

**UNITÀ DI MISURA DELLE GRANDEZZE UTILIZZATE, NEI SISTEMI INTERNAZIONALE – SI, TECNICO, e cgs E FATTORI DI CONVERSIONE F NELLE UNITÀ SI**

Grandezze	Unità SI	Unità tecnica	Unità cgs	Tecnico/SI f	cgs/SI f'
Lunghezza	m	m			
Massa	kg	kg <sub>f</sub> m <sup>-1</sup> s <sup>2</sup> = u <sub>m</sub>			
Tempo	s	s			
Temperatura termodinamica	K	°C			
Intensità di corrente elettrica	A	-			
Intensità luminosa	cd	-			
Quantità di sostanza	mol	-			
Angolo piano	rad	rad			
Angolo solido	sr	sr			
Forza, peso	N	kg <sub>f</sub>			
Energia, lavoro	J	kg <sub>f</sub> m			
Potenza	W	kg <sub>f</sub> m s <sup>-1</sup>			
Pressione, tensione	Pa = Nm <sup>-2</sup>	kg <sub>f</sub> m <sup>-2</sup> ≈ 9.8 Pa			
Quantità di calore, entalpia	J	kcal			
Entalpia massica	Jkg <sup>-1</sup>	kcal u <sub>m</sub> <sup>-1</sup>			
Capacità termica, entropia	JK <sup>-1</sup>	kcal C <sup>-1</sup>			
Calore specifico, entropia massica	Jkg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	kcal u <sub>m</sub> <sup>-1</sup> C <sup>-1</sup>			
Flusso di calore	W	kcal m <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> C <sup>-1</sup>			
Conduttività termica	W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>			
Trasmittanza termica	W m <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>	kg <sub>f</sub> s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> C <sup>-1</sup>			
Carica elettrica	C	-			
Potenziale elettrico	V	-			
Resistenza elettrica	Ω	-			
Illuminamento	lx	-			
Luminanza, brillantezza	nt = cdm <sup>-2</sup>	-			
Flusso luminoso	Lm	-			
Frequenza	Hz	Hz			
Area	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>			
Volume	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>			
Volume specifico	m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> u <sub>m</sub> <sup>-1</sup>			
Massa volumica, densità	kg m <sup>-3</sup>	u <sub>m</sub> <sup>-1</sup> m <sup>-3</sup>			
Peso specifico	N m <sup>-3</sup>	kg <sub>f</sub> m <sup>-3</sup>			
Portata in massa	kg <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>	u <sub>m</sub> s <sup>-1</sup>			
Portata in volume	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>			
Portata ponderale	N s <sup>-1</sup>	kg <sub>f</sub> s <sup>-1</sup>			
Prevalenza	m	m			
Sforzo di taglio e normale	N m <sup>-2</sup>	kg <sub>f</sub> m <sup>-2</sup>			
Momento d'inerzia	kg m <sup>2</sup>	u <sub>m</sub> m <sup>2</sup>			
Velocità	m s <sup>-1</sup>	m s <sup>-1</sup>			
Accelerazione	m s <sup>-2</sup>	m s <sup>-2</sup>			
Tensione superficiale	N m <sup>-1</sup>	kg <sub>f</sub> m <sup>-1</sup>			
Viscosità dinamica	Pa s = N sm <sup>-2</sup>	kg <sub>f</sub> s m <sup>-2</sup>			
Viscosità cinematica	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>			

Fattori conversione alcune unità fuori sistema.

1 Bar (Ata, Ate) = 10 <sup>5</sup> Pa	1 giro min <sup>-1</sup> = 0.104 rads <sup>-1</sup>
1 Atm = 1 Kg <sub>f</sub> Cm <sup>-2</sup> = 101.325 Pa	1 l = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
1 mm H <sub>2</sub> O = 9.806 Pa	1 mm Hg = 9.806 Pa

Prefissi dei multipli e sottomultipli delle unità di misura del SI

Prefisso	Nome	simbolo
10 <sup>9</sup>	giga	G
10 <sup>6</sup>	mega	M

1 mm Hg = 133.322 Pa	1 ag = $2\pi$ rad
1 kcal = $4.1868 \cdot 10^3$ J	1 kmh <sup>-1</sup> = 0.278 ms <sup>-1</sup>
1 Wh = 3600 J	

$10^3$	kilo	k
$10^2$	etto	h
10	deca	da
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	milli	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n

## Generalità

### IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE DEI FLUIDI ("PIPING")

#### PREMESSE

Gli stabilimenti industriali, per produrre, abbisognano di alcuni *servomezzi* quali l'energia elettrica, l'acqua, l'aria compressa, il vapore, ecc. Infatti, macchinari e impianti tecnologici funzionano solo se sono alimentati da uno o più di tali *servizi*, i quali sono assicurati da appositi impianti denominati *impianti generali*.

Nel seguito, ci soffermeremo sugli impianti di produzione e approvvigionamento dei servomezzi, sulle modalità di eventuali accumuli, sulle caratteristiche e sui criteri di progettazione delle relative reti di distribuzione negli stabilimenti industriali.

Come premessa di carattere generale, rileviamo che la progettazione dei vari impianti generali deve essere il risultato di uno studio di ottimizzazione economica.

Infatti, da una parte, il *costo degli impianti per la produzione e la distribuzione dei servomezzi* può raggiungere il 30% del costo totale dello stabilimento, macchinari esclusi, e quindi è importante ridurre al minimo il relativo investimento;

dall'altra, risulta altrettanto importante progettare gli impianti generali in modo da rendere minimo il *costo di esercizio* (consumi di energia, oli minerali, ecc.; manutenzione; sorveglianza; oneri di mancata produzione per interruzione nella distribuzione dei servomezzi).

La preparazione tecnica e l'impegno dei progettista possono portare a risultati economici di notevole entità perché relativi all'intera vita dello stabilimento.

All'atto della progettazione degli impianti generali si deve tenere conto dei prevedibili fabbisogni futuri, valutati con sufficiente larghezza, per non dover rifare o raddoppiare un impianto dopo breve tempo dalla sua realizzazione.

Ed ancora, ove possibile, le reti di distribuzione dei vari servomezzi devono essere visibili e facilmente ispezionabili: a tale fine, si identificano le varie reti con targhe, diciture o colorazioni specifiche. In proposito, ricordiamo che la *tabella UNI 5634-97* fornisce indicazioni sui colori da impiegare per l'identificazione della natura di un fluido, liquido o gassoso, convogliato mediante tubazioni.

Essa fa anzitutto distinzione fra *colori distintivi di base* ed *indicazioni di codice*.

I primi identificano tubazioni convoglianti fluidi dei quali è sufficiente individuare la natura. Così, i colori di seguito indicati hanno il significato scritto a fianco:

FLUIDO	COLORE BASE
Estinzione incendi	Rosso (RAL 3000)
Acqua	Verde (RAL 6032)
Vapore a acqua riscaldata	Grigio Argento (RAL 9006)
Aria	Azzurro chiaro
Oli minerali, liquidi combustibili e/o infiammabili	Marrone (RAL 8007)
Gas allo stato gassoso o liquefatto (esclusa l'aria)	Giallo ocre (RAL 1024)
Acidi	Arancione (RAL 2010)
Fluidi pericolosi	Giallo (RAL 1021)

Le indicazioni di codice sono i *colori di sicurezza* ed i *dati indicanti la natura* del fluido.

Esse si applicano in prossimità di valvole, raccordi, apparecchiatura, ecc. su tubazioni adducenti fluidi la cui individuazione deve essere precisa.

I colori di sicurezza impiegati a tale scopo sono:

- **rosso**, per le tubazioni degli impianti antincendio;
- **azzurro**, assieme al colore di base verde, per contraddistinguere le tubazioni convoglianti acqua dolce (potabile o no).

I dati indicanti la natura dei fluido possono essere riportati sotto una delle forme seguenti:

- nome per esteso (ad esempio, acqua dolce);
- abbreviazione (A D);
- formula chimica (H<sub>2</sub>O)

Tanto dei colori di base quanto dei colori di sicurezza, la norma citata UNI fornisce la definizione fisica.

I colori di base sono applicati o su tutta la tubazione od a bande, la cui larghezza è funzione dei diametro della tubazione e della distanza alla quale deve essere visibile.

I colori di sicurezza sono applicati sul colore di base con bande di larghezza uguale ad 1/4 della larghezza della banda del colore di base.

I dati riguardanti la natura del fluido sono in bianco o in nero, in modo da contrastare con il colore di base, siano essi applicati direttamente sul tubo o su targhette fissate al tubo stesso.

La norma CEI 16-4 indica a sua volta colori che consentono l'individuazione dei conduttori isolati e nudi, mentre la norma CEI 16-3 specifica i colori per gli indicatori luminosi e per i pulsanti.

Così i conduttori di protezione sono individuati dalla combinazione bicolore giallo- verde; i conduttori nudi e le sbarre devono essere colorati con bande verdi e gialle larghe ciascuna da 15 a 100 mm.

Il blu chiaro identifica il conduttore neutro.=

Per quanto riguarda i dispositivi indicatori installati sulle apparecchiature elettriche, il colore rosso indica una situazione di pericolo, il giallo richiama l'attenzione, ed il verde assume il significato di sicurezza.

Facciamo infine presente che le tubazioni, le valvole ed i vari componenti degli impianti di distribuzione dei servomezzi devono essere installati in modo da: non intralciare il transito; non essere danneggiati da veicoli, mezzi di trasporto, ecc.; non occupare spazi di lavoro; non costituire barriera alla luce naturale.

Prenderemo in esame gli elementi costitutivi delle reti di distribuzione dei servomezzi liquidi e gassosi.

## PIPING

I principali elementi costitutivi delle reti di distribuzione<sup>1</sup> dei fluidi sono:

- Tubi;
- Elementi di raccordo e di tenuta (giunti, raccordi, deviazioni, flange, guarnizioni, ...);
- Organi di intercettazione o di regolazione;
- Accessori (manometri, misuratori di portata, filtri, compensatori di dilatazione, scaricatori di condense, ecc.).

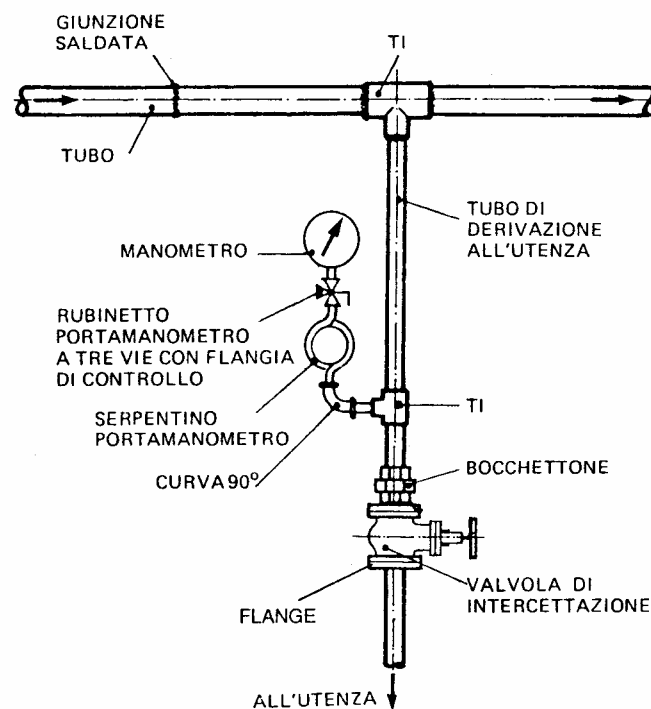


Fig. - Elementi costituenti un tratto di tubazione per alimentazione di un fluido ad un'utenza.

### Simbologia

La rappresentazione grafica delle reti di distribuzione dei fluidi richiede, quasi sempre, l'adozione di una apposita simbologia: in mancanza di una unificazione in merito, si adottano segni convenzionali preventivamente definiti.

La tabella 32.I riporta i segni grafici adottati presso alcuni uffici tecnici, largamente diffusi, per la raffigurazione di parti costituenti le reti di distribuzione dei fluidi negli stabilimenti industriali.


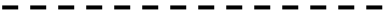




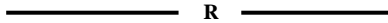









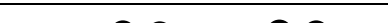


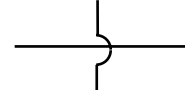

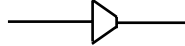
Le reti di distribuzione, quando aperte al luogo di lavoro, devono essere visibili, comunque facilmente ispezionabili e si deve poter individuare la natura del fluido convogliato.

<sup>1</sup> Nell'industria, per *rete di distribuzione* di un fluido si intende l'insieme delle tubazioni, valvole, derivazioni, ecc. che consentono di alimentare il fluido stesso dal punto di produzione o di captazione alle utenze distribuite nello stabilimento.

Occorre, infine, tenere presente che le tubazioni e tutti i componenti devono essere installati in modo da: non intralciare il transito; non occupare spazi di lavoro; non essere danneggiati da mezzi di trasporto; non costituire barriera alla diffusione della luce naturale.



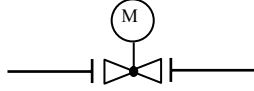
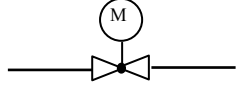
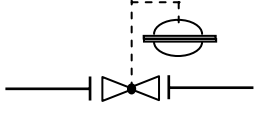
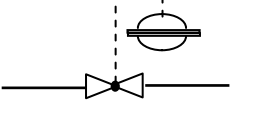
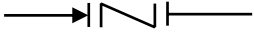
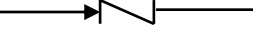
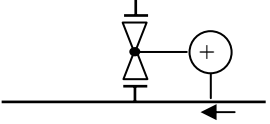
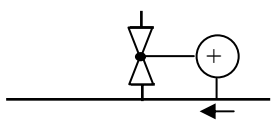
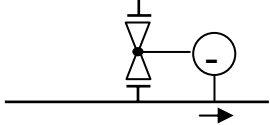
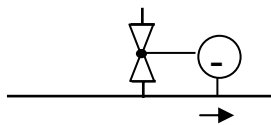
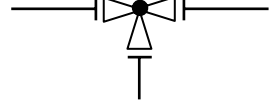
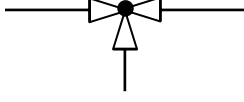
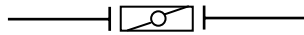
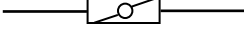
Tabella 32.1 – *Simbologia per la raffigurazione grafica dei principali elementi costituenti le reti di distribuzione dei fluidi.*

**a) TUBAZIONI E PARTICOLARI DI TUBAZIONI**



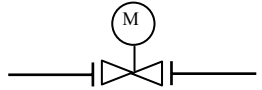
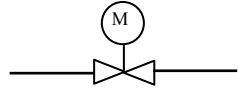
Denominazione		Simbolo
ACQUA INDUSTRIALE	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
ACQUA ANTINCENDIO	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
ACQUA POTABILE	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
ACQUA DI RICUPERO	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
ARIA COMPRESSA	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
GAS ILLUMINANTE	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
GAS METANO	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
BENZINA	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
OLIO	TUBAZIONE AEREA O IN CUNICOLO	
	TUBAZIONE INTERRATA	
INCROCIO CON CONNESSIONE		
INCROCIO SENZA CONNESSIONE		
UNIONE A FLANGIA		
VARIAZIONE DI DIAMETRO		

segue tabella 32.1

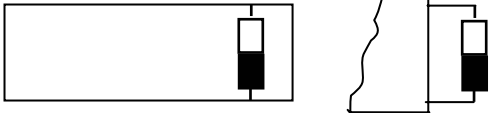
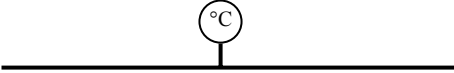
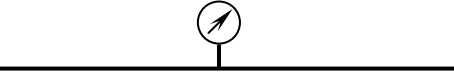

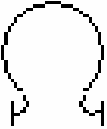
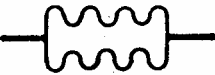






**b) VALVOLE**

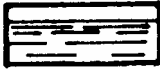


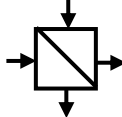
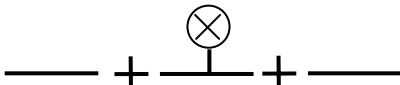
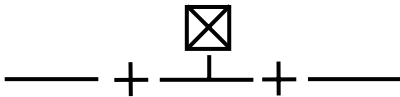

DENOMINAZIONE	FLANGIATE	FILETTATE
NORMALE		
CON COMANDO A MOTORE		
CON COMANDO A GALLEGGIANTE		
DI RITEGNO		
DI REGOLAZIONE COMANDATA DALLA PRESSIONE A MONTE		
DI REGOLAZIONE COMANDATA DALLA PRESSIONE A VALLE		
A TRE VIE		
A FARFALLA		

**c) SARACINESCHE**

NORMALE		
CON COMANDO A MOTORE		

**d) APPARECCHIATURE, APPARECCHI Di MISURA, COMPENSATORI Di DILATAZIONE, MOTORI E MACCHINE**

DENOMINAZIONE	SIMBOLO
INDICATORE DI LIVELLO o LIVELLOSTATO	
TERMOMETRO	
MANOMETRO O VACUOMETRO	
MISURATORE Di PORTATA O FLUSSOMETRO	
COMPENSATORE DI DILATAZIONE A LIRA	
COMPENSATORE DI DILATAZIONE A SOFFIETTO	
MOTORE ELETTRICO	
POMPA CENTRIFUGA	
ELETTOVENTILATORE ELICOIDALE	
VENTILATORE CENTRIFUGO	
FILTRO	
SCARICATORE DI CONDENSA A GALLEGGIANTE	

SERBATOIO PER ACQUA	
SERBATOIO PER GAS COMPRESSI	
TORRE DI REFRIGERAZIONE	
SCAMBIATORE DI CALORE A SUPERFICIE	
IDRANTE SOTTOSUOLO	
IDRANTE A CASSETTA	
ESTINTORE PORTATILE	

## 1.1 Diametro e pressione nominale

Gli elementi di una tubazione sono caratterizzati da due grandezze che permettono di individuare la possibilità di accoppiamento tra diversi elementi e le loro caratteristiche di impiego.

Tali grandezze sono il diametro e la pressione nominali.

### **Definizione:**

*Il diametro nominale DN è un'indicazione convenzionale che serve da riferimento univoco per individuare la grandezza dei diversi elementi accoppiabili in una tubazione (tubi, flangie, raccordi, valvole, ecc.).*

Il DN rappresenta all'incirca la dimensione in mm del diametro interno dell'elemento di tubazione e viene utilizzato, prevalentemente, per tubazioni in acciaio o in ghisa.

DN50 designa una tubazione i cui elementi hanno lo stesso diametro nominale: tubo DN50, valvola DN50, ecc...

La serie dei diametri nominali da utilizzare di preferenza in Italia secondo la **UNI 1282 - 82** e successivi aggiornamenti è:

1; 1.5; 2; 2.5; 3; 4; 5; 6; 8; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 175; 200; 250; 300; 350; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; 2200; 2500.

In questo modo, si cerca di seguire la serie di Renard, con ragione 1.25 (radice 10<sup>a</sup> di 10).

In taluni casi, come nelle tubazioni in materie plastiche ed in calcestruzzo, gli elementi di una tubazione possono essere identificati con il diametro esterno o interno unitamente allo spessore.

Nel settore petrolchimico, invece, la norma di riferimento per l'identificazione ed accoppiamento delle tubazioni è all'Americana ASTM. Per tale norma si fa riferimento al Net Pipe Size (NPS) che corrisponde al diametro esterno.

In America ed in molti altri paesi, inoltre, il diametro degli elementi di una tubazione viene espresso in pollici, come d'altra parte avviene per i tubi gas, in conformità con le norme ANSI (American National Standard Institute), ed è indicato dal numero preceduto dalla sigla NSD (Nominal Size Designation), e non è più preceduto dal noto simbolo del doppio apostrofo.

I diametri più comunemente utilizzati sono:

NSD ½; ¾; 1; 1 ½; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 24; 26; 28; 30; 34; 36; 38; 40; 42; 44; 46; 48.

### **Definizione:**

*La pressione nominale PN esprime convenzionalmente la pressione massima di esercizio, in bar.*

In base ad essa, vengono calcolati gli elementi della tubazione, tenendo conto delle specifiche condizioni di esercizio. Così, PN40 indica che il fluido nella condotta può assumere la pressione massima di 40 bar in condizioni normali di esercizio.

### **Con riferimento a tubazioni di acciaio,**

- tale pressione massima deve essere ridotta all'80% (1/1.25), quando il fluido si trova a temperature tra 120 e 300 °C o quando è chimicamente pericoloso,
- deve essere ridotta al 64% (1/1.6) con temperature nel campo tra 300 e 400 °C oppure, per fluidi pericolosi **E** a temperature superiori a 120 °C.

La serie delle pressioni nominali segue la tabella UNI 1283-85 e UNI ISO 7268-85, ed approssimativamente la serie di Renard con ragione 1.6 (radice 5<sup>a</sup> di 10):

1; 2,5; 6; 10; 16; 20; 25; 50; 64; 100; 150; 250; 320; 420; 640; 1000; 1600; 2500.

Le tubazioni, che necessitano di una prova di collaudo, devono essere sottoposte a prova idraulica a pressione superiore a quella nominale.

In definitiva, con riferimento ai tubi d'acciaio, ad ogni valore della pressione nominale corrispondono tre valori della pressione d'esercizio, a seconda del grado di sicurezza richiesto, stabilito in base alla natura del fluido ed alla sua temperatura.

La tabella 32.II riporta i valori di pressione nominale e pressione di esercizio nelle tre condizioni suddette. Tale tabella riporta pure le pressioni richieste per la *prova idraulica* delle tubazioni (da effettuarsi dopo la loro posa in opera e prima dell'entrata in esercizio).

All'estero i valori della pressione di prova sono dettati dalle norme ANSI B31.1 (American National Standard Institute).

Per quanto riguarda le *tubazioni in materie plastiche*, la pressione nominale corrisponde alla pressione di esercizio solo per il convogliamento di acqua a temperatura non superiore a 20° C. All'aumentare del valore di temperatura, la pressione di esercizio diminuisce seguendo le indicazioni che le normative prevedono per i singoli polimeri.

**Tabella 32.II** – Pressioni nominali, di esercizio e di collaudo per tubi e flange di acciaio (valori in bar)

PN	Pressioni di esercizio				Pressioni di prova idraulica
	I	II	III		
	Tubi e flange	Tubi e flange	Tubi	Flange	
1	1	1	--	--	2
2.5	2.5	2	--	--	4
6	6	5	--	--	10
10	10	8	--	--	16
16	16	13	10	--	25
25	25	20	16	20	40
40	40	32	25	32	60
64	64	50	40	40	96
100	100	80	64	64	150

## INTEGRAZIONE (A CONSULTAZIONE LIBERA):

Serie di Renard

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

Una serie di Rénard di ordine  $k$  è una successione numerica di  $k$  elementi, iniziante con il numero 1 e in cui il  $(k+1)$ -simo elemento è il numero 10.

Nella successione l' $n$ -esimo termine differisce dal precedente  $(n-1)$ -esimo per un fattore pari alla radice  $k$ -sima di 10.

In termini matematici:

$$R_{(i,k)} = 10^{\frac{i}{k}} = 10^{\frac{i}{k}}$$

Dove  $R_{(i,k)}$  sta per  $i$ -esimo termine della serie di Rénard di ordine  $k$ . Ad esempio, la serie di Rénard  $R_{10}$  ( $k=10$ ) è costituita dai seguenti elementi :

R10: 1.00 ( $= 10^{0/10} = 1$ ), 1.25 ( $= 10^{1/10} = 1,2589$ ), 1.60 ( $= 10^{2/10} = 1,5848$ ), 2.00 ( $= 10^{3/10} = 1,9952$ ), 2.50 ( $= 10^{4/10} = 2,5118$ ), 3.15, 4.00, 5.00, 6.30, 8.00 ( $= 10^{9/10} = 7,94328$ )

e quindi  $R_{(0,10)}$  vale quindi 1.00,  $R_{(1,10)}$  vale 1.25 e così via.

Già agli albori della rivoluzione industriale si era posto il problema dell'intercambiabilità degli elementi di macchine diverse. Nella prima metà del XX secolo il taylorismo ha reso questa opportunità una necessità. Ad esempio, se in una macchina l'albero ha un diametro di 25 mm e una lunghezza di 630 mm, questo non risulta intercambiabile con uno avente diametro 24 mm e/o lunghezza 620 mm.

Si pone allora il problema di uniformare, per quanto possibile, la scelta delle grandezze (dimensioni, capacità, tensioni eccetera). Il colonnello francese Charles Renard propose attorno al 1870 una successione di numeri preferenziali da usare in congiunzione con il sistema metrico decimale, basato appunto sull'uso di un fattore moltiplicativo del numero 1 pari ad una certa radice  $k$ -sima del numero 10. Questo sistema, adottato nel 1952 dall'ISO come standard ISO 3, è appunto quello che genera ciò che definiamo le serie di Rénard.

La serie, non a caso, è a base 10; così facendo le dimensioni  $D$  raccomandate saranno  $D = R_{(i,k)} * 10n$ , dove  $n$  è un intero naturale (ossia maggiore od uguale a zero). Per la stessa ragione, non ha senso definire l'undicesimo valore della successione di ordine  $k$ : esso sarebbe uguale a  $R_{(1,k)} * 10^1$ :  $10^{11/10} = 10^{10/10} * 10^{1/10} = 10 * 10^{1/10}$ , CVD.

\*\*\*\*\*

## 1.2 Scelta dei tubi

La scelta del tubo adatto al convogliamento di un determinato fluido viene effettuata in base al materiale ed al tipo costruttivo.

- 1) **Materiale**; I materiali di cui sono costituiti i tubi sono diversi: acciaio, ghisa, materie plastiche, alluminio, rame, calcestruzzo; ecc.. Il tipo di materiale viene scelto in base alle caratteristiche chimico-fisiche del fluido da trasportare (aggressività, temperatura e pressione) ed alle condizioni ambientali in cui le tubazioni verranno a trovarsi (aggressività, umidità, temperatura e pressione).
- 2) In riferimento al **tipo costruttivo** dei tubi (presenza o meno di saldatura, lisci o filettati, ecc.) la scelta viene effettuata in base alla natura del fluido, alla sua portata, alla pressione di esercizio, alla modalità di installazione del tubo stesso.

Una volta scelto il materiale ed il tipo costruttivo più adatti, vengono determinati il diametro (in funzione della portata di fluido da convogliare) e lo spessore del tubo.

Il diametro viene determinato in base alla portata del fluido da convogliare tenendo conto di bilanciare economicamente i **costi di installazione**, crescenti al crescere del diametro delle tubazioni, ed il **costo di esercizio**, legati alle perdite di carico, che invece hanno andamento opposto.

Per i **tubi metallici** soggetti a solo a pressione interna<sup>2</sup>, ma non a sollecitazioni anomale, quali possono essere quelle dovute a vibrazioni, urti, pulsazioni di pressione o carichi esterni, lo spessore minimo dei tubi è determinabile con la seguente formula tratta dalla tabella **UNI 1285** e **UNI ISO 7088**:

$$s_o = \left( \frac{p \cdot d_e}{20 \cdot \sigma_{am} + p} + c \right) \cdot \frac{100}{100 - a}$$

Nel caso in cui venga prevista una prova idraulica o altra prova di pressione sostitutiva, lo spessore viene calcolato con la seguente relazione:

$$s_o = \frac{p_p \cdot d_e}{20 \cdot \frac{R_t}{K} \cdot z + p_p} \cdot \frac{100}{100 - a}$$

Nelle due relazioni sopra indicate i simboli hanno il seguente significato:

$s_o$  = spessore del tubo [mm];

$p$  = pressione massima di esercizio prevista [bar];

$d_e$  = diametro esterno del tubo [mm];

$\sigma_{am}$  = sollecitazione massima ammissibile [N/mm<sup>2</sup>] = **10 atm**;

$z$  = efficienza di saldatura

(0,5 per tubi saldati di acciaio Fe 360;

0,8 per tubi saldati di acciai di qualità;

1 per tubi privi di saldatura o saldati, di acciai di qualità sottoposti a controlli non distruttivi sull'intero sviluppo della saldatura);

$c$  = sovrappessore [mm] funzione del materiale, del procedimento di fabbricazione e delle condizioni di corrosione in esercizio ( $c = 0,5$  per acciai al carbonio inossidabili, materiali metallici non ferrosi, materie plastiche);

$a$  = tolleranza di fabbricazione sullo spessore del tubo [%];

$p_p$  = pressione di prova idraulica [bar];

$R_t$  = carico unitario al limite di deformazione permanente dello 0,2% alla temperatura  $t$  [N/mm<sup>2</sup>];

$k$  = coefficiente di sicurezza su  $R_t$  ( $\geq 1,6$ ).

Lo spessore di fabbricazione del tubo viene assunto non inferiore al valore maggiore dei due valori ricavati con le suddette relazioni e lo spessore nominale viene poi arrotondato a quello unificato immediatamente superiore.

Una relazione semplificata, applicabile a qualunque tipo di tubo, per il calcolo dello spessore è la seguente:

$$s = \frac{PN \cdot d_e}{20 \cdot \sigma_{am} + PN} \quad (32.3)$$

<sup>2</sup> Il calcolo, quindi NON considera sollecitazioni addizionali quali vibrazioni, urti, pulsazioni di pressione (colpo d'ariete), carichi esterni.

## Tubi di Acciaio

Tra i materiali più largamente utilizzati nelle tubazioni incontriamo l'acciaio.

I tubi di acciaio possono essere costruiti con o senza saldatura, a seconda del processo di produzione. Le norme UNI ne precisano la classificazione, le caratteristiche, le dimensioni e le prove<sup>3</sup>.

### **CLASSIFICAZIONE:**

I tubi in acciaio sono classificabili *in base agli impieghi* cui sono destinati.

Di seguito citiamo i tipi più frequentemente utilizzati per realizzare le reti di distribuzione dei fluidi, con particolare riferimento al piping industriale.

Si distinguono in:

1. Tubi filettabili;
2. Tubi commerciali;
3. Tubi per applicazioni meccaniche;
4. Tubi per condotte;
5. Tubi speciali;
6. Tubi zincati.

#### **a. tubi filettabili**

Si tratta di tubi di produzione corrente, di acciaio non legato Fe330, saldati o senza saldatura, facilmente lavorabili.

Vengono forniti, a richiesta, con le estremità già filettate oppure lisce e sono normalmente utilizzati per impianti convoglianti fluidi in pressione.

La filettatura è di norma conica ed i tubi possono essere forniti con manicotto avvitato ad una delle estremità. Dietro richiesta possono essere prodotti anche con filettatura cilindrica.

La norma **UNI 8863 – 87** suddivide questi tubi in tre serie: **leggera, media e pesante**, le cui pressioni nominali variano da PN10 a PN 25 ed i diametri nominali da DN10 a DN100 (per altro, i produttori limitano il diametro dei tubi saldati a DN80, mentre forniscono tubi senza saldatura della serie media e pesante con diametri fino a DN150).

Per la loro individuazione si usa ancora, nella pratica, una misura convenzionale del diametro espressa in pollici.

---

<sup>3</sup> L'unificazione riguarda sia i tubi di acciaio saldati, costruiti con nastri di acciaio curvati e saldati secondo processi diversi, sia quelli senza saldatura, ottenuti mediante processo di laminazione o di pressatura a caldo, finiti come tali con ulteriore lavorazione di trafilatura a caldo o a freddo.

I tubi senza saldatura sono anche denominati **tubi gas**: la tabella 32.III riporta le principali caratteristiche della serie media di tali tubi. Per le altre due serie e per i tubi saldati si rimanda alla **UNI 8863** oppure alle tabelle dei produttori. Nella categoria dei tubi filettabili rientrano anche i tubi per pozzi d'acqua, suddivisi nella serie leggera (**UNI 1288**) e media (**UNI 1289**).

DN	Diametro convenzionale pollici	Diametro esterno mm	Spessore mm	Massa lineica	
				nero kg/m	zincato kg/m
10	3/8"	17.2	2.3	0.839	0.876
15	1/2"	21.3	2.6	1.21	1.26
20	3/4"	26.9	2.6	1.56	1.62
25	1"	33.7	3.2	2.41	2.49
32	1"1/4	42.4	3.2	3.10	3.20
40	1"1/2	48.3	3.2	3.56	3.67
50	2"	60.3	3.6	5.03	5.17
65	2"1/2"	76.1	3.6	6.42	6.60
80	3"	88.9	4.0	8.36	8.57
100	4"	114.3	4.5	12.2	12.48
125	5"	139.7	5.0	16.6	16.94
150	6"	165.1	5.0	19.8	2.20

Temperature di impiego: -10 ÷ +110°C. PN 16 per tubi filettati. PN 25 per tubi lisci.

**Tabella 32.III** – Caratteristiche dei tubi di acciaio senza saldatura, serie media, filettabili, con manicotto (tabella UNI 8863)

#### b. tubi commerciali

Quando si devono trasportare fluidi per i quali sono richiesti la tenuta stagna e diametri fino a 600 mm, si ricorre a tubi di acciaio non legato di base (Fe320) con estremità lisce, nelle due versioni: senza saldatura e saldati.

Dimensioni e masse di tali tubi sono indicate nelle UNI 7287 – 86 e 7288 – 86; dalla prima abbiamo stralciato e riportato nella tabella 31.IV le caratteristiche dei tubi lisci commerciali di più frequente impiego.

∅ esterno mm	Spessore mm	Massa lineica kg/m
60.3	2.9	4.11
76.1	2.9	5.24
88.9	3.2	6.76
101.6	3.6	8.70
114.3	3.6	9.83
139.7	4.0	13.4
168.3	4.5	18.2
219.1	6.3	33.1
273.0	6.3	41.4
323.9	7.1	55.5

**Tabella 32.IV** – Dimensioni e masse di tubi senza saldatura con estremità lisce di acciaio non legato di base (tabella UNI 7287)

### c. tubi per applicazioni meccaniche

la norma **UNI 7729** precisa le caratteristiche dei tubi senza saldatura, di acciaio non legato di qualità, adatti per applicazioni meccaniche.

Inoltre, la **UNI 663** riguarda tubi di qualità, lisci, utilizzati – oltre che per applicazioni meccaniche, negli scambiatori di calore e dentro forni e vaporizzatori (tali tubi sono in grado di sopportare temperature fino a circa 200 °C).

Si tratta di tubi senza saldatura, laminati, cosiddetti per impieghi meccanici, in quanto trovano applicazione nella Meccanica e nella Costruzione di Macchine.

Tubi per basse ed alte temperature sono anche prodotti secondo norme internazionali; in particolare, secondo la ASTM (American Standard for Testing Materials) A333 e A335.

### d. tubi per condotte

Questi tubi sono classificabili in base al fluido che devono convogliare; sono infatti disponibili:

- tubi per trasporto acque;
- tubi per trasporto prodotti petroliferi;
- tubi per trasporto gas naturale.

I tubi per condotte d'acqua sono normalizzati dalla **UNI 6363 – 84**; mentre i tubi utilizzati per la distribuzione dei prodotti liquidi dell'industria petrolifera rispecchiano la **UNI 8488 – 88**, oppure la norma **5L** dell'**API** (American Petroleum Institute), entrambe applicabili anche ai tubi per gas naturale.

I tubi destinati a quest'ultimo fluido devono soddisfare anche i requisiti integrativi (rispetto a quanto indicato nella UNI 8488) previsti nel DM 24 novembre 1984.

La tabella 32.V riporta dimensioni e pesi di tubi di acciaio per condotte d'acqua ripresi dalla UNI 6363. tali tubi sono costruiti – in relazione alle pressioni cui saranno sottoposti – con acciai al carbonio Fe 360, Fe 410 o Fe 510.

DN	∅ esterno mm	Spessore mm	Massa lineica kg/m
150	168.3	4.5	18.2
200	219.1	5.9	31.0
250	273	6.3	41.4
300	323.9	7.1	55.5
350	355.6	7.1	61.0
400	406.4	8.0	78.6
450	457	8.0	88.6
500	508	8.8	108
600	610	12.5	184

**Tabella 32.V** – Tubi di acciaio non legati di qualità, senza saldatura, per condotte d'acqua.

### e. tubi speciali

I tubi di acciai speciali sono fabbricati per impieghi in condizioni particolarmente severe di esercizio (temperatura, corrosione, ecc.). sono costruiti senza saldatura con acciai legati, in esecuzione a caldo ed a freddo, ad alto contenuto di *Cr*, quali gli acciai inossidabili dei vari tipi a struttura austenitica, ferritica e martensitica.

Fra questi i più impiegati sono gli austenitica (contenuto di *Cr* compreso fra il 16 ed il 26 %; di *Ni* fra l'8 ed il 22 %; piccole quantità di *Mo*, *Ti*, *Co*, *Ta*, *C*).

La tabella 32.VI riporta le caratteristiche e le possibilità di impiego degli acciai inossidabili più usati per la fabbricazione di tubi.

Tabella 32.VI – Acciai inossidabili, loro caratteristiche chimiche, meccaniche e d'impiego.

Designazione AISI	Composizione chimica				Caratteristiche meccaniche		Struttura	Caratteristiche d'impiego
	C %	Cr %	Ni %	Altri elementi %	Carico di rottura kg/mm <sup>2</sup>	Carico di snervamento kg/mm <sup>2</sup>		
310	≤ 0,25	24÷26	19÷22	—	67	31,5	Austenitica (acciai non temprabili a caldo, per Induriti occorre laminarli a freddo)	Adatto per alte temperature; resiste bene alla corrosione fino a 800-900°C; saldabilità buona
304 S	≤ 0,06	18÷20	8÷12	—	59÷70	21÷24,5		Buona resistenza alla corrosione alle temperature normali; saldabilità buona
304 L	≤ 0,03	18÷20	8÷12	—	56	23,2		Come l'AISI 304 S, ma più facilmente saldabile (per minor tenore di C); saldabilità molto buona
316 L	≤ 0,03	16÷18	10÷14	Mo = 2÷3	57	24÷29,5		Resiste meglio dei precedenti alla corrosione (perché contiene Mo); saldabilità discreta
316 S	≤ 0,06	16÷18	10÷14	Mo = 2÷3	56÷69	21÷29,5		Come l'AISI 316 L, ma più facilmente saldabile
321	≤ 0,08	17÷19	9÷12	Ti ≥ 5 C	59÷64	21÷24		Simile all'AISI 304 S, ma essendo stabilizzato con Ti ha maggior resistenza alla corrosione; saldabilità buona
347	≤ 0,08	17÷19	9÷13	Cb+Ta ≥ 10 C	63÷67	24÷28		Come l'AISI 321, ma Cb e Ta ne aumentano ulteriormente la resistenza meccanica; saldabilità molto buona
430	≤ 0,12	14÷18	—	—	53	28÷35		Presenta minor resistenza alla corrosione dei precedenti, ma la lavorazione è più facile; saldabilità buona
446	≤ 0,20	23÷27	—	N ≤ 0,25	56÷60	35÷38		Come l'AISI 430, con resistenza maggiore; saldabilità discreta
410	≤ 0,15	11,5÷13,5	—	—	49÷52	28÷31		Martensitica (ecc. tempr.) Minor resistenza meccanica ed alla corrosione dei tipi AISI 430 e 446; saldabilità buona

I tubi di acciai speciali vengono impiegati nel campo delle alte temperature, nell'industrie dell'azoto e derivati, farmaceutiche, conserviere, enologiche, tintorie, nonché nei casi in cui sono richiesti elevati valori delle caratteristiche meccaniche di scorrimento a caldo e stabilità alla ossidazione e alla corrosione.

In particolare, gli **acciai austenitici** resistono alle soluzioni saline, a numerosi acidi, alcali e composti chimici.

Gli **acciai martensitici** resistono ad agenti atmosferici, acqua, acidi (escluso il nitrico) ed alcali.

Gli **acciai ferritici** sono intermedi, per quanto riguarda la corrosione, fra quelli austenitici e quelli martensitici.

Ovviamente, le prove tecnologiche e le caratteristiche dimensionali e di esecuzione per i tubi speciali sono più impegnative di quelle prescritte per i tubi appartenenti ad altre classi.

#### f. tubi zincati

Nei casi in cui si devono evitare processi di ossidazione e corrosione, che inquinerebbero il fluido convogliato (si pensi alle reti di distribuzione dell'acqua potabile), i tubi di acciaio devono essere zincati o protetti con rivestimenti di plastica. La zincatura è realizzata internamente ed esternamente per evitare processi di ossidazione e corrosione che inquinerebbero il fluido trasportato. La zincatura si ottiene per immersione del tubo in un bagno di zinco ed esportazione dell'eccesso di tale metallo dalle superfici.

La **UNI 5745 – 86** precisa le caratteristiche e le modalità di prova della zincatura a caldo dei tubi di acciaio. La già citata tabella 32.III riporta le principali caratteristiche dei tubi gas della serie media zincati.

### 32.5 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI TUBI DI ACCIAIO

Le norme UNI relative ai tubi di acciaio precisano le tolleranze ammissibili per i vari tipi di tubi su numerosi parametri; in particolare, per diametro esterno, spessore, massa, forma. Precisano, inoltre, le condizioni tecniche di fornitura, nonché i controlli e le prove che i fabbricanti devono eseguire sui tubi stessi (citiamo, in particolare, le prove idrauliche, di trazione e di schiacciamento); infine, le caratteristiche chimiche e meccaniche per i tubi in acciaio (tab. 32.VII), le condizioni di accettazione e le modalità di esecuzione delle prove.

Qualità di acciaio	Prova di trazione (valori minimi)		
	Carico unitario di rottura N/mm <sup>2</sup>	Carico unitario di snervamento N/mm <sup>2</sup>	Allungamento %
Fe 320	320	--	15
Fe 330	330	210	22
Fe 360	360	235	25
Fe 410	410	255	22
Fe 510	510	355	20

**Tabella 32.VII** – caratteristiche meccaniche, a temperatura ambiente (23 ± 5 °C), dei tubi di acciaio, senza saldatura e saldati.

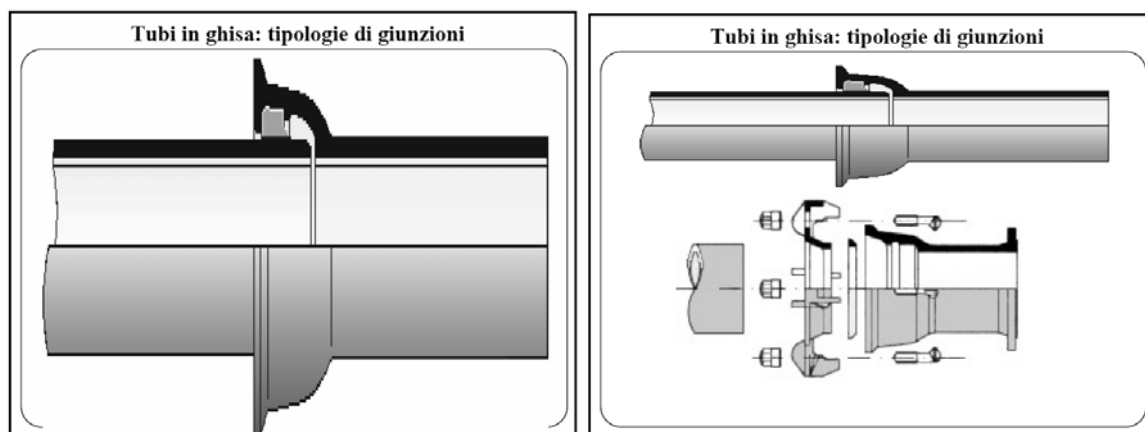
## 32.6 Tubi in ghisa sferoidale

Questi tubi sono costituiti da ghisa sferoidale ottenuti dalla ghisa grigia immettendo una opportuna quantità di magnesio nella fusione: tale aggiunta provoca l'agglomerazione del carbonio, all'atto della solidificazione, in forma di sferoidi anziché sotto forma di lamelle, come avviene nella ghisa grigia classica.

I tubi di ghisa sferoidale sono ottenuti per centrifugazione<sup>4</sup> e sono normalmente dotati di giunto a bicchiere con guarnizione in elastomero, oppure per particolari applicazioni, sono disponibili in versione flangiata.

Successivamente alla centrifugazione si rende necessario il trattamento termico (ricottura) per ottenere una struttura prevalentemente ferritica, tipica della ghisa sferoidale.

Esiste inoltre una gamma di raccordi e pezzi speciali in entrambe le versioni (a bicchiere e flangiata), nonché, per le tubazioni destinate ad uso fognario, una serie di raccordi di immissione, di ispezione e di collegamento con altri materiali.



**Fig. 32.2** – Tubo di ghisa sferoidale con giunto a bicchiere.

Salvo particolari prescrizioni, tutti i tubi ed i raccordi di ghisa sferoidale sono rivestiti all'esterno ed all'interno, in funzione del tipo di utilizzo.

La protezione esterna consiste, in tutti i casi, in un rivestimento di zinco metallico a cui si sovrappone una vernice sintetica o bituminosa nera per i tubi ad uso acquedottistico o gas, e una vernice epossidica rossa per i tubi ad uso fognario. Anche la protezione interna dei tubi per uso gas può essere effettuata con vernice bituminosa nera.

I tubi destinati al convogliamento d'acqua potabile o per irrigazione sono rivestiti internamente con malta composta da cemento d'altoforno e sabbia silicea di opportuna granulometria: la malta cementizia viene portata, per mezzo di un apposito canale dosatore, all'interno del tubo posto in rapida rotazione (centrifugazione). Questa modalità di applicazione comporta la migrazione dei componenti a granulometria più elevata verso la parete in ghisa, mentre la frazione più fine viene a trovarsi a contatto con l'effluente: ne derivano un basso coefficiente di scabrezza e perdite di carico contenute.

<sup>4</sup> La ghisa viene colata in conchiglie metalliche disposte orizzontalmente e rotanti a velocità elevata: proiettata dalla forza centrifuga contro la parete interna della conchiglia, la ghisa dà luogo a tubi aventi spessore resistenza prestabiliti. Per il getto dei raccordi e dei pezzi speciali si ricorre a tecniche di getto tradizionali, con forme in sabbia.

I tubi per uso fognario sono rivestiti internamente con malta di cemento alluminoso, utilizzando una tecnica del tutto analoga a quella descritta. Il cemento di tipo alluminoso assicura una maggiore resistenza all'abrasione ed agli attacchi chimici degli affluenti fognari.

La norma **UNI ISO 2531** definisce le principali caratteristiche dei tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa sferoidale per condotte in pressione. La tabella 32.VIII riporta DN, spessore e massa lineica di tubi di ghisa a bicchiere. Si segnalano, inoltre, le norme **UNI EN 545 e 969** che contengono prescrizioni e metodi di prova per tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale impiegati per condotte d'acqua e gas.

I tubi in ghisa sferoidale presentano il vantaggio di una buona resistenza alla corrosione: sono pertanto impiegati preferenzialmente per condotte interrate (fognature, reti idriche e gas). Le modalità e le profondità di posa sono definite in funzione delle caratteristiche meccaniche e geometriche dei tubi, tenendo conto delle sollecitazioni indotte dai carichi esterni statici e dinamici e dalla pressione interna.

La ghisa sferoidale, oltre ad offrire caratteristiche paragonabili a quelle dell'acciaio, ed una buona duttilità, resiste meglio dell'acciaio all'aggressività del terreno, sia per le proprietà intrinseche del materiale, sia per la presenza dei giunti a bicchiere, dotati di una guarnizione in elastomero che agisce da giunto dielettrico contro le correnti vaganti. Nel caso di terreni particolarmente aggressivi, si può impiegare una protezione aggiuntiva costituita da un manicotto di polietilene da applicare in fase di posa.

**Tabella 32.VIII** – Caratteristiche dimensionali di tubi in ghisa sferoidale per il convogliamento di fluidi industriali aventi temperature inferiori a 60 °C (fig. 32.2).

DN	Spessore mm	Ø esterno mm	Massa lineica Kg/m
60	6	77	11.5
80	6	98	15
100	6.1	118	18.5
125	6.2	144	23
150	6.3	170	27.5
200	6.4	222	37
250	6.8	274	48
300	7.2	326	61
400	8.1	429	95.5
500	9	532	131
600	9.9	635	170
700	10.8	738	218
800	11.7	842	269
1000	13.5	1048	378
1200	15.3	1255	506
1400	17.1	1462	694
1600	18.9	1668	868
1800	20.7	1875	1058

#### g. Tubi in rame

I tubi in rame sono caratterizzati da conducibilità elettrica e termica elevatissime, superate solo da quelle dell'argento, una buona resistenza alla corrosione e tenuta ai gas; il rame non è magnetico.

Può sopportare pressioni di esercizio di alcune decine di bar.

La norma *UNI EN 1057* relativa ai tubi di rame senza saldatura per distribuzione di fluidi, precisa gli standard qualitativi e fornisce le dimensioni dei tubi in esame, i cui diametri esteri variano da 6 a 267 mm (tab. 32.IX).i tubi di rame sono anche disponibili con sezione quadrata o rettangolare.

Le giunzioni sono realizzate mediante saldatura di testa, giunzione capillare (*UNI 8050*) o meccanica; i raccordi ed i pezzi speciali possono essere di rame, ottone o bronzo.

I tubi di rame sono utilizzati negli impianti idrotermosanitari, di riscaldamento, di distribuzione combustibili e gas.

**Tabella 32.IX** – Diametri e spessori dei tubi di rame più utilizzati (UNI EN 1057).

Diametro esterno e spessore di parete mm	
6 x 0.8	18 x 1
6 x 1	22 x 1
8 x 0.8	22 x 1.5
8 x 1	28 x 1
10 x 0.8	28 x 1.5
10 x 1	35 x 1.2
12 x 0.8	35 x 1.2
12 x 1	42 x 1.2
15 x 0.8	42 x 1.5
15 x 1	54 x 1.2
18 x 0.8	54 x 1.5

#### h. Tubi di materie plastiche

I tubi in materie plastiche<sup>5</sup> hanno avuto una notevole diffusione in campo industriale (per il convogliamento di fluidi liquidi e gassosi) per i seguenti motivi:

- possiedono una buona resistenza alla corrosione da parte degli agenti chimici;
- sono leggeri (con conseguenti risparmi nella posa in opera e nelle strutture di sostegno) e flessibili (dunque in grado di sopportare sollecitazioni trasversali, vibrazioni ed assestamenti);
- hanno ottime proprietà dielettriche.

Grazie a tali caratteristiche, i tubi di plastica hanno trovato applicazione anche per il convogliamento (in pressione e per gravità) delle acque reflue inquinate.

<sup>5</sup> Tra le varie applicazioni dei materiali in plastica meritano un cenno le impermeabilizzazioni anticorrosive di vasche, bacini di contenimento, serbatoi ed altre superfici che necessitino di un trattamento protettivo, siano esse di cemento o di acciaio. I materiali più adottati a tali fini sono il polipropilene ed il polietilene (da scegliere in base alle temperature di esercizio); in alternativa, si ricorre a trattamenti superficiali con resina poliesteri od epossidica.

Per contro, i tipi normali (PVC) non sono adatti per pressioni di esercizio superiori a 16 bar e per temperature superiori a 60 °C o per frequenti variazioni di temperatura. Infine subiscono un sensibile invecchiamento (che li rende fragili) se sono sottoposti all'esposizione prolungata della luce ed a frequenti sbalzi termici.

I principali materiali di cui sono costituiti i tubi di materiale polimerico sono:

- Polipropilene (PP)
- Polietilene (PE)
- Policloruro di vinile (PVC)
- Plastici rinforzati con fibre di vetro (PRFV)

Naturalmente ne esistono anche altri ma la loro diffusione è limitata e gli impieghi pratici sono limitati unicamente ad alcune applicazioni specifiche e particolari.

Il PVC è il materiale di gran lunga più utilizzato nella costruzione di tubi e raccordi per il trasporto delle acque, sia potabili che di scarico e di irrigazione. I principali vantaggi offerti da questa plastica sono la **lunga vita di esercizio (oltre 50 anni)** e la grande resistenza, che insieme garantiscono un notevole risparmio nella manutenzione e nella sostituzione dei sistemi di condotte e di scarichi.

Rispetto agli altri materiali plastici, il PVC garantisce minori dilatazioni termiche, minore trasmissione del rumore e maggiore resistenza al fuoco.

Nella tabella 32.X sono riportate le caratteristiche più salienti dei materiali usati per la produzione dei tubi sopra considerati.

Proprietà	Unità	PVC rigido	Polipropilene	Polietilene bassa/alta densità
Massa volumica	g/cm <sup>3</sup>	1,4	0,93	0,93/0,96
Carico unitario a snervamento	MPa	48	28÷35	10/24
Modulo di elasticità	GPa	0,3	1÷1,3	0,2/0,9
Conduttività termica	W/m·K	0,15	0,26	0,35/0,55
Coefficiente di dilatazione termica lineare	M/K	60÷80	100÷150	200
Temperatura max di esercizio	°C	60	80*	60
* 100° C per i tubi convoglianti liquidi in pressione.				

**Tab. 32:X** – *Proprietà delle principali materie plastiche impiegate per la produzione di tubi destinati al trasporto di liquidi (in particolare acqua) alla temperatura di 20°C.*

### a. Tubi di policloruro di vinile (PVC)

I tubi, ed i relativi raccordi, in PVC sono ottenuti con mescolanze di policloruro di vinile non plastificato, cui si aggiungono additivi per facilitarne la fabbricazione.

Tali tubi – impiegabili per condotte di fluidi in pressione - sono idonei a sopportare in esercizio un carico unitario di sicurezza  $\sigma = 10$  MPa a 20 °C. I campi di impiego sono tre, individuati in base ai liquidi da convogliare:

- tipo 1: fluidi non alimentari;
- tipo 2: liquidi alimentari;
- tipo 3: acqua potabile.

I tipi 1 e 2 devono corrispondere alle prescrizioni igienico – sanitarie del Ministero della Sanità.

La tabella 32.XI fornisce i diametri, gli spessori e le pressioni di esercizio per tubi lisci in PVC rigido per condotte in pressione.

Ø esterno Mm	PN6 s (mm)	PN10 s (mm)	PN16 s (mm)
32	--	1.8	2.4
40	--	1.9	3.0
50	--	2.4	3.7
63	2.0	3.0	4.7
75	2.3	3.6	5.5
90	2.8	4.3	6.6
110	3.4	5.3	8.1
125	3.9	6.0	9.2
140	4.3	6.7	10.3
160	4.9	7.7	11.8
200	6.2	9.6	14.7
250	7.7	11.9	--
315	9.7	15.0	--
Pressione di esercizio (bar) in funzione della temperatura			
20 °C	6.0	10.0	16.0
40 °C	4.0	6.0	10.0
60 °C	--	1.0	2.5

**Tab. 32:XI** – *Diametri esterni, spessori (in funzione della pressione nominale) e pressioni di esercizio di tubi in PVC rigido (non plastificato) per condutture di fluidi in pressione.*

### b. Tubi di polipropilene (PP):

I tubi di polipropilene sono costituiti da materiali termoplastici a base di omopolimeri e/o copolimeri del propilene e sono utilizzati per il convogliamento dei liquidi in pressione (liquidi, gas, vapori), alimentari<sup>6</sup> o meno, e di acque di scarico civili ed industriali.

Le norme **UNI 8318 – 81** ed **8536 – 83** indicano i tipi, dimensioni e requisiti rispettivamente dei tubi per condotte di fluidi in pressione e di scarico interrate.

<sup>6</sup> I tubi per il convogliamento di liquidi alimentari e di acqua potabile devono rispondere alle prescrizioni igienico – sanitarie del Ministero della Sanità.

I tubi di polipropilene vengono individuati in base al diametro esterno, allo spessore e, per i tubi in pressione, alla pressione nominale, i cui valori standard (alla temperatura di 20 °C) sono 2.5 – 4 – 6 – 10 – 16 bar.

La tabella 32.XII riporta le dimensioni di alcuni tubi di polietilene per condotte di fluidi in pressione (limitatamente ai valori di PN 6 – 10 – 16).

Evidenzia, inoltre, che le temperature dei fluidi convogliati nelle tubazioni influenzano sensibilmente le pressioni di esercizio: in ogni caso, la temperatura massima a cui possono essere impiegati i tubi di polipropilene per condotte in pressione è pari a 100 °C.

Ø esterno mm	PN6 s (mm)	PN10 s (mm)	PN16 s (mm)
16	--	2.0	2.3
25	2.0	2.3	3.5
40	2.3	3.7	5.6
50	2.9	4.6	6.9
75	4.3	6.9	10.4
110	6.3	10.0	15.2
125	7.1	11.4	17.3
160	9.1	14.6	22.1
200	11.4	18.2	27.6
250	14.2	22.8	34.5
Pressione di esercizio (bar) in funzione della temperatura			
20 °C	6.0	10.0	16.0
40 °C	3.6	6.0	9.6
60 °C	1.8	3.0	4.8
100 °C	0.6	1.0	1.6

**Tab. 32:XII** – *Diametri esterni, spessori (in funzione della pressione nominale) e pressioni di esercizio di tubi in Polipropilene) per condutture in pressione.*

### c. Tubi di polietilene (PE)

Anche i tubi prodotti con polimeri dell'etilene sono suddivisi in due tipi: il primo riguarda i tubi per condotte di fluidi in pressione costruiti in polietilene ad alta e bassa densità (**UNI7611 – 76** ed **7990 – 79**); il secondo tipo comprende tubi in polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate, destinate al convogliamento di acque civili ed industriali (**UNI 7613 – 76**).

I tubi suddetti sono individuabili tramite il diametro esterno e lo spessore, nonché, nel caso dei tubi in pressione, la pressione nominale: i valori standard di tale PN (riferiti alla temperatura di 20 °C) sono: 2.5 – 4 – 6 – 10 - 16 bar per i tubi in polietilene ad alta densità; 4 – 6 – 10 - 16 bar per quelli a bassa densità.

La pressione di esercizio si riduce rispetto alla PN, all'aumentare della temperatura del fluido convogliato, come indicato nella tabella 32.XIII, la quale riporta, in particolare, le dimensioni dei tubi di polietilene in bassa ed in alta densità per condotte in pressione.

Con particolare riferimento a tubi di polietilene a bassa densità, rileviamo che, per diametri fino a 90 mm, possono essere forniti in rotoli, lunghi alcune decine di metri, con evidenti vantaggi nella movimentazione.

Per convogliare fluidi in pressione caldi si può ricorrere a tubi di polietilene reticolato, in grado di sopportare, in esercizio continuo, temperature fino ad 80 °C e pressioni di esercizio di 6 o 10 bar (a seconda dello spessore dei tubi): le caratteristiche dei tubi di polietilene reticolato sono esplicitate nella norma **UNI 9338 – 88**.

Ø esterno mm	A bassa densità (1)			Ad alta densità (2)		
	PN6 s (mm)	PN10 s (mm)	PN16 s (mm)	PN6 s (mm)	PN10 s (mm)	PN16 s (mm)
16	1.6	1.8	2.7	--	2.0	2.3
25	1.9	2.7	4.2	2.0	2.3	3.5
50	3.7	5.4	8.4	2.9	4.6	6.9
75	5.6	8.7	12.5	4.3	6.9	10.4
110	8.2	11.8	18.4	6.3	10.0	15.2
125	9.3	13.4	20.9	7.1	11.4	17.3
160	11.9	17.2	--	9.1	14.6	22.1
200	14.9	--	--	11.4	18.2	27.6
250	--	--	--	14.2	22.8	34.5
315	--	--	--	17.9	28.7	--
400	--	--	--	22.7	36.4	--
500	--	--	--	28.3	--	--
Pressione di esercizio (bar) in funzione della temperatura						
20 °C	4.0	6.0	10.0	6.0	10.0	16.0
40 °C	1.6	2.5	4.0	2.5	4.0	6.0
60 °C	0.6	1.0	1.6	1.0	1.6	2.5

**Tab. 32:XIII** – *Diametri esterni, spessori (in funzione della pressione nominale) e pressioni di esercizio di tubi in Polietilene a bassa ed alta densità per condotte in pressione.*

#### **d. Tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibra di vetro (PRFV)**

I tubi PRFV (Plastici Rinforzati con Fibre di Vetro), denominati anche vetroresina, sono prodotti con diverse tecnologie, a fronte delle quali si ottengono sei classi di tubi (A – B – C – D – E – F). I tubi sono inoltre classificati per tipologie di impiego, quali: convogliamento di liquidi in pressione, liquami e scarichi civili, prodotti chimici. Possono essere installati sopra e sotto terra, ed anche sott'acqua.

Le suddette classi si diversificano in base a tipologia, quantità e disposizione delle fibre di vetro, nonché al tipo di resina impiegato: presentano, pertanto, caratteristiche meccaniche specifiche, da confrontare con le differenti condizioni di impiego.

La tabella **UNI 9032 – 88** precisa i principali requisiti dimensionali e le caratteristiche fisico – meccaniche dei tubi in esame. I diametri arrivano fino a valori di 4000 mm per tutte le classi, mentre la resistenza alla pressione interna (PN) può raggiungere i 40 bar.

Con liquidi convogliati a temperature comprese tra 0 °C e 40 °C, la pressione di esercizio si può assumere pari alla pressione nominale; per temperature non comprese in tale intervallo, la pressione di esercizio ammissibile è precisata dal produttore dei tubi: in ogni caso, la temperatura massima dei liquidi convogliati non dovrebbe superare, a seconda dei tipi, i 60 °C o gli 80 °C.

La tabella 32.XIV riporta alcune caratteristiche di tubi in vetroresina monoparete rinforzati con fibre di vetro, prodotti per avvolgimento su mandrino rotante di fili impregnati di resina (definiti di classe A dalla citata norma UNI).

Ø interno mm	PN10		PN16		PN20		PN25	
	spessore s (mm)	Massa lineica kg/m	spessore s (mm)	Massa lineica kg/m	spessore s (mm)	Massa lineica kg/m	spessore s (mm)	Massa lineica kg/m
100	3.2	1.9	3.6	2.3	4.5	2.8	4.5	2.8
125	3.2	2.5	3.6	2.8	4.5	3.4	4.7	3.6
150	3.6	2.9	3.9	3.8	4.5	4.2	5.2	4.9
200	3.6	4.5	4.6	5.8	5.3	6.2	6.5	7.7
250	3.9	6.2	5.5	8.7	6.4	9.5	7.7	11.4
300	4.5	8.3	6.1	11.6	7.5	13.3	9.0	16.1
400	5.3	13.1	7.7	19.5	9.5	22.4	11.4	27.2
500	6.5	19.6	9.3	29.5	11.5	33.5	14.0	41.3
600	7.2	26.3	10.9	41.4	13.2	47.2	16.6	58.7
800	9.2	44.5	13.9	70.7	17.0	81.6	21.7	101.7
1000	11.3	68.4	16.3	102.5	20.8	124.8	26.8	159.0

**Tab. 32:XIV** – *Diametri esterni, spessori (in funzione della pressione nominale) e pressioni di esercizio di tubi in Polietilene a bassa ed alta densità per condotte in pressione.*

## 32.9 Elementi di giunzione e di tenuta

Il collegamento testa a testa fra i vari tronchi del tubo può esser fatto in vari modi. Ricordiamo i tipi di giunzioni più frequentemente adottati in pratica.

I giunti ed i raccordi possono essere classificati come fissi e come smontabili.

I giunti fissi sono ottenuti per saldatura, brasatura, o deformazione plastica fino all'interferenza delle due parti collegate. In questi casi, per ottenere una buona giunzione, è necessario curare particolarmente la preparazione delle parti da collegare, in particolar modo la precisione delle superfici.

I primi due tipi presentati in figura richiedono un perfetto allineamento tra i tronchi, quello a sfera permette leggeri disassamenti.

### *Giunti per saldatura (fig 32.3)*

È il sistema di giunzione più utilizzato per tubi in acciaio di diametro medio grande e fra i più usati per tubi di piccolo diametro (< DN 50).

Normalmente la saldatura (ossiacetilenica od elettrica, con materiale di apporto) viene fatta di testa, previa smussatura a V delle estremità dei tubi, in modo da consentire la penetrazione del cordone di saldatura: a titolo di esempio, si citano le condotte per il metano.

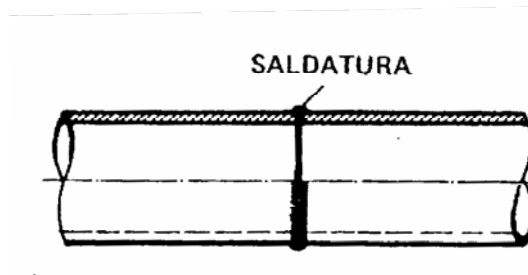


fig. 32.3 – giunzione mediante saldatura (giunto saldato)

### *Giunti a bicchiere saldati*

I giunti a bicchiere prendono il nome dalla forma di una delle due estremità dei tubi, ottenuta con una deformazione a freddo ed atta ad accogliere l'estremità di un altro tubo. Essi consentono di fare a meno della smussatura sulle estremità dei tubi.

I giunti a bicchiere sono sovente adottati per tubi in acciaio, saldati e senza saldatura, destinati ad essere interrati (è il caso delle condotte d'acqua).

I tipi più noti sono a *bicchiere cilindrico* (fig. 32.4), adatti per tubi da DN50 a DN125, ed a *bicchiere sferico* (fig. 32.5) per tubi di DN150 ÷ 600.

Quella a *bicchiere sferico*, rispetto alle altre, consente leggeri disallineamenti dell'asse dei tubi.

I vari elementi del tubo vengono saldati facendoli ruotare attorno al loro asse oppure mantenendoli fissi.

Nel primo caso, i singoli elementi da accoppiare devono essere allineati e supportati a mezzo di idonei sostegni, in modo che,

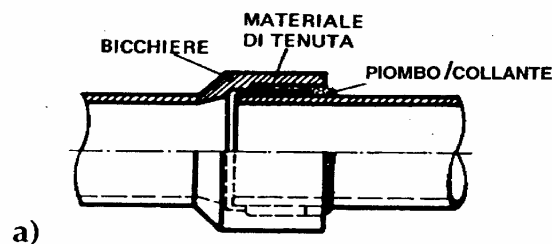


fig. 32.4 – Giunto a bicchiere cilindrico saldato.

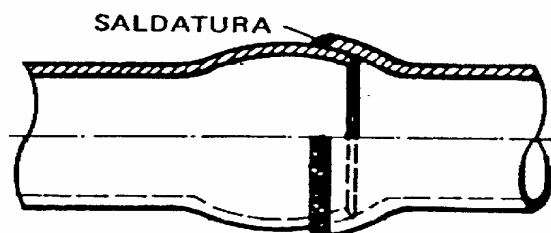


fig. 32.5 – giunto a bicchiere sferico saldato.

eseguita la “puntatura”, possa essere impresso un movimento di rotazione, mantenendo l’allineamento primitivo.

Nel secondo caso, la saldatura dei giunti di unione viene eseguita mantenendo fissi i tubi.

### Giunti a bicchiere non saldati (fig 32.6)

Si tratta di giunzioni, soprattutto usate per i tubi di ghisa e di plastica, che consentono leggeri disassamenti fra i tubi stessi. Nei tubi di ghisa la tenuta è assicurata da piombo fuso, sovrapposto a corda catramata che impedisce l’ingresso dello stesso dentro la tubazione.

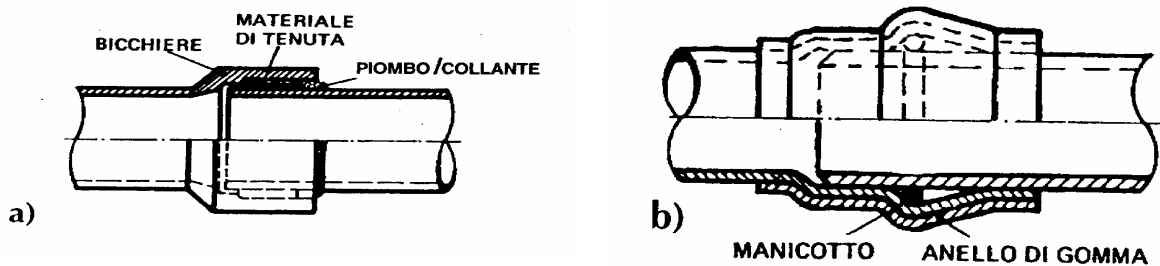


fig. 32.6 – Giunto a bicchiere non saldato per tubi in ghisa e di plastica.

Nel caso delle giunzioni fra tubi di PVC si impiegano collanti oppure anelli di gomma.

### Giunti a flange (fig 32.7)

I giunti smontabili sono a flangia o filettati. I giunti a flangia sono impiegati di regola per i diametri nominali più grandi, ed utilizzati per l’inserimento nella canalizzazione, di acciaio o di materiale plastico, di valvole, macchine (pompe, ventilatori, ecc.) e per consentirne il facile smontaggio.

I giunti a flange sono di regola usati:

- per le giunzioni di tubi di acciaio, plastica e ghisa;
- in corrispondenza degli attacchi dei tubi ad impianti, macchinari o pompe;
- per il montaggio di saracinesche e valvole sui tubi di qualsiasi diametro;
- nei casi in cui si preveda, in futuro, di smontare le tubazioni.

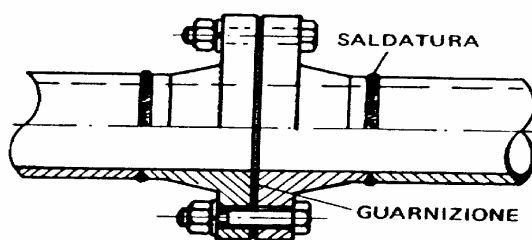
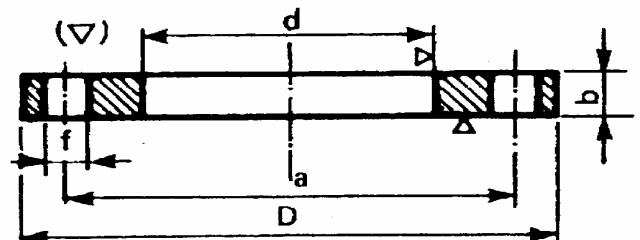


fig. 32.7 – Giunto a flange.

Si hanno flange piane:

1. *piane* (fig. 32.8), quando i fluidi trasportati hanno basse o medie pressioni (fino a PN10);



2. *scorrevoli* (fig. 32.9), per le reti di distribuzione di fluidi caldi a bassa pressione.;
3. *cieche* (fig. 32.10), per la chiusura della estremità di una tubazione o dell'imbuco di una valvola, ed in tutti quei casi in cui si preveda, in futuro, un'estensione della rete, ovvero l'alimentazione di nuove utenze;
4. *a collare* (fig. 32.11), per reti convogliati fluidi a media ed alta pressione. Le flange a collare possono essere di diversi tipi. In particolare, ricordiamo i seguenti:

- *ad incastro* (fig. 32.12), impiegate per alte pressioni;
- *ad tasca* (fig. 32.13), adatte per medie ed alte pressioni;
- *ad anello* (fig. 32.14), impiegate per alte pressioni ed alte temperature (impianti petrolchimici ed idroelettrici); sono caratterizzate da notevoli spessori e da una scanalatura ricavata sulla faccia di contatto: in tale scanalatura viene alloggiata una guarnizione costituita da un anello di acciaio dolce *ad incastro* (fig. 32.14).

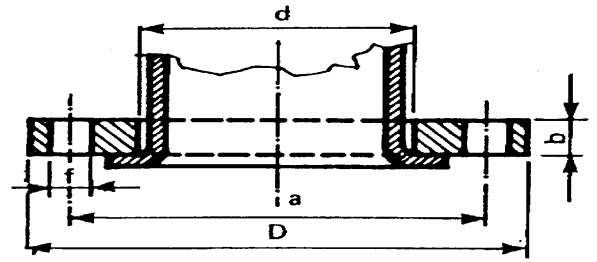


fig. 32.9 – Flange scorrevole metallica circolare per tubi con bordo di appoggio.

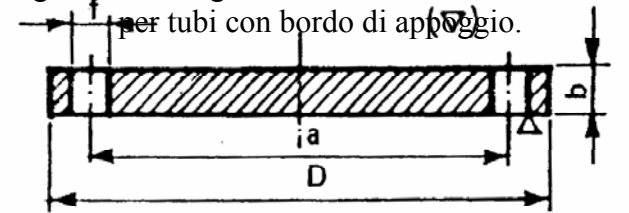


fig. 32.10 – Flangia metallica circolare cieca.

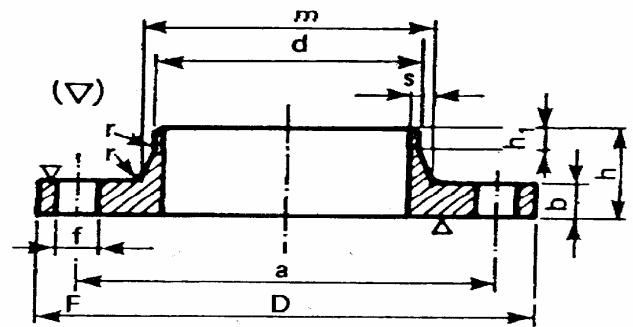


fig. 32.11 – Flangia a collare per tubazioni da saldare di testa.

Di solito, le giunzioni flangiate si realizzano:

- nel caso delle flange piane, mediante saldatura fra l'estremità del tubo e la superficie interna della flangia e fra l'esterno del tubo ed il fianco della flangia (fig. 32.15);
- nel caso di flange a collare, mediante saldatura fra l'estremità del tubo e l'orlo del collare (fig. 32.16), oppure, nel caso delle flange a tasca, infilando il tubo nella flangia fin contro alla battuta e saldando lungo il fianco del collare (fig. 32.13);
- se i tubi sono filettati ed hanno diametro inferiore a DN50, la giunzione delle flange piane e a collare si può realizzare avvitando l'estremità del tubo filettata maschio nel foro della flangia filettata femmina (figg. 32.17 e 32.18).

Tutti i tipi di flange vengono poi collegati fra di loro mediante bulloni inseriti dentro fori

ricavati su una circonferenza prossima al bordo esterno: il numero dei fori varia di quattro in quattro, a seconda del diametro e della pressione nominali (tab. 32.XV).

Al diametro ed alla pressione nominali sono del resto legate le dimensioni delle flange unificate (fig. 32.19).

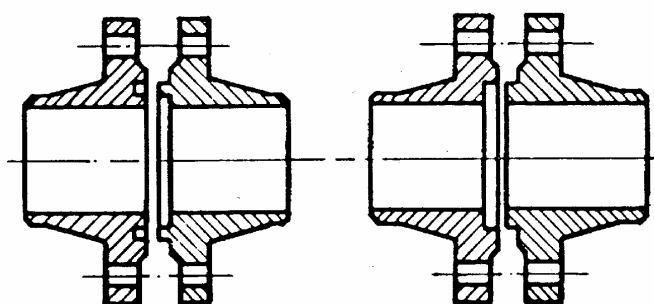


fig. 32.12 – Flange con incastro

La tenuta fra le giunzioni flangiate delle tubazioni è ottenuta mediante guarnizioni (v. § 32.13) costituite da materiale flessibile e impermeabile: tali guarnizioni vengono sistemate fra le superfici piane contrapposte delle due flange oppure in apposite sedi.

Le facce di contatto delle flange piane presentano sovente alcuni risalti concentrici (creste), ottenuti per tornitura, che favoriscono il contatto con la guarnizione e quindi migliorano la tenuta.

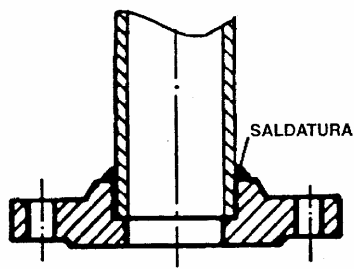


fig. 32.13 – Flangia a tasca e relativa modalità di giunzione con il tubo.

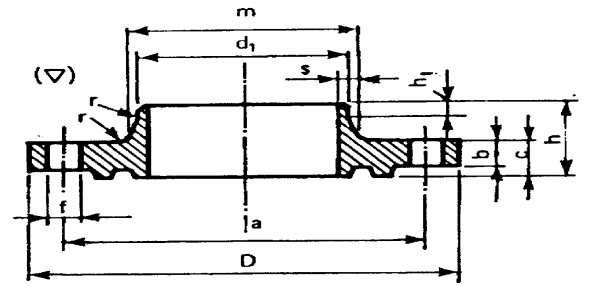


fig. 32.14 – Flangia metallica ad anello, cioè con scanalatura per guarnizione tipo ring-joint (v. fig. 32.44).

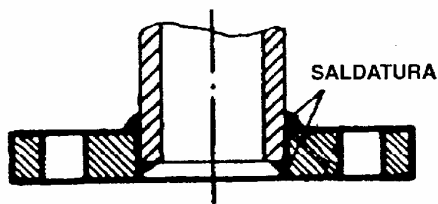


fig. 32.15 – Modalità di giunzione mediante saldatura fra tubo e flangia piana.

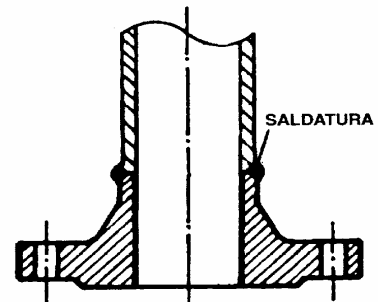


fig. 32.16 – Modalità di giunzione mediante saldatura fra tubo e flangia a collare.

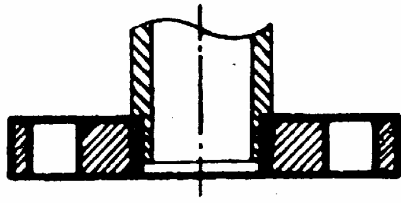


fig. 32.17 – Attacco fra tubo e flangia piana filettata.

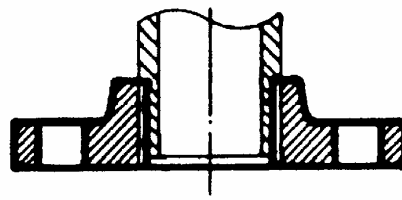


fig. 32.18 – Attacco fra tubo e flangia a collare filettati.

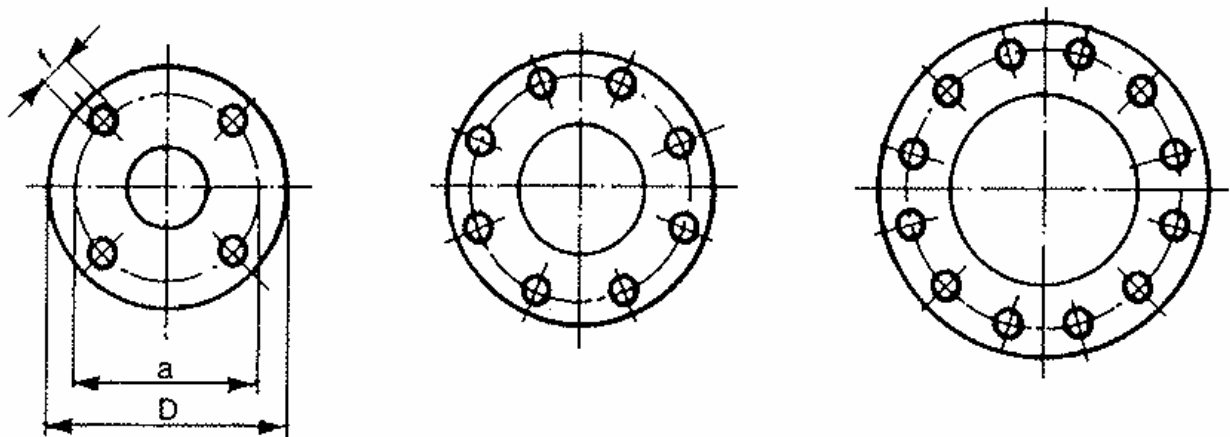


Fig. 32.19 - Esempi di foratura di flange: le tabelle UNI indicano il diametro, il numero dei fori e le altre quote riportate sul disegno in funzione del DN e della PN.

### Giunti speciali

Particolari tipi di giunzioni senza saldatura sono i giunti *Gibault* (fig. 32.20), *Express* (fig. 32.21), *Victaulic* (fig. 32.22), adattabili (fig. 32.23): tali giunti, tutti smontabili, sono in grado di assorbire leggeri disassamenti fra i tronchi di tubo. In particolare, il giunto adattabile consente di collegare tubi di materiali diversi ed aventi diametri che si differenziano, da un tubo all'altro, fino a

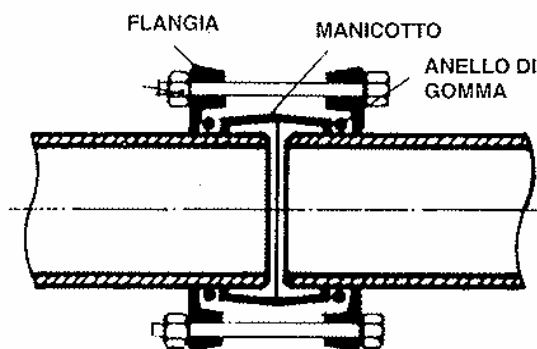


Fig. 32.20 - Giunto Gibault o meccanico con tronco di raccordo.

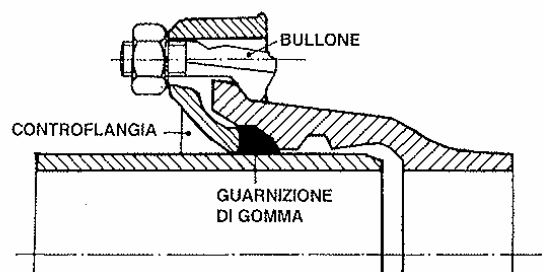


Fig. 32.21 - Giunto Express: la guarnizione è compressa tra i due bicchieri.

24 mm.

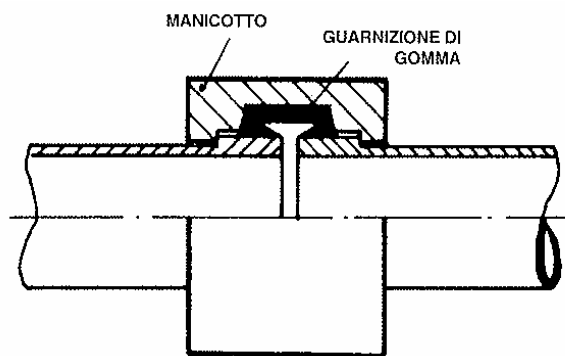


Fig. 32.22 - Giunto Victaulic o meccanico con gusci.

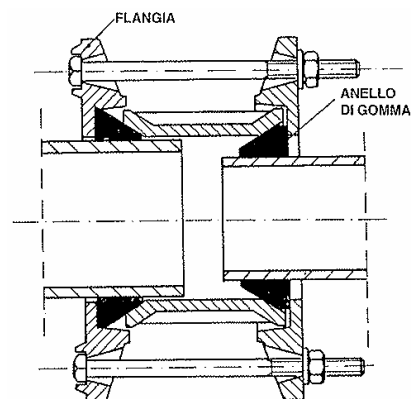


Fig. 32.23 - Giunto adattabile.

Tabella 32.XV - Flange metalliche circolari per tubazioni (UNI 2223-67).

DN	10-15-20-25-32-40-50-65-80-100-125-150-175-200-250-300-350-400-450-500-600-700-800-900-1000-1200-1400-1600-1800-2000								
N. fori	PN 2,5      PN 6      PN 10      PN 16      PN 25      PN 40      PN 64      PN 100      PN 160      PN 250								
4	DN ≤ 100 (1)	DN ≤ 100 (1)	DN ≤ 80	DN ≤ 65	DN ≤ 50	DN ≤ 50	DN ≤ 50	DN ≤ 50	DN ≤ 40
8	DN 125÷200	DN 125÷200	DN 100÷200	DN 80÷175	DN 65÷150	DN 65÷150	DN 65÷150	DN 65÷125	DN 50÷100
12	DN 250÷350	DN 250÷350	DN 250÷300	DN 200÷300	DN 175÷250	DN 175÷250	DN 175÷250	DN 150÷250	DN 125÷200
16	DN 400÷450	DN 400÷450	DN 350÷400	DN 350÷400	DN 300÷400	DN 300÷400	DN 300÷400	DN 300	DN 250÷300
20	DN 500÷600	DN 500÷600	DN 450÷600	DN 450÷600	DN 450÷600	DN 500÷600	DN 500÷600	DN 500÷600	—
24	DN 700÷900	DN 700÷900	DN 700÷800	DN 700÷800	DN 700÷800	DN 700÷800	DN 700÷800	DN 700	—
28	DN 1000	DN 1000	DN 900÷1000	DN 900÷1000	DN 900÷1000	DN 900÷1000	DN 900÷1000	—	—
32	DN 1200	DN 1200	DN 1200	DN 1200	DN 1200	DN 1200	DN 1200	—	—
36	DN 1400	DN 1400	DN 1400	DN 1400	DN 1400	—	—	—	—
40	DN 1600	DN 1600	DN 1600	DN 1600	DN 1600	DN 1600	—	—	—
44	DN 1800	DN 1800	DN 1800	DN 1800	DN 1800	—	—	—	—
48	DN 2000	DN 2000	DN 2000	DN 2000	DN 2000	—	—	—	—

(1) Le flange DN 100, PN 2,5 e PN 6 per tubazioni convoglianti olio, devono avere 8 fori.

La scelta del tipo di giunzione dipende dal materiale costituente le tubazioni, come risulta dalla tab. 32.XVI, la quale prende in considerazione tutti i tipi di giunzione citati in questo paragrafo.

**Tabella 32.XVI - Giunti più adatti per i vari tipi di tubo.**

Tipo di giunzione	Materiale costituente il tubo			
	Acciaio	Acciaio inox	Ghisa	Plastica
Saldatura di testa	*	*		
Giunto a bicchiere cilindrico saldato	*			*(1)
Giunto a bicchiere sferico saldato	*			
Giunto a manicotto a tasca saldato	*	*		*(1)
Giunto a flange	*	*	*	*
Giunto a bocchettone filettato	*	*		*(2)
Giunto a manicotto filettato	*	*		*
Giunto a bicchiere non saldato			*	
Giunto Gibault	*		*	
Giunto Express			*	
Giunto Victaulic	*			
Giunto adattabile	*		*	*

1)

Saldatura effettuata mediante collante con interposizione di anello di gomma.

(2) Per diametri fino a 60 mm si impiegano anche bocchettoni con anello di serraggio.

*Giunti a manicotto (figg. 32.24 e 32.25)*

Sono usati per tubi di acciaio e di plastica di piccolo diametro. Il manicotto (di solito con risalto di riscontro o "tasca") è filettato internamente oppure è liscio: nel primo caso, i tubi devono avere le estremità filettate; nel secondo, il manicotto viene fissato ai tubi mediante saldatura. La filettatura è di solito femmina, salvo per i tipi utilizzati anche come riduzioni che hanno imbocchi filettati maschio - femmina. I giunti a manicotto per tubi di plastica sono lisci e vengono incollati lungo le superfici di contatto.

Giunti a bocchettone

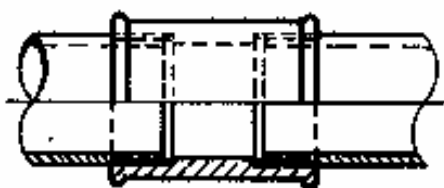


Fig. 32.24 - Giunto a manicotto filettato.

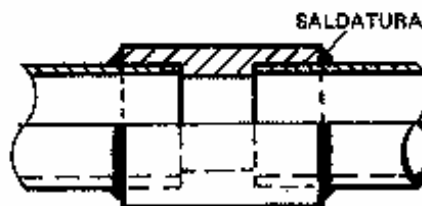


Fig. 32.24 - Giunto a tasca da saldare.

### Giunti a bocchettone

Giunzioni tipiche per tubi di acciaio e di plastica fino a 100 mm di diametro, i giunti a bocchettone sono costituiti da tre pezzi filettati, due dei quali avvitati alle estremità dei tubi, mentre il terzo tiene uniti i primi.

Le filettature dei due pezzi che si avvitano sugli imbocchi dei tubi, sono di solito femmina, ma possono anche essere maschio - femmina. Per favorire la tenuta, si adottano generalmente filettature femmina cilindrica e maschio conica.

Per le tubazioni di acciaio, i bocchettoni sono generalmente di ghisa malleabile, nelle due versioni: a *sede conica* (fig. 32.26), con tenuta assicurata dal contatto fra una superficie sferica e una superficie conica (quindi tra metallo e metallo), ed a sede piana (fig. 32.27), con interposizione di anello di guarnizione. Nel caso dei tubi di acciaio inossidabile, i bocchettoni sono del medesimo materiale costituente il tubo.

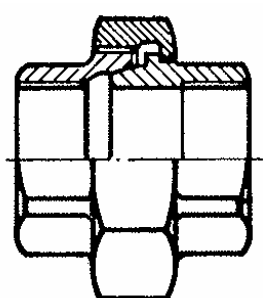


Fig. 32.26 - Giunto a bocchettone con sede conica.

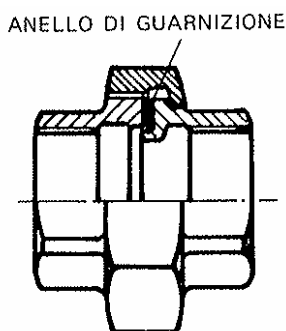


Fig. 32.27 - Giunto a bocchettone con sede piana e guarnizione.

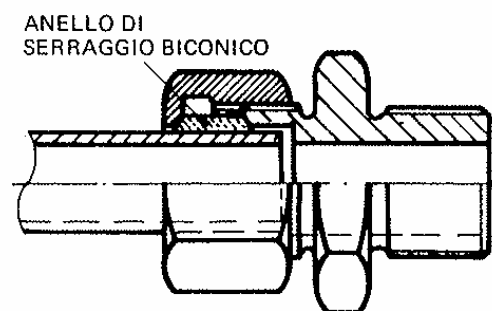


Fig. 32.28 - Giunto a bocchettone con anello di serraggio.

Per le tubazioni di diametro non superiore a 15 mm, aventi estremità lisce, viene sovente impiegato un tipo di bocchettone con anello di serraggio (fig. 32.28), la cui tenuta è appunto affidata ad un anello, generalmente biconico: tale bocchettone è particolarmente adatto per tubi di ottone e di rame, impiegati, ad esempio, per montare sulle condotte, apparecchi di misura e di controllo.

Per le tubazioni di plastica sono impiegati bocchettoni a sede piana, di materiale plastico oppure con anello di serraggio di ottone per tubazioni di diametro fino a 100 mm.

Nelle connessioni di tubi filettati costituenti reti di distribuzione dell'acqua, allo scopo di realizzare buoni collegamenti e tenute, le superfici filettate in presa vengono spalmate con una miscela costituita da una parte di minio di piombo e da due parti di olio di lino cotto.

Nei casi in cui il solo impiego della miscela di minio e olio di lino non è sufficiente a garantire la perfetta tenuta dell'unione filettata, si impiega treccia di canapa, imbevuta nella miscela suddetta ed accuratamente avvolta lungo tutta la superficie filettata che entrerà in presa con la parte corrispondente.

Altra miscela di frequente impiego è quella formata con manganosite ed olio di lino cotto, all'incirca nelle stesse proporzioni della miscela minio-olio di lino cotto.

Molto pratico è, infine, l'impiego di nastri di teflon<sup>7</sup> avvolti sopra le parti filettate.

Per tubazioni destinate a mantenere per lunghi periodi di tempo dei vuoti spinti, è consigliato l'impiego di una miscela costituita da cera di api e trementina.

Nel caso particolare di tubazioni filettate e destinate a trasportare solventi o carburanti e di tubazioni filettate sottoposte ad elevate temperature, si adotta una miscela metallizzante a base

<sup>7</sup> Il teflon è una resina al polifluoroetilene che ha particolari proprietà di resistenza ai calore, alla corrosione ed alle alte pressioni.

colloidale, formata da due parti circa di litargirio e una di glicerina, in modo da ottenere una consistenza di olio denso; l'eventuale impiego di treccia di canapa è ammesso, come già detto, nei soli casi in cui il semplice impiego della miscela sia insufficiente a garantire la tenuta.

Per tubazioni filettate destinate a trasportare ossigeno, non si devono impiegare oli combustibili, prodotti organici o sostanze grasse.

In pratica, la miscela di tenuta è costituita da un lubrificante neutro oppure da teflon o ancora - per pressioni fino a 30 bar - da un composto di acqua e grafite.

#### Giunti rapidi (fig. 32.29)

Questi giunti sono formati da due semianelli in ghisa sferoidale, con sede per una guarnizione in gomma, tenuti insieme da due bulloni zincati: ovviamente, i tubi devono essere dotati, alle estremità, di scanalatura o di anello di tenuta.

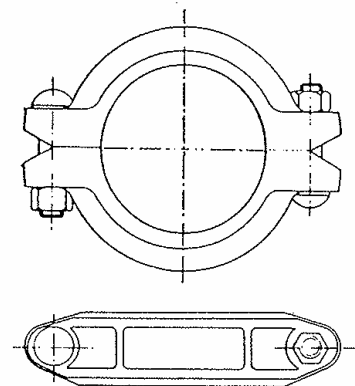


Fig. 32.29-Giunto rapido.

### 32.10. RACCORDI

Si elencano di seguito i più noti tipi di raccordi unificati:

- *gomiti, a 90°* (fig. 32.30.a) e a 45°: possono essere con entrambi gli imbrocchi lisci oppure filettati maschio oppure femmina o ancora uno maschio e uno femmina;
- *curve, a 90°* (fig. 32.30.b) e a 45°: possono essere con gli imbrocchi smussati (a saldare di testa) oppure con entrambi gli imbrocchi filettati maschio oppure femmina o ancora uno maschio e uno femmina<sup>8</sup>;
- *curve doppie* (a 180°) con imbrocchi smussati o con filettatura femmina<sup>9</sup>;
- *gomiti e curve con bocchettone*: sono disponibili gomiti e curve che terminano ad una estremità con un bocchettone (fig. 32.31): filettature maschio o femmina;
- *Ti (raccordi a T)* (fig. 32.32), con derivazione dello stesso diametro o di diametro diverso: gli imbrocchi possono essere smussati oppure filettati indifferentemente maschio o femmina; si usano ancora per diametri inferiori a 100 mm; per diametri superiori si ricorre alla saldatura diretta dei tubi;
- *Ti curvi*, a una (fig. 32.33) o a due curve: gli imbrocchi sono di solito filettati femmina; sono sempre meno disponibili sul mercato;
- *croci* (fig. 32.34), con due imbrocchi eventualmente di diametro ridotto; la filettatura è sempre femmina; sono ormai poco usati;
- *riduzioni e nippli* (figg. 32.35 e 32.36): si tratta di raccordi che servono per unire due tubi di diametro diverso o aventi diversa filettatura<sup>10</sup>;
- *calotte e tappi* (figg. 32.37 e 32.38): servono per chiudere l'estremità filettata di un tubo (calotta con filettatura femmina) o di un raccordo (tappo con filettatura maschio);

<sup>8</sup> Le curve si distinguono per l'angolo che formano, il materiale che le costituisce, il diametro, lo spessore ed il raggio di curvatura. Si hanno curve a raggio stretto (1 volta il diametro), a raggio medio (1,5 volte il diametro) ed a raggio lungo (2,5 volte il diametro).

<sup>9</sup> = 8

<sup>10</sup> I parametri caratteristici delle riduzioni sono il materiale costituente, il diametro, lo spessore e il tipo di estremità (filettate o smussate), i metodi di fabbricazione sono la trafilatura, la forgiatura o la fusione.

- *distribuzioni* (figg. 32.39 e 32.40): sono raccordi che servono per unire tre, quattro o cinque tubi convergenti; la filettatura è sempre femmina.

La raccorderia con imbocchi lisci è di solito in acciaio trafilato a caldo oppure è ottenuta saldando elementi stampati. Quella con imbocchi filettati è in ghisa malleabile, in materie plastiche o in ottone, salvo per i manicotti che possono anche essere di acciaio. Per particolari applicazioni si ricorre a raccorderia in acciaio inossidabile.

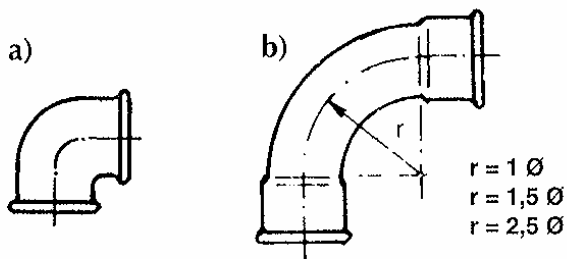


Fig. 32.30 - a) gomito a 90°; b) curva a 90°.

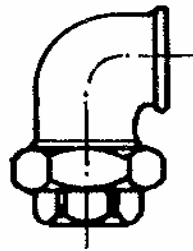


Fig. 32.31 - Gomito con bocchettone.

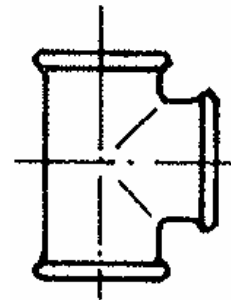


Fig. 32.32 - Ti a 90°.

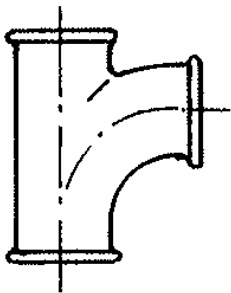


Fig. 32.33 - Ti a una curva.

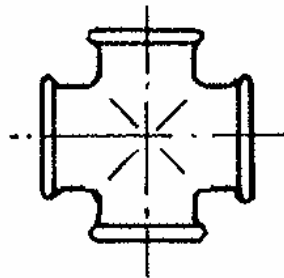


Fig. 32.34 - Croce.

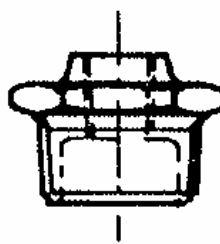


Fig. 32.35 - Riduzione.

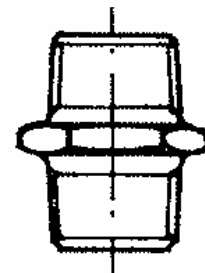


Fig. 32.36 - Nipplo.

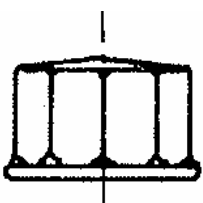


Fig. 32.37 - Calotta.



Fig. 32.38 - Tappo.

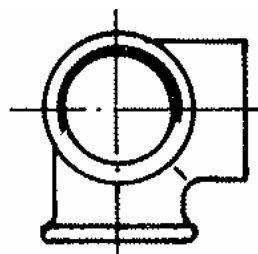


Fig. 32.39 - Distribuzione a gomito (3 tubi convergenti).

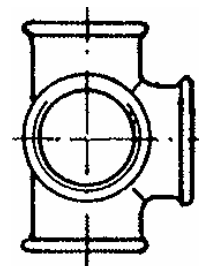


Fig. 32.40 - Distribuzione a croce (5 tubi convergenti).

### 32.11. GUARNIZIONI

Come già accennato, per assicurare la tenuta fra due flange, si impiegano guarnizioni, costituite da materiali scelti in base alle caratteristiche del fluido che percorre le tubazioni, nonché alla temperatura ed alla pressione dello stesso fluido.

Le guarnizioni più usate sono le seguenti:

- a) Piane non metalliche (di solito sono a base di fibre aramidiche o ceramiche e gomma sintetica oppure grafite), adatte per temperature non elevate, medie pressioni e fluidi quali acqua, aria, gas, vapore (fig. 32.41). In pratica, si impiega tale tipo di guarnizione se

$$p * t < 5000$$

dove:

p = pressione del fluido (bar);

t = temperatura del fluido (°C).

Se il prodotto  $p * t > 5000$ , si ricorre alle guarnizioni metalliche.

- b) *Piane metalliche* (ferro dolce, rame, piombo, alluminio), adatte per fluidi corrosivi (acidi, ammoniacca, basi), medie temperature e pressioni.

- c) *Ondulate, metalliche o metalloplastiche* (fig. 32.42): costituite da un lamierino ondulato, eventualmente rivestito di un composto autoadesivo a base di fibre aramidiche e gomme o di grafite lamellare, sono adatte per basse pressioni. Per medie ed alte pressioni sono utilizzate guarnizioni spirometalliche (fig. 32.42.e) costituite da lamierini metallici sagomati a "V" fra i quali è interposto uno strato di materiale plastico (generalmente grafite).

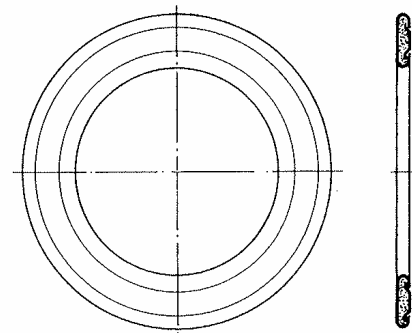


Fig. 32.41 - Guarnizione piana.

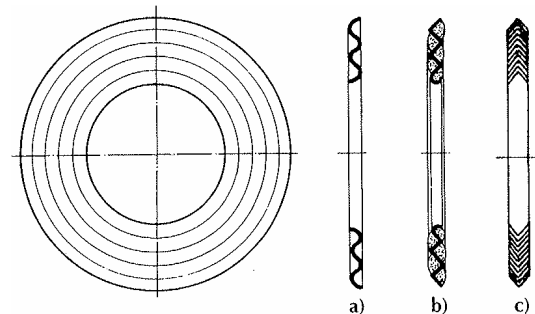


Fig. 32.42 - Guarnizione ondulata: a) metallica; b) metallo plastica; e) spirometallica.

- d) Metalloplastiche incamiciate o a busta (fig. 32.43), consistenti in una lamina (liscia od ondulata) racchiudente, in tutto o in parte, un'anima in fibre o grafite. Sono adatte per applicazioni in cui la temperatura sia inferiore a quella ammissibile per l'anima in fibre o grafite (400° ÷ 600°C).

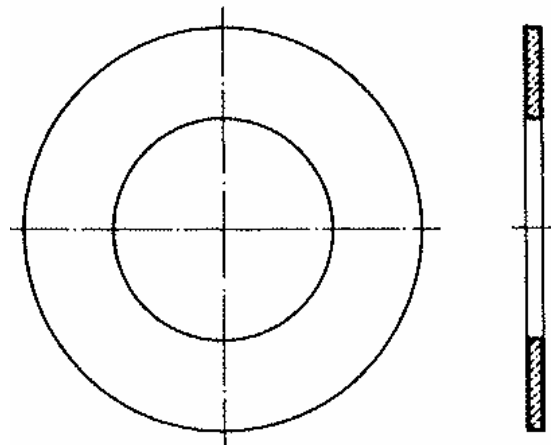


Fig. 32.43 - Guarnizione metallo-plastica incamiciata o a busta.

- e) Ad anello (fig. 32.44), a sezione ovale od ottagonale, costituite da ferro dolce od acciaio (anche inossidabile), scelto in modo che la durezza sia minore di quella delle flange (al fine di non alterare la scanalatura di queste ultime). Sono adatte per alte temperature e pressioni.

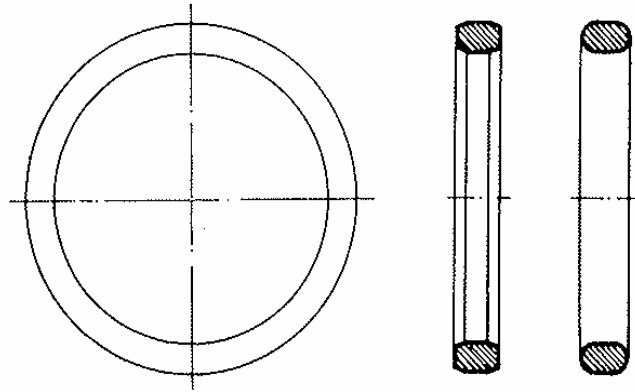


Fig. 32.44 - Guarnizione ad anello ring-joint impiegata per le giunzioni flangiate del tipo di fig. 32.14.

La tenuta di una guarnizione dipende anche dal profilo delle facce contrapposte delle flange: profilo, spaziatura delle creste e profondità dei solchi hanno un'influenza importante sull'area di contatto e sulla tenuta, quindi sulla pressione di serraggio.

Al momento dell'installazione della guarnizione, le facce delle flange, piane o no, devono essere parallele e ben pulite. Dopo un primo serraggio manuale dei bulloni, si completa il serraggio con chiave dinamometrica, agendo in sequenza sui bulloni opposti (cioè disposti a  $180^\circ$ ).

### 32.12. ORGANI DI INTERCETTAZIONE E DI REGOLAZIONE

Per consentire la regolazione o l'interruzione del flusso dei fluidi nelle tubazioni, si installano, in posizione opportuna, appositi organi di manovra, genericamente denominati *valvole*. Tali organi sono realizzati in forme le più svariate, ogni costruttore adottando modelli propri. Il principio di funzionamento è però molto simile per i vari modelli di una stessa famiglia di valvole.

In generale, un organo di intercettazione è costituito dalle seguenti parti (figg. 32.45 e 32.46):

- un corpo o carcassa;
- un coperchio o cappello (per le saracinesche) oppure un cavalletto (per le valvole);
- una sede di tenuta costituita da anelli intercambiabili;
- un otturatore con relativi albero e guarnizione (baderna);
- un dispositivo di manovra (volantino).

Il corpo, diverso per ogni tipo di valvola, è soprattutto caratterizzato dal materiale di cui è costituito. Si costruiscono corpi in bronzo e ottone, ghisa, acciaio, materie plastiche.

Bronzo e ottone sono adatti per valvole di piccole dimensioni (diametri fino a 100 mm come massimo) destinate a regolare il flusso di fluidi aventi temperature e pressioni relativamente basse (inferiori a 200°C ed a 25 bar rispettivamente).

Per diametri superiori a 100 mm e per fluidi quali acqua, oli e gas a temperature inferiori a 200°C e per pressioni inferiori a 16 bar, si ricorre sovente a valvole con corpo in ghisa. Queste, però, sono sconsigliabili allorquando devono essere installate all'aperto, in climi freddi (cioè con temperature inferiori a 0°C) e dove siano soggette a urti, colpi d'ariete o vibrazioni.

Quando le valvole in ghisa sono sconsigliabili, si ricorre a corpi in acciaio (al carbonio, legato o inossidabile), fuso e successivamente sottoposto a trattamento termico e sabbiatura con graniglia metallica.

Anche il *coperchio* ed il *cavalletto*, destinati a sopportare le parti mobili dell'organo di intercettazione, possono assumere le forme più svariate. Si hanno coperchi o cavalletti:

- filettati (allorquando il diametro non supera i 100 mm e per basse pressioni e temperature);
- elettrosaldati (per flussi tossici o corrosivi);
- flangiati (per alte pressioni e alte temperature).

Nel caso di coperchi flangiati, la tenuta fra corpo e coperchio (o cavalletto) è assicurata da una guarnizione, in fibra o in teflon.

L'otturatore viene scelto in base alle caratteristiche chimico - fisiche del fluido ed alle condizioni di esercizio: sovente, si ricorre agli acciai al cromo o martensitici oppure a bronzo e ottone (per valvole in ghisa) o ancora a leghe di nichel e rame (per valvole montate su tubazioni per vapore, acqua di mare e fluidi corrosivi). Come si vedrà in seguito, si hanno otturatori a cuneo, a disco, a cono, a spillo, a sfera, a battente.

L'otturatore si chiude su una sede o anello di tenuta, ricavato nel corpo della valvola:

al fine di evitare il grippaggio, tale sede dovrebbe avere - durezza inferiore di circa 50 Brinell rispetto a quella dell'otturatore; inoltre, le superfici a contatto devono essere molto lisce. Sempre al fine di evitare le perdite attorno alle sedi (almeno nel caso in cui si verificano riscaldamenti e raffreddamenti ripetuti), si consiglia l'impiego, per la sede stessa e per il corpo della valvola, di materiali aventi coefficienti di dilatazione simili.

La manovra dell'otturatore è eseguita mediante un volantino che comanda l'albero o stelo. L'apertura e la chiusura delle valvole sono ottenute in uno dei due modi seguenti:

- lo stelo, filettato, scorre su una boccola con madrevite fissa al cappello;

- lo stelo ruota "in folle" nell'apposita sede del cappello e l'otturatore si avvita lungo lo stelo stesso.

La tenuta fra l'albero ed il cappello è assicurata da un premistoppa con baderna costituita da treccia di filato aramidico e teflon.

È infine importante stabilire il tipo di connessione fra le valvole ed i tubi su cui le stesse devono essere montate (da esso dipende infatti la possibilità di smontare rapidamente le valvole stesse). Si hanno pertanto valvole con estremità flangiate, filettate (solo per diametri non superiori a 100 mm) ed a saldare.

Gli organi di intercettazione possono essere suddivisi in tre categorie principali:

- saracinesche;

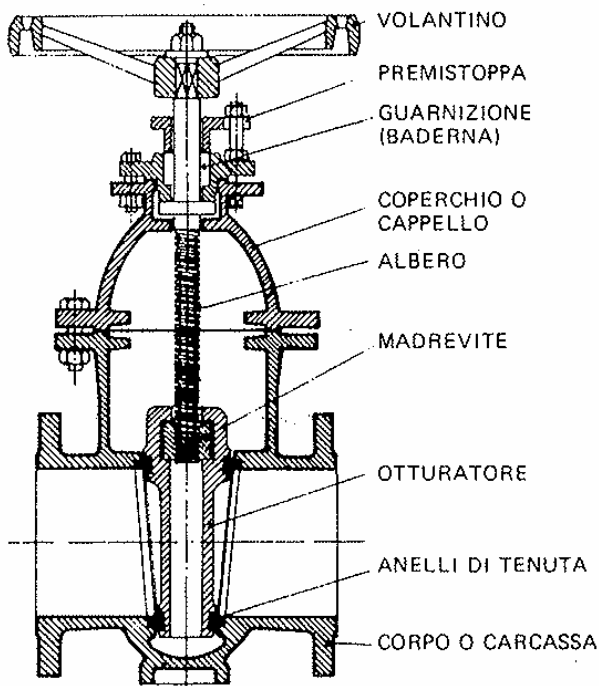


Fig. 32.45 - Saracinesca.

- valvole;
- rubinetti.

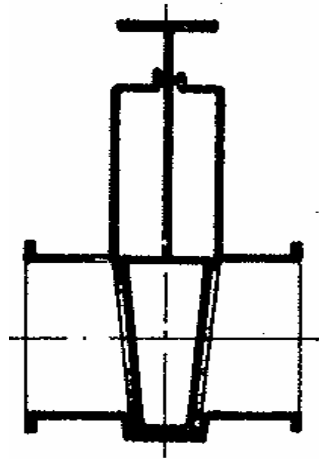


Fig. 32.47 - Saracinesca con otturatore a cuneo.

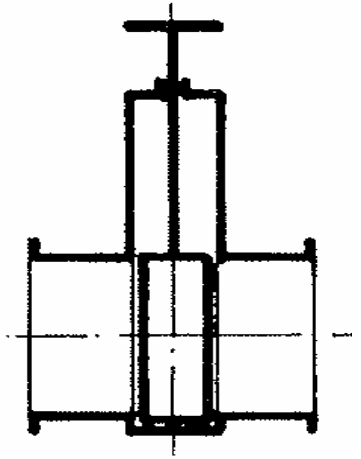


Fig. 32.48 - Saracinesca con otturatore a facce parallele.

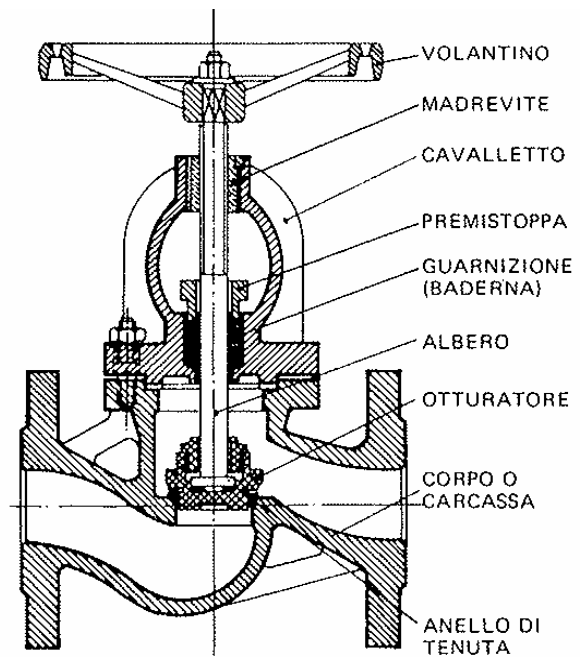


Fig. 32.46 - Valvola (a flusso avviato).

## SARACINESCHE

Nelle saracinesche (figg. 32.47 e 32.48) l'organo di intercettazione (costituito da un otturatore a facce parallele o a cuneo) compie un moto perpendicolare all'asse del tubo su cui le stesse sono montate ed alla direzione del fluido. L'otturatore, mosso dallo stelo, può scorrere sulle guide del corpo fino a quando viene a contatto con le apposite sedi.

Le saracinesche sono soprattutto adatte nei caso di portate rilevanti e per intercettare il flusso dei fluidi con manovre del tipo "tutto aperto" o "tutto chiuso"; sono meno adatte per regolazioni intermedie, soprattutto per l'azione erosiva che il fluido può esercitare sulla parte dell'otturatore che lo intercetta.

Poiché la direzione del flusso non viene variata, le saracinesche, quando l'otturatore è aperto, non danno luogo a perdite di rilievo.

Per il principio che regola il loro funzionamento, le saracinesche hanno ingombro ridotto secondo l'asse del tubo, mentre l'ingombro in altezza è notevole, dovendo contenere l'otturatore quando quest'ultimo è aperto.

Per pressioni dell'acqua inferiori a 4 bar, per diametri fino a DN300, all'interno degli stabilimenti e per impieghi non continuativi, si possono usare saracinesche in ghisa a corpo piatto, mentre per pressioni o diametri superiori, all'aperto o dove le manovre sono frequenti, conviene ricorrere a saracinesche in ghisa a corpo ovale o meglio ancora in acciaio a corpo, cilindrico<sup>11</sup>.

Per grandi diametri o elevate pressioni del fluido, si prevedono appositi meccanismi di manovra dell'otturatore: ciò in quanto l'attrito radente di quest'ultimo sulle sedi e, specie in fase di apertura, la spinta del fluido sull'otturatore rendono difficoltose le manovre.

## VALVOLE

Le valvole sono essenzialmente impiegate per regolare la portata dei fluidi nelle reti di distribuzione, il che viene ottenuto modificando le perdite di carico in rete.

Nelle valvole l'asse dell'otturatore coincide con l'asse della sede di tenuta. La chiusura è assicurata dal contatto fra l'otturatore e la sede a forma circolare.

La fig. 32.49 fornisce lo schema di una valvola a flusso avviato: il flusso del fluido passando attraverso tali valvole subisce due successive deviazioni di 90°.

Ne conseguono perdite di carico sensibili anche a otturatore tutto aperto.

Per contro, le manovre di apertura risultano facilitate dal fatto che l'otturatore si muove nello stesso senso del flusso. Inoltre, la notevole resistenza al moto del fluido, le rende più adatte delle saracinesche per la regolazione della portata.

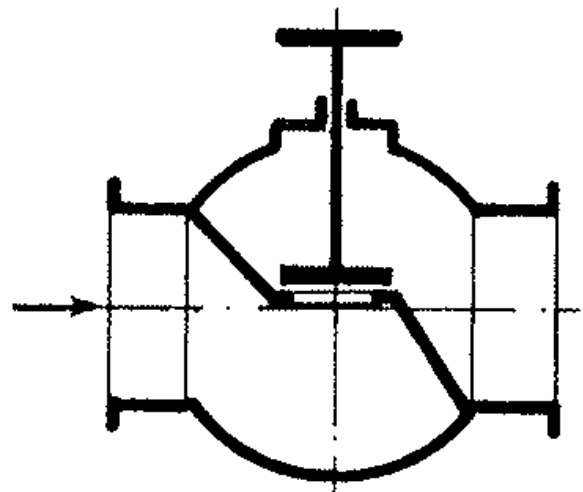


Fig. 32.49 – Valvola a flusso avviato.

<sup>11</sup> *Le saracinesche a corpo piatto hanno dimensioni ridotte, specialmente in lunghezza (distanza tra le facce delle flange) e quindi non sopportano pressioni elevate. Quelle a corpo ovale o cilindrico hanno dimensioni maggiori e proporzionate alle pressioni di esercizio per le quali sono impiegate.*

Per assicurare il passaggio dell'intera portata di fluido attraverso la valvola, occorre che risulti (fig. 32.50):

$$\frac{\pi d^2}{4} = \pi d h \Rightarrow h = \frac{d}{4}$$

per cui la corsa dell'otturatore  $h$  deve essere pari a  $d/4$ .

La perdita di carico nelle valvole è misurata dalla

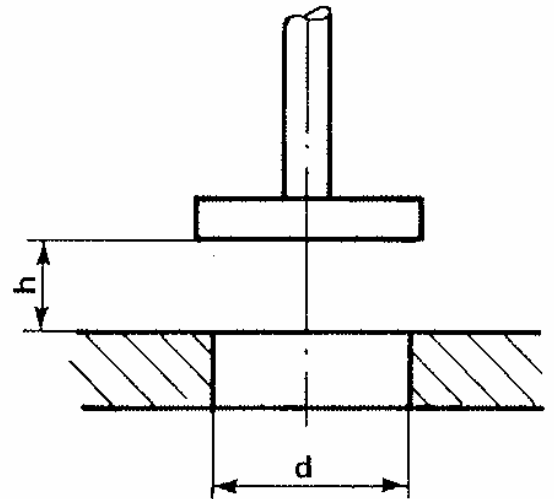


Fig. 32.50 – Schema otturatore e sede relativa.

$$(32.4) \quad h' = j\gamma \frac{v^2}{2g}$$

valida a condizione che la  $h'$  non determini sensibili variazioni di  $\gamma$ <sup>12</sup>.

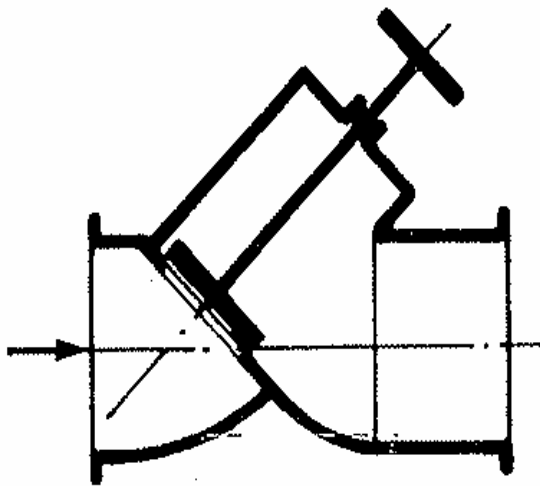


Fig. 32.51 – Valvola a flusso libero.

Un tipo di valvola caratterizzato da perdite di carico minori e denominato valvola a flusso libero è quello schematizzato in fig. 32.51: come si può rilevare, la variazione di direzione imposta al fluido è molto minore.

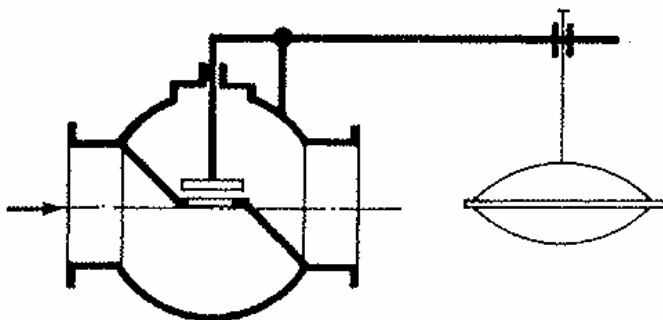


Fig. 32.52 – Valvola automatica a galleggiante.

Alle valvole a flusso avviato appartiene il tipo cosiddetto a galleggiante (fig. 32.52), il cui otturatore è azionato, tramite una leva, da un galleggiante che ne comanda la chiusura quando il livello del fluido contenuto in un recipiente, vasca o serbatoio raggiunge un'altezza prestabilita.

<sup>12</sup> Nella (32.4),  $j$  = fattore di perdita di carico (adimensionale);  $\gamma$  = peso specifico del fluido;  $v$  = velocità dello stesso (in unità omogenee).

Accenniamo ancora alle valvole a spillo caratterizzate da un otturatore più appuntito ad una estremità rispetto a quello delle normali valvole a flusso avviato: si impiegano per piccoli diametri e per piccole portate e quando è richiesta una regolazione precisa del flusso.

Ricordiamo anche le *valvole di sicurezza*, previste per interventi automatici di emergenza allorquando la pressione del fluido contenuto in una tubazione o in un recipiente supera un determinato valore.

Si hanno valvole di sicurezza:

- a peso diretto (fig. 32.53), cioè aventi un peso applicato direttamente sullo stelo dell'otturatore;
- a leva con contrappeso (fig. 32.54), nelle quali, spostando il peso, si ottiene la regolazione della pressione di esercizio;
- a molla (fig. 32.55), con taratura della molla stessa mediante compressione;
- a membrana (fig. 32.56), per reti di gas a bassa pressione, quali acetilene e metano.

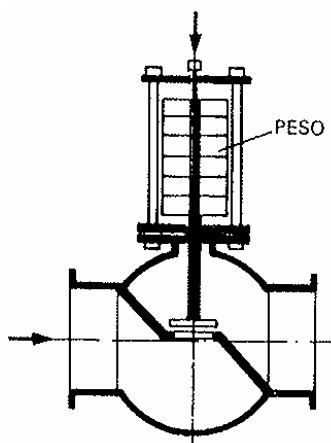


Fig. 32.53 – Valvola di sicurezza a peso diretto.

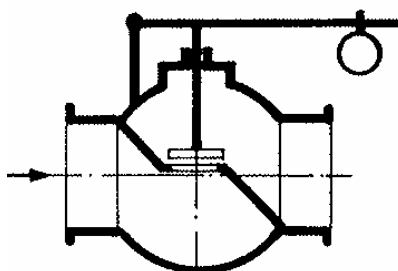


Fig. 32.54 – Valvola di sicurezza a leva con contra

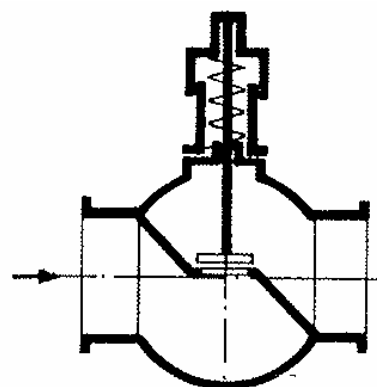


Fig. 32.55 – Valvola di sicurezza a molla.

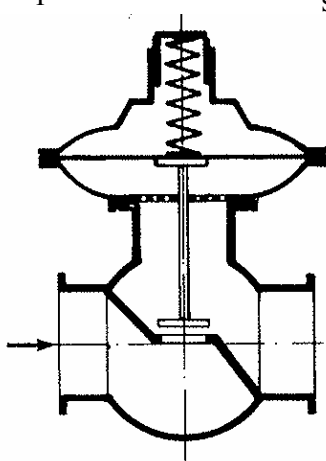


Fig. 32.56 – Valvola di sicurezza a membrana per gas.

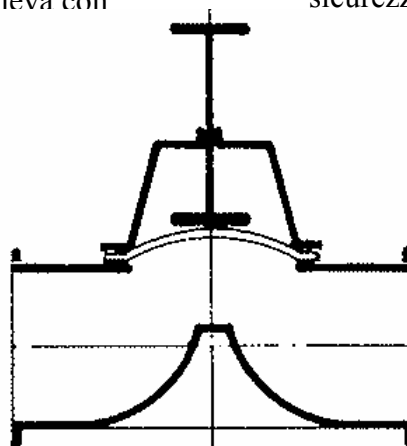


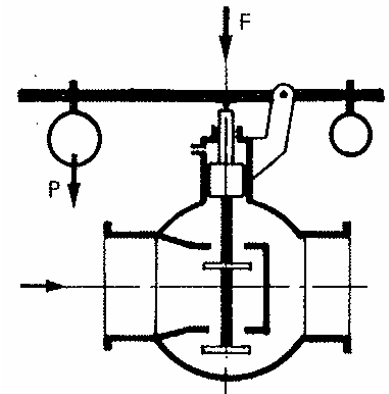
Fig. 32.57 – Valvola a diaframma.

Fra le valvole a flusso avviato, si possono ancora includere le cosiddette valvole a diaframma (fig. 32.57), nelle quali l'otturatore è costituito da un diaframma (a base di gomma o materie plastiche) che si chiude sotto la pressione dello stelo: sono adatte per fluidi anche corrosivi o tossici, purché compatibili con il materiale di cui è costituito il diaframma.

In molte reti per la distribuzione di fluidi negli stabilimenti industriali, si rende necessario regolare con continuità la portata o la pressione di esercizio.

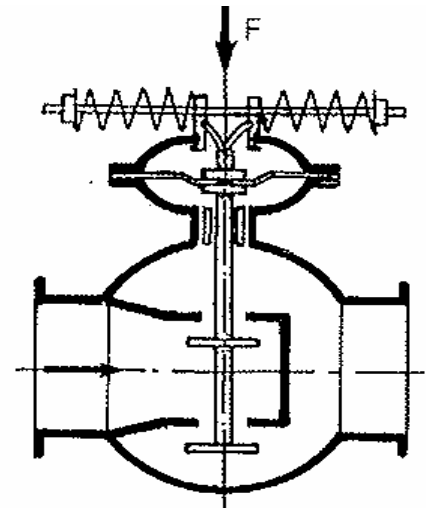
A tale fine, si ricorre alle cosiddette *valvole regolatrici di portata e/o di pressione*, fra le quali ricordiamo le seguenti:

- *valvola regolatrice di pressione a contrappeso* (fig. 32.58): all'otturatore è applicata la forza  $F$  generata da una leva su cui può scorrere un peso  $P$  (di modo che l'entità della forza  $F$  risulta variabile entro un certo intervallo); quando la pressione in rete supera il valore prestabilito, il fluido esercita sull'otturatore una forza superiore (e contraria) a  $F$ , provocandone l'apertura: parte del fluido si scarica dalla rete nell'atmosfera (se si tratta di gas); in un condotto di recupero o in una vasca di raccolta o in una fognatura (se si tratta di un liquido);



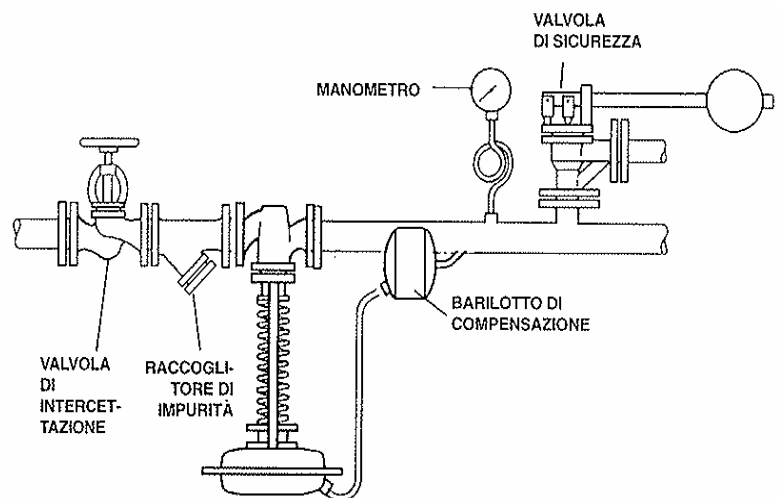
**Fig. 32.58** – Valvola regolatrice di pressione a contrappeso.

- *valvola regolatrice di pressione a molla* (fig. 32.59): la forza  $F$ , anziché a mezzo di una leva con contrappeso, viene applicata all'otturatore da una molla;



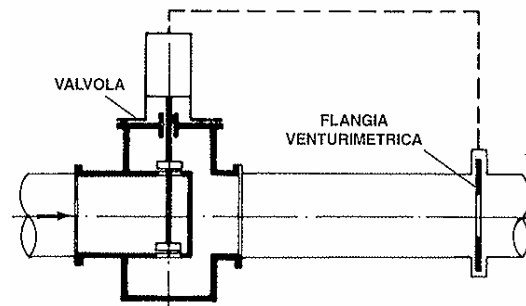
**Fig. 32.59** – Valvola regolatrice di pressione a molla.

- *valvola regolatrice di pressione servocomandata* (fig. 32.60): la regolazione della pressione è assicurata, a valle della valvola, mediante una derivazione dal condotto principale; è così possibile comandare la regolazione dell'otturatore attraverso opportuni dispositivi, fra i quali la figura citata illustra il tipo a membrana con molla di comando;



**Fig. 32.60** – Valvola regolatrice di pressione servocomandata.

- **valvola regolatrice di portata servocomandata** (fig. 32.61): una flangia venturimetrica installata a valle della valvola (e a debita distanza dalla stessa), comanda l'apertura e la chiusura dell'otturatore, lasciando passare la portata di fluido prestabilita.



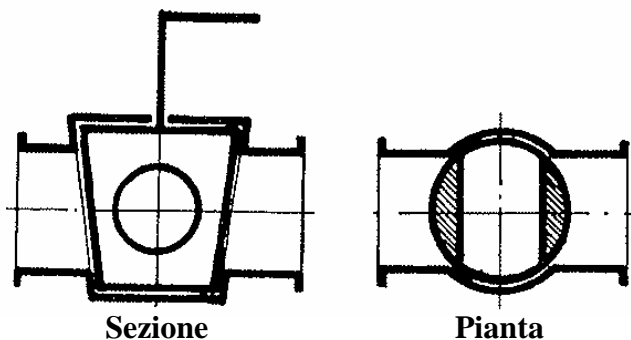
**Fig. 32.61** – Valvola regolatrice di portata servo-comandata.

Gli ultimi due tipi di valvole hanno in genere doppio otturatore, così da facilitare le operazioni di apertura. Il comando dell'otturatore è asservito ad uno strumento di misura (della pressione o della portata) che, al variare della variabile controllata, agisce sull'interruttore della valvola attraverso una fonte esterna di energia costituita da aria compressa, energia elettrica od olio in pressione. Si hanno regolazioni "a tutto o niente" (l'otturatore può assumere solo due posizioni: tutto aperto o completamente chiuso) oppure "modulanti" (l'otturatore si ferma anche in posizioni intermedie fra le due posizioni estreme).

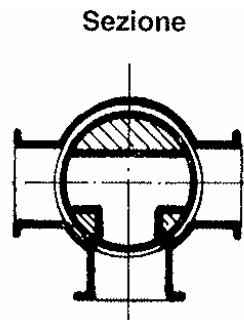
### Rubinetti

Si tratta di organi di intercettazione adatti per regolazioni del flusso, del tipo "tutto chiuso" o "tutto aperto".

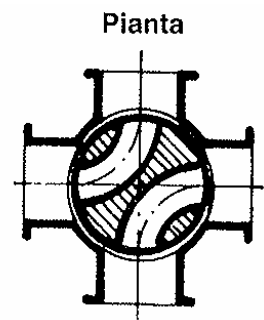
Le figg. 32.62, 32.63 e 32.64 riportano lo schema dei cosiddetti rubinetti a maschio: questi possono essere a due, tre o quattro vie. L'organo di chiusura ha forma tronco-conica, con un foro a sezione circolare attraverso il quale, in posizione di apertura, passa il fluido. La chiusura del passaggio è ottenuta con la semplice rotazione di 90° della leva di manovra.



**Fig. 32.62** - Rubinetto a maschio a 2 vie.



**Fig. 32.63** - Rubinetto a maschio a tre vie.

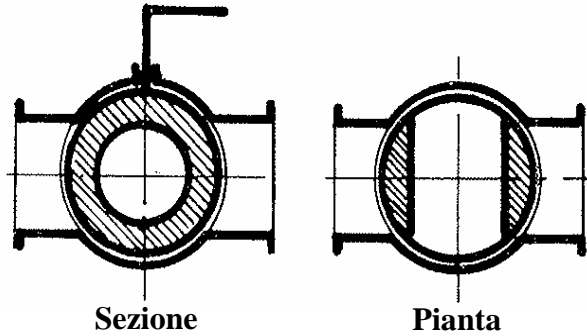


**Fig. 32.64** – Rubinetto a maschio a 4 vie.

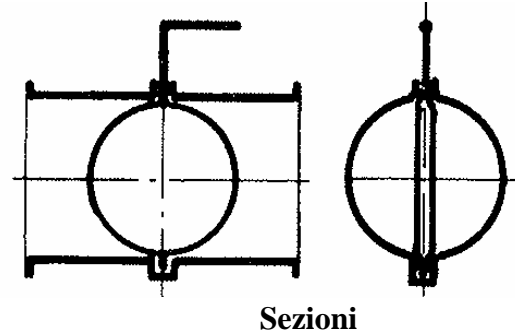
I tipi a tre e quattro vie consentono deviazioni multiple del fluido convogliato, fra diversi tubi convergenti.

Sovente si ricorre alle *valvole a sfera*, che altro non sono che rubinetti il cui otturatore presenta forma sferica (fig. 32.65): anche tali valvole sono adatte per intercettazioni del tipo "apri - chiudi" e sono assai diffuse.

Sempre alla categoria dei rubinetti appartengono le *valvole a farfalla* (fig. 32.66): anch'esse infatti hanno l'organo di comando rotante di soli 90°; si differenziano dagli altri rubinetti per quanto



**Fig. 32.65** - Rubinetto o valvola a sfera.



**Fig. 32.66** - Rubinetto o valvola a farfalla.

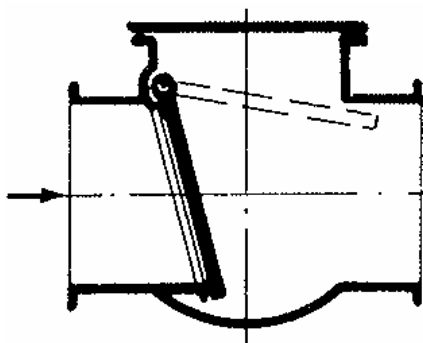
riguarda l'otturatore, avente la forma di un disco. Consentono la regolazione del flusso che le attraversa.

### Valvole di ritegno

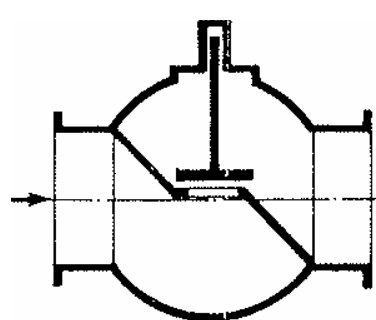
Un tipo particolare di valvola è quello noto come valvola di ritegno o di non ritorno: consente il flusso del fluido in un solo senso e lo impedisce, richiudendosi, nel senso opposto.

I tipi principali sono:

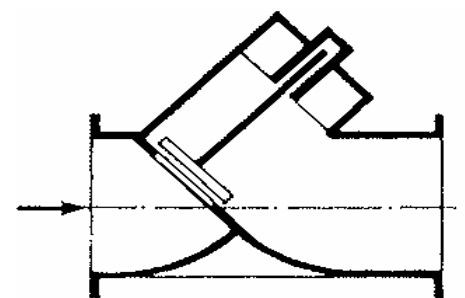
- a *clapet* o a battente (fig. 32.67);
- a *flusso avviato* (fig. 32.68);



**Fig. 32.67** - Valvola di ritegno a clapet.



**Fig. 32.68** - Valvola di ritegno orizzontale a flusso avviato.



**Fig. 32.69** - Valvola di ritegno orizzontale a flusso libero.

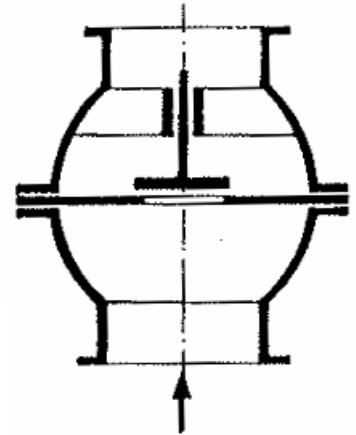
- a *flusso libero* (fig. 32.69);
- *per tubazioni verticali* (fig. 32.70);
- a *disco* (fig. 32.71).

Le valvole di ritegno dette a clapet, certamente le più usate, sono adatte ad essere installate su tubazioni orizzontali, verticali od oblique: quando il fluido si muove nel senso consentito, il battente

è mantenuto aperto dal fluido stesso; quando invece si registra un flusso di senso contrario, il battente si richiude sotto l'effetto del peso proprio e dello stesso fluido.

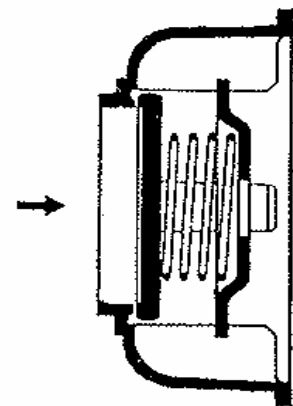
Le valvole di ritegno a flusso avviato e a flusso libero, non si discostano concettualmente dalle valvole contrassegnate con la stessa denominazione (fig. 32.49 e 32.51): possono essere indifferentemente montate su tubazioni orizzontali o verticali.

Invece, le valvole di ritegno del tipo schematizzato in fig. 32.70 sono adatte ad essere montate esclusivamente su tubazioni verticali: infatti, l'otturatore viene mantenuto aperto solo se il fluido si muove verso l'alto e si richiude quando cessa il flusso.



**Fig. 32.70** - Valvola di ritegno verticale.

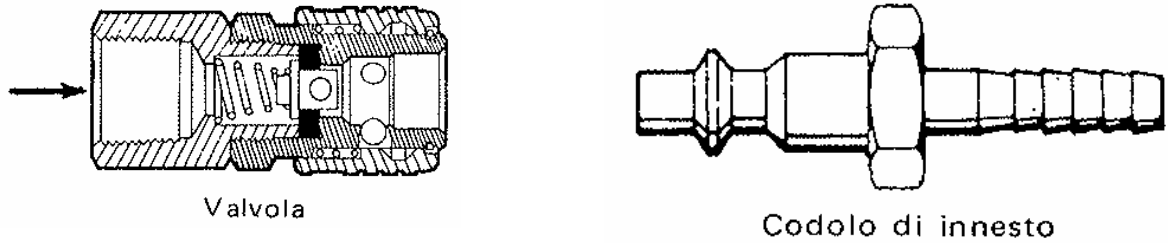
Infine, le valvole a disco possono essere montate in qualsiasi posizione e sono impiegate come valvole di fondo e come valvole di ritenuta sulle tubazioni per liquidi, vapore o gas.



**Fig. 32.71** - Valvola di ritegno a disco.

### ***Valvole ad innesto rapido***

La fig. 32.72 riporta lo schema di una valvola a chiusura automatica utilizzata per allacciamenti fra tubi rigidi e tubi flessibili: l'inserimento di un apposito codolo apre l'otturatore della valvola,



**Fig. 32.72** - Valvola ad innesto rapido.

normalmente tenuto chiuso da una molla.

## Tubi in acciaio: tipologie di giunzioni

### Giunti saldati



Fig. 4.11 Giunto a borchiere cilindrico saldato.



Fig. 4.13 Giunto a borchiere sferico con camera d'aria.



Fig. 4.12 Giunto a borchiere sferico saldato.



Fig. 4.14 Giunto con saldatore di testa.

### Giunti non saldati

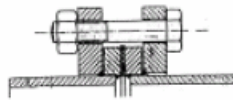


Fig. 4.15 Giunto a flange mobili.



Fig. 4.16 Giunto a flange fisse.



Fig. 4.17 Giunto a flange saldato.



Fig. 4.18 Giunto Victaulic.

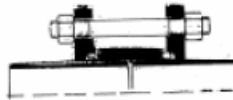


Fig. 4.19 Giunto Gibault.



Fig. 4.20 Giunto a manicotto filettato.