

TUBO FLESSIBILE, RACCORDI PER TUBO FLESSIBILE, TUBO RACCORDATO

ARGOMENTI TRATTATI:

- 1 tubi flessibili**
 - 1.1 categorie di tubo flessibile**
 - 1.2 tubo gomma**
 - 1.3 rinforzo**
 - 1.4 marcatura del tubo flessibile**
 - 1.5 tabella di comparazione norme**
 - 1.6 caratteristiche generali tubo flessibile**
 - 1.7 tabelle di conversione Ø interni in pollici e in mm.**
 - 1.8 tabella dimensionamento tubo flessibile**
 - 1.9 tabella perdita di carico**
 - 1.10 pressione di esercizio**
 - 1.11 collaudi**
 - 1.12 raggio di curvatura, temperatura esercizio, peso**
 - 1.13 relazione tra Ø interno tubo flessibile, filettature, raccordi**
 - 1.14 relazione tra Ø interno tubo flessibile e flange**

- 2 tubi termoplastici**
 - 2.1 costruzione**
 - 2.2 norme di riferimento**
 - 2.3 tubi per verniciatura**
 - 2.4 tubi non conduttivi**
 - 2.5 tubi per poliuretano**

- 3 tubi di teflon**
- 4 tabella pressioni di esercizio. Relazione tra Ø interno tubi, filettatura e tenuta.**

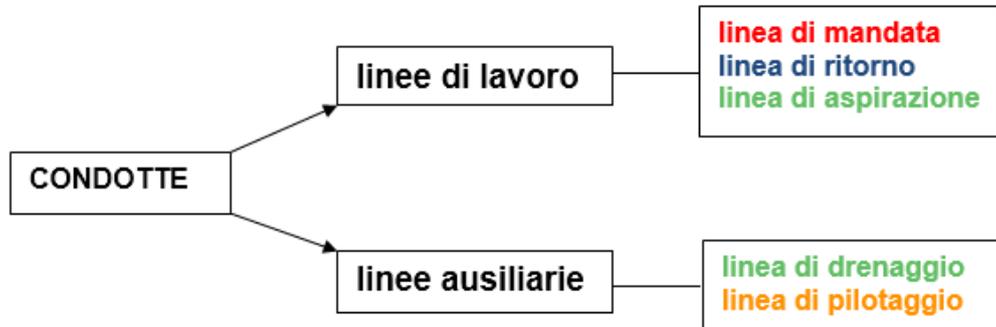
5 RACCORDI PER TUBO FLESSIBILE

- 6 1. cosa sono i raccordi**
- 7 1.2 i particolari: boccia ed inserto**
- 8 1.3 la zincatura**
- 9 1.4 i raccordi interlock**
- 10 1.5 raccordi avvitabili**
- 11 1.6 raccordi pre-aggraffati**

1. TUBI FLESSIBILI RACCORDATI

- 1.1 Preparazione**
- 1.2 Pressatura**
- 1.3 Controllo quota di pressatura**
- 1.4 Pulizia**
- 1.5 Lunghezza convenzionale di un tubo assemblato**
- 1.6 Orientamento raccordi**
- 1.7 Procedura per realizzare un tubo a disegno**
- 1.8 Spina di controllo**
- 1.9 Marcatura della boccia**
- 1.10 Tabella durata tubi flessibili**
- 1.11 Certificato di prova**
- 1.12 Flussaggio dei tubi assemblati**
- 1.13 Istruzioni per l'installazione dei tubi flessibili**
- 1.14 Alcune considerazioni sulle rotture dei tubi flessibili**

I componenti di un impianto oleodinamico sono collegati direttamente con delle piastre di fissaggio oppure per mezzo di **LINEE di CONNESSIONE o CONDOTTE**, che comprendono i **tubi flessibili** o **tubi rigidi**.



I colori riportati nella descrizione rappresentano i colori convenzionali per ciascuna applicazione.

1. tubi flessibili

Prendiamo ora in considerazione i **tubi flessibili**, che sono utilizzati generalmente quando ci sono degli organi in movimento (bracci delle gru idrauliche, degli escavatori, dei cestelli idraulici ecc.), ma si utilizzano anche in condizioni fisse per la facilità di montaggio.

La selezione della corretta combinazione di tubo flessibile e di raccordi è basilare per il funzionamento, la sicurezza e la durata di un impianto.

1.1 Possiamo dividere i tubi flessibili in tre categorie.

- **Tubi di gomma**, perché l'interno è realizzato in gomma sintetica
- **Tubi termoplastici**, perché l'interno è realizzato in elastomero
- **Tubi di teflon**, perché l'interno è realizzato in teflon

1.2 Nella maggior parte delle applicazioni oleodinamiche sono impiegati i **tubi di gomma**.

Essi sono costituiti da un **tubo interno** in gomma sintetica estrusa (sottoprodotto del petrolio) che ha la funzione di contenere il fluido trasportato, da un **rinforzo con fili di acciaio o fili tessili** per consentire il mantenimento della pressione interna e da una **copertura esterna** di protezione in gomma sintetica estrusa intorno al rinforzo.

1.3 Per sopportare le pressioni i tubi flessibili sono rinforzati con fili di acciaio ad alta resistenza.

Le tecniche costruttive sono due:

- **TRECCIATI**. I fili di acciaio sono intrecciati tra di loro. La trecciatura comporta una **non** perfetta copertura dell'anima interna di gomma e di conseguenza le pressioni di lavoro sono medio/alte.
- **SPIRALATI**. Questo sistema consiste nell'avvolgere alternativamente ed in senso contrario, strati di spirali di filo di acciaio sull'anima interna in gomma. Con questa tecnologia si copre tutta la superficie del tubo ed inoltre si elimina il punto di sfregamento presente con la trecciatura. Per questo motivo vengono utilizzati con alte ed altissime pressioni, o in presenza di picchi di pressione.

Il numero delle trecce o delle spirali determina la resistenza del tubo alla pressione.

Per contenere e proteggere i fili di acciaio viene vulcanizzata all'esterno una **copertura di gomma**.

(Il processo di vulcanizzazione avviene tramite l'ausilio di temperatura, pressione e catalizzatori per conferire alla gomma caratteristiche di resistenza all'abrasione, al taglio e resistenza meccanica.)

Su di essa sono stampate in maniera indelebile le caratteristiche riguardanti il tubo flessibile.

Fasi di preparazione della gomma



Miscelazione componenti della gomma

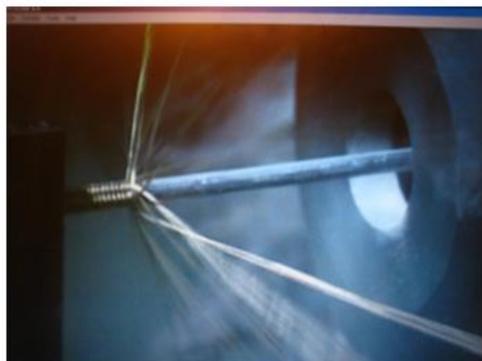
Lavorazione della gomma con una calandra



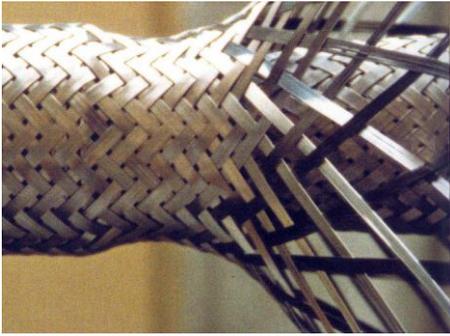
Le calandre sono macchine che tramite due o più cilindri effettuano la calandratura di foglia di gomma, cioè essa passa attraverso dei rulli paralleli, regolabili in altezza per ottenere delle lastre di gomma dello spessore desiderato.

1.3 Rinforzo

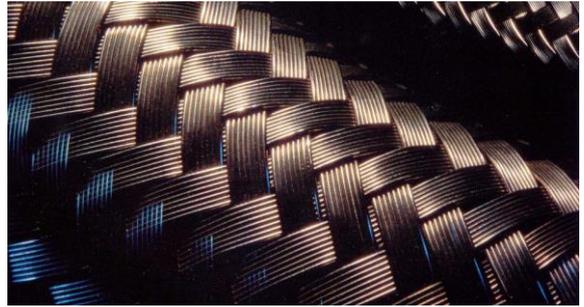
Le foto sotto illustrano la fase di trecciatura del tubo flessibile con fili di acciaio.



tubo flessibile con doppia treccia di rinforzo



tubo finito con treccia di rinforzo



1.4 Esempio di marcatura di un tubo flessibile:

xxx 4SP/R9R – ID 19 WP 38 MPa –EN 856 4SP – 3/20

xxx = nome del costruttore

4SP/R9R = tipo di tubo (4SP significa 4 spirali)

ID 19 (3/4") = Ø interno **19 mm.**

WP = **Working Pressure** (pressione di lavoro)

38 MPa = valore della **WP.** (380 bar)

EN856 4SP = norma di riferimento

3Q20 = trimestre/ anno di produzione

*(NB: il tubo **non** deve essere utilizzato trascorsi 4 anni dalla data di produzione, perché la gomma subisce un processo di invecchiamento.*

Si fa riferimento alla norma tedesca DIN 20066:2002-10 che inoltre stabilisce che la durata in servizio dei tubi assemblati, compreso il periodo di stoccaggio, non deve essere superiore a 6 anni.)



L'Italia vanta una buona reputazione internazionale nella produzione di tubo flessibile, sia per quantità sia per qualità.

I tubi di gomma sono realizzati nel rispetto di rigide **norme** che definiscono le principali caratteristiche tecniche:

- **Norme SAE – americane**
- **Norme DIN – tedesche**
- **Norme EN – europee**
- **Norme ISO- internazionali**

Si possono trovare tubi flessibili con le stesse caratteristiche, ma con marcatura differente.

Esempi: un tubo in gomma con **una** treccia di acciaio, può essere identificato come SAE100 R1A – DIN20022 1ST—EN853 1ST—ISO 1436.

In pratica stiamo parlando dello stesso tubo.

Il fornitore di tubo flessibile rilascia una dichiarazione di conformità a norma UNI CEI EN 45014.

La dichiarazione deve fornire le informazioni per consentire l'individuazione dei prodotti a cui si riferisce.

Con riferimento alle norme EN, ISO, SAE, i tubi devono essere forniti nelle lunghezze specificate all'ordine con una tolleranza di +/- 2%

I tubi vanno immagazzinati in conformità alle prescrizioni per uno stoccaggio corretto, come raccomandato da ASSOGOMMA.

Le raccomandazioni prevedono la durata dello stoccaggio, temperatura e umidità dell'ambiente, luce, contatto con altri materiali, ecc.

1.5 TABELLA DI COMPARAZIONE NORME PER TUBI FLESSIBILI IN GOMMA

SAE	DIN	EN	ISO	caratteristiche
100 R 1A	20022-1ST	853-1ST	1436-1ST	1 treccia cop. da spelare
100 R 1AT	20022-1SN	853-1SN	1436-1SN	1 treccia non si spela
100 R 2A	20022-2ST	853-2ST	1436-2ST	2 trecce cop. da spelare
100 R 2AT	20022-2SN	853-2SN	1436-2SN	2 trecce non si spela
100 R9R	20023-4SP	857-1SC 856-4SP	11237-1 1SC 3862-1 4SP	1 treccia non si spela 4 spirali cop. da spelare
	20023-4SH	856-4SH	3862-1 4SH	4 spirali
100 R12		856-R12	3862-1 R12	4 spirali
100 R13		856-R13	3862-1 R13	4 spirali 6 spirali 1½" --2"
100 R16			11237-1 R16	2 trecce non si spela
100 R17		857-2SC	11237-1 2SC	2 trecce non si spela
			11237-1 R17	1 o 2 trecce non si spela
100 R 4		854-R4		2 trecce tessili 1 filo spirale. Aspir.
100 R 5				1treccia acciaio + 1treccia tessile
100 R 3		854-R3	4079-1 R3	2 trecce tessili
	20021-2TE	854-2TE	4079-2TE	1 treccia tessile
		854-3TE	4079-3TE	2 trecce tessili
100 R6	20021-1TE	854-1TE	4079-1 1TE	1 treccia tessile

NB: tabella a carattere informativo.

Consultare sempre il catalogo del costruttore o norme di riferimento.

1.6 CARATTERISTICHE GENERALI DI UN TUBO FLESSIBILE

Le caratteristiche che definiscono un tubo flessibile sono:

- **Ø interno** che può essere espresso in **pollici** o in **mm**.
- **Ø esterno** in **mm**. (**O.D = Outside Diameter**)
- **Pressione di esercizio e di scoppio**
- **Raggio minimo di curvatura**
- **Temperatura di esercizio**
- **Peso al metro**
- **Fluidi raccomandati**

Nei cataloghi troviamo che il **Ø interno** è indicato in modi differenti:

ID = Inside Diameter espresso in **pollici**

DN = Diametro Nominale espresso in **millimetri**

SIZE = Grandezza o Misura

Prendiamo in considerazione il **Ø interno** con la seguente tabella che spiega la corrispondenza tra **pollici**, **mm** e **size**.

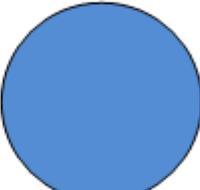
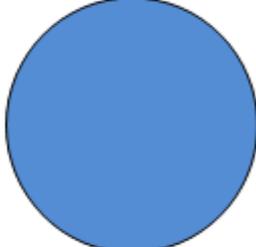
1.7

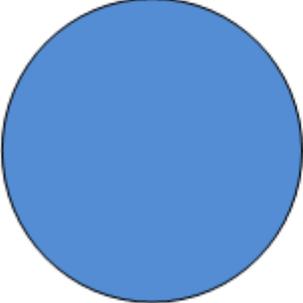
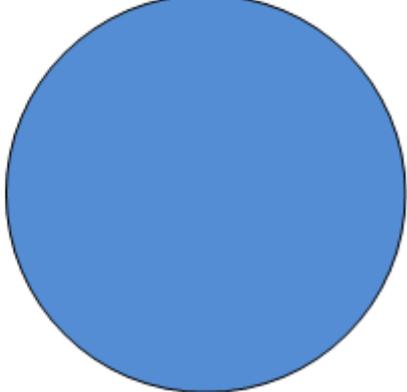
TABELLA DI CONVERSIONE PER DIAMETRI INTERNI TUBO FLESSIBILE												
Ø Interno in pollici	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"
Misura eff. in mm	3.2	4.8	6.3	7.9	9.5	12.7	15.9	19.1	25.4	31.8	38.1	50.8
Nomenclatura EUROPEA DN	04	05	06	08	10	12	16	20	25	32	38	50
Nomenclatura AMERICANA SIZE	-2	-3	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-16	-20	-24	-32

Fare attenzione a NON confondere DN europeo con SIZE americano

Corrispondenza tra D.N in mm e SIZE in pollici

nomenclatura Europea mm dimensioni reali nomenclatura Americana pollici	\varnothing i 3,2 D.N 04  I.D 1/8" size -02	\varnothing i 4,8 D.N 05  I.D 3/16" size - 3	\varnothing i 6,3 D.N 06  I.D 1/4" size - 4	\varnothing i 7,9 D.N 08  I.D 5/16" size -5	\varnothing i 9,5 D.N 10  I.D 3/8" size-6	\varnothing i 12,7 D.N 12  I.D 1/2" size-8
---------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

nomenclatura Europea mm dimensioni reali nomenclatura Americana pollici	\varnothing i 15,9 D.N 16  I.D 5/8" size -10	\varnothing i 19,1 D.N 20  I.D 3/4" size -12	\varnothing i 25,4 D.N 25  I.D 1" size -16	\varnothing i 31,8 D.N 32  I.D 1 1/4" size -20
---------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

nomenclatura Europea mm dimensioni reali nomenclatura Americana pollici	\varnothing i 38,1 D.N 38  I.D 1 1/2" size -24	\varnothing i 50,8 D.N 50  I.D 2" size -32
---------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Il disegno sopra vuole dare l'idea delle reali dimensioni del tubo flessibile ed il **diametro interno** è evidenziato con il colore blu.

Bisogna fare attenzione che quando si indica il diametro di un tubo flessibile si deve intendere sempre il suo diametro interno, che può essere espresso in vari modi come indicato dalla tabella sopra.

Un'altra considerazione riguarda le misure in pollici.

Se indichiamo un tubo flessibile da **1"**, la dimensione è di 25,4 mm, da **non** confondere con **1" gas** quando ci si riferisce ad un filetto, la cui corrispondenza è di 33,1 mm.

Spiegazione del SIZE.

Il **pollice** è la unità di misura lineare americana e corrisponde:

$$1" = 25,4005 \text{ mm. } \left| \begin{array}{c} \longleftarrow 1" \longrightarrow \\ \hline \end{array} \right|$$

Se voglio trasformare **1 metro** in pollici devo calcolare: $1000 \text{ mm} : 25,4005 = 39,37 "$

Per trasformare **1/4"** (si legge: un quarto di pollice) in **mm.** si calcola $25,4 : 4 = 6,35 \text{ mm.}$ e corrisponde alla misura europea **DN=6 mm.**

Per ottenere le frazioni di pollice, si divide **1"** in **16** parti, cioè in sedicesimi di pollice. Quando leggiamo che un tubo ha un \varnothing interno di **1/4"** significa che è la **quarta** parte di **16 (1")** e quindi $16 : 4 = 4 \text{ SIZE (misura).}$

In alcuni cataloghi viene chiamato **DASH.**

Se leggiamo che un tubo ha un \varnothing interno da **1 1/4"** significa che è:

$$1" + 1/4" = 16 + 4 = 20 \text{ SIZE.}$$

La misura in mm. corrisponde a: $1" = 25,4 \text{ mm}$ a cui bisogna aggiungere $1/4" = 6,35 \text{ mm,}$ quindi si ottiene $25,4 + 6,35 = 31,75 \text{ mm}$ che corrisponde alla misura europea **DN 32.**

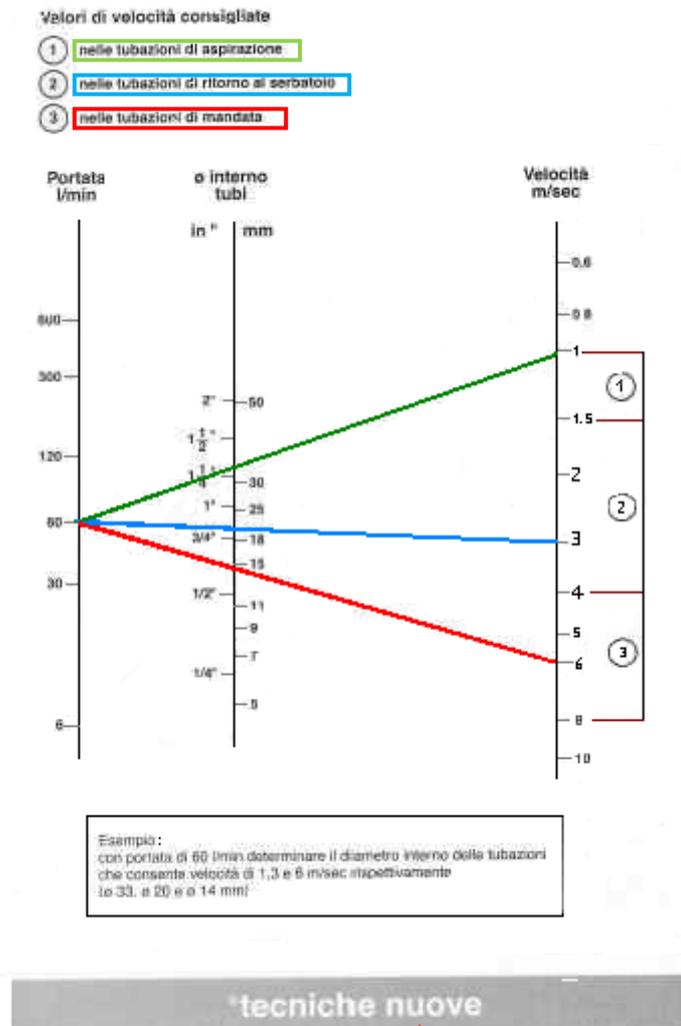
Riassumendo:

$$\text{Dash - 6} = 6 / 16 = 6 : 16 \times 25,4 = 9,525 = 10 \text{ mm}$$

1.8 dimensionamento tubo flessibile.

La dimensione del \emptyset interno del tubo è determinata dalla portata e dalla velocità del fluido.

Questo nomogramma permette di individuare il **DN** di un tubo flessibile, conoscendo la portata:



Calcolo del \emptyset interno di un tubo di **aspirazione**: dalla formula A (area) $= \frac{Q}{6 \cdot v} = \frac{50}{6 \cdot 1} = \frac{50}{6} = 8,33 \text{ cm}^2$.

Con la formula $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ si ricava $D^2 = \frac{8,33 \cdot 4}{3,14} = \frac{33,2}{3,14} = 10,61 \text{ cm}^2$; $D = 3,26 \text{ cm} = 32,6 \text{ mm}$.

Calcolo del \emptyset interno del tubo di **ritorno**: $A = \frac{50}{6 \cdot 3} = 2,77 \text{ cm}^2$, quindi $D^2 = \frac{2,77 \cdot 4}{3,14} = 3,52 \text{ cm}^2$;

$D = \sqrt{3,53} = 1,88 \text{ cm} = 18,8 \text{ mm}$.

Determinare la **perdita di carico** che si verifica nel passaggio dentro un tubo flessibile **DN 25**, con una portata di **120 lt/1'** di olio minerale con **viscosità di 30 cSt** e densità **0,9**. La **perdita di carico** dovuta al passaggio di liquidi dentro i tubi flessibili (esclusi i raccordi), si ottiene con sufficiente approssimazione dal seguente nomogramma in cui:

v = viscosità cinematica del liquido (cSt)

Q = portata (lt/sec)

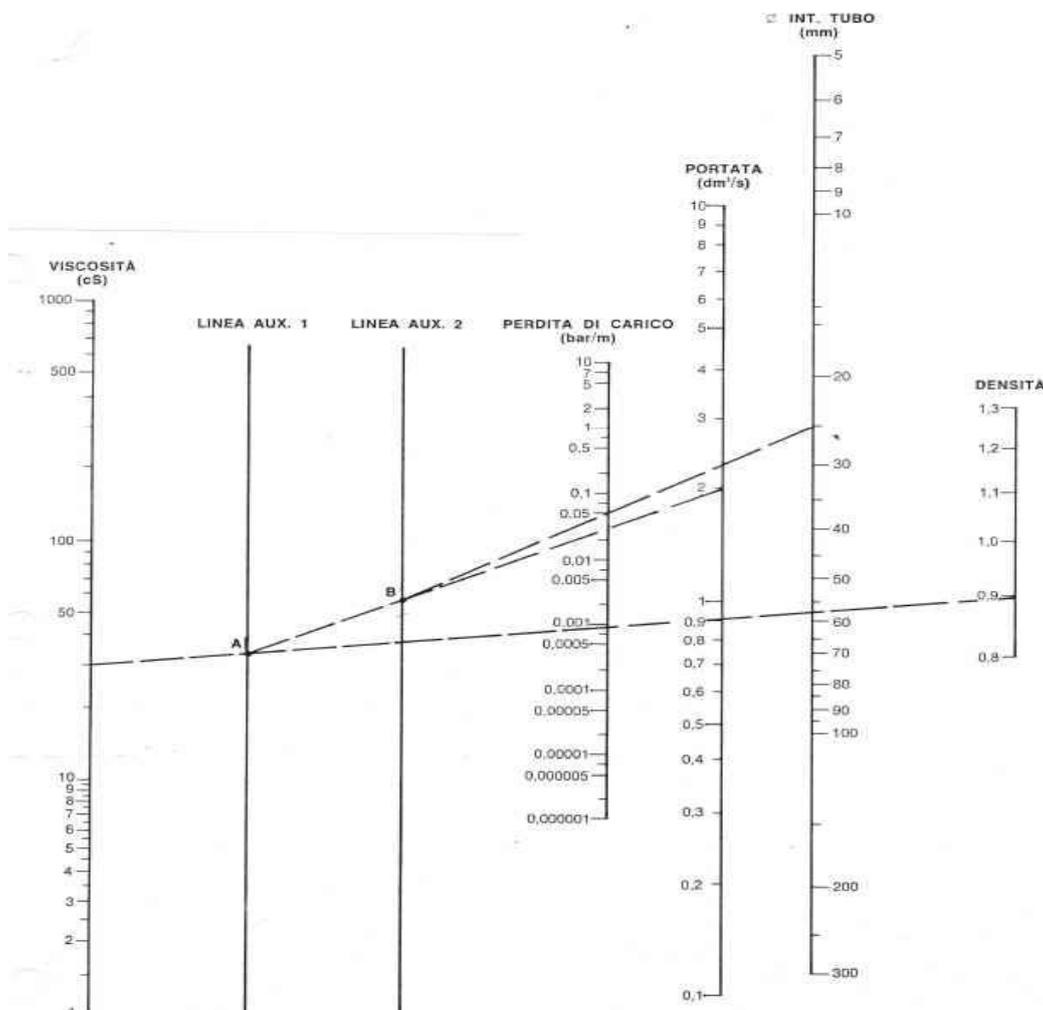
d = diametro interno del tubo (mm)

δ = densità del liquido

Δp perdita di carico (bar/m).

Nell'abaco sottostante si traccia la **retta** congiungente i valori di **30** e **0,9** rispettivamente sulla scala della viscosità e su quella della densità. Per il punto **A** intercettato dalla retta sulla **linea aux 1**, si traccia un'altra retta ad intercettare il valore **2 (2dm³/sec = 120 lt /1')** sulla scala delle portate, segnando il punto **B** così intercettato sulla **linea aux. 2**. Infine congiungendo con una terza retta il punto **B** con il valore **25** sulla scala dei **Ø int. tubo** si interseca la scala **perdita di carico** in corrispondenza al valore cercato (**0,05 bar /m.**).

1.9 tabella per calcolo perdite di carico



Il **Ø esterno** è espresso in **mm.** e rappresenta l'ingombro del tubo. Alcuni cataloghi riportano anche il **Ø esterno delle trecce di acciaio.**

1.10 La **Pressione di esercizio** rappresenta il valore più importante per l'impiego di un tubo flessibile.

Se tale valore si mantiene costante oppure sale in modo graduale fino alla massima pressione del circuito, si sceglierà il tubo idoneo sulla tabella tecnica.

Se la pressione è pulsante e se nel circuito si verificano picchi di pressione occorrerà tenerne in giusta considerazione per la corretta scelta.

In caso di **aspirazione (depressione)**, utilizzare il tubo idoneo (SAE 100R4) che ha all'interno un filo di acciaio per supportare l'anima interna.

L'impiego di altri tubi è **pericoloso**, perché la gomma interna può collassare e chiudere il passaggio con gravi danni all'impianto stesso.

Il rapporto di sicurezza indicato dalle norme internazionale è di 1 a 4 (ISO 7751-1991)

Questo coefficiente è la base di partenza per un costruttore di tubo, ma la norma definisce anche il numero degli impulsi a quali deve resistere il tubo, la temperatura dell'olio, il raggio minimo per le prove di durata.

La pressione di scoppio determina la pressione di lavoro con un rapporto di 1:4.

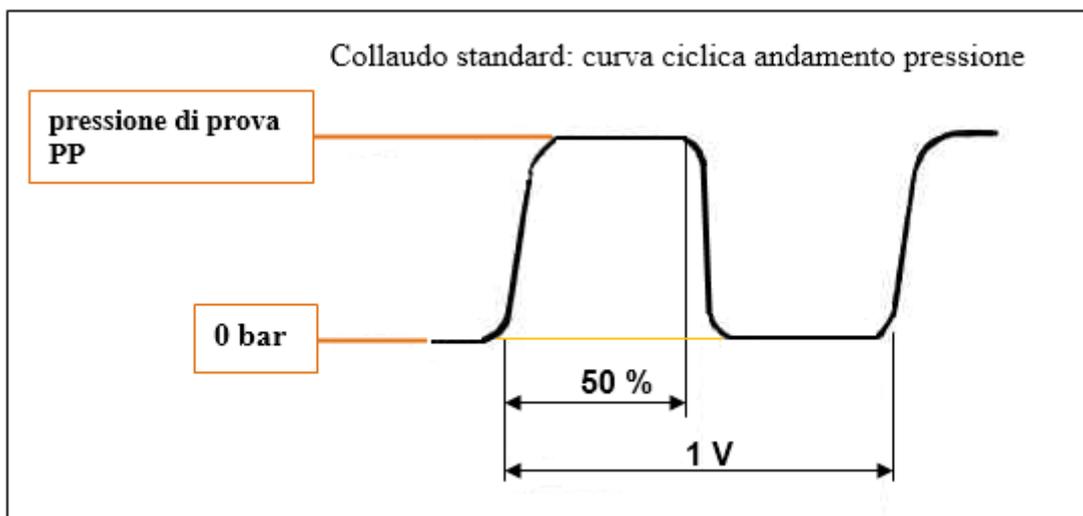
Per esempio se la pressione di scoppio è di 1000 bar, la pressione di esercizio è di 250 bar.

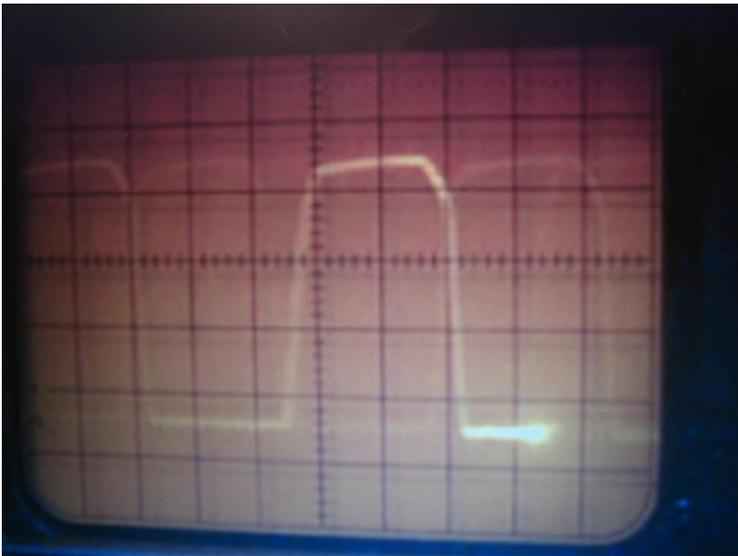
1.11 Esistono due metodi di collaudo per le prove:

- Prove standard, dove la pressione (**PP**) ha un incremento ad onda quadra, con variazioni di durata del ciclo compresi tra i 50 e 75 cicli al minuto (**1 v**). Il numero degli impulsi è di minimo 150.00 a 500.000 max a seconda del tipo di tubo e dei diametri interni.

Norma di riferimento EN; ISO 1402, SAE J 343

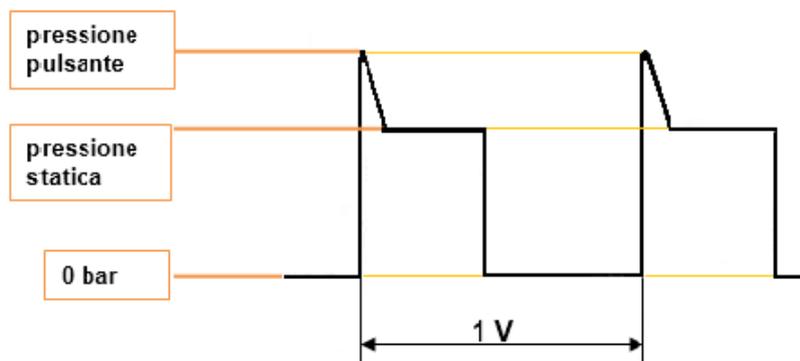
- Prove di collaudo a pressione pulsante con picchi di pressione e con un numero di impulsi fino a 1.200.000 cicli, a richiesta del cliente.





La foto mostra l'andamento reale della pressione sullo schermo di un oscilloscopio. L'**oscilloscopio** è uno strumento di misura **elettronico** che consente di visualizzare, su un grafico bidimensionale, l'andamento temporale dei segnali elettrici. Può essere considerato uno strumento universale, collegandogli appropriati trasduttori di pressione, si può analizzare la curva dell'andamento della pressione.

Collaudo speciale: curva ciclica andamento pressione



Per spiegare il fenomeno dell'impulso di pressione, esiste un esempio nel funzionamento del cuore umano.

Quando si esegue una lettura della pressione sanguigna, per ipotesi ottengo una lettura di due numeri: **140** e **80**.

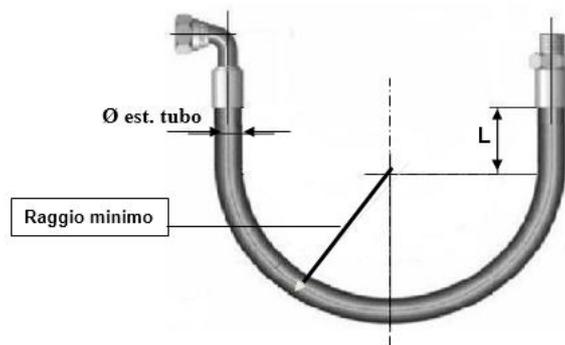
Il primo numero, o pressione sistolica, rappresenta l'impulso di pressione che si genera ad ogni battito del cuore.

Il numero più basso, o pressione diastolica, rappresenta la pressione che è costante nel sistema sanguigno.

1.12 Il raggio minimo di curvatura è un dato importante, perché rappresenta il **raggio minimo** di piegatura che può sopportare un tubo flessibile alla pressione massima di impiego.

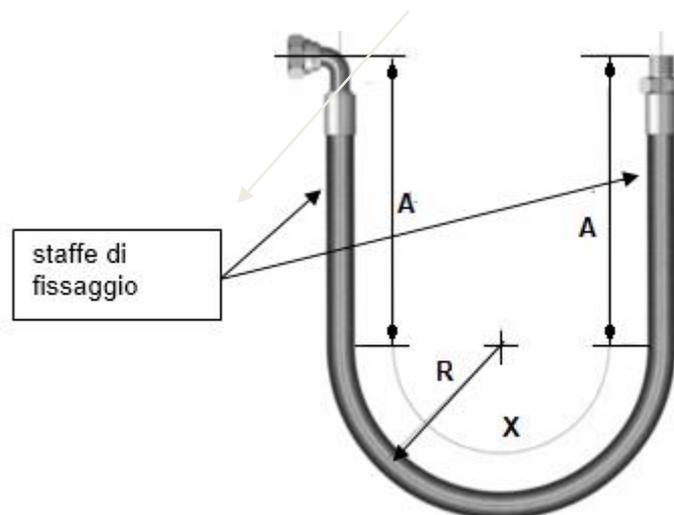
Utilizzare un tubo flessibile al di sotto del suo raggio, in particolare nella zona di uscita della boccia, accorcia la durata del tubo flessibile e può provocare danni alla macchina stessa ed alle persone.

In generale è ammessa una lunghezza minima **L** di 1,5 volte il diametro esterno del tubo tra la parte terminale della boccia e il punto d'inizio della curvatura del tubo flessibile.



Esempio: il tubo flessibile SAE 100 R2A / EN 853 2ST con $\varnothing i = 1''$ misura un \varnothing esterno di 40 mm, quindi la lunghezza $L = 40 \times 1,5 = 60 \text{ mm}$.

Installazione statica



Per un corretto montaggio di un tubo flessibile bisogna considerare un tratto rettilineo **A** alla estremità del tubo raccordato, in modo che la curvatura del tubo inizi lontano dal termine della boccia.

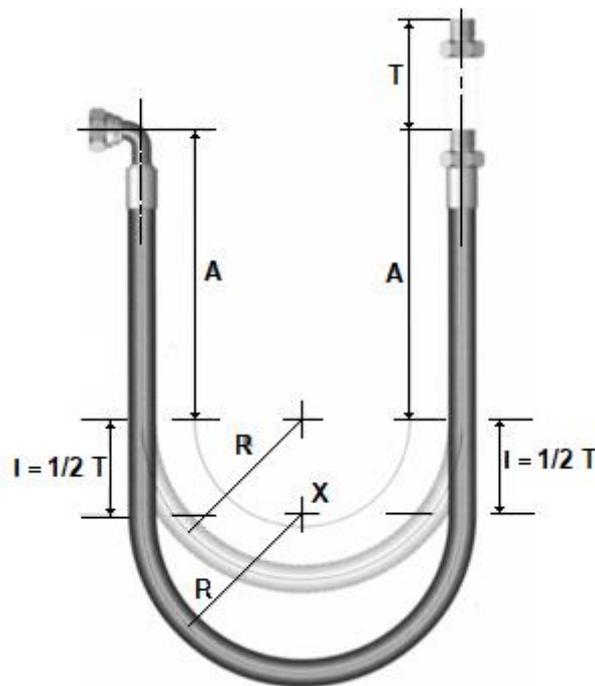
Nella tabella sotto sono indicati i valori **indicativi** della quota **A** in **mm**.

Ø tubo	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Quota A	90	100	106	112	127	140	153	173

Ø tubo	1 1/4"	1 1/2"	2"
Quota A	200	230	250

La quota A indica la lunghezza di compensazione per un corretto montaggio.
 La formula che stabilisce la lunghezza finale **L** del tubo è: $L = 2A + (\pi \cdot R)$
 All'uscita dei raccordi il tubo dovrebbe essere supportato con apposite staffe per non gravare con il peso del tubo nella zona di raccordatura che è il punto più debole del sistema. Inoltre bisogna trattenere il tubo flessibile con delle staffe perché la pulsazione della pressione provoca uno scuotimento del tubo che andrebbe a forzare ulteriormente sui raccordi nella zona dove termina la boccola e inizia la parte flessibile.

Installazione dinamica



La formula per definire la lunghezza finale del tubo raccordato quando l'installazione richiede un movimento relativo tra i due raccordi di estremità, come rappresentato nel disegno sopra, è:

$L = 2A + (\pi \cdot R) + T$ dove T rappresenta la corsa del tubo flessibile.

Nel caso in cui si voglia diminuire il raggio di curvatura da **300 a 200 mm** occorre diminuire la pressione di esercizio del **50%** per avere la stessa durata del tubo.

Esempio indicativo: raggio nominale 100 mm.

La regola è: $\frac{2}{3}$ raggio di curvatura = 50% pressione di lavoro, quindi $100 \times \frac{2}{3} = 67$. La pressione dovrà essere ridotta del 50%.

Inoltre occorre tenere presente che nella zona di minimo raggio di curvatura il **Ø esterno** del tubo non deve subire una riduzione maggiore del 10 %.

Esempio indicativo: **Ø esterno** tubo 20 mm - 10 % = $20 - 2 = 18$ mm.

Valore del **Ø esterno minimo** nella zona di curvatura.

La **temperatura di esercizio** rappresenta il valore sia **minimo** che **massimo** di utilizzo del tubo. Impiegare il tubo al di fuori dei valori di temperatura ne pregiudica la sua durata.

L'intervallo di temperatura è compreso tra -40°C e $+100^{\circ}\text{C}$.

Il **peso al metro** è da tenere in considerazione in fase di progettazione, perché in alcune applicazioni il peso dei tubi flessibili può essere un dato importante.

Ulteriori informazioni sulla scelta, l'installazione dei tubi e tubi assemblati sono contenuti nella norma SAE J 1273. Se ci sono dei dubbi contattare il fornitore.

Riassumendo i fattori importanti per la scelta di un tubo flessibile sono:

- Pressione di esercizio / depressione
- Portata, per dimensionare il diametro interno del tubo
- Raggio minimo di curvatura
- Temperatura di esercizio e ambiente di lavoro.
Condizioni ambientali particolari possono danneggiare il tubo flessibile.
- Tipo di fluido per la verifica della compatibilità dell'anima interna (vedere apposite schede).
- Peso al metro
- Espansione volumetrica del tubo (per i tubi in gomma questo fenomeno comporta un aumento del diametro interno e di conseguenza un accorciamento del tubo dovuto alla pressione. Occorre tenerne conto per il calcolo della lunghezza totale in modo da evitare tensioni dannose.
In alcuni casi l'espansione serve per ammortizzare i picchi di pressione, in altre applicazioni questo fenomeno ritarda la risposta idraulica.
- Montaggio corretto.
Vedere i suggerimenti per l'installazione sui cataloghi dei costruttori.

In generale, conoscendo il tipo di pompa installato sull'impianto si può dire:

Pompe ad ingranaggi	: pressione di esercizio	max .	250 bar
Pompe a palette	: " "	max.	200 bar
Pompe a vite	:	max.	100 bar
Pompe centrifughe	:	max .	10 bar
Pompe a pistoni	:	max .	420 bar
Pompe a mano	:	max .	700 bar
Pompe idropneumatiche	:	max	700 bar

DATI INFORMATIVI - VERIFICARE L'ESATTA PRESSIONE DEL CIRCUITO.

Non è sufficiente considerare solo il valore di pressione del tubo, perché spesso il raccordo ha un valore inferiore a quello del tubo.

BISOGNA SEMPRE CONSIDERARE TUTTA LA CATENA CHE DETERMINA L'ASSEMBLAGGIO.

Per esempio posso scegliere un tubo con pressione di esercizio di 400 bar, ma se la **tenuta** del raccordo pressato sul tubo è di 250 bar, la scelta del tubo flessibile non è corretta.

1.13 RELAZIONE TRA Ø INTERNO TUBO FLESSIBILE e FILETTATURA RACCORDO

Ø int. Tubo "	Ø int Tubo mm.	filettatura		filettatura		filettatura		filettatura	
		BSP o GAS	NPT	UNF/UN tenuta JIC 37°	metrica tenuta DIN 3868	metrica serie L din 2353	metrica serie S din2353	UNF/UNS/ UN tenuta orfs	
3/16"	5	1/8" 1/4"	1/8" 1/4"	7/16-20 unf	—	6L-12x1,5	8S-16X1,5	—	
1/4"	6	1/8" 1/4" 3/8"	1/8" 1/4" 3/8"	7/16-20 unf 1/2 -20 unf 9/16-18 unf	12 x 1,5 14 x 1,5 16 x 1,5	6L-12x1,5 8L-14x1,5 10L-16x1,5	8S-16x1,5 10S-18x1,5	9/16-18 unf 11/16-16 un	
5/16"	8	1/4" 3/8"	3/8"	9/16-18 unf	16 x 1,5 18 x 1,5	10L-16x1,5 12L-18x1,5	12S-20x1,5	11/16-16 un	
3/8"	10	3/8" 1/2"	1/4" 3/8" 1/2"	9/16-18 unf 3/4 -16 unf 7/8 -14 unf	16 x 1,5 18 x 1,5 22 x 1,5	10L-16x1,5 12L-18x1,5 15L-22x1,5	12S -20x1,5 14S-22x1,5	11/16-16 un 13/16-16 un	
1/2"	12	3/8" 1/2" 5/8" 3/4"	3/8" 1/2" 3/4"	3/4 -16 unf 7/8 -14 unf	22 x 1,5	15L-22x1,5 18L-26x1,5	16S -24x1,5	13/16-16 un 1" -14 uns 1"3/16-12un	
5/8"	16	5/8" 3/4"	1/2" 3/4"	7/8 -14 unf 1"1/16-12un	26x1,5	18L-26x1,5	20S -30x2	1" -14 uns	
3/4"	19	3/4" 1"	3/4" 1"	1"1/16-12un	—	22L-30x2	20S -30x2 25S-36x2	1"3/16-12un 1"7/16-12un	
1"	25	1" 1"1/4	1" 1"1/4	1"5/16-12un	—	28L-36x2	25S-36x2 30S-42x2	1"7/16-12un	
1 1/4"	32	1"1/4 1"1/2	1"1/4	1"5/8-12un	—	35L-45x2	38S-52x2	1"11/16-12un	
1 1/2"	38	1"1/2 2"	1"1/2	1"7/8-12un	—	45L-52x2	—	2"-12 un	
2"	50	2"	2"	2"1/2-12un	—	—	—	—	

1.14 RELAZIONE TRA FLANGE E TUBI FLESSIBILI

Dimensione Tubo flessibile	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1"1/4	1"1/2	2"
Flangia SAE 3000 psi	1/2" 3/4"	3/4"	3/4" 1"	1" 1"1/4	1"1/4 1"1/2	1"1/2 2"	2" 2"1/2
Flangia SAE 6000 psi	1/2" 3/4"	3/4"	3/4" 1"	1" 1"1/4	1"1/4 1"1/2	1"1/2 2"	2"

Queste due tabelle servono per il corretto dimensionamento riguardante la scelta del **tubo flessibile** e del relativo **raccordo** con le diverse filettature o flangia.

Esempio: con un tubo flessibile \varnothing interno 1" devo utilizzare un raccordo gas da 1" o 1"1/4". L'impiego di un raccordo da 3/4" è possibile, ma non è corretto, perché si va a diminuire il passaggio interno dell'inserto del raccordo.

Bisogna tenere presente che il punto debole di un tubo raccordato è la zona di pressatura del raccordo.

Se riduco ulteriormente il passaggio dell'olio, introduco in quel punto un aumento delle perdite di carico con incremento della temperatura dell'olio.

2. tubi termoplastici

Ci sono delle applicazioni, dove si utilizzano i **tubi termoplastici**, per motivi di ingombro, di peso, di raggi di curvatura molto stretti, di compatibilità con il fluido (vernici, poliuretani, solventi, gas ecc.), oppure dove è richiesto un tubo non conduttivo, cioè che non trasmette la corrente elettrica. (cestelli che lavorano vicino a cavi in tensione, taglio di cavi elettrici). *Un'importante caratteristica del tubo termoplastico è la pulizia dell'impianto perché non rilascia inquinanti che sono presenti nella in un tubo di gomma con vantaggi per la durata del filtro e delle valvole / servovalvole.*

Applicazioni speciali richiedono notevoli lunghezze che non si possono realizzare con il tubo con trecce / spirali di acciaio.

È possibile realizzare tubi gemellati o tubi multipli.

2.1 I tubi termoplastici sono costruiti con un'anima interna in **elastomero**, quali il nylon 6, 11,12, hytrel e poliuretano, rinforzati con trecce o spirali di fili di poliestere, kevlar, acciaio e ricoperti con una copertura in elastomero.

Le tecniche costruttive del rinforzo, tracciato o spiralato, sono uguali al tubo di gomma, e le norme di riferimento sono:

2.2 SAE 100 R 7 (media pressione) da 70 bar a 210 bar

SAE 100 R 8 (alta pressione) da 140 bar a 350.

Per pressioni fino a 700 bar con diametri di 1/4", viene impiegato il Kevlar, che è una fibra aramidica ad altissima resistenza che è 5 volte più resistente di un filo di acciaio dello stesso diametro. Essendo un prodotto di impiego militare ha un costo molto elevato e di difficile reperibilità.

Occorre tenere presente l'espansione volumetrica di questi tubi (dilatazione del tubo dovuto alla pressione, che comporta un **aumento della lunghezza** del tubo). Per questo motivo nelle applicazioni sulle pulegge dei carrelli elevatori occorre mettere il tubo in tensione, accorciando la lunghezza teorica di circa il 3% per evitare lo scarrucolamento quando il tubo va in pressione.

Bisogna fare attenzione con tubi termoplastici con treccia di acciaio che si comportano al contrario, cioè si accorciano quando sono in pressione (la pressione fa aumentare il diametro interno del tubo e di conseguenza il tubo si accorcia).

La copertura esterna è realizzata in poliuretano o altro tipo di elastomero e serve per contenere i fili di rinforzo e per garantire una buona resistenza all'abrasione. È necessario che la copertura sia microperforata, quando si utilizza il tubo per il passaggio di gas. Questi microfori permettono la fuga di eventuali perdite tra il tubo ed il raccordo, evitando la formazione di bolle sulla copertura esterna del tubo flessibile. La formazione delle bolle è dovuta al gas che si infiltra tra il raccordo e la copertura formando una bolla in pressione che poi andrà a scoppiare.

Il rapporto tra la pressione di esercizio e la pressione di scoppio è calcolato con un coefficiente di **1 a 4**, e per le prove di durata valgono le stesse informazioni precedenti. Il raggio minimo di curvatura viene fornito con le caratteristiche tecniche. Occorre tenere presente che il diametro esterno non deve subire una riduzione superiore al 10% nella zona del raggio.

Un raggio di curvatura più stretto obbliga a ridurre la pressione di esercizio.

Un tubo termoplastico può lavorare al di sotto del suo raggio di curvatura se è supportato ad esempio quando è installato su di una puleggia, oppure se all'esterno c'è una molla di protezione.

Il peso al metro è di circa il 50% in meno rispetto ad un pari tubo di gomma e rappresenta un vantaggio quando si utilizzano tubi di grandi lunghezze. Impieghi off-shore per realizzare ombelicali, pilotaggi ecc.

Alcuni tipi di tubi termoplastici con rinforzo di fili di acciaio spiratati possono lavorare con pressioni di **2500 bar** e sono impiegati per il taglio e la scarifica del cemento armato utilizzando l'acqua.

Suggerisco di lasciare queste applicazioni a ditte specializzate del settore.

SAE	EN	ISO	caratteristiche
100R7	855-R7	3949	1 o 2 trecce
100R8	855-R8	3934	2 o più trecce

Attenzione: impiego per macchine idropultrici professionali utilizzare tubi idonei all'uso.

Temperature fino a + 135 ° C.

2.3 TUBI PER VERNICIATURA

Ci sono applicazioni in cui è richiesto un tubo con un'anima interna resistente ai **solventi delle vernici** e per queste applicazioni in genere si utilizza un tubo con un interno in **nylon 11 (rilsan)**. Bisogna fare attenzione alle applicazioni di verniciatura **airless (200-300 bar)**, in cui la raccordatura del tubo deve garantire la **conduttività elettrica**. Significa che durante la pressatura del raccordo sul tubo flessibile, le trecce di acciaio devono essere in contatto con la boccola pressata per garantire la messa a terra dell'apparecchiatura.

Il passaggio ad alta velocità della vernice e/o del solvente carica di elettricità statica la pistola di verniciatura con la possibilità di favorire una scintilla che diventa pericolosa poiché si è in presenza di solvente altamente infiammabile. Con nuove tecnologie costruttive si realizzano tubi con l'anima interna conduttiva. Per essere certi della conduttività, occorre fare una prova di resistenza elettrica con un tester, mettendo i due puntali sui capi dei due raccordi e leggere il valore di resistenza in **Ω (ohm)**.

2.4 TUBI NON CONDUTTIVI a norma SAE J 517.

In particolari applicazioni è richiesto l'impiego di tubi flessibili **non conduttivi**, cioè che **non** devono trasmettere la corrente. Il tubo in gomma ed alcuni tubi di plastica hanno una loro capacità di trasmettere la corrente e quindi risultano pericolosi quando l'apparecchiatura deve essere isolata dalla macchina. Per esempio: i cestelli idraulici che lavorano vicino a linee elettriche debbono avere il cestello isolato dalla macchina e per questo motivo occorre utilizzare tubi **non conduttivi**. Un'altra applicazione si verifica con attrezzature portatili che servono per tagliare i cavi elettrici. Quando taglio il cavo, la cesoia deve risultare **isolata** dalla pompa idraulica ed è per questa ragione che si utilizza un tubo flessibile **non conduttivo**.

(anche l'olio deve avere caratteristiche di **non** conduttività)

2.5 TUBI PER POLIURETANO

I tubi termoplastici, in generale, sono utilizzati per l'impiego su macchine per poliuretano in bassa e alta pressione. Il poliuretano è un prodotto che si ottiene dalla miscelazione di due componenti base: il poliolo e l'isocianato che a contatto dell'aria solidificano prendendo la forma dello stampo.

La natura chimica dei due componenti richiede dei tubi flessibili con un'anima interna che non alteri i prodotti, in particolare il nylon garantisce una buona compatibilità chimica ed inoltre la sua struttura molecolare molto chiusa non assorbe umidità dall'esterno che è causa della cristallizzazione dell'isocianato.

NOTA BENE: per tutte le informazioni relative all'installazione di tubi flessibili idraulici, fare riferimento alle istruzioni dei costruttori oppure alle norme SAE J 1273.

Questa norma fornisce una guida per la scelta, l'installazione e la manutenzione preventiva dei tubi.

3. I tubi di teflon (PTFE = politetrafluoroetilene) hanno caratteristiche eccezionali di resistenza ai prodotti chimici, alimentare, vapore, gas, ecc. La superficie del teflon è talmente scivolosa che nessun materiale può aderirvi.

La gamma di temperatura va da **- 60 ° C + 260 ° C**.

Altre caratteristiche sono la resistenza all'usura, all'invecchiamento, assenza di contaminanti.

L'anima interna del tubo può essere liscia o corrugata a seconda dell'impiego e dei diametri.

L'anima interna liscia rende i tubi rigidi; nelle dimensioni superiori a **1"** si utilizza l'interno corrugato in modo da permettere buoni raggi di curvatura.

Il rinforzo è formato da fili intrecciati di acciaio inox ed il numero delle trecce determina la resistenza alla pressione. Di solito i tubi di teflon **non** hanno una copertura esterna di protezione, pertanto occorre maneggiarli con cura per evitare che qualche filo rotto provochi delle lacerazioni alle mani.

La tabella sotto riportata serve per la corretta scelta del tubo flessibile e della filettatura, in funzione della pressione di esercizio e del tipo di tenuta del raccordo.

Esempio: una trasmissione idrostatica con attacco della pompa 3/4" e che lavora ad una pressione di esercizio di 400 bar, dalla tabella ricavo che il tubo flessibile è il tipo 856-4SH 3/4" e la pompa è già predisposta con un attacco per flangia SAE 6000 3/4".

4. PRESSIONI di ESERCIZIO (tabella indicativa)
RELAZIONE TRA Ø INTERNO TUBI FLESSIBILI, FILETTATURE E TENUTA.

RACCORDI	DIAMETRO TUBO FLESSIBILE																					
	3/16"		1/4"		5/16"		3/8"		1/2"		5/8"		3/4"		1"		1"1/4		1"1/2		2"	
tenuta	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR	filet	BAR
BSP 60° BS 5200	1/8	350	1/4	350	3/8	350	3/8	350	1/2	350	5/8	350	3/4	350	1	350	1 1/4	250	1 1/2	250	2	125
JIC 37° Sae J 514	7/16	450	1/2	420	9/16	350	9/16	350	3/4	350	7/8	350	1 1/16	300	1 5/16	290	1 5/8	250	1 7/8	250	2 1/2	80
ORFS Sae J 1453			9/16	630	11/ 16	630	13/ 16	630	1	420	1	420	1 3/16	420	1 7/16	420	1 11/ 16	350	2 12	350		
24° serie L DIN 2353	Ø 6L	250	Ø 8L	250	Ø 10L	250	Ø 12L	250	Ø 15L	250	Ø 18L	160	Ø 22L	160	Ø 28L	100	Ø 35L	100	Ø 42L	100		
24° serie S DIN 2353	Ø 8S	630	Ø 10S	630	Ø 12S	630	Ø 14S	630	Ø 16S	400	Ø 20S	400	Ø 25S	400	Ø 30S	250	Ø 38S	250				
FLANGE Sae 3000 Sae J518									Ø 1/2	350	Ø 3/4	350	Ø 3/4	350	Ø 1	315	Ø 1 1/4	250	Ø 1 1/2	200	Ø 2	200
FLANGE Sae 6000 Sae J 518									Ø 1/2	415	Ø 3/4	415	Ø 3/4	415	Ø 1	415	Ø 1 1/4	415	Ø 1 1/2	415	Ø 2	415
ORIENTA BILI ad OCCHIO DIN 7642	Ø 1/8	200	Ø 1/4	200	Ø 3/8	200	Ø 3/8	200	Ø 1/2	200	Ø 3/4	200	Ø 3/4	200	Ø 1	200						
	Ø 10	200	Ø 12	200	Ø 14	200	Ø 16	200	Ø 18	200	Ø 22	200	Ø 26	200								
TUBO flessibile	3/16"		1/4"		5/16"		3/8"		1/2"		5/8"		3/4"		1"		1"1/4		1"1/2		2"	
854-2TE	80 bar		75 bar		66 bar		63 bar		58 bar		50 bar		45 bar		40 bar		bar		bar		bar	
853-1ST -1SN	250		225		215		180		160		130		105		90		65		50		40	
853-2ST -2SN	415		400		350		330		275		250		215		175		140		100		90	
856-4SP			500				460		425		400		380		320		210		185		175	
856-4SH												420		385		350		300		250		
856-R13												350		350		350		350		350		350
SAE 100 R 15					420		420		420		420		420		420		420		420		420	

RACCORDI PER TUBO FLESSIBILE

1. cosa sono i raccordi

1.2 i particolari: boccola ed inserto

1.3 la zincatura

1.4 i raccordi interlock

1.5 raccordi avvitabili

1.6 raccordi pre-aggraffati

1. cosa sono i raccordi.

I **raccordi per tubo flessibile** sono dei terminali utilizzati per fissare sia il tubo flessibile, sia la parte fissa al collegamento idraulico e sono realizzati in acciaio trafilato tipo 9 SMnPb28K, comunemente detto "acciaio al piombo".

Questo materiale permette la lavorazione con torni plurimandrini (fino a 8) ad alta velocità per una buona lavorabilità e contenere i costi di produzione. I torni plurimandrini sono macchine utensili che trasformano una barra di acciaio in un pezzo finito (raccordo) con l'utilizzo di appositi utensili montati sui vari mandrini della macchina. Alcune applicazioni richiedono l'impiego di acciai inossidabili quali **AISI 304, 316, ottone** ecc.

La produzione Italiana è un punto di forza nel settore dei raccordi per l'oleodinamica ed i prodotti nazionali sono apprezzati in tutto il mondo per la qualità ed il prezzo competitivo.

1.2 i particolari.

I particolari che compongono un raccordo sono:

- **BOCCOLA o GHIERA**
- **INSERTO**

La **boccola** si presenta come un manicotto al cui interno sono ricavate delle scanalature. (profilo della boccola) e nella parte superiore ha un collarino.

Le scanalature hanno la funzione di aggrapparsi alla parte esterna del tubo flessibile, mentre il collarino si incastra nell'apposita sede dell'inserto.

La tecnologia che realizza l'interferenza con il tubo flessibile si chiama **pressatura**.

Le macchine che realizzano questa lavorazione sono delle **presse idrauliche** che deformano la boccola ad una quota prefissata in modo **permanente**.

Le **boccole** si distinguono sia in funzione dei diametri di tubo ed anche per i differenti tipi di tubo.

Infatti ci sono tubi che **devono essere spelati** sulla parte esterna ed altri che **non** si devono spelare.

La **spelatura** consiste nel rimuovere tramite apposite macchine, la parte esterna di gomma per una lunghezza definita da apposite tabelle.

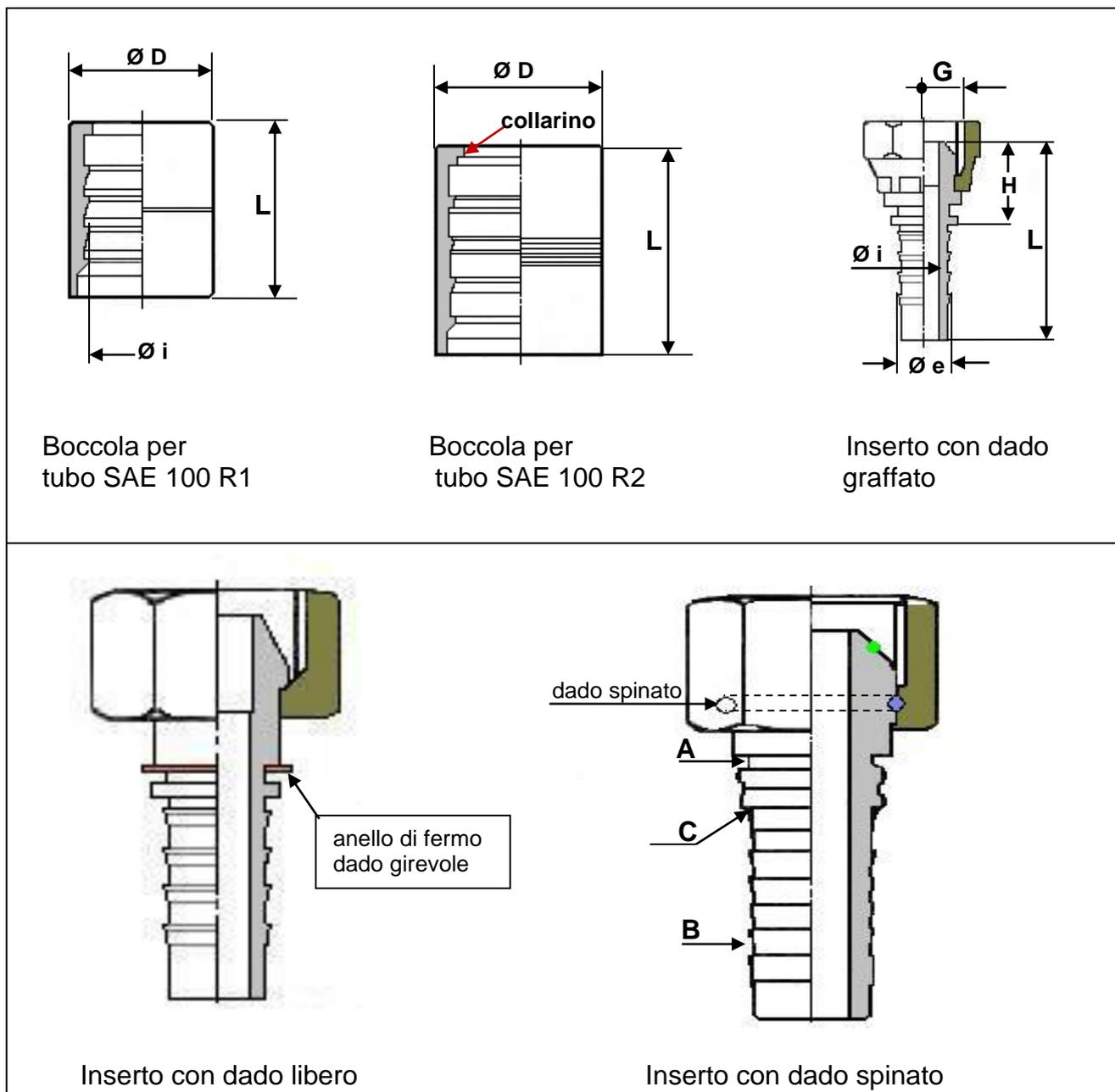
In generale ad ogni tipo di tubo occorre utilizzare la corrispondente boccola.

Di solito sull'esterno della boccola sono ricavate delle piccole gole di riferimento che indicano il tipo di boccola ed il corrispondente tubo da utilizzare

Occorre consultare delle opportune **tabelle** per la scelta corretta dei componenti.

NON si devono mischiare boccole di costruttori diversi per evitare errori di assemblaggio.

Esse devono essere costruite con materiale di buona plasmabilità, (acciaio al piombo) cioè materiale che si deforma senza rompersi o formare delle cricche e per questo motivo subiscono un trattamento termico di ricottura, vengono messe in un forno ad una temperatura di 800° C, prima di passare alla fase di finitura con un trattamento di **zincatura**, che garantisce una migliore resistenza agli agenti atmosferici e alla corrosione



Le dimensioni che definiscono la boccola sono il \varnothing esterno **D** e la lunghezza **L**.
 Per ulteriore sicurezza occorre controllare anche il \varnothing interno.
 Le rigature sull'esterno della boccola stabiliscono il relativo tubo da utilizzare.

Le dimensioni che definiscono un inserto sono il filetto **G**, la lunghezza **L**, la quota **H** ed il diametro esterno del gambo.
 Anche **gli inserti** sono costruiti in "acciaio al piombo" con torni plurimandrini. Prendiamo in considerazione la zona superiore, oltre alla filettatura, qui è ricavata la tenuta che avrà diverse forme in funzione del tipo di accoppiamento. Un dado girevole si avvita al nipplo, garantendo il collegamento all'impianto idraulico. Ci sono tre tecniche di montaggio del dado: graffato, libero, spinato. Nella parte centrale dell'inserto è ricavata una gola **A** nella quale si andrà ad incastrare il collarino della boccola durante la pressatura. In questo modo si realizza un aggancio permanente tra boccola ed inserto e serve per evitare lo **sfilamento** dell'insieme tubo-raccordo.

La parte inferiore **C** del collarino serve da fermo per l'inserimento del tubo ed è importante che il tubo venga posizionato nel modo corretto cioè in battuta sul collarino.

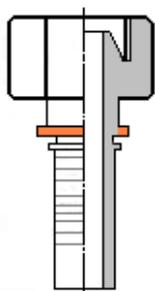
La parte finale dell'inserto presenta un codolo **B** sul quale sono ricavate delle lavorazioni a lisca di pesce. Questa parte viene inserita all'interno del tubo di gomma e serve da supporto al tubo per la pressatura. La lisca di pesce si aggrappa alla gomma ed impedisce che l'olio in pressione salga verso il collarino. È ammesso un collasso del foro interno di 0,3-0,4 mm per i Ø di 1/4", 5/16", 3/8" e di 0,5-0,7 mm per Ø superiori

(consultare sempre le tabelle dei costruttori di raccordi).

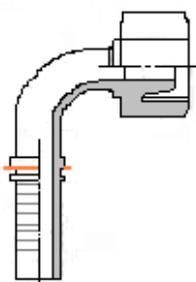
La quota **H** serve per calcolare la lunghezza finale esatta del tubo flessibile assemblato.

La parte superiore della testa del raccordo è l'inizio della tenuta sul nipplo, mentre il dado girevole si avvita al nipplo.

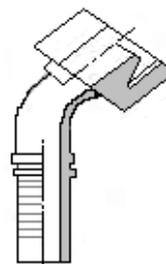
INSERTI A PRESSARE



femmina girevole
diritta



femmina girevole
curva a 90°



femmina girevole
curva a 45°

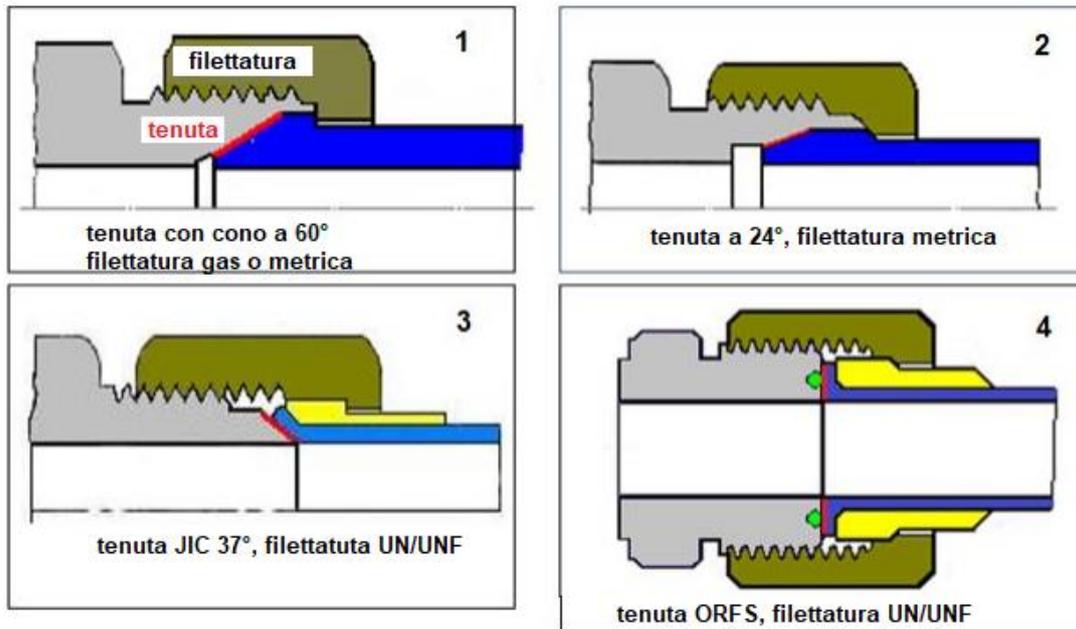


Gli inserti a pressare si dividono in due categorie:

- **MASCHI**
- **FEMMINE GIREVOLI**

Gli inserti hanno la parte terminale che si collega al circuito che può essere:

- Filettatura gas/bspp, metrica, npt, un/unf, npt, gas conico(bspt).
- Forme di tenuta come da figura sotto.
- Flangia SAE 3000/6000 psi diritta, curva a 90° e 45°



NB: il tubetto liscio è una soluzione obsoleta, è da preferire una tenuta DIN 3861 con O-ring, perché i valori di pressione della norma DIN 2353 si riferiscono ad accoppiamenti con dado ed anello montati su un tubo rigido di acciaio, che ha caratteristiche meccaniche di resistenza superiori rispetto ad un tubetto liscio ricavato da un acciaio al piombo. Gli inserti femmina girevole hanno la parte terminale, che si avvita al circuito idraulico, realizzata con un dado filettato che può ruotare liberamente. Questa soluzione permette di avvitare il dado su di un nipplo senza girare il tubo assemblato ed inoltre quando si stringe il dado **non** mette in torsione il tubo.

Per informazioni sulle filettature consultare il capitolo “Filettature” del corso di base.

1.3 la zincatura.

I raccordi sia per i tubi flessibili sia per il tubo rigido sono trattati con il procedimento di **ZINCATURA / PLACCATURA**.

Attualmente il mercato, per motivi di anti inquinamento, nel rispetto della direttiva europea 2000/53/EG del Luglio 2002 richiede una zincatura esente da “cromo esavalente o cromo 6”, perché in certe condizioni di utilizzo può risultare cancerogeno ed il contatto con la pelle può causare reazioni allergiche.

Di conseguenza la zincatura deve essere fatta con cromo trivalente tenendo invariate le caratteristiche di resistenza alla corrosione.

Il colore della nuova zincatura è **bianco-argento**, mentre prima avevano un colore giallo-dorato.

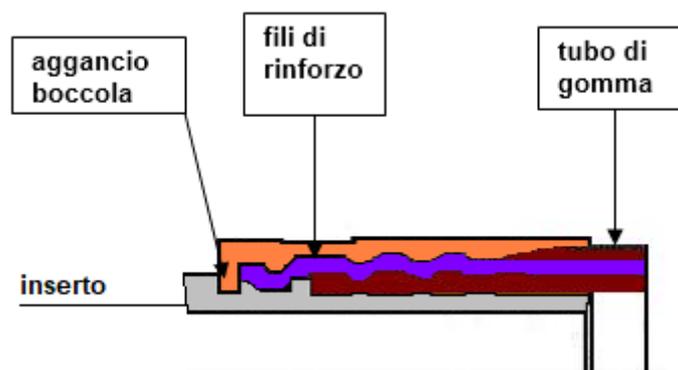
Le norme ISO 2081 e ISO 4520 impongono una prova in “atmosfera salina” che serve per simulare la durata della zincatura all’attacco della ruggine. Il tempo minimo di resistenza a questa prova è di 72 ore e **non** si riscontrare alcun segno di ruggine sul raccordo.



La foto a fianco mostra una serie di raccordi curvi a 90° appesi a un filo di rame che sono pronti per essere immersi in un bagno per la zincatura.

1.4 raccordi interlock.

Una diversa tecnologia di aggancio della boccola è utilizzata per quei tubi flessibili che lavorano ad alte pressioni e con grandi diametri. Questa tecnica si chiama **INTERLOCK** ed il tubo (**marrone**) deve essere spelato sia all'interno che all'esterno per garantire un ancoraggio più sicuro tra tubo e raccordo.



L'inserto **INTERLOCK** e la relativa **BOCCOLA** sono più lunghi dei raccordi standard, è **importante non** mischiare i vari componenti.

Una cattiva pressatura è causa di **sfilamento** del tubo, che essendo in pressione, si stacca violentemente dal raccordo provocando danni gravissimi sia alle persone che agli impianti.

La norma di riferimento **SAE J1273** "Raccomandazioni pratiche per l'utilizzo di tubi raccordati", elenca i rischi potenziali legati ai sistemi e componenti idraulici in pressione.

Nota: è opportuno mettere in pratica il sistema di rotazione delle scorte (FIFO), in modo tale da non superare il periodo di giacenza superiore di 2 anni per i raccordi con O-ring, perché la gomma può invecchiare e quindi causare delle perdite in fase di utilizzo.

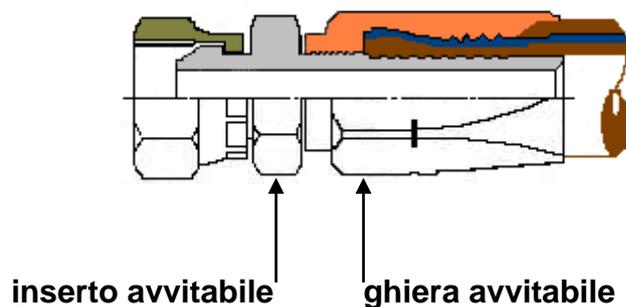
1.5 raccordi avvitabili

Alcuni costruttori di raccordi hanno a catalogo una linea di **RACCORDI AVVITABILI**.

Sono formati da una ghiera e da un inserto con delle lavorazioni all'interno della ghiera e sul codolo dell'inserto che permettono di avvitarsi sul tubo di gomma.

Prima si avvita la ghiera sull'**esterno** del tubo ruotandola in senso antiorario e poi si avvita l'inserto all'**interno** del tubo girandolo in senso orario. L'interferenza tra ghiera, tubo ed inserto determina la raccordatura.

Questa soluzione permette di montare i raccordi sul tubo flessibile con il solo ausilio di chiavi normali. Questo tipo di raccordatura è valida se i tubi sono impiegati a basse /medie pressioni ed in assenza di picchi di pressione.

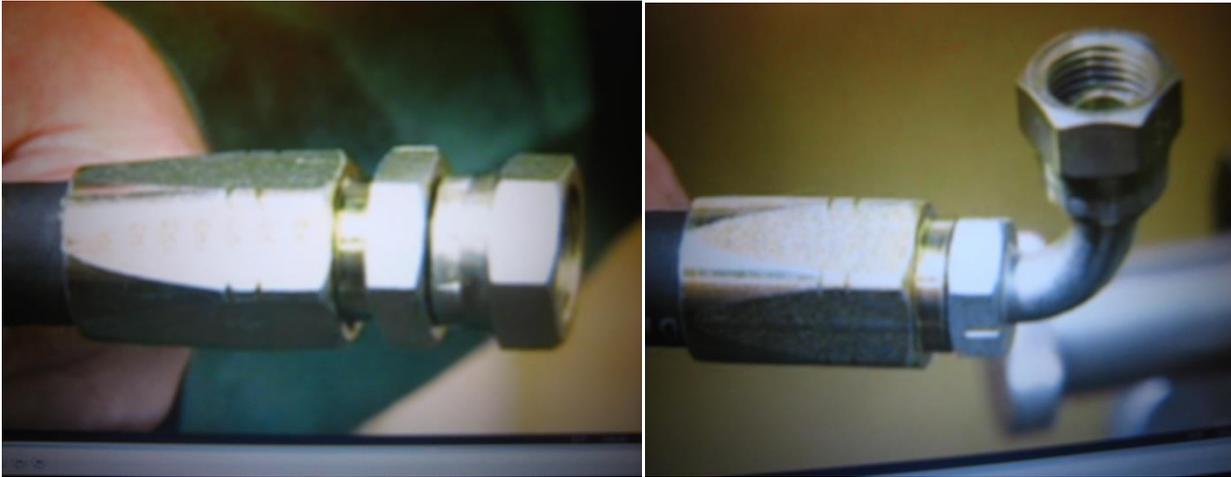


Inserimento della ghiera esterna in una morsa per il montaggio sul tubo esterno.

Con la rotazione del mandrino si avvita la ghiera.

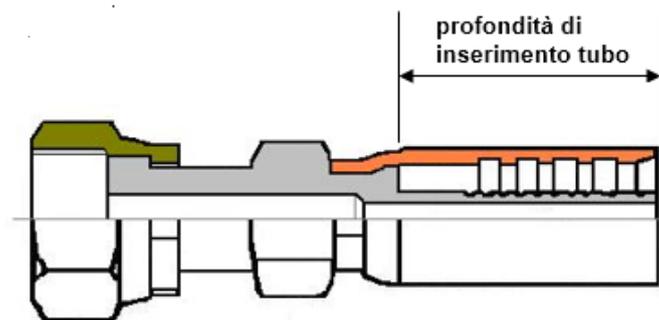


L'inserto è avvitato all'interno del tubo.



Le foto mostrano come si presenta un raccordo femmina girevole diritta e a fianco uno a 90° in esecuzione avvitabile/recuperabile.
 È un errore dire “recuperabile”, perché il riutilizzo del raccordo che ha già lavorato non ha più le stesse caratteristiche del nuovo raccordo.

1.6 raccordi pre-aggraffati



Esiste anche una soluzione di raccordo dove la boccia è già aggraffata sull'inserto.
 È importante rispettare la profondità di inserimento del tubo flessibile nell'inserto, per una corretta pressatura.
 È opportuno marcare la profondità di inserimento sull'esterno del tubo flessibile.

IMPEGO di TUBI per FRENI

Occorre prestare particolare attenzione a questa applicazione. I tubi flessibili per sistemi frenanti seguono le omologazioni **DOT (Department Of Transportation)** che esulano dalle normative per l'oleodinamica. Anche se all'apparenza sembrano tubi flessibili e raccordi idraulici, gli oli utilizzati, la raccorderia, le tenute sono diverse. La realizzazione di tubi flessibili in questo settore deve essere garantita da personale specializzato.

1. TUBI FLESSIBILI RACCORDATI

- 1.15 Preparazione
- 1.16 Pressatura
- 1.17 Controllo quota di pressatura
- 1.18 Pulizia
- 1.19 Lunghezza convenzionale di un tubo assemblato
- 1.20 Orientamento raccordi
- 1.21 Procedura per realizzare un tubo a disegno
- 1.22 Spina di controllo
- 1.23 Marcatura della boccola
- 1.24 Tabella durata tubi flessibili
- 1.25 Certificato di prova
- 1.26 Flussaggio dei tubi assemblati
- 1.27 Istruzioni per l'installazione dei tubi flessibili
- 1.28 Alcune considerazioni sulle rotture dei tubi flessibili

Il collegamento tra il tubo flessibile e il raccordo aggraffato è la zona più critica dell'assemblaggio e quindi è molto importante che la fase di accoppiamento sia realizzata in maniera idonea per ottenere una perfetta tenuta per una durata in servizio sicura. Di solito il tubo raccordato è l'ultimo particolare dell'impianto preso in considerazione. Quando il cliente chiede i tubi raccordati potete essere certi che li vuole subito. Quest'urgenza non deve pregiudicare il lavoro di preparazione che deve essere realizzato con cura per garantire un prodotto sicuro.

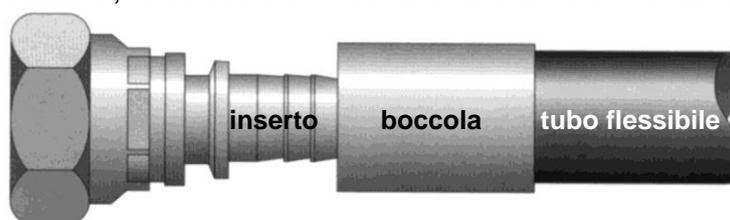
Il tubo flessibile raccordato è la zona critica della catena di tenuta del tubo flessibile.

1.1 Controlli premontaggio

La prima fase prevede la scelta del tubo flessibile sia come diametro interno sia come pressione di esercizio.

È inoltre opportuno effettuare un controllo visivo accertandosi che non vi siano ostruzioni nel tubo, tagli, coperture danneggiate o altri difetti.

Prendiamo il tubo flessibile, la boccola e l'inserto e andiamo a montarli in modo corretto.



Taglio S'inizia a tagliare il tubo con un'apposita macchina “**troncatrice**” che permette un taglio netto a 90° senza strappare e deformare le trecce o le spirali d'acciaio. È buona norma tagliare i primi e gli ultimi centimetri di ogni rotolo di tubo.



La foto sopra mostra come si procede al taglio di un tubo flessibile con guaina esterna in treccia di acciaio (es. tubi di teflon). Si nastra l'esterno del tubo per permettere un taglio netto e nello stesso tempo per contenere i fili d'acciaio della guaina esterna.

Nella figura a fianco l'operatore sta tagliando il tubo, con un pedale spinge il tubo verso il basso, dove incontra una lama d'acciaio temperato che realizza il taglio netto.

Il taglio del tubo flessibile introduce la contaminazione all'interno sotto forma di particelle dal rinforzo di metallo, inoltre la lama stessa e la gomma del tubo durante il taglio formano della polvere che entra all'interno. È necessario pulire in modo accurato l'interno del tubo soffiando aria compressa, utilizzando degli appositi proiettili di plastica o meglio ancora sottoporre il tubo al flussaggio con appositi banchi.

I tubi che sono utilizzati con servovalvole per la criticità di impiego devono essere flussati e completi del relativo certificato.

Spelatura.

Poi si procede alla spelatura della gomma esterna con opportuna macchina (spelatrice), per una lunghezza (tolleranza +/- 1 mm) definita da apposite tabelle senza deformare il tubo o danneggiare i fili di rinforzo. Lasciare un sottile strato di gomma a protezione del rinforzo.

Fare particolare attenzione quando il tubo deve essere spelato sia all'esterno sia all'interno



La foto a sinistra mostra come si spela la copertura esterna. Una mola abrasiva asporta la gomma esterna fino a scoprire la treccia di acciaio.

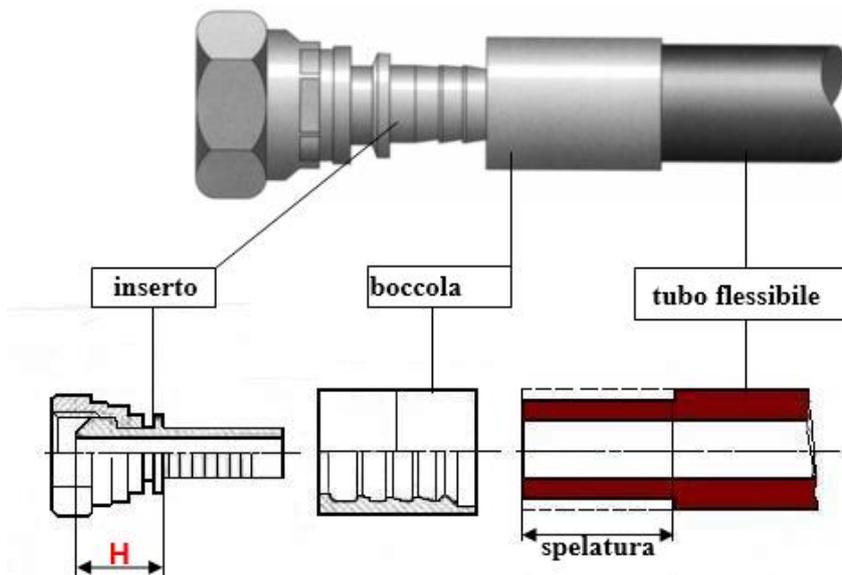
L'interno del tubo è sorretto da un apposito mandrino; l'operatore ruota il tubo flessibile contro la mola. Altri tipi di spelatrice utilizzano un idoneo utensile per asportare la copertura esterna.

Alcuni tipi di tubi flessibili, in particolare quelli che lavorano ad alte pressioni e che utilizzano il raccordo "interlock", devono essere spelati anche all'interno, cioè bisogna asportare della gomma per una certa profondità e diametro, secondo delle precise tabelle, per realizzare una più forte tenuta tra tubo e raccordo. (foto a destra)
Con un calibro si misura la quota di spelatura che deve corrispondere al valore della tabella del fornitore.



Si passa alla scelta della boccola tenendo presente se il tubo è stato spelato o è del tipo **no skive**.

Poi si sceglie l'inserto considerando la tenuta, la relativa filettatura e il corretto \varnothing dell'inserto da inserire all'interno del tubo.



Ricordarsi di sottrarre la quota **H** dell'inserto ricavata dal catalogo per definire la corretta misura di taglio. Rimuovere lo sporco dal foro del tubo e in particolare togliere le parti plastificate dal foro dei tubi termoplastici. Soffiare con aria compressa l'interno del tubo.



Spingere la boccola sul tubo fino alla battuta.
 Lubrificare l'inserto con il corretto fluido e spingerlo nel tubo fino a che la battuta arrivi contro l'estremità del tubo.
 Utilizzare una mazzuola con battente in poliuretano per non rovinare il raccordo.
 Controllare l'aggancio della boccola sul collarino dell'inserto.



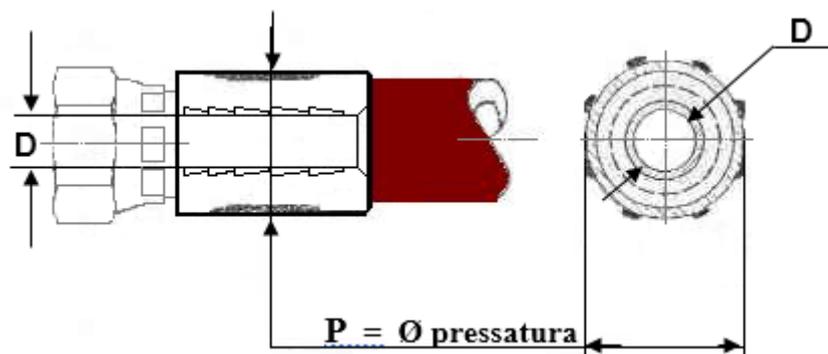
1.2 Pressatura.

Questa fase di lavorazione richiede del personale istruito sulle responsabilità del suo compito, oltre che informato sull'uso della pressa.

Posizionare il pezzo nella macchina pressa tubi e pressare alla corretta quota **P** (\emptyset di pressatura) come da tabelle fornite dai costruttori di raccordi.

Nel caso d'impiego di due raccordi curvi, controllare l'esatto orientamento dei raccordi prima di procedere alla pressatura.

Un suggerimento è di utilizzare la scritta sul tubo come riferimento di montaggio, cioè mantenere la linea della marcatura come ideale proseguimento della curva del raccordo.
 Un altro consiglio è di montare il raccordo tenendo in considerazione la piega naturale del tubo flessibile, che servirà anche per non forzare il tubo durante l'installazione.



Verificare con il calibro la quota di pressatura **P**, tenendo come riferimento la zona centrale della boccola. Vedere disegno sopra.

I raccordi dritti possono essere controllati con apposite spine di calibrate per essere certi che si è verificata una deformazione all'interno dell'inserto, quota **D**.

La deformazione interna ammessa va da **0,3 a 0,4 mm** per \emptyset 1/4", 5/16", 3/8".

Per \emptyset maggiori si ammette una deformazione da **0,5 a 0,7 mm**.

Valori indicativi. Occorre chiedere al costruttore dei raccordi.

Il controllo della deformazione interna permette di esseri sicuri di una buona pressatura; talvolta le tolleranze costruttive tra tubo, boccola, inserto possono portare a degli errori. Nel caso in cui **non** si è ottenuta la deformazione, occorre regolare la pressa fino ad ottenere il risultato richiesto.

La velocità di pressatura deve essere tale da permettere la deformazione plastica della boccola per evitare la rottura della stessa, ed è buona norma fermare la pressa per qualche secondo.

Ovviamente un raccordo **curvo** non può essere controllato con delle spine, in questo caso si fa riferimento alla quota di pressatura di un raccordo diritto.

L'operazione di **PRESSATURA** consiste nel deformare in modo permanente la boccola, così da realizzare una forte unione tra tubo in gomma, inserto e boccola.

Per eseguire questa lavorazione si utilizzano delle **PRESSE IDRAULICHE PER TUBI FLESSIBILI**.

Sono formate da una testa in cui un cilindro idraulico spinge degli **stampi (morsetti)** ad una misura prefissata dall'operatore.

Innanzitutto assicurarsi che la pressa sia **APERTA E SPENTA**.

Scegliere gli **stampi** con il **Ø inferiore** rispetto alla quota di pressatura finale.

ESEMPIO: se la quota **P** finale deve essere di **29,5 mm**, scelgo il set di stampi di **Ø = 28 mm**, più sono vicine le due dimensioni, minore sarà il materiale di riporto e quindi migliore la concentricità della boccola.

Pertanto: **quota di pressatura 29,5 mm. finale**

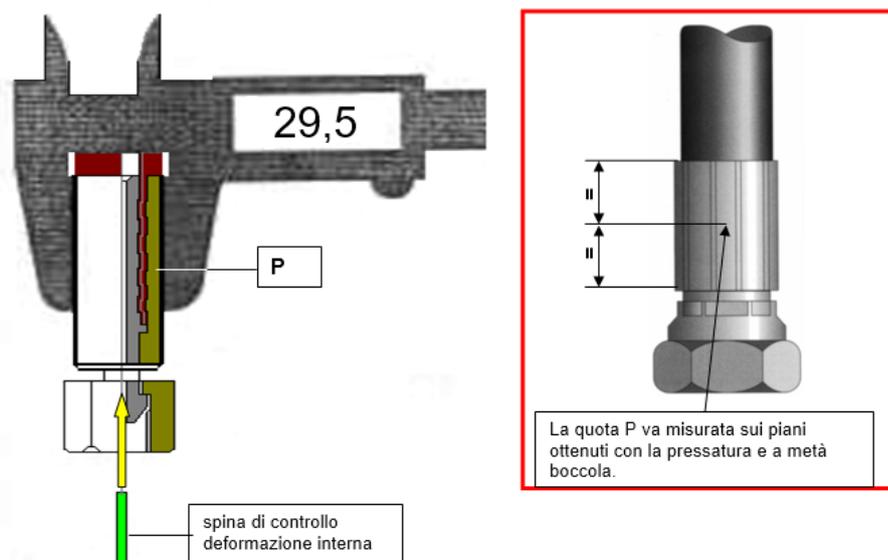
Set di stampi **28 mm. Ø minimo di pressatura**

valore da impostare **1,5 mm.**

Di conseguenza occorre regolare il nonio a **1,5 mm**.

Significa che la corsa della pressa è regolata in modo che si fermi **1.5 mm** prima di raggiungere il fine corsa (28 mm.), per ottenere **29,5 mm** che è la quota di pressatura desiderata.

1.3 Controllo quota di pressatura.



La concentricità e la conicità dopo la pressatura del **Ø P** devono essere comprese entro **0,25 mm**.

AVVERTENZA IMPORTANTE:

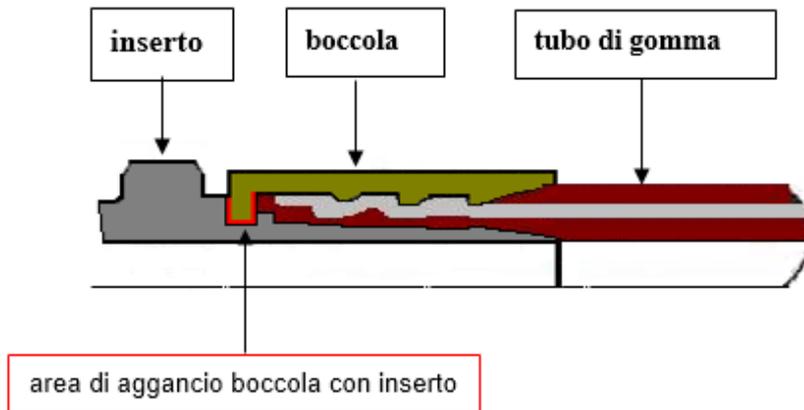
NON si devono utilizzare boccole e raccordi di costruttori diversi.

Differenze costruttive possono provocare difetti di assemblaggio con conseguenti gravi danni alle persone o all'impianto idraulico.

La sezione sottostante fa vedere come si presenta la pressatura di una boccola su di un tubo flessibile con spelatura della gomma esterna (marrone) e l'aggancio della boccola nell'inserto.

Le scanalature della boccola si aggrappano alla treccia di acciaio (grigio).

Lo scopo della pressatura è di vincolare in maniera sicura la boccola, il tubo flessibile e l'inserto.



1.4

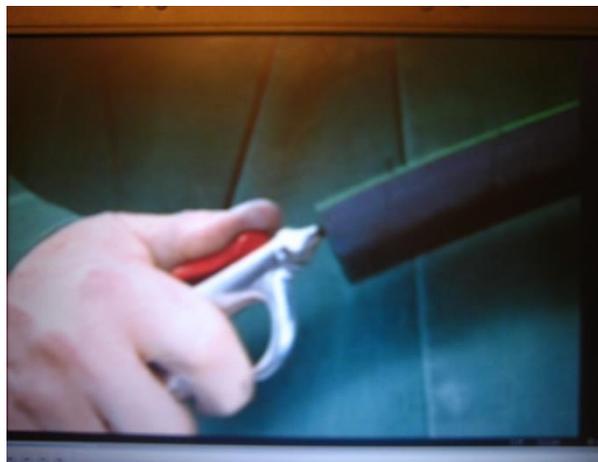
PULIZIA TUBO FLESSIBILE.

È della massima importanza la pulizia interna di un tubo flessibile, perché qualsiasi residuo di lavorazione può entrare nel circuito idraulico con danni enormi del sistema.

Pertanto si richiede una grande attenzione anche al posto di lavoro, alle attrezzature utilizzate che devono essere in ordine.

Soffiare con aria compressa l'interno del tubo per verificare che il passaggio dell'olio **non** sia in alcun modo ostruito da residui di gomma e talvolta da raccordi tappati.

Esistono attrezzature pneumatiche che permettono di pulire il tubo di gomma con appositi tappi per rimuovere le impurità all'interno del tubo.



Dopo avere soffiato il tubo, avvitare i tappi di protezione alle due estremità per impedire che lo sporco entri nel tubo finito. Questi devono essere rimossi quando il tubo è installato sulla macchina.

La realizzazione di un tubo assemblato richiede che sia eseguito da personale specializzato che è stato preparato per seguire le istruzioni di montaggio e di controllo del tubo finito.

Un assemblaggio eseguito in modo non corretto può determinare lo sfilamento dell'inserto e quindi la separazione del tubo che può causare gravi lesioni alle persone o danni al circuito.

Lo sfilamento di un tubo in pressione si comporta come una frusta e può innescare incendi o esplosioni dovute ai vapori caldi di olio.

Le lesioni causate da spruzzi di fluido devono essere trattate immediatamente da personale qualificato, perché il getto di olio può perforare la pelle.

IMPORTANTE: voglio ricordare la norma EN 982 che riguarda la sicurezza delle macchine, dei sistemi di potenza con fluidi in pressione e dei loro componenti. Questa norma fornisce un commento circostanziato per quanto riguarda **la riparazione di tubi flessibili assemblati:**

“non si possono produrre tubi assemblati da tubi già utilizzati in precedenza, per qualsiasi uso. I tubi assemblati devono rispettare tutte le specifiche adottate dalle norme Europee e Internazionali. Si raccomanda inoltre di considerare il periodo di immagazzinaggio del tubo già assemblato”.

NOTA: La norma EN 982 è presa in considerazione come punto di partenza per una eventuale azione legale per la richiesta di danni subiti.

La norma EN 982 dice che i tubi assemblati devono essere collegati ad un sistema idraulico tenendo presente, in generale, quanto segue:

- Devono essere di una lunghezza necessaria per evitare sollecitazioni meccaniche causate dagli organi in movimento.
- Si devono evitare torsioni al tubo causate da giunti rotanti difettosi.
- Proteggere il tubo da danni dovuti all'abrasione della copertura esterna.
- Occorre supportare il tubo per evitare sforzi dovuti al suo peso.
- I raccordi devono essere trattenuti in maniera adeguata in caso di sfilamento dal tubo.
- I tubi assemblati devono essere protetti da eventuali schizzi di olio idraulico che possono causare danni alle persone.

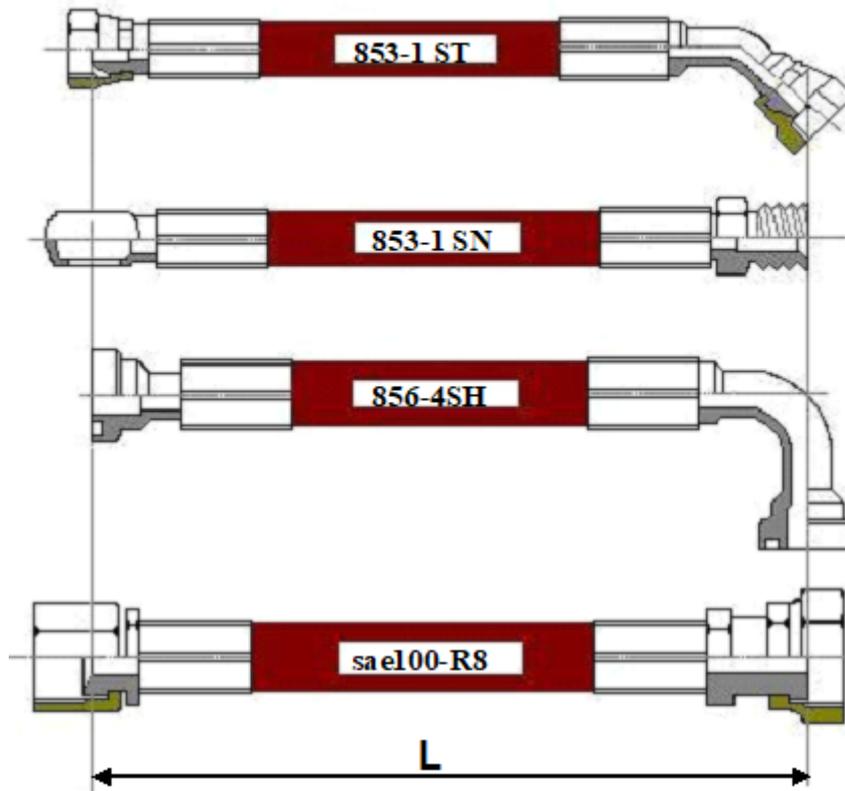
CONSIGLIO: rifiutate categoricamente di riparare qualsiasi tubo assemblato.

Se un cliente insiste per fare la riparazione, spiegate loro che un riutilizzo di componenti già impiegati non rispecchia più i requisiti originali.

Norma di riferimento EN 982

1.5

**LUNGHEZZA CONVENZIONALE TUBO ASSEMBLATO
(norma ISO 17165-1)**



Valori di tolleranza dei tubi assemblati

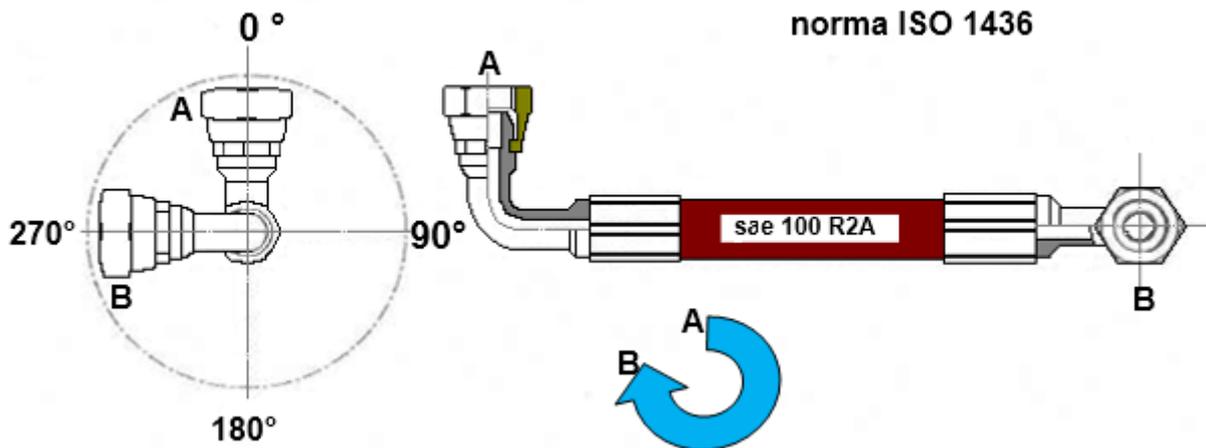
Valori di tolleranza lunghezza basati su DIN 20066:2002-10 e su EN 853 e EN 857

Lunghezza tubo assemblato L	fino a DN25 (Misura -16)	da DN32 (Misura -20) fino a DN50 (Misura -32)	da DN60 (Misura -40)
fino a 630	+7 -3	+12 -4	+25 -6
oltre 630 fino a 1250	+12 -4	+20 -6	
oltre 1250 fino a 2500	+20 -6	+25 -6	
oltre 2500 fino a 8000		+1,5 % -0,5 %	
oltre 8000		+3 % -1 %	

Occorre ricordare che la norma ISO – EN 1402 ammette una variazione della lunghezza alla pressione di lavoro da **+ 2 % a - 4%**.
Bisogna tenere presente questa variazione per definire l'esatta lunghezza del tubo assemblato.

1.6

ORIENTAMENTO ANGOLARE CONVENZIONALE



Il raccordo **A** si posiziona alle ore 12 di un ipotetico quadrante di un orologio, il raccordo **B** ruota in senso orario fino alla corretta angolazione indicata dal disegno.

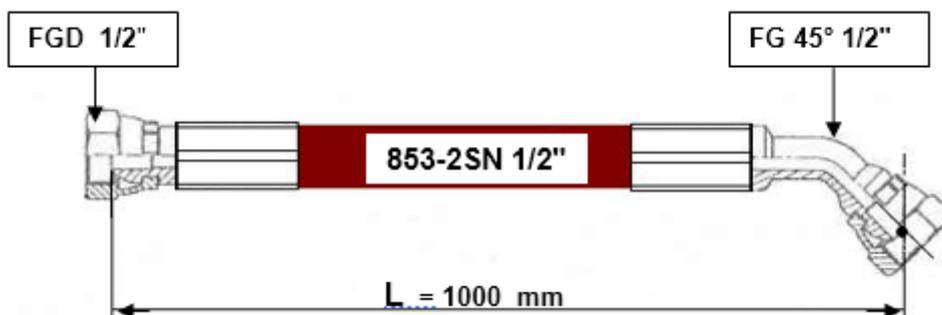
La rotazione del raccordo B definisce l'angolo di orientamento:

- angolo di **0°** raccordo A e B sul quadrante a ore 12
- angolo di **90°** raccordo B ruota sul quadrante a ore 3
- angolo di **180°** raccordo B ruota sul quadrante a ore 6
- angolo di **270°** raccordo B ruota sul quadrante a ore 9

1.7

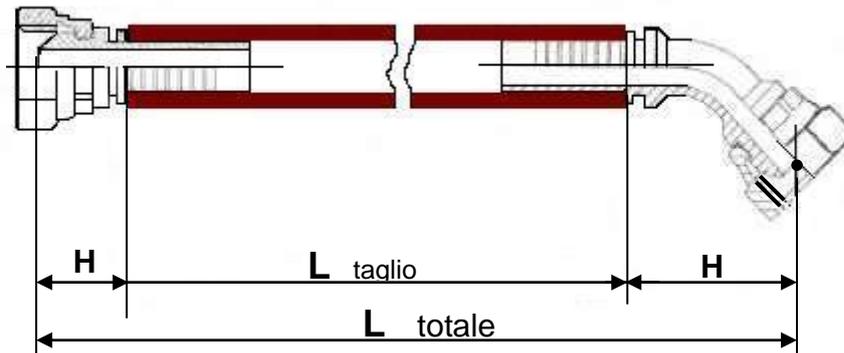
Procedura per realizzare un tubo flessibile a disegno

Un cliente manda questo disegno di assieme con la richiesta di preparare n. 10 tubi assemblati.



- Definiamo il tipo di tubo flessibile: 853- 2SN 1/2" (**non si spela**)
- Definiamo il tipo di boccola: da 1/2" per tubo c.s.
- Definiamo il tipo di inserto: una femmina girevole diritta e una femmina girevole curva a 45° da 1/2"gas

Calcoliamo ora la lunghezza di **taglio** del tubo flessibile (disegno senza le boccole)



Dal catalogo degli inserti vediamo che la quota **H** per la femm. girev. diritta da 1/2"gas è di **23 mm.** ed indica la distanza tra l'ogiva di tenuta di 60° sul nipplo e la battuta del tubo flessibile.

La quota **H** per l'inserto femm. girev. curva a 45° 1/2"gas è di **58,5 mm.**

Quindi **23 + 58,5 = 81,5 mm.**

Dalla lunghezza totale del tubo assemblato **L=1000 mm.** togliamo **81,5 mm.** e ricaviamo la lunghezza di **taglio = 918,5 mm.**

Dalla bobina di tubo 853-2SN da 1/2", dopo aver controllato la data di produzione riportata sul tubo che **non** deve aver superato i **4 anni** di stoccaggio, e fare un controllo visivo per assicurarsi che non ci siano tagli sulla copertura o fili delle trecce sporgenti o comunque difetti evidenti.

Se si inizia o si finisce una nuova bobina è bene tagliare i primi/gli ultimi 5 cm. di tubo; misuriamo e tagliamo n. 10 spezzoni di tubo **L taglio = 918,5 mm.**

In generale, tenere presente che la pressatura della boccola comporta un allungamento del tubo finito di circa 2 mm. per parte.

Prendiamo n. **20** boccole da 1/2" per il tubo 853-2SN 1/2",

prendiamo n. **10** inserti femm. girev. diritta e n. **10** inserti femm. girev. 45° da 1/2" gas.

Procediamo alla pressatura. Il tubo scelto **non** si spela, quindi dopo aver pulito e soffiato l'interno del tubo si inserisce la boccola su di una estremità, poi si inserisce l'inserto diritto dopo aver preventivamente lubrificato il gambo con apposito prodotto. Se l'inserto entra a fatica, si utilizza un martello in plastica e si batte leggermente sulla testa del dado girevole prestando attenzione a non rovinare la filettatura.

Controllare il corretto aggancio tra inserto e boccola.

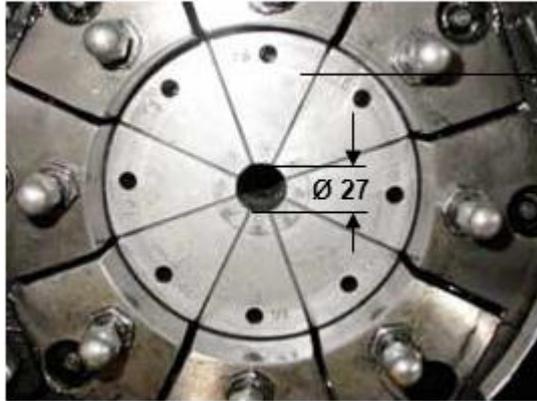


Procediamo alla pressatura del primo raccordo controllando il \varnothing esterno della boccola 30 mm.

Guardiamo la quota finale di pressatura e leggiamo sulla tabella **28 mm.**

Significa che dobbiamo portare il \varnothing originale di 30 mm. ad un \varnothing finale di **28 mm.**

Scegliamo la misura degli stampi con il \varnothing di chiusura inferiore a 28 mm. (con \varnothing maggiore la pressa va in blocco senza ottenere la corretta pressatura); troviamo gli stampi \varnothing 27 mm. Con la pressa **APERTA e SPENTA** inseriamo gli stampi da 27 mm.

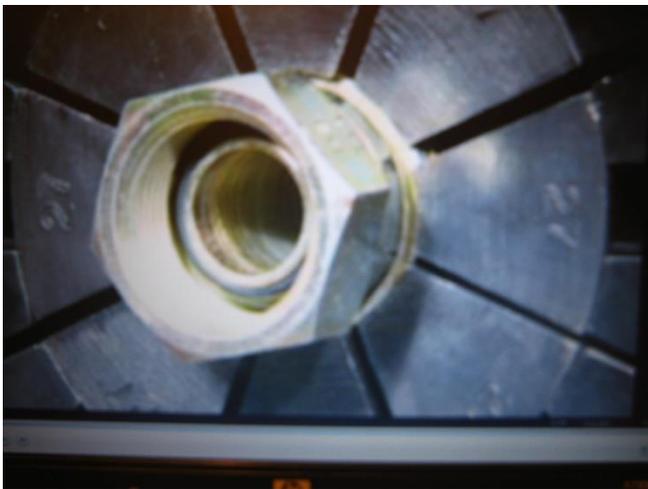


n. 8 stampi o morsetti

Regoliamo il nonio della quota di pressatura col seguente calcolo:
 con il nonio sullo **0** corrisponde alla chiusura totale degli stampi, quindi **27 mm.** ma noi dobbiamo fermare la pressa **1 mm.** prima e di conseguenza deve intervenire il fine corsa della pressa per ottenere la quota di **28 mm.** che corrisponde alla quota finale di pressatura.

Procedere alla pressatura. La velocità di pressatura deve permettere la deformazione plastica della boccola, per evitare la formazione di cricche. La pressa si deve fermare qualche secondo per garantire la deformazione della boccola, della gomma e dell'inserto.
Se durante la pressatura si verifica una torsione del tubo rispetto alla boccola, significa che i fili di acciaio si sono strappati a causa di una cattiva pressatura o di una boccola difettosa.

Si toglie il raccordo dalla pressa e con il calibro si misura la quota finale che deve corrispondere a 28 mm. con una tolleranza definita dal costruttore dei raccordi.



Vista della pressatura di fronte



Fine della pressatura con apertura stampi

1.8 Spina di controllo passa - non passa.

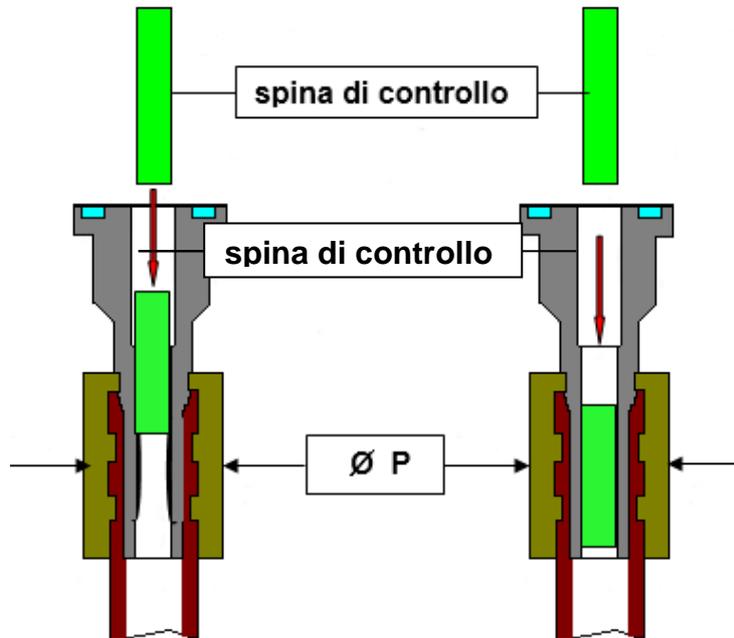


FIGURA 1

FIGURA 2

Nella figura 1 si vede che la spina di controllo con \varnothing uguale al foro dell'inserto si ferma nella zona centrale, perché durante la pressatura l'interno dell'inserto ha subito un leggero collasso (deformazione) e ciò significa che la pressatura è corretta.

Nella figura 2 invece la stessa spina passa nel foro dell'inserto e significa che **non** ha subito alcuna deformazione e quindi la pressatura **non è corretta**.

Il controllo della quota **P** non è di per sé sufficientemente sicuro, perché le tolleranze costruttive della boccia, dell'inserto e del tubo potrebbero influire sul risultato finale.

La tolleranza indicativa della quota di pressatura **P** va da **0 a - 0,2 mm**.

Significa che la quota letta può essere compresa tra **28 e 27,8 mm**.

La deformazione interna ammessa va da **0,3 a 0,4 mm** per inserti \varnothing 1/4", 5/16", 3/8".

Per \varnothing maggiori si ammette una deformazione da **0,5 a 0,7 mm**.

Valori indicativi. Occorre chiedere al costruttore dei raccordi.



Controllo con spina passa-non passa

Per ultimo si controlla la lunghezza totale $L = 1000$ mm come da disegno.

Secondo la tabella norma EN 1402 la tolleranza è compresa tra $+ 12$ e $- 4$ mm.

Significa che la lunghezza totale $L=1000$ mm può variare da 996 a 1012 mm.

Si procede ora a marcare la boccola in maniera indelebile con la pressione di **esercizio** relativa al tubo assemblato.

Per pressione di esercizio in questo caso **non** si intende quella riportata sul tubo, ma la pressione a cui può lavorare l'**assieme** composto dal tubo, dalla tenuta dell'inserto, dalla boccola; di solito corrisponde alla pressione di esercizio, ma **non** è sempre così.

La marcatura si effettua sulla parte esterna della boccola e si esegue con una apposita macchina e deve riportare:

- il nome o il logo dell'assemblatore (**xx**),
- la pressione di esercizio in bar riferita al punto più debole del tubo assemblato.
- la **data (anno /mese)** in cui è stata realizzata la pressatura.
- (es: **xxx /200/ 2101**) in maniera indelebile su almeno uno dei raccordi.

Questa operazione di marcatura cautele l'assemblatore che può, in caso di contestazione da parte dell'utilizzatore, rilevarne i termini di garanzia e di collaudo.

Inoltre queste informazioni servono per avere un riferimento certo per determinare la durata del tubo raccordato, che **non** deve restare a magazzino per più di **2 anni**.

Ciò è dovuto al naturale processo di invecchiamento a cui sono sottoposti i componenti del tubo assemblato, anche se in condizioni ottimali di stoccaggio.

Inoltre la data marcata sulla boccola, permette di determinare la durata di impiego del tubo che **non** deve superare i **6 anni**, contando anche gli eventuali **2 anni** di stoccaggio del tubo raccordato.

Bisogna prestare particolare attenzione per i raccordi in cui sono montate delle guarnizioni di gomma perché esse devono essere immagazzinate con cura.

1.10 TABELLA RIASSUNTIVA PER LA DURATA di IMPIEGO dei TUBI FLESSIBILI



Questa tabella deriva da un estratto della norma DIN 20066-2002-10; e in un prossimo futuro dovrebbe essere sostituita da una norma ISO /TR 17165-2 che sarà leggermente diversa rispetto alla norma DIN e con particolare attenzione allo stoccaggio sia del tubo sia dei raccordi.

L'ultima operazione consiste nel soffiare con aria compressa l'interno del tubo.

Questa operazione serve per rimuovere eventuali residui di gomma e per controllare il passaggio dell'aria.

In casi sporadici si è verificato che un raccordo sia tappato perché durante la lavorazione dell'inserto la punta si è rotta e il foro risulta otturato.

Se il tubo dovesse essere installato, causerebbe gravi inconvenienti nel circuito idraulico e perdite di tempo prima di trovare il difetto.

1.11 RILASCIO DEL CERTIFICATO di PROVA

I tubi assemblati devono essere provati in accordo con le **norme SAE –DIN –ISO.**

La norma di riferimento è la **ISO 7751-1991- Tubi di gomma, termoplastico e tubi assemblati** indica i fattori di sicurezza tra la pressione di prova e quella di scoppio per stabilire la pressione di esercizio.

In generale i tubi devono essere collaudati ad una pressione pari al doppio di quella di esercizio.

La norma di riferimento **ISO 1402-1997** indica le modalità per la prova idrostatica.

Tempo per raggiungere la pressione di prova, durata della prova ecc.

La prova idrostatica viene eseguita su di un apposito banco prova pressione. Si installa un raccordo del tubo flessibile sul nipplo di mandata del banco e sull'altro raccordo si avvita un tappo di chiusura. Prima di serrare a fondo il tappo, occorre riempire il tubo col fluido di prova e spurgare l'aria che si trova nel tubo, quindi si avvita il tappo per la completa chiusura.

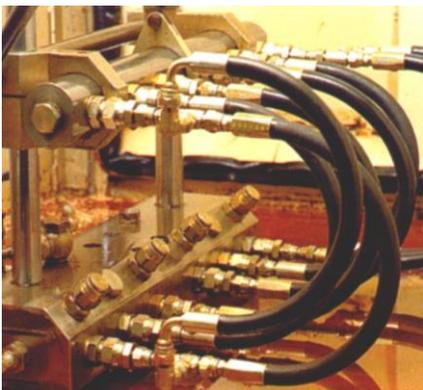
Si aumenta la pressione in modo graduale fino alla massima pressione di prova in un tempo definito dalla norma, in genere compreso tra i 30 e 60 secondi

La pressione di prova corrisponde al doppio della pressione di esercizio.

Il tubo rimane in pressione per un tempo stabilito dalla norma e se durante questo periodo non si riscontra una diminuzione della pressione letta sul manometro, il tubo assemblato ha superato la prova e quindi si può rilasciare il relativo certificato.

La prova idrostatica consente il rilascio del "Certificato di collaudo" che attesta la qualità del tubo assemblato e tutte le altre informazioni a esso collegate.

Occorrono attenzione e prudenza durante quest' operazione, perché lo sfilamento di un raccordo o lo scoppio di un tubo flessibile provocano gravi danni alle persone ed alle cose.



Installazione tubi flessibili raccordati su un banco prova ad impulsi.

1.12 FLUSSAGGIO DEI TUBI ASSEMBLATI

Alcuni clienti chiedono il **FLUSSAGGIO** dei **TUBI ASSEMBLATI**. Questa operazione consiste nel collegare il tubo assemblato ad un apposito **banco di flussaggio**; in funzione del \varnothing interno del tubo flessibile deve essere generata una portata di apposito fluido in regime di **turbolenza** tale da permettere la **rimozione** di qualsiasi **impurità** che si può trovare all'interno, dovuta alla gomma stessa oppure per residui di lavorazione durante l'assemblaggio del tubo.

(il numero di Reynolds definisce se il moto di un fluido è in regime **laminare** o di **turbolenza**)

In generale un impianto idraulico pulito dipende anche dal grado di pulizia dei componenti installati.

I tubi flessibili costituiscono una parte importante dell'area bagnata di un impianto.

Il grado di purezza di un componente è dato in **NAS** norma di riferimento **NAS 1638** che definisce il **numero di concentrazione di particelle**, o secondo la norma **ISO 4406** dove il numero delle particelle viene contato in bande di **5 in 5 μm** (micron).

(Per maggiori informazioni consultare il capitolo "ACCESSORI" del corso di base.)

Apparecchiature elettroniche speciali controllano il **grado di purezza** e stampano il certificato.

I raccordi del tubo assemblato vengono chiusi con appositi tappi di plastica per un corretto immagazzinaggio.

La **contaminazione** è dovuta a particelle solide e porta nel tempo all'usura delle superfici metalliche. In particolare i tubi flessibili rilasciano, con l'utilizzo e per lo scuotimento del tubo in pressione, una patina nera che si deposita nel serbatoio e quindi con la possibilità di inquinare il circuito. Anche le guarnizioni comportano lo stesso problema. La patina nera è dovuta al nerofumo che è utilizzato nella mescola della gomma.

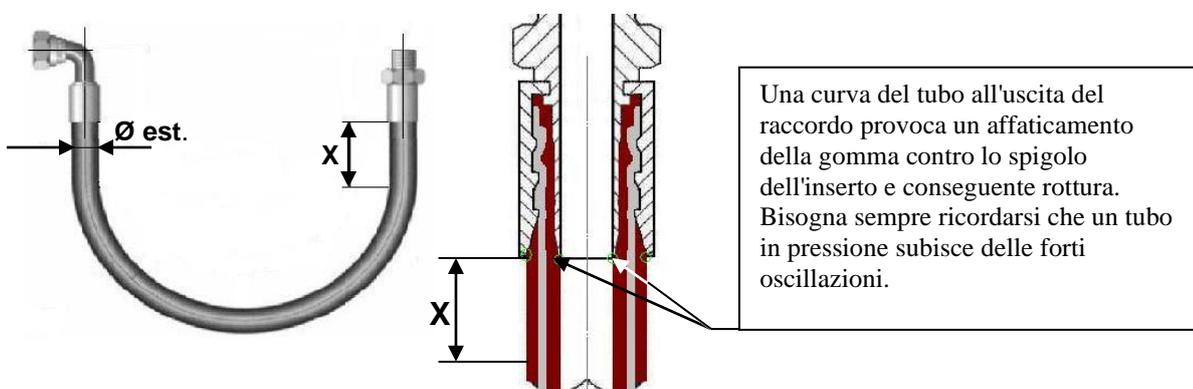
1.13

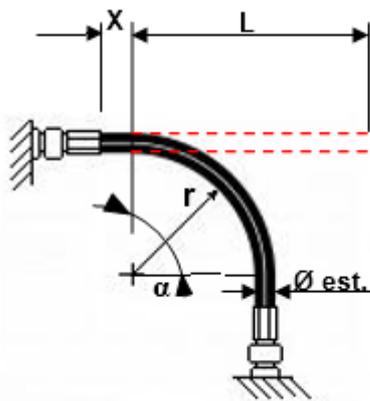
ISTRUZIONI PER L'INSTALLAZIONE DEI TUBI FLESSIBILI.

I suggerimenti qui riportati sono da considerarsi come linee di guida.

Per una corretta installazione occorre fare sempre riferimento ai dati tecnici del costruttore del tubo flessibile.

In generale è ammessa una lunghezza minima **X** di 1,5 volte il diametro esterno del tubo tra il raccordo e il punto d'inizio della curvatura.





In questa installazione bisogna considerare il raggio di curvatura ammesso per un corretto montaggio.

Il raggio r è misurato all'interno della curvatura.

La formula per determinare la lunghezza minima

$$L = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot \left(r + \frac{\varnothing_{est}}{2} \right);$$

dove α = angolo di curvatura

r = raggio

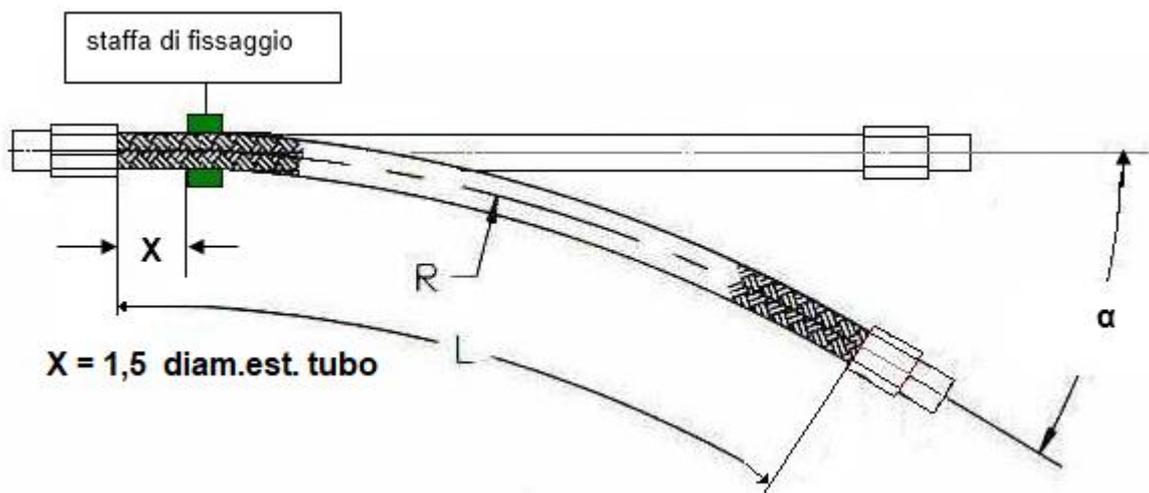
\varnothing_{est} = diametro esterno tubo

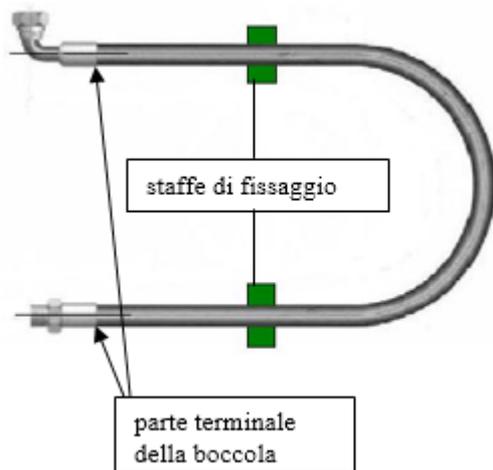
Esempio: per una curva α di 90° del tubo SAE 100 R2A con un $\varnothing_{est.} = 40 \text{ mm}$ e con un raggio minimo di curvatura $r = 300 - \frac{1}{2} \varnothing_{est} = 300 - 20 = \mathbf{280 \text{ mm}}$;

la lunghezza minima $L = \frac{90}{360} \cdot 2\pi \cdot \left(280 + \frac{40}{2} \right) = \mathbf{471 \text{ mm}}$.

La lunghezza totale della **gomma visibile** $L_{tot} = 2 \cdot X + L = 2 \cdot (1,5 \cdot 40) + 471 = \mathbf{591 \text{ mm}}$.

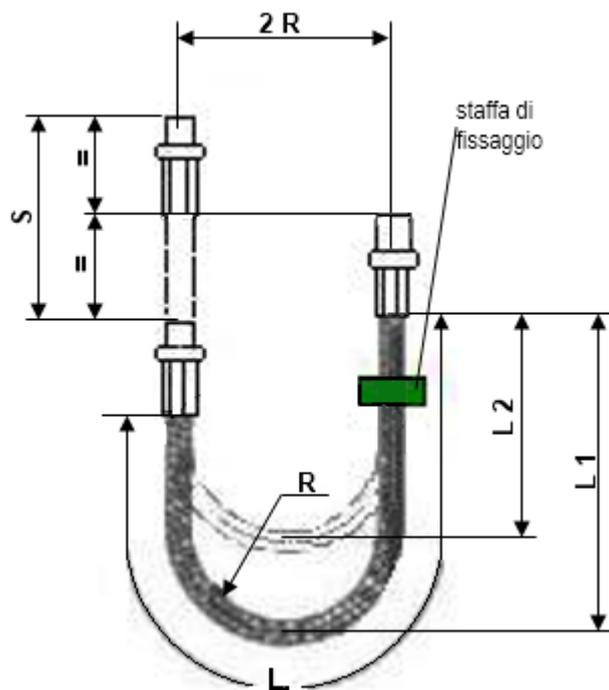
Al valore di 591 mm bisogna aggiungere la lunghezza della due boccole 45 mm. cad.





Occorre installare due staffe di fissaggio per supportare il peso del tubo flessibile. Inoltre la pressione sottopone il tubo a continui scuotimenti che vanno a caricare la parte terminale della boccola che rimane il punto più debole dell'assemblaggio. La staffa di fissaggio oltre che a sostenere il tubo ha anche la funzione di trattenere il flessibile nel caso di sfilamento del raccordo.

Installazione a **U** per movimenti verticali



In questa applicazione il tubo si muove verticalmente e compie uno spostamento **S**. Bisogna calcolare le quote **L**; **L1**; **L2**. Le formule per determinare le tre quote sono:

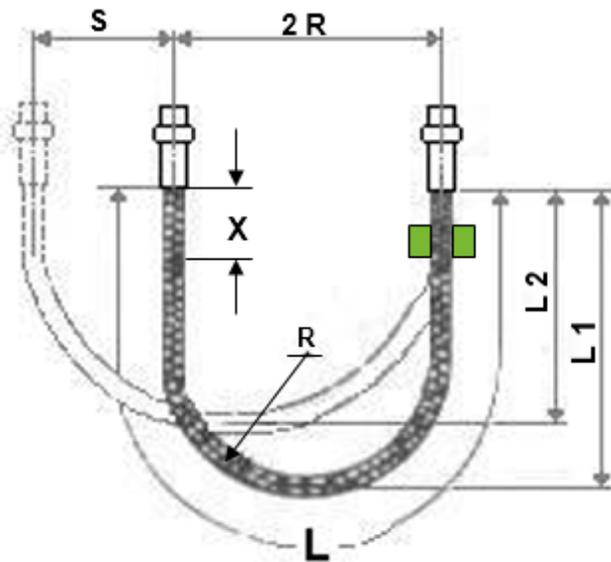
$$L = \pi \cdot R + 0,5 \cdot S + 2 \cdot X$$

$$L1 = R + 0,5 \cdot S + X$$

$$L2 = R + X$$

dove **X** è la parte dritta del tubo

Installazione a **U** per movimenti laterali



In quest'applicazione il tubo si muove lateralmente e compie uno spostamento **S**.

Bisogna calcolare le quote **L, L1, L2**.

Le formule che determinano le tre quote sono:

$$L = \pi \cdot R + 1,5 \cdot S + 2 \cdot X$$

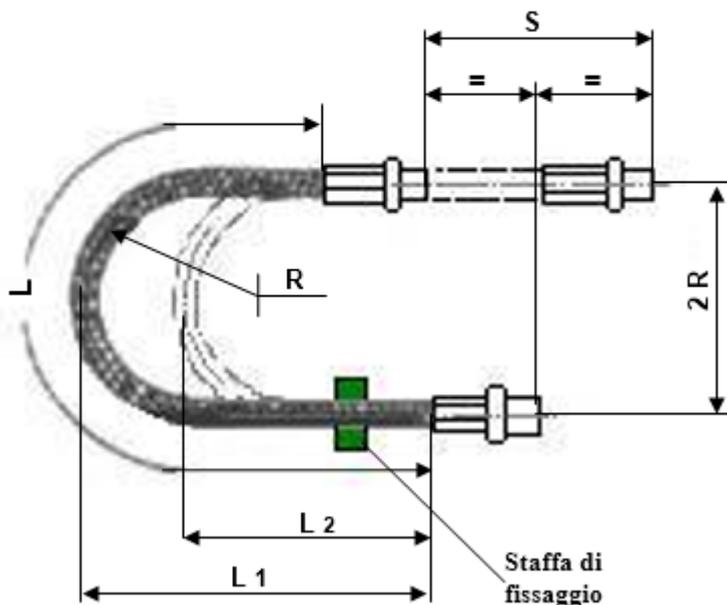
$$L1 = R + 0,5 \cdot S + X ;$$

$$L2 = R + X$$

dove **X** è la parte diritta del tubo

NB: tenere sempre presente che la quota **L** indica la parte visibile del tubo di gomma.
 Bisogna considerare anche la lunghezza necessaria per la raccordatura.
 Le lunghezze riportate sono le minime necessarie per l'impiego previsto.
 Chiedere sempre informazioni più dettagliate al costruttore del tubo che si sta impiegando.

Installazione a **C** con movimento orizzontale.



In questa applicazione il tubo effettua uno spostamento **S**.

Utilizzare una staffa per sostenere il tubo nella parte fissa.

Per calcolare le quote **L; L1; L2** impiegare le seguenti formule:

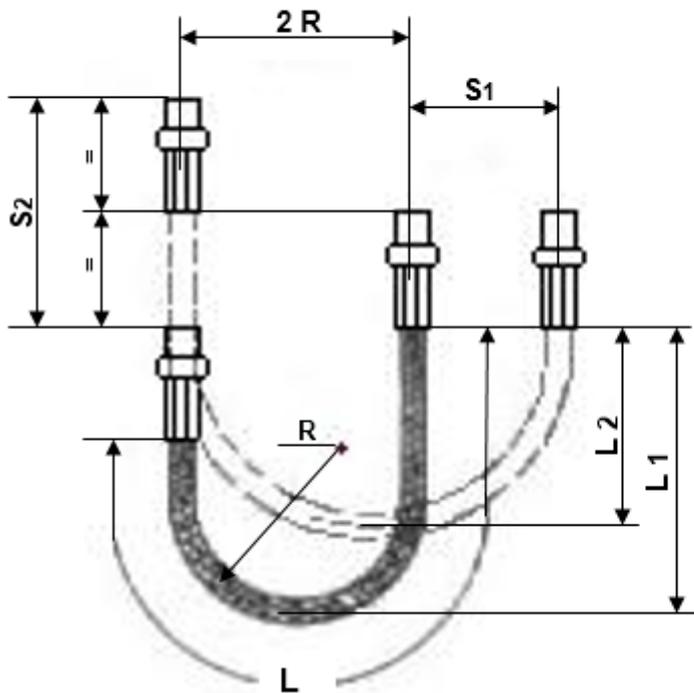
$$L = \pi \cdot R + 0,5 \cdot S + 2 \cdot X$$

$$L1 = R + 0,5 \cdot S + X$$

$$L2 = R + X$$

dove **X** è la parte diritta del tubo.

Installazione a C per movimenti verticali e laterali



In questa applicazione il tubo effettua sia uno spostamento laterale, sia uno verticale.
Per calcolare le lunghezze **L**; **L1**; **L2** impiegare le seguenti formule:

$$L = \pi R + 1,5 \cdot S1 + 0,5 \cdot S2 + 2X$$

$$L1 = R + 0,7 \cdot S1 + 0,5 \cdot S2 + X$$

$$L2 = R + 0,5 \cdot S1 + X$$

dove **X** è la parte diritta del tubo.

1.12 Alcune considerazioni sulle rotture di tubi flessibili.

Premesso che la rottura di un tubo flessibile comporta danni notevoli all'azienda e qualche volta anche gravi lesioni al personale, occorre quindi mettere in atto delle verifiche che possono evitare questi danneggiamenti.

L'immagazzinaggio del tubo deve rispettare degli standard che sono previsti dal costruttore per quanto riguarda la temperatura, l'ambiente, l'impilaggio ecc...

Una buona rotazione del materiale permette di utilizzare tubi che non si sono deteriorati e che conservano le loro proprietà meccaniche.

Una corretta manutenzione preventiva può prevenire la rottura del tubo.

Le verifiche da eseguire consistono nel verificare le condizioni della copertura esterna che non deve presentare tagli o forti abrasioni, perché innescano la formazione di ruggine che pregiudica la resistenza del rinforzo d'acciaio.

Anche la formazione di bolle o schiacciate evidenzia un innesco alla rottura.

Verificare che i tubi siano utilizzati correttamente; ad esempio **non** devono essere usati per trascinare cilindri o pompe manuali o subire delle pieghe a cuspide che pregiudicano il rinforzo.

I produttori di tubo idraulico ritengono che l'80% delle rotture di un tubo flessibile sia da imputarsi a un errato montaggio che comporta danni a causa della trazione, dell'impiego al di sotto del raggio di curvatura, allo schiacciamento o all'abrasione.

Un tubo sottoposto a una torsione di 5° può ridurre la vita del tubo del 70%. La torsione può derivare da un errato montaggio; quando si stringono i raccordi, bisogna avere cura di avvicinare a mano la femmina girevole in battuta sulla tenuta e poi stringere i dadi con accuratezza tenendo come riferimento la scritta sul tubo che deve rimanere sulla stessa linea. Un altro motivo di torsione è dato da un attuatore che si muove e durante il suo movimento il tubo è forzato e causa una torsione molto dannosa.

Capita di vedere tubi flessibili scoppiati; normalmente si sostituisce il tubo con uno nuovo e il problema è risolto. Quando la rottura avviene con una certa frequenza, allora occorre esaminare con attenzione le cause che portano alla rottura del tubo flessibile.

Prendiamo in considerazione le cause più comuni che causano la rottura:

- pressione massima di esercizio del tubo flessibile
- temperatura al di fuori della gamma ammessa
- tubo non idoneo per l'aspirazione
- tubo non compatibile con il fluido utilizzato o con l'ambiente esterno
- assemblaggio errato del tubo
- installazione sbagliata
- abrasione sulla copertura esterna
- invecchiamento del tubo

Analisi della rottura

Un esame diretto del tubo può spesso far capire il motivo della rottura. Qui di seguito alcune considerazioni che possono aiutare a comprendere il problema.

- **problema:** il raccordo si è sfilato dal tubo.
causa: i motivi di questo inconveniente possono essere diversi:
 - errata pressatura del raccordo (poco pressato o troppo pressato)
 - utilizzo di un raccordo difettoso o sbagliato
 - utilizzo di inserti e boccole di costruttori diversi
 - il tubo è troppo corto e non si è tenuto conto dell'espansione volumetrica del tubo.
Quando è in pressione il tubo flessibile si può accorciare del 4% della sua lunghezza ed in questo caso mette in tensione la pressatura della boccola con conseguente sfilamento del tubo dal raccordo.
 - il tubo non rispetta le tolleranze costruttive.
 - il tubo è molto lungo e/o pesante.
 - è stato utilizzato un tubo che ha superato la data di scadenza
- **soluzione:** verificare le quote di pressatura. Controllo della deformazione interna dell'inserto.
 - usare sempre materiali di qualità e certificati
 - non mischiare i raccordi di costruttori diversi
 - controllare sempre la lunghezza del tubo che deve permettere di assorbire l'accorciamento
 - in ogni caso quando il tubo è installato in zone pericolose, utilizzare appositi sistemi per trattenere il tubo flessibile.
 - Supportare il tubo con apposite staffe, per evitare che tutto il suo peso e il peso dell'olio al suo interno vadano a scaricarsi nella zona di pressatura. Assicurarsi che la distanza tra le staffe rispetti l'accorciamento del tubo in pressione.
 - Controllare sempre la data di fabbricazione del tubo flessibile. Non riutilizzare un tubo che ha già lavorato, perché è difficile sapere quanti cicli di pressione ha fatto.

- **problema:** l'interno del tubo è molto rigido e presenta delle screpolature.
causa: il forte calore tende ad asportare il materiale plasticizzante e di conseguenza l'anima interna si screpola e si irrigidisce.
soluzione: la presenza di aria nell'impianto può provocare una reazione con la gomma che aggiunta alla temperatura, va a deteriorare l'interno del tubo. Anche la cavitazione potrebbe avere lo stesso effetto. Spurgare bene l'impianto idraulico.

- **problema:** la copertura esterna e l'anima interna sono screpolate, ma la gomma è morbida alla temperatura ambiente.
causa: il motivo potrebbe essere una installazione in ambienti molto freddi (es: celle frigorifere) con raggi di curvatura molto stretti.
soluzione: utilizzare tubi che sopportano meglio le basse temperature. Tubi in teflon, termoplastici in poliuretano, o gomme speciali.

- **problema:** il tubo è scoppiato ed un esame del rinforzo interno, dopo aver rimosso la copertura, rivela fili rotti in modo casuale.
causa: lo scoppio potrebbe essere prodotto da picchi di pressioni ad alta frequenza.
soluzione: controllare il circuito con appositi strumenti che rivelano i picchi e la frequenza della pressione. Sostituire il tubo con rinforzi più resistenti. Esempio: se il tubo rotto ha trecce di rinforzo, sostituirlo con tubo rinforzato con spirali.

- **problema:** il tubo è scoppiato in più punti.
causa: ciò potrebbe significare che la pressione nel circuito ha superato la minima pressione di scoppio del tubo.
soluzione: verificare eventuali anomalie del circuito che possono avere causato la rottura del tubo. Utilizzare un tubo con caratteristiche di scoppio superiori.

- **problema:** il tubo è scoppiato e si vede che le trecce di rinforzo sono arrugginite, la copertura è tagliata o presenta una forte abrasione.
causa: i motivi per cui la copertura è danneggiata possono essere molteplici, quali: abrasione, lamiere taglienti, acidi, vapore, agenti chimici, temperatura molto bassa. Con la rimozione della copertura, il rinforzo viene aggredito dall'umidità o da altri agenti esterni che ne pregiudicano la resistenza.
soluzione: individuare e rimuovere la causa della rottura.

- **problema:** il tubo è scoppiato nella zona di curvatura e la sezione appare ellittica. Se è il tubo di mandata, la pompa doveva essere particolarmente rumorosa e molto calda. Se il difetto si è verificato con il tubo di scarico, esso si presenta duro ma fragile.
causa: nella maggior parte dei casi è dovuto ad un raggio di curvatura molto stretto.

soluzione: controllare se è stato rispettato il minimo raggio di curvatura, perché è molto importante per la durata della pompa. Un montaggio errato può provocare la rottura della pompa stessa.

- **problema:** Il tubo è appiattito, attorcigliato e nella zona di scoppio ha subito una torsione.
causa: la torsione del tubo può essere stata causata dal movimento del componente a cui era collegato. Ciò ha generato un distacco tra le trecce di acciaio indebolendo la struttura del rinforzo del tubo e di conseguenza lo scoppio.
soluzione: utilizzare giunti girevoli per evitare dannose torsioni del tubo; oppure studiare un altro percorso del flessibile che eviti la torsione.
- **problema:** il tubo è scoppiato a circa 200 mm dalla parte terminale della boccola. Il rinforzo è arrugginito anche se non ci sono tagli ed abrasioni sulla copertura esterna.
causa: una cattiva pressatura, nella zona di aggancio tra boccola ed inserto, ha permesso all'umidità di penetrare tra la copertura e le trecce. L'umidità rimane intrappolata in una zona di circa 200 mm. causando la corrosione del rinforzo e di conseguenza lo scoppio.
soluzione: verificare se sono stati utilizzati raccordi dello stesso fornitore, controllare se durante la pressatura sono stati commessi degli errori quali un aggancio errato della boccola con l'inserto, una conicità della pressatura al di fuori della tolleranza, la pressa non chiude in modo uniforme.
- **problema:** la copertura esterna del tubo presenta la formazione di bolle quando il tubo è utilizzato con gas ad alta pressione.
Esempio: metano per autotrazione, caricamento di bombole per i sub, ecc.
causa: il gas in pressione si è infiltrato sotto la copertura esterna dove ha trovato un'adesione debole tra la copertura e il rinforzo ed ha formato delle bolle che poi scoppiano con un possibile danno alle persone ed alle cose.
soluzione: utilizzare tubi con interno compatibile per l'impiego con gas. In generale la struttura molecolare della gomma non è idonea per l'uso con gas. Comunque la copertura esterna deve avere una microforatura che permette la fuga di infiltrazioni di gas.
- **problema:** l'interno del tubo è molto deteriorato e presenta un grosso rigonfiamento con evidente rimozione del materiale interno.
causa: l'anima interna non è compatibile con il prodotto utilizzato e alcune volte anche se le tabelle garantiscono la compatibilità, occorre tenere conto anche della temperatura che potrebbe innescare una reazione chimica dannosa.
soluzione: assicurarsi presso il costruttore della compatibilità chimica tra interno e prodotto utilizzato.
- **problema:** il tubo interno è tappato dal prodotto trasportato.
causa: l'infiltrazione di umidità all'interno del tubo può provocare una reazione chimica che cristallizza il prodotto. Anche se ad un primo esame il tubo sembra idoneo per l'impiego, bisogna tenere presente che il tubo quando va in pressione si dilata e può richiamare al suo interno dell'umidità presente nell'ambiente con conseguente cristallizzazione del prodotto.
soluzione: assicurarsi di utilizzare tubi idonei per l'impiego.
- **problema:** la copertura esterna del tubo presenta screpolature in particolare molto evidenti nelle zone di curvatura.

causa: ciò potrebbe essere dovuto a tubi molto vecchi che a causa del sole o in generale a degli agenti atmosferici, hanno provocato le screpolature sulla copertura.

soluzione: sostituire il tubo con uno nuovo, assicurandosi che la data di impiego non sia scaduta.

- **problema:** il raccordo si è sfilato, le spirali di rinforzo del tubo sono lacerate e contorte.
causa: il tubo troppo corto non ha permesso la dilatazione e quindi tutta la forza di trazione si è scaricata sui raccordi con conseguente sfilamento del raccordo che ha tirato anche i fili di rinforzo
soluzione: verificare sempre la corretta lunghezza ed il percorso del tubo flessibile, che non sopporta elevate forze di trazione.

- **problema:** il tubo non è scoppiato, ma l'olio trafila copiosamente.
causa: di norma questo difetto si presenta quando l'anima interna del tubo è stata erosa in un punto ben definito. Il motivo va ricercato nell'alta velocità dell'olio in quella sezione.
soluzione: controllare che sia rispettato il raggio di curvatura o comunque che non vi siano particolari ostruzioni che impediscono il passaggio dell'olio.

- **problema:** un tubo in PTFE (teflon) presenta piccoli fori dai quali trafila il fluido.
causa: questo difetto si presenta quando un fluido con bassa viscosità viene convogliato nel tubo interno ad alta velocità. Questa condizione genera il fenomeno di elettricità statica. Poiché le trecce di rinforzo sono in acciaio inossidabile, si determina un arco elettrico che penetra nel tubo interno di teflon e di conseguenza produce dei piccoli fori.
soluzione: utilizzare speciali tubi di teflon con interno conduttivo che permettono di scaricare l'elettricità statica che si è formata.