Novembre-2015.pdf)
- CIONCHI-apparecchi\_a\_pressione.ppt - [vedi indice cd3chimica]

LINEE PORTANTI DELLA DIRETTIVA PED

- 1) La libera circolazione dei prodotti
- 2) La armonizzazione delle leggi Nazionali
- 3) il nuovo approccio: requisiti essenziali di sicurezza (R.E.S.)
- 4) Gli organismi notificati
- 5) Conformità garantita dalla marcatura CE

INNOVAZIONI DELLA DIRETTIVA PED

- 1) **Estensione del campo dei Recipienti** : Liquidi in pressione , Tubazioni , recipienti con capacità < 25 litri
- 2) **Sollecitazioni dovute anche a** : carichi localizzati, trasporto, installazione, fatica, creep, riempimento e svuotamento, peso del recipiente, eccentricità
- 3) **Scelta del tipo di ispezioni ( Moduli )** : controllo del prodotto, sistema di qualità, controllo della produzione
- 4) **Responsabilità del costruttore per la sicurezza dell'Apparecchio**

APPARECCHIATURE INTERESSATE DALLA P.E.D.

- **APPARECCHI A PRESSIONE** :
  - 1) RECIPIENTI ( ad uno o più scomparti ) e GENERATORI DI VAPORE
  - 2) TUBAZIONI ( tubi, condotti, giunti a espansione, accessori, ecc.)
  - 3) ACCESSORI DI SICUREZZA ( valvole di sicurezza, dischi di rottura, dispositivi pilotati ecc.)
  - 4) ACCESSORI A PRESSIONE ( dispositivi per servizi, di misurazione )
- **INSIEMI ( APPARECCHIATURE ) A PRESSIONE** :
  - 1) GENERATORI DI VAPORE
  - 2) SISTEMI FRIGORIFERI
  - 3) ALTRI SISTEMI MONTATI INSIEME DA UN FABBRICANTE ( per costituire un tutto integrale e funzionale )



Tabella ASTM  
dimensioni e spessori tubi (mm)

DN	Ø est.	Std	XS	XXS	sch. 10	sch. 20	sch. 30	sch. 40	sch. 60	sch. 80	sch. 100	sch. 120	sch. 140	sch. 160
1/8"	10.29	1.73	2.41	-	-	-	-	1.73	-	2.41	-	-	-	-
1/4"	13.72	2.23	3.02	-	-	-	-	2.23	-	3.02	-	-	-	-
3/8"	17.14	2.31	3.20	-	-	-	-	2.31	-	3.20	-	-	-	-
1/2"	21.34	2.77	3.73	7.47	-	-	-	2.77	-	3.73	-	-	-	4.75
3/4"	26.67	2.87	3.91	7.82	-	-	-	2.87	-	3.91	-	-	-	5.54
1"	33.40	3.38	4.55	9.09	-	-	-	3.38	-	4.55	-	-	-	6.35
1"1/4	42.16	3.56	4.85	9.70	-	-	-	3.56	-	4.85	-	-	-	6.35
1"1/2	48.26	3.68	5.08	10.16	-	-	-	3.68	-	5.08	-	-	-	7.14
2"	60.32	3.91	5.54	11.07	-	-	-	3.91	-	5.54	-	-	-	8.71
2"1/2	73.02	5.16	7.01	14.02	-	-	-	5.16	-	7.01	-	-	-	9.52
3"	88.90	5.49	7.62	15.24	-	-	-	5.49	-	7.62	-	-	-	11.12
3"1/2	101.60	5.74	8.08	-	-	-	-	5.74	-	8.07	-	-	-	-
4"	114.30	6.02	8.56	17.12	-	-	-	6.02	-	8.56	-	11.12	-	13.49
5"	141.30	6.55	9.52	19.05	-	-	-	6.55	-	9.52	-	12.70	-	15.87
6"	168.27	7.11	11.97	21.94	-	-	-	7.11	-	11.97	-	14.27	-	18.24
8"	219.07	8.18	12.70	22.22	-	6.35	7.04	8.18	10.31	12.70	15.06	18.24	20.62	23.01
10"	273.05	9.27	12.70	-	-	6.35	7.80	9.27	12.70	15.06	18.24	21.41	25.40	28.57
12"	323.85	9.52	12.70	-	-	6.35	8.38	10.31	14.27	17.45	21.41	25.40	28.57	33.32
14"	355.60	9.52	12.70	-	6.35	7.92	9.52	11.12	15.06	19.05	23.80	27.76	31.75	35.71
16"	406.40	9.52	12.70	-	6.35	7.92	9.52	12.70	16.66	21.41	26.19	30.94	36.52	40.46
18"	457.20	9.52	12.70	-	6.35	7.92	11.12	14.27	19.05	23.80	29.36	34.92	39.67	45.24
20"	508.00	9.52	12.70	-	6.35	9.52	12.70	15.06	20.62	26.19	32.54	38.10	44.45	49.99
24"	609.60	9.52	12.70	-	6.35	9.52	14.27	17.45	24.59	30.94	38.89	46.02	52.37	59.51
30"	762.00	-	-	-	7.92	12.70	15.87	-	-	-	-	-	-	-

DITTA OPPO: [http://www.oppo.it/home.html]

A4 - SCHEDE DIDATTICHE DELLE VALVOLE: individuazione di tipi e funzioni

tipi e funzioni:

**INTERCETTAZIONE:**

- 6,9 RUBINETTI a cilindro, a sfera –
- 4 SARACINESCA –
- 5 CIECA –
- 12 FARFALLA

**REGOLAZIONE:**

- 1 A FLUSSO AVVIATO –
- 2 A VIA DRITTA –
- 3 AD ANGOLO –
- 7 A MEMBRANA –
- 8 A CANOTTO

**NON RITORNO:**

- 14 A BATTENTE –
- 15 A SFERA

**SICUREZZA:**

- 10 A CONTRAPPESO –
- 12 A MOLLA –
- 13 A DISCO ROMPENDE

