



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE

*Vittorio BUCCI*

**Progetto di impianti di propulsione navale**

## **9.4 TUBI**

---

Anno Accademico 2017/2018

## Classe delle Tubazioni

I **Registri Navali**, Enti di Classifica, che hanno il compito di verificare se le navi sono progettate e costruite rispettando delle ben definite regole di sicurezza, hanno stabilito dei parametri per stabilire la Classe della tubazione.

Una volta definita la Classe della tubazione tutti i suoi componenti devono rispettare i parametri da essa richiesti.

Come esempio è riportata la tabella del LLOYD'S REGISTER of SHIPPING che è uno dei più applicati Registri in campo navale.

**Table 12.1.1 Maximum pressure and temperature conditions for Class II and III piping systems**

Piping system	Class II		Class III	
	p	T	p	T
	bar	°C	bar	°C
Steam	16,0	300	7,0	170
Thermal oil	16,0	300	7,0	150
Flammable Liquids, see Note	16,0	150	7,0	60
Other media	40,0	300	16,0	200
Cargo oil	40,0	300	16,0	200
NOTE 1. Flammable liquids include: oil fuel, lubricating oil and flammable hydraulic oil. 2. For grey cast iron, see also 4.2.2.				

1.5.3 In addition to the pressure piping systems in Table 12.1.1, Class III pipes may be used for open ended piping, e.g. overflows, vents, boiler waste steam pipes, open ended drains, etc.

Qualora uno solamente dei parametri che definisce la Classe fosse, maggiore del limite richiesto, automaticamente la tubatura appartiene alla Classe superiore.

Esempio:

- vapore a 170 °C e 7 bar = classe **III**
- vapore a 170 e 8 bar = classe **II**

Tutte le tubature per tutti i tipi di fluido che eccedono i limiti della classe **II** appartengono alla classe **I**.

## Diametro Nominale – Pressione Nominale - Pressione di esercizio - Pressione di progetto

### Diametro Nominale

Il diametro nominale (da adesso **DN**) è l' indicazione per individuare la dimensione teorica di un tubo senza indicarne lo spessore, ad esempio per tubo DN 65 le reali dimensioni del tubo possono essere:

DN	65			
Diametro esterno - mm	76,1			
Spessore - mm	3.6	4.5	5.4	7.1

Lo spessore del tubo sarà scelto in base al servizio ed alla classe attribuita al servizio al quale il tubo appartiene

### Pressione Nominale (nominal pressure)

La pressione nominale (da adesso PN) indica la pressione per quale tutti gli accessori di una data tubolatura devono essere dimensionati.

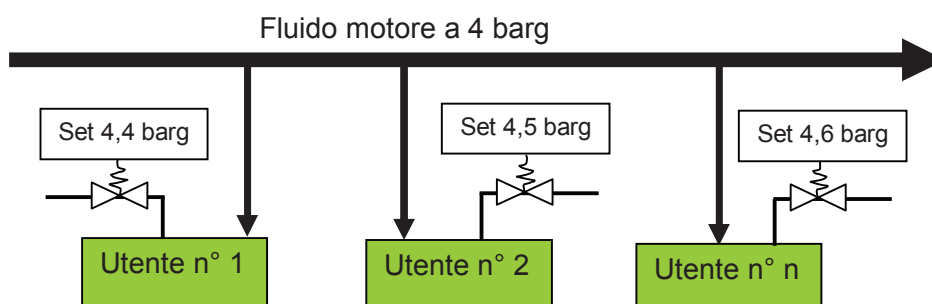
Normalmente in una nave si usano i seg. PN:

- PN6 – pressione ammissibile fino a 6 kg/cm<sup>2</sup>
- PN10 – pressione ammissibile fino a 10 kg/cm<sup>2</sup>
- PN16 – pressione ammissibile fino a 16 kg/cm<sup>2</sup>
- PN40 – pressione ammissibile fino a 40 kg/cm<sup>2</sup>

Oltre ad indicare la pressione nominale di un sistema, il PN indica le regole per il dimensionamento di tutti gli accessori del sistema (valvole, flangie, filtri, guarnizioni etc).

### Pressione di esercizio (working pressure)

E' la pressione di lavoro dell' impianto. Viene identificata nella pressione di scatto della valvola di sicurezza con la taratura più alta.



Da quanto sopra e da quanto indicato nel diagrammino la pressione di esercizio sarà di **4.6 barg** e sarà cura del Progettista comunicare tale informazione ai vari Fornitori/Clienti per un loro eventuale adeguamento di Fornitura/progettazione.

## Pressione di progetto (design pressure)

La pressione di progetto è la pressione alla quale un utente, in base a delle regole degli Enti di Classifica, è testato.

Se ad esempio tutti gli utenti di cui sopra sono stati testati a 5 barg (kg/cm<sup>2</sup>) saremmo in presenza di un **PN 6** in quanto è lo standard più vicino, per eccesso, ai 5 barg da noi ipotizzati.

Se invece per motivi di sicurezza o per richieste da parte della Società Armatrice (SA) tutti gli utenti dovessero essere testati a 12 barg, tutto il sistema dovrebbe essere dimensionato per un **PN 16**.

## NB:

Molte volte si parla di tubi PN6, PN16 etc. però si dovrebbe parlare di tubazione (insieme di tubi ed accessori vari) PN6, PN16 etc in quanto il tubo non ha un PN o una Classe ben definita. Un tubo in base al materiale, allo spessore ed al tipo di servizio appartiene di volta in volta alla classe assegnata alla tubazione. Lo stesso tubo con lo stesso spessore può indifferentemente appartenere a qualsiasi Classe. Ad esempio un tubo DN65 (76.1 x 3.60 mm) ha un campo di applicazione teorico come indicato nella tabella

Ø est. tubo  mm	spess.  mm	peso kg/ai	sez. passer. cmq	TUBI ACCIAIO AL CARBONIO - MAX. PRESS. AMMISSIBILI (kg/cm <sup>2</sup> )																													
				< 120 °C														> 120 + 200 °C						> 200 + 250 °C				> 250 + 300 °C		> 300 + 350 °C			
				OLIO LUBRIFICANTE IMP. FRIGORIFERO	ACQUA DOLCE (TUBI ZINCATI)	ACQUA ALIMENTO CIRCUITO CHIUSO	ACQUA DOLCE (TUBI NERI)	AIRIA COMPRESSA	NAFTA COMBUSTIB.	ACQUA ALIMENTO CIRCUITO APERTO	SERTINA E ACQUA MARE (TUBI ZINCATI)	CARBICO PETROLIFERO	ACQUA ALIMENTO CIRCUITO CHIUSO	VAPORE SATURO	NAFTA COMBUSTIB.	ACQUA ALIMENTO CIRCUITO APERTO	ESTRAZIONE CALDAIE	RISCALDAMENTO SISTEME CARICO	VAPORE RISCALDATO E RISORISCALDATO	ACQUA ALIMENTO CIRCUITO CHIUSO	VAPORE SATURO	ACQUA ALIMENTO CIRCUITO APERTO	ESTRAZIONE CALDAIE	RISCALDAMENTO SISTEME CARICO	VAPORE RISCALDATO E RISORISCALDATO	ACQUA ALIMENTO CIRCUITO CHIUSO	VAPORE SATURO	ESTRAZIONE CALDAIE	VAPORE RISCALDATO E RISORISCALDATO	ACQUA ALIMENTO CIRCUITO CHIUSO	VAPORE SATURO	ESTRAZIONE CALDAIE	
76.1	3.60	6.7	37.5	101	97	94	83	75	57	57	40	76	67	61	46	32	74	69	61	42	29	62	51	35	55	45	31						
	5.40	9.41	33.5	165	162	158	146	139	120	120	102	128	118	112	97	82	121	116	108	88	74	102	90	74	89	79							
	8.00	13.40	28.4	257	253	249	237	229	209	209	190	201	192	185	169		139	133	124	104	89	129	117	101	129	117							

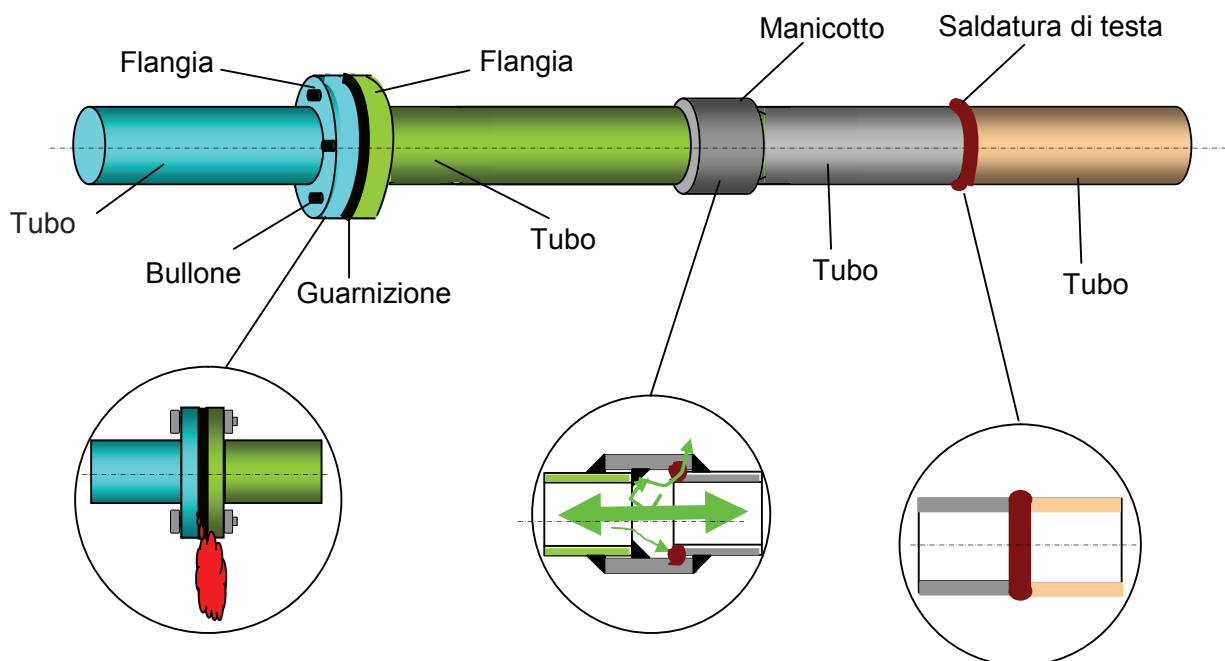
Dalla lettura della tabella si riscontra che lo spessore minimo teorico del tubo riesce a coprire tutte le Cassi per tutti i servizi arrivando fino a PN40 (31 barg – 350°C).

Ovviamente anche se dalla lettura tabella di cui sopra (costruita in base a formule indicate dagli Enti di Classifica) si ha l'assicurazione che il tubo scelto soddisfa tutti i requisiti richiesti dalla Classe a cui sarà legato, avendo i tubi in commercio delle tolleranze di fabbricazione sullo spessore del  $\pm 17\%$  è buona norma:

- Verificare lo spessore tenendo in considerazione una sua riduzione del 17%
- Passare allo spessore immediatamente superiore. Questa sembra la soluzione più pratica, celere e più sicura però è anche la più costosa sia in termini economici che di incrementi, spesso inutili, di peso.

## Tipi di Accoppiamento

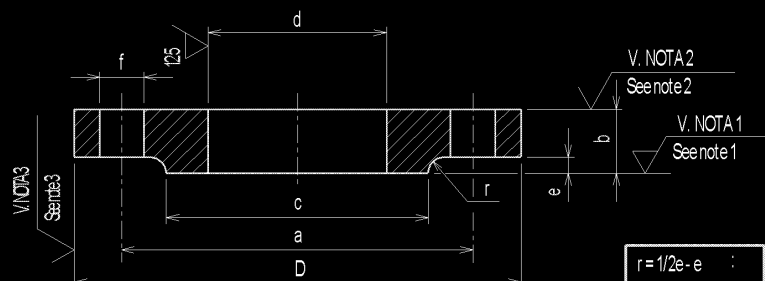
- **A flangia.** La flangia è una piastra anulare munita di fori che accoppiata ad un'altra flangia tramite bulloni unisce due tubi o condotte contigue. Per garantire la tenuta dell'accoppiamento si interpone tra flangia e flangia stretta dai bulloni una guarnizione costruita in un materiale più tenero delle flange (anche metallo). Questo tipo di accoppiamento è il più usato negli impianti di bordo per la praticità di installazione e smontaggio dei suoi componenti. E' usato per tutti gli impianti di ogni classe di tubazione anche se quando si è in presenza di forti pressioni unite ad alta temperatura gli accoppiamenti saldati sono preferibili. La parte debole di questo accoppiamento è la guarnizione che per installazione errata o difetti di costruzione può provocare degli effetti "spray" che oltre a provocare un malfunzionamento nell'impianto possono essere causa di infortuni al personale eventualmente investito dagli spruzzi e danneggiare macchinari situati nei pressi dell'accoppiamento.
- **A manicotto.** Il manicotto viene usato al posto dell'accoppiamento flangiato quando si vogliono evitare i possibili spruzzi derivati da rotture nelle guarnizioni. Anche in questo caso però, poiché la saldatura interna non può essere ripresa su tutte e due le estremità dei tubi accoppiati, il flusso del fluido nell'interspazio tra manicotto e tubo con l'andare del tempo può erodere sia il tubo che il manicotto e provocare gli stessi inconvenienti dell'accoppiamento flangiato. I manicotti si possono usare per tutti i sistemi di III classe e limitatamente fino al DN 50 compreso per i tubi di II classe.
- **Saldato.** Saldatura di testa è il sistema più sicuro di accoppiamento che, se eseguito ad opera d'arte, fa sì che i due tronchi di tubo risultino un tronco solo. Non è di pratica installazione in quanto per eseguire modifiche e smontare accessori o parti dell'impianto si devono necessariamente tagliare i tubi. Può essere usato per tutte le classi di tubazioni anche se si preferisce usarlo solamente per la Classe I o dove fluidi infiammabili ad alta pressione e temperatura passano sopra macchinari caldi, sopra quadri elettrici e dove esiste il transito di personale.



## Tabella standard per flange PN6 in acciaio con istruzioni di lavorazione

FLANGEDI ACCIAI ODA SALDARE A SOVRAPPOSIZIONE  
CON GRADINO PN6

sleep-on raised face steel flanges NP6



DN - IND	CORRELAZIONE 0 ESTERNO TUBO O.D. pipe	d	a	b	c	D	e	f	N. FORI Holes Nr.	CORRELAZIONE FILETTATURA DELLE VITI Thread of screws
8	14.0	15.5	50	10	35	75	2	11	4	M10
10	18.0	19.0			40	80				
15	20/21.3	22.0	55	12	50	90	3	14	8	M12
20	25/26.9	27.5	65		60	100				
25	33.7	35.0	75	14	70	120	4	18	12	M16
32	42.4	43.5	90		80	130				
40	48.3	49.5	100	16	90	140	5	22	16	M20
50	60.3	61.5	110		110	160				
65	73.0	74.5	130	18	128	190	6	25	20	M22
80	88.9	90.5	150		148	210				
100	114.3	116.0	170	20	178	240	7	30	24	M27
125	139.7	141.5	200		180	265				
150	168.3	170.5	225	22	202	265	8	36	28	M27
200	219.1	222.0	280		258	320				
250	273.0	276.0	335	24	312	375	9	42	32	M27
300	323.9	326.5	395		365	440				
350	355.6	358.5	445	26	415	490	10	48	36	M27
400	406.4	409.5	495		465	540				
450	457.2	461.5	550	28	520	595	11	54	40	M27
500	508.0	512.5	600		570	645				
600	609.6	614.5	705	30	670	755	12	60	44	M27
700	711.2	716.5	810		775	860				
800	812.8	818.5	920	32	880	975	13	66	48	M27
900	914.4	920.5	1020		980	1075				
1000	1016.0	1022.0	1120	34	1080	1175	14	72	52	M27

PER MATERIALI E NOTED I LAVORAZIONE VEDI FOGLIO 2.

For materials and manufacturing notes see page 2.

MATERIALE: Acciaio EN 10025 Fe 430 BFN ovvero acciaio Fe 410 BUNI 7746.

Il trattamento termico non è previsto.

#### NOTE DI LAVORAZIONE

- 1) La superficie di tenuta deve essere lavorata all'utensile con rigatura continua di tipo concentrico o fonografico secondo la tabella UNI 2276-67 oppure secondo lo standard MSS SP-6 (vedi norma PL 32601).
- 2) La lavorazione all'utensile della superficie di appoggio delle teste delle viti o dei dadi non è prescritta. Tuttavia tale superficie deve risultare piana, senza marcate cavità o tracce di discagliatura, ed essere priva di ruggine o calamina; per le flange aventi DN 300 leggere tracce di ruggine o calamina sono accettabili.
- 3) La corona esterna (diametro D) deve essere lavorata all'utensile ( ) fino al DN 250 incluso; per dimensioni superiori tale lavorazione non è prescritta.
- 4) Per il significato dei simboli di finitura delle superfici ( ) vedere UNI 3963 e UNI 4600.
- 5) Tutte le superfici devono essere prive di bave e di spigoli taglienti. Lo stato di finitura delle superfici non lavorate all'utensile deve risultare, salvo diversa prescrizione, "grezzo liscio".
- 6) I fori delle viti devono risultare disposti come indicato nella tabella UNI 2223-67.
- 7) Per le tolleranze dimensionali e la marcatura vedere norma PL 32001.
- 8) Le dimensioni delle flange della presente norma corrispondono, tranne il diametro "d", alle dimensioni delle seguenti flange unificate: PN6 UNI 2276-67 con superficie di tenuta secondo UNI 2229-67; PN6 UNAV 8088.

12.5

#### Foto e tipi di flange



Piana



piana cieca

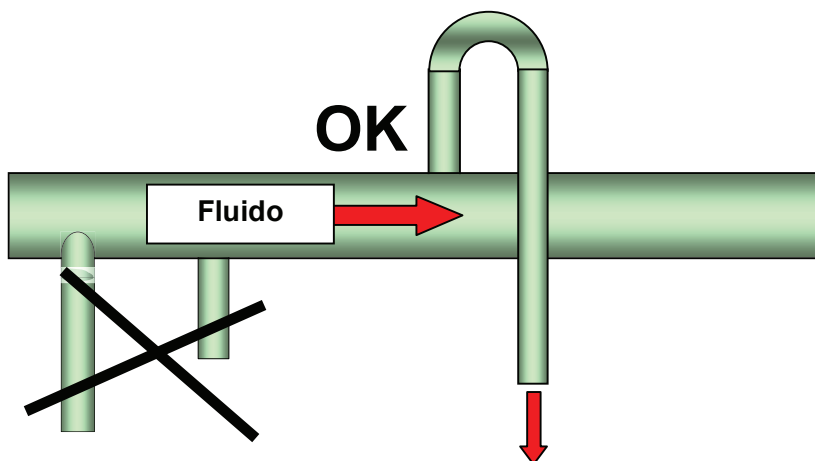


a collo

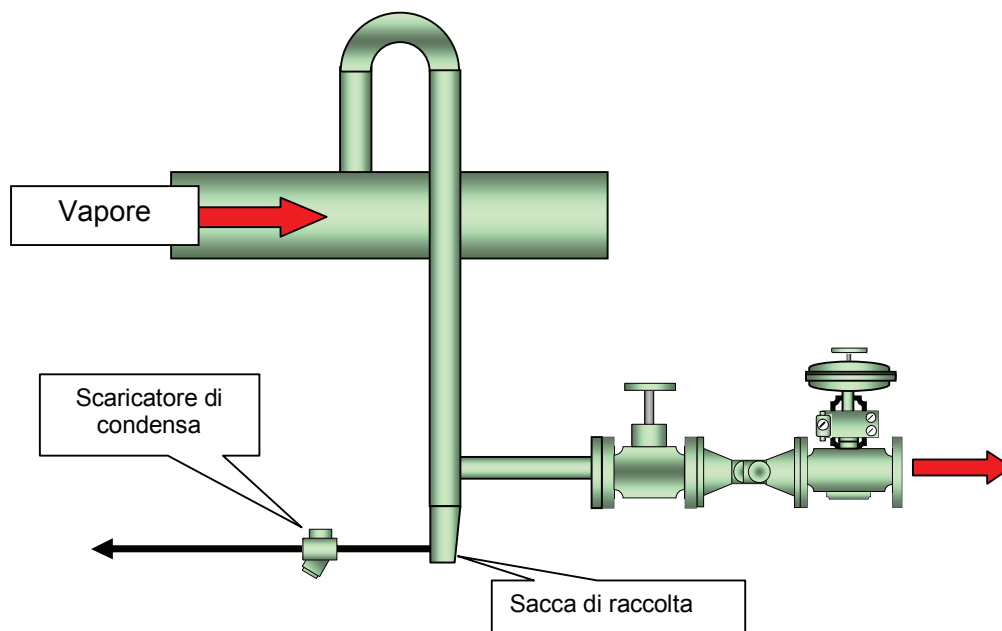
## Collegamenti delle derivazioni

E' buona norma che, per quanto possibile (sempre, sarebbe meglio), tutte le derivazioni siano fatte nella parte superiore della tubazione in modo da prelevare il fluido senza detriti e nel caso del vapore la parte più secca (satura).

Se la derivazione fosse installata sul fianco o ancora peggio sul fondo del tubo essa diventerebbe una specie di sacca di raccolta sporcizia/condense con il risultato di inviare alle utenze dei fluidi contenenti quantità non trascurabili di detriti e nel caso del vapore, con la formazione di sacche d' acqua, generare i pericolosi colpi d' ariete.



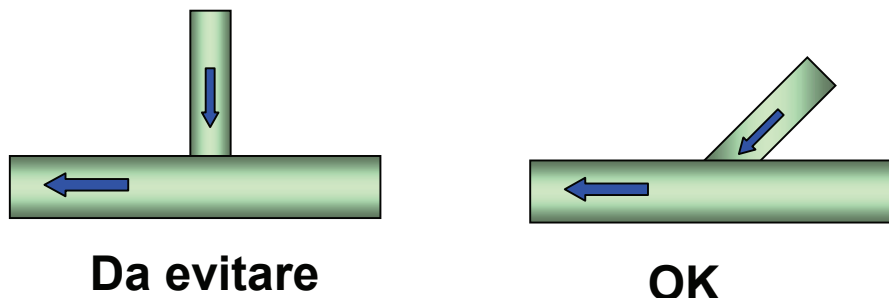
Nel caso del vapore anche quando si parte da una derivazione dall' alto, ma si debba alimentare un utente sistemato più in basso del collettore principale si deve avere l' accortezza di sistemare una sacca di raccolta condense nel punto più basso della derivazione.





## Linee comuni di ritorno

Nei collegamenti fra il collettore principale e la linea di ritorno si devono sempre evitare dei collegamenti a T ad angolo retto. Tutti i collegamenti devono essere con collegamento a T aperto (angoli maggiori di 90°) per evitare erosioni e perdite di carico dovute alle turbolenze che si creano con il collegamento a T.



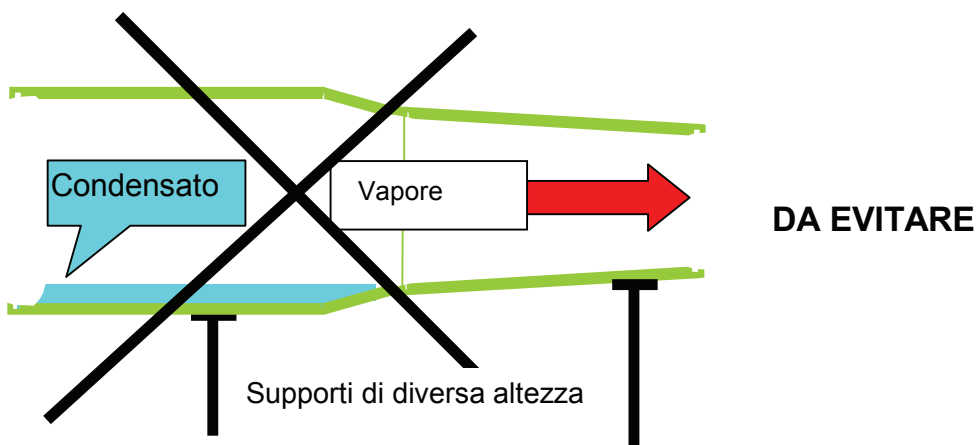
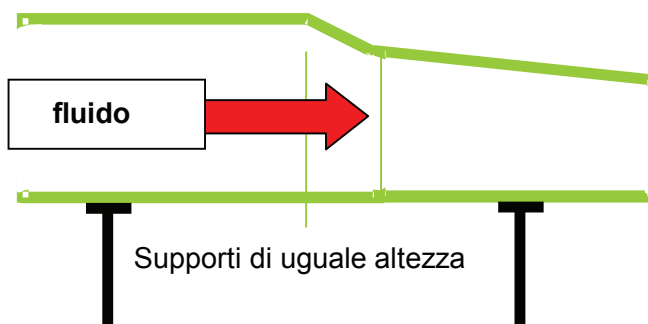
## Riduzioni di diametro

Dopo aver derivato una serie di utenti può essere più economico proseguire con una tubazione di diametro inferiore e per ridurre tale diametro si ricorre alle riduzioni prefabbricate.

A tale scopo si consigliano sempre le riduzioni eccentriche nelle quali il fluido può procedere naturalmente.

In particolare nel caso del vapore non è consigliabile l'uso delle riduzioni concentriche in quanto formano un ostacolo contro il quale si raccoglie il condensato.

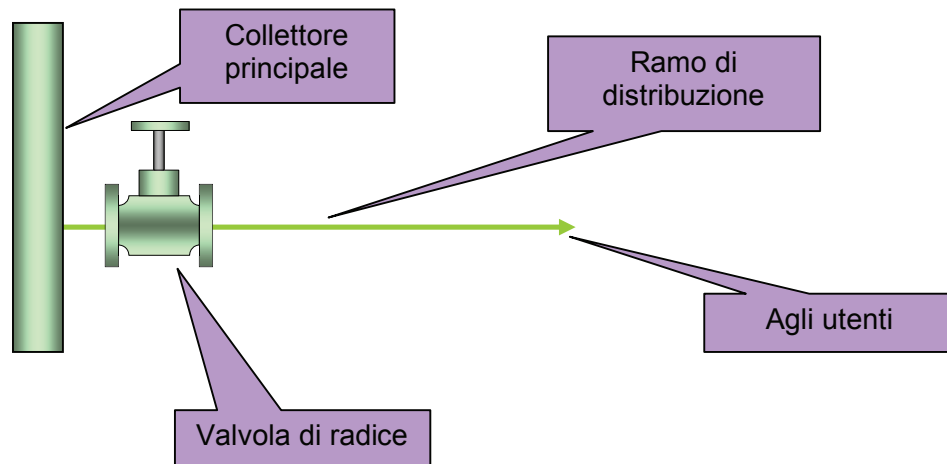
**CONSIGLIATO**



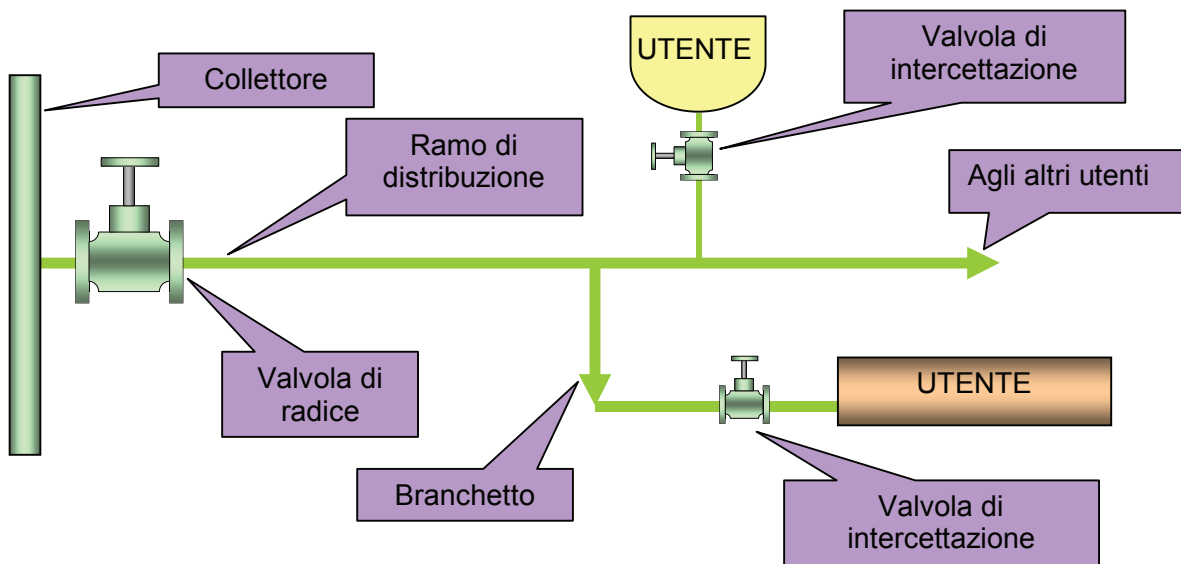
## Intercettazione

E' buona norma e buona pratica ingegneristica avere la possibilità di intercettare ogni singolo ramo e/o branchetto di qualsivoglia sistema per poter isolare parti dell' impianto che necessitino di manutenzione o di sostituzione di accessori senza dover fermare tutto il sistema.

Per ottenere quanto sopra è necessario installare su ogni derivazione una valvola di intercettazione che è detta valvola di radice.



Oltre ad isolare il ramo di distribuzione come abbiamo visto sopra, è una buona norma intercettare anche ogni singolo utente servito dal ramo di distribuzione. Isolando infatti anche i branchetti di distribuzione si ha un più capillare frazionamento dell' impianto ed una più ampia possibilità di intervento sui singoli utenti senza dover intervenire su tutto il sistema o parete di esso.



## Coibentazione delle Tubazioni

Nell'ergonomia del sistema l'isolazione delle tubazioni riveste una notevole importanza.

Il fatto di avere o non la tubazione coibentata, ha influenza sulla cessione del calore agli utenti del sistema.

Infatti una carenza od una cattiva isolazione comporta dispersioni del calore contenuto del fluido caldo all'atmosfera od ai locali attraversati dalle tubazioni. Quanto sopra oltre ad aumentare l'energia richiesta dal sistema per ottenere i risultati di progetto, comporta il sovra-riscaldamento dei locali attraversati con.

- un aggravio nel dimensionamento dell'impianto di ventilazione
- ripercussioni sui costi delle macchine ventilanti
- maggiori potenze dei motori elettrici dei ventilatori
- un peso totale superiore dell'impianto di ventilazione

Come referenza indichiamo i materiali tipici di insolazioni che sono normalmente usati:

- Lana di vetro
- Lana di roccia
- Silicato di calcio

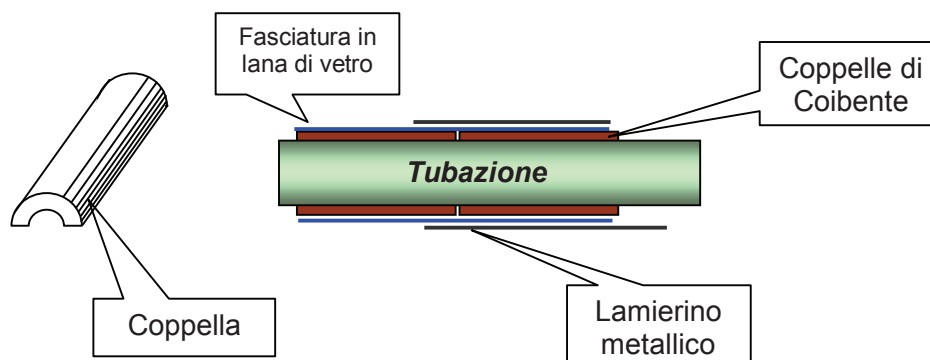
Per le tubazioni si usano le coppelle di coibente (accessori simili a tegole) che unite e fasciate con nastri di lana di vetro rivestono le tubazioni consentendone l'isolamento termico.

Analogamente ai tubi anche gli accessori ed i macchinari vanno isolati con dei materassini (pannelli smontabili).

Ovviamente sempre in base alla lettura del documento contrattuale si possono avere altre selezioni di coibenti.

È buona norma pratica evitare che le superfici esterne di tubazioni e/od apparecchiature a possibile contatto con gli operatori non superino i 55-60°C.

Per evitare che la coibentazione sia rovinata da accidentali urti o da colpi durante la fasi di sistemazione dell'impianto si tende a proteggerla con lamierini metallici in acciaio zincato, acciaio inox, alluminio o similari aventi spessori da 0.8 ad 1 mm.



## Batterie di regolazione

Quando nello sviluppo dell' impianto qualche utente deve funzionare ad una pressione diversa (inferiore) a quella erogata dalla macchina prima (caldaia, pompa, compressore etc) o necessiti di una modulazione nella alimentazione, bisogna sistemare a monte di questo utente una batteria di regolazione che generalmente è composta da:

1. una valvola di regolazione
2. un filtro
3. valvole di intercettazione
4. valvola di sicurezza
5. by-pass
6. strumentazione
7. tubo

Queste stazioni od unità di regolazione è buona norma che vengano fornite già pre-montate in modo che tutti i requisiti richiesti dalla valvola di regolazione, tratti di tubazione dritta a monte e valle, orientamento della stessa etc., siano già presenti e verificati dal Fornitore.

