



**ASSOCIAZIONE  
ITALIANA DI  
METALLURGIA**

# I TUBI

**Guido Capoferri**



# I Tubi

Autore: Guido Capoferri



## Storia



*Tubi ottenuti da tronchi, utilizzati un tempo per il convogliamento delle acque.*

Difficile definire l'origine del tubo. Non è escluso che in epoca preistorica si usassero tronchi cavi per convogliare fluidi, ma questi non sembrano classificabili come tubi. Nell'antico Egitto si usavano tubi di rame per il trasporto dell'acqua potabile: un esemplare, rinvenuto nel tempio del re Sa-Hu-Re ad Abusir e risalente al 2750 a.C. circa, è conservato nel Museo Statale di Berlino. Il tubo era ottenuto aggraffando una sottile lastra di rame, fino ad ottenere un diametro di 75 mm; l'impianto (circa 100 metri di lunghezza) era costituito da una serie di questi tubi, ciascuno dei quali misurava 75 cm. In epoca

romana esistevano tubi, in genere metallici (in piombo), per convogliare acqua alle città e all'interno delle stesse.

## Usi

L'uso principale dei tubi è evidentemente quello di convogliare fluidi. Le caratteristiche geometriche del tubo, però, lo caratterizzano come struttura leggera (in quanto cava) e ad alto momento di inerzia, e quindi particolarmente adatta ad applicazioni strutturali, specie a colonne sottoposte a carico di punta. I pali della luce, le gambe delle sedie metalliche, le aste delle bandiere sono tubi anche se, a rigore, non hanno necessariamente sezione costante. Come struttura, esistono applicazioni della forma tubolare ben note: la fusoliera di un aereo, ad esempio.

È bene quindi fare una prima distinzione tra:

- Tubi per applicazioni idrauliche, e
- Tubi per applicazioni meccaniche

# Classificazione



## Tubi metallici.

I tubi sono profilati di forma cilindrica che possono assumere diverse dimensioni e presentare caratteristiche differenti a seconda delle funzioni che sono chiamati a svolgere. La scelta di un tubo da impiegare in una tubazione tiene conto del:

- materiale di cui è formato il tubo;
- tipo costruttivo del tubo;

Una volta selezionati questi due parametri la scelta del tubo prevede l'individuazione del diametro (in relazione alla portata di fluido che deve essere trasportata) e la scelta dello spessore. Per quanto riguarda quest'ultimo vengono adottate delle relazioni che ne consentono il calcolo sia in fase operativa che in caso di prova idraulica. Si riporta nel seguito un elenco delle tipologie di tubi, distinti in base al materiale, che sono impiegati frequentemente nella pratica industriale e civile.

## Tubi di acciaio

Esistono diversi modelli di tubi in acciaio che possono essere distinti in base alle caratteristiche del fluido da trasportare, alla sua temperatura e pressione ed alle caratteristiche dell'ambiente nel quale il tubo verrà posto.

## Tubi zincati

Particolari tubi che sono impiegati in quei casi nei quali si voglia evitare l'ossidazione del materiale che porterebbe ad un inquinamento del fluido trasportato. I tubi in questioni sono posti in degli appositi bagni di zinco ed il materiale in eccesso viene eliminato con una lavorazione successiva

## Tubi per impieghi a pressione (PED)

Sono tubi di acciaio non legato o basso legato destinati all'impiego a pressioni elevate. Possono essere utilizzati per costruire recipienti o condotte destinati all'impiego sia a bassa temperatura che in caldaie.

## Tubi per applicazioni meccaniche

Sono tubi in acciaio non legato o basso legato di qualità in genere utilizzati per costruire particolari e componenti di impianti e macchinari (boccole, supporti, distanziali, ghiere ecc.)

## **Tubi per condotte**

Rientrano in questa categoria i tubi in acciaio al carbonio che sono impiegati in genere nel trasporto di acqua, prodotti petroliferi o gas naturale.

I più utilizzati sono quelli saldati:

- con saldatura longitudinale (*longitudinally welded pipes*);
- con saldatura elicoidale (*spirally welded pipes*).

Il processo di fabbricazione del tubo in acciaio saldato è stato inventato negli anni venti del XIX secolo dagli inglesi 'James Russell e Cornelius Whitehouse durante il pieno sviluppo della prima rivoluzione industriale anglosassone.

Le successive tappe dello sviluppo della tecnica di fabbricazione del tubo in acciaio saldato sono state:

- il brevetto del processo continuo di [saldatura](#) di Fretz-Moon (USA 1923);
- la messa a punto del metodo di saldatura ad arco sommerso per la fabbricazione di tubi di grande diametro
- l'introduzione della saldatura per [resistenza elettrica](#) e per [induzione](#).
- Saldatura a Laser

Nel 1864 il tubo saldato venne utilizzato da Samuel van Syckel per la realizzazione in [Pennsylvania](#) del primo oleodotto del diametro di 2" e lunghezza pari a 8 km.

Da allora i tubi in acciaio continuano a mantenere la leadership per la costruzione degli impianti per il convogliamento dei fluidi ad uso civile ed industriale.

## **Tubi commerciali**

Tubi in acciaio non legato adatti a trasportare fluidi per i quali venga richiesta la tenuta stagna e dimensioni fino a DN 600.

## **Tubi speciali**

Sono tubi in acciaio legato inossidabile adatti a lavorare in condizioni critiche e quindi con fluidi che presentano un'elevata temperatura o un'alta aggressività chimica, vengono prodotti anche senza saldatura..

## **Tubi in rame**

Sono tubi fatti appunto in rame e possiedono elevate caratteristiche di conducibilità termica ed una certa lavorabilità (stato fisico ricotto). Sono di dimensioni medio-piccole e per le loro caratteristiche sono impiegati di frequente negli impianti domestici per il trasporto dell'acqua (potabile, riscaldamento tradizionale e radiante), del gas combustibile, del gasolio e dei fluidi per impianti solari. I tubi di rame sono impiegati anche nel campo del condizionamento e refrigerazione, nonché per il trasporto dei gas medicali. Vengono utilizzati anche tubi in leghe di rame, in ottone e in cupronickel, soprattutto in ambito marino.

## **Tubi in ghisa sferoidale**

Tubi ottenuti dalla centrifugazione del magnesio in ghisa grigia. Essi presentano una buona resistenza alla corrosione ma di contro hanno un elevato peso per unità di

lunghezza. Questo parametro va tenuto in conto ad esempio quando si vanno a dimensionare i supporti che dovranno sorreggere i tubi. Possono sopportare pressioni fino a PN 10 e per le loro caratteristiche sono impiegati nel trasporto di acqua, prodotti petroliferi o gas naturale in particolare nelle tubazioni interrate.

### **Tubi in materie plastiche**



Tubi in [polivinilcloruro](#) (PVC).

Sono tubi che sono sempre più usati grazie alle caratteristiche di leggerezza, flessibilità, resistenza alla corrosione, proprietà dielettriche. Il limite di questi tubi sta nei bassi valori di pressione e temperatura che gli stessi possono sopportare. I materiali più utilizzati nella realizzazione di questi particolari tubi sono:

- PVC (policloruro di vinile)
- PE (polietilene)
- PEX (polietilene reticolabile)
- PP (polipropilene)
- PVDF (polivinildenfluoruro)

Bisogna tenere presente che questi tubi subiscono invecchiamento se esposti alla luce solare. Per le loro proprietà essi vengono impiegati nel trasporto di acque potabili o di scarico, liquidi alimentari, prodotti chimici.

Questi tubi, quando sono in gomma e utilizzati sui mezzi di trasporto, possono essere del tipo telato o con un rivestimento di treccia metallica, per poter aumentare la pressione massima d'esercizio.

### **Tubi in vetro**

I tubi in vetro vengono utilizzati in applicazioni speciali, ad esempio per la movimentazione di sostanze fortemente acide.

### **Tubo in polietilene per la movimentazione di gas.**

I tubi possono essere distinti anche in base al fluido trasportato. In questo caso ci si riferisce ai colori distintivi di base ed alle indicazioni di codice.

Le indicazioni di codice sono costituite da:

- colori di sicurezza
- dati indicanti la natura del fluido (ad esempio la composizione chimica).

I colori distintivi di base si trovano sul tubo in bande di un opportuno spessore ed i principali sono riportati nella tabella seguente:

<b>Colore</b>	<b>Fluido trasportato</b>
verde	acqua
azzurro chiaro	aria compressa
viola	acidi o alcali
argento	acqua surriscaldata o vapore
marrone	olii minerali e combustibili liquidi
rosso	antincendio
giallo ocra	gas (tranne l'aria)

# Tubi idraulici

Si definiscono come tubi adatti al convogliamento senza dispersione di fluidi e costituiscono, come detto, la grande maggioranza dei tubi prodotti. Tra questi, la quasi totalità ha sezione circolare. In genere, i tubi per applicazioni idrauliche seguono degli standard dimensionali precisi; la normalizzazione più comunemente usata è la [ANSI](#) B36, che stabilisce alcuni concetti di uso universale:

1. I tubi vengono classificati secondo un [diametro nominale](#) che è, con una certa approssimazione, il diametro interno del tubo.
2. I diametri nominali costituiscono una serie di valori immodificabile.
3. I tubi aventi un dato diametro nominale hanno diametro esterno costante, indipendentemente dallo spessore.
4. Nel'uso statunitense (e in genere nell'industria del [petrolio](#)) i [diametri nominali](#) (abbreviati con la sigla **NB**, ossia *Nominal Bore*, foro nominale) sono espressi in [pollici](#),
5. Nell'uso europeo sono espressi in [millimetri](#) e designati dalla sigla **DN**, ossia [diametro nominale](#); i valori di diametro esterno sono comunque uguali, e si ha la corrispondenza (originata dalla norma ANSI B36.10):

<b>NB</b>	<b>DN</b>	<b>Øe</b>
in.	mm	mm
1/8"	6	10,3
1/4"	8	13,7
3/8"	10	17,2
1/2"	15	21,3
3/4"	20	26,7
1"	25	33,4
1-1/4"	32	42,2
1-1/2"	40	48,3
2"	50	60,3
2-1/2"	65	73,0
3"	80	88,9
3-1/2"	90	101,6
4"	100	114,3

5"	125	141,3
6"	150	168,3
8"	200	219,1
10"	250	273,1
12"	300	323,9
16"	400	406,4
20"	500	508

Oltre 500 il DN aumenta di 100 in 100 mm (e il NB di 4 in 4 pollici). Nei collegamenti esterni sono indicate tabelle più ampie di questa.

Oltre a definire i diametri, la norma ANSI B36.10 stabilisce anche una serie di spessori normalizzati, dipendenti dal diametro del tubo.

Questa serie di spessori è conosciuta con il nome di **schedula**, per assonanza con il termine inglese *Schedule*, programma, serie.

Vengono stabiliti dei numeri di schedula, multipli di 10, che determinano grosso modo una resistenza costante alla pressione di tubi con differente diametro ma stessa schedula.

Ad esempio, il tubo DN 50 (NB 2") è commercialmente reperibile con spessori secondo Schedula 40 (3,91 mm) Schedula 80 (5,54 mm) e Schedula 160 (8,74 mm).

**Nel caso dei tubi in acciaio inossidabile le schedule sono multipli di 5 e con suffisso S;**

il tubo DN 50 schedula 5S ha spessore 1,65 mm,

la schedula 10 S 2,77 mm, la schedula 40 S e la 80 S uguali rispettivamente alla 40 e 80 (ma non è sempre così).

Nella pratica delle [raffinerie](#) è molto usata la norma [API](#) 5L, che definisce gli spessori come:

- **schedula standard (STD)**
- **extra strong (XS - rinforzata),**
- **double extra strong (XXS - doppiamente rinforzata).**

Il tubo 2" STD equivale alla schedula 40 (3,91 mm di spessore);

Il tubo 2" XS alla schedula 80 (5,54 mm),

Il tubo 2" XXS ha spessore 11,07 mm.