

DISEGNO DI MACCHINE

A.A. 2025/2026

CdL Ingegneria Industriale/Navale

Organi di macchine - collegamenti albero-mozzo

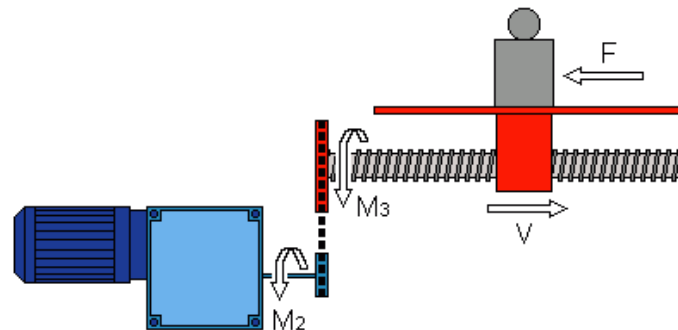
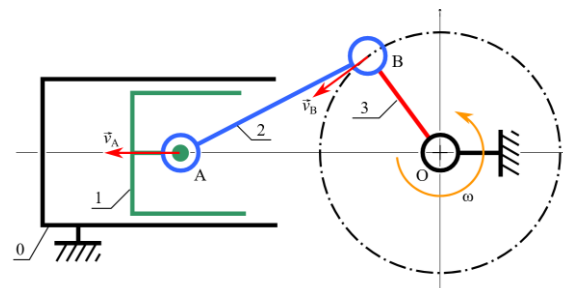
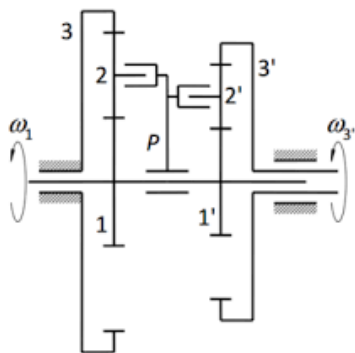
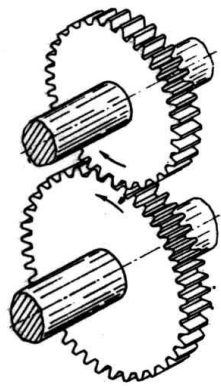
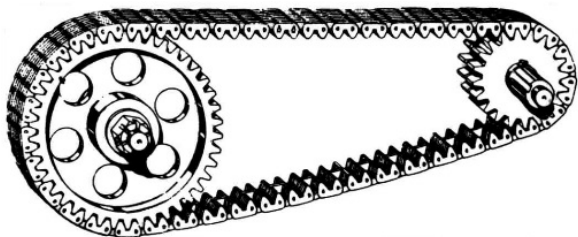
Ph.D. Eng. Domenico Marzullo

Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Università degli Studi di Trieste



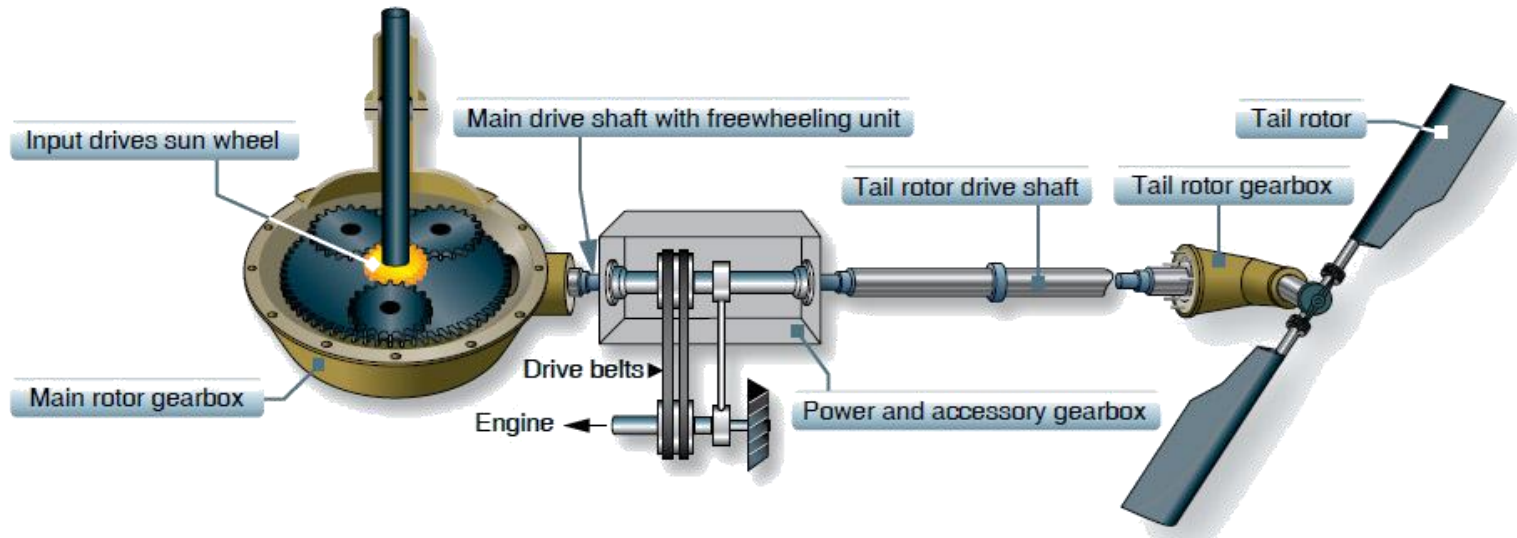
Trasferimento del moto

In ogni macchina sono presenti meccanismi che hanno il compito di trasferire energia cinetica ad altre macchine. Il modo più efficiente di trasferire energia cinetica è attraverso **organi rotanti** ma, grazie ad opportuni meccanismi, il moto rotatorio può essere trasformato in moto rettilineo e viceversa



Trasferimento del moto

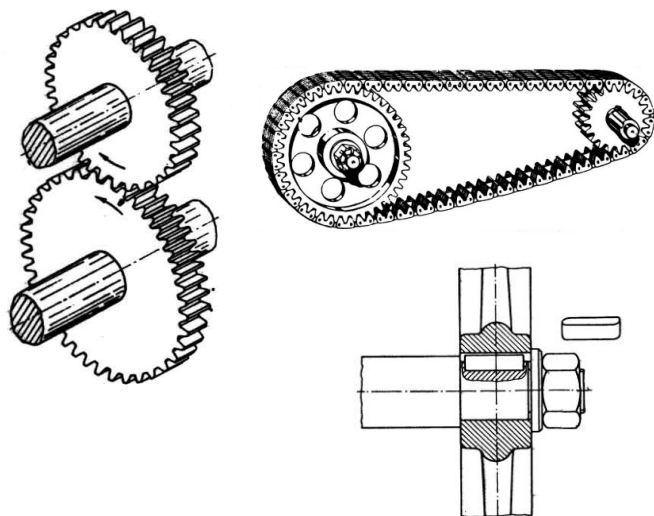
Il trasferimento del moto da un **elemento motore** ad uno o più utilizzatori avviene attraverso diverse tipologie di **organi di macchine**



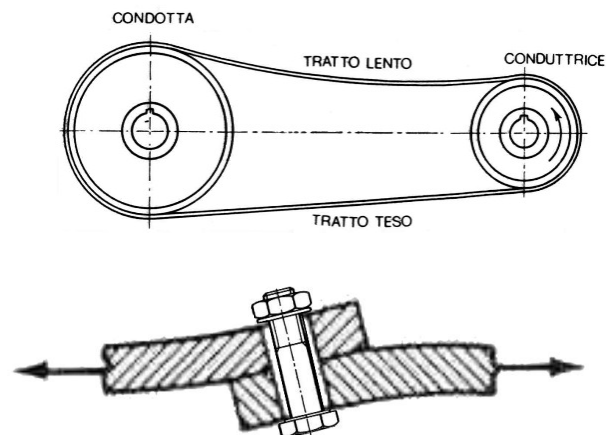
Trasferimento del moto

Il trasferimento del moto fra organi meccanici può avvenire secondo due meccanismi principali:

- **Per forma**
- **Per attrito**



- **Trasmissione per forma**

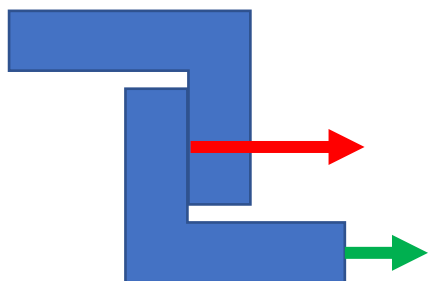


- **Trasmissione per attrito**

Trasferimento del moto

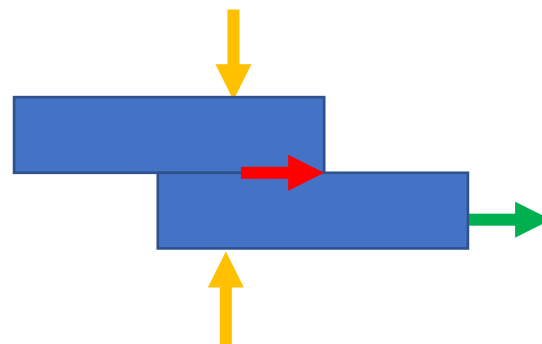
In realtà **l'attrito esiste sempre** (anche nel caso di trasmissione per forma), tuttavia quando non è il meccanismo principale di trasferimento del moto viene trascurato (al più, aiuta il trasferimento).

Nel caso di collegamento per attrito, il trasferimento del moto avviene solo grazie alle tensioni tangenziali



Le principali forze scambiate sono **perpendicolari** alle superfici di contatto

- **Trasmissione per forma**



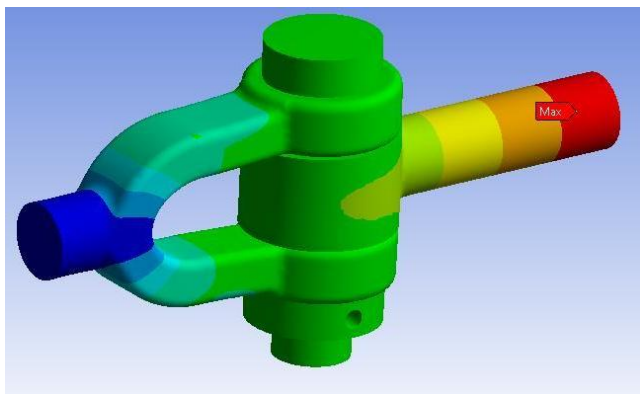
Le principali forze scambiate sono **tangenti** alle superfici di contatto

- **Trasmissione per attrito**

Il dimensionamento degli organi meccanici è sostanzialmente diverso a seconda del meccanismo di trasmissione del moto

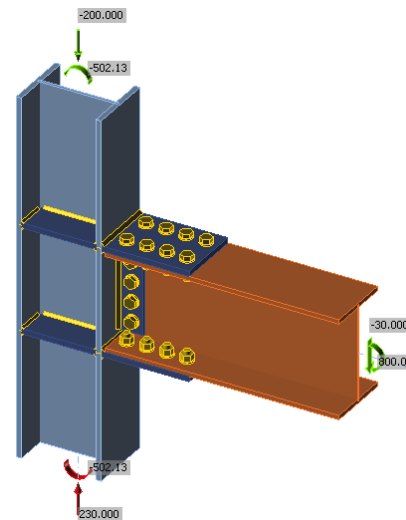
- **Trasmissione per forma**

Bisogna garantire che tutti gli elementi coinvolti nell'accoppiamento **non subiscano deformazioni eccessive o rottura** sotto i carichi di progetto



- **Trasmissione per attrito**

Bisogna garantire che le **forze di contatto siano sempre sufficienti** a generare l'attrito necessario sotto i carichi di progetto



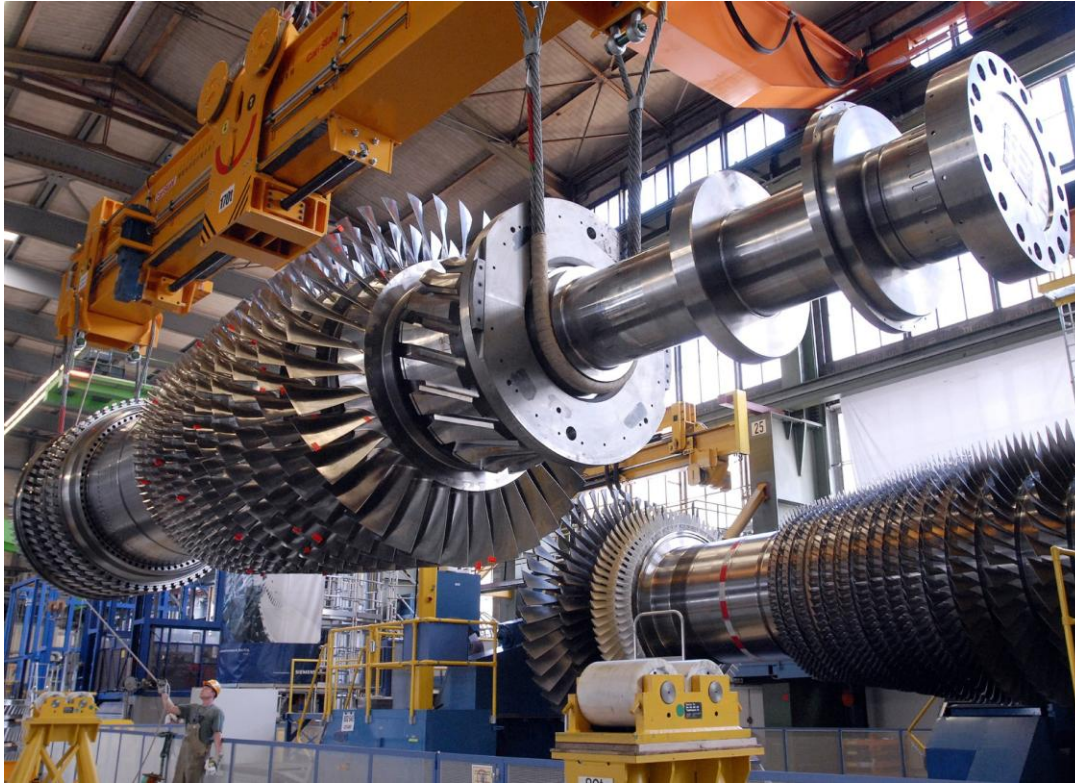
Organi rotanti

- **Trasferiscono energia meccanica** a breve distanza
- **Conservano energia cinetica** per brevi periodi



Organi rotanti

- **Trasferiscono energia meccanica** a breve distanza
- **Conservano energia cinetica** per brevi periodi



Organi rotanti

- **Trasferiscono energia meccanica** a breve distanza
- **Conservano energia cinetica** per brevi periodi

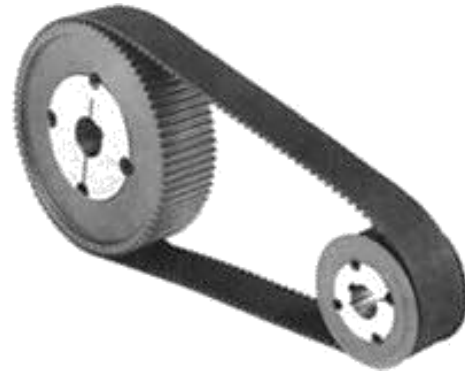


Organi rotanti

- **Trasferiscono energia meccanica** a breve distanza
- **Conservano energia cinetica** per brevi periodi



volano

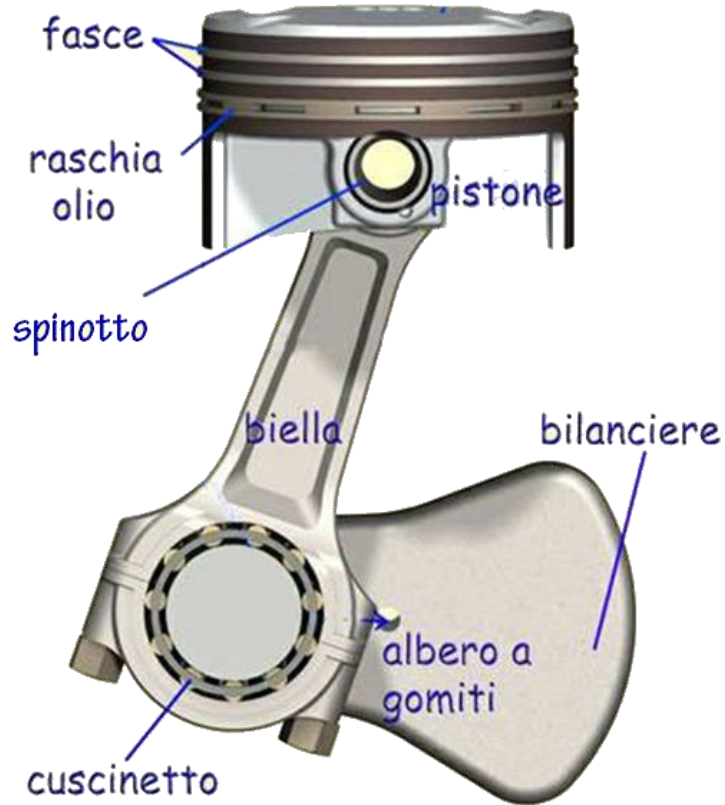


Un corpo massiccio tende a conservare il suo stato di moto o di quiete.

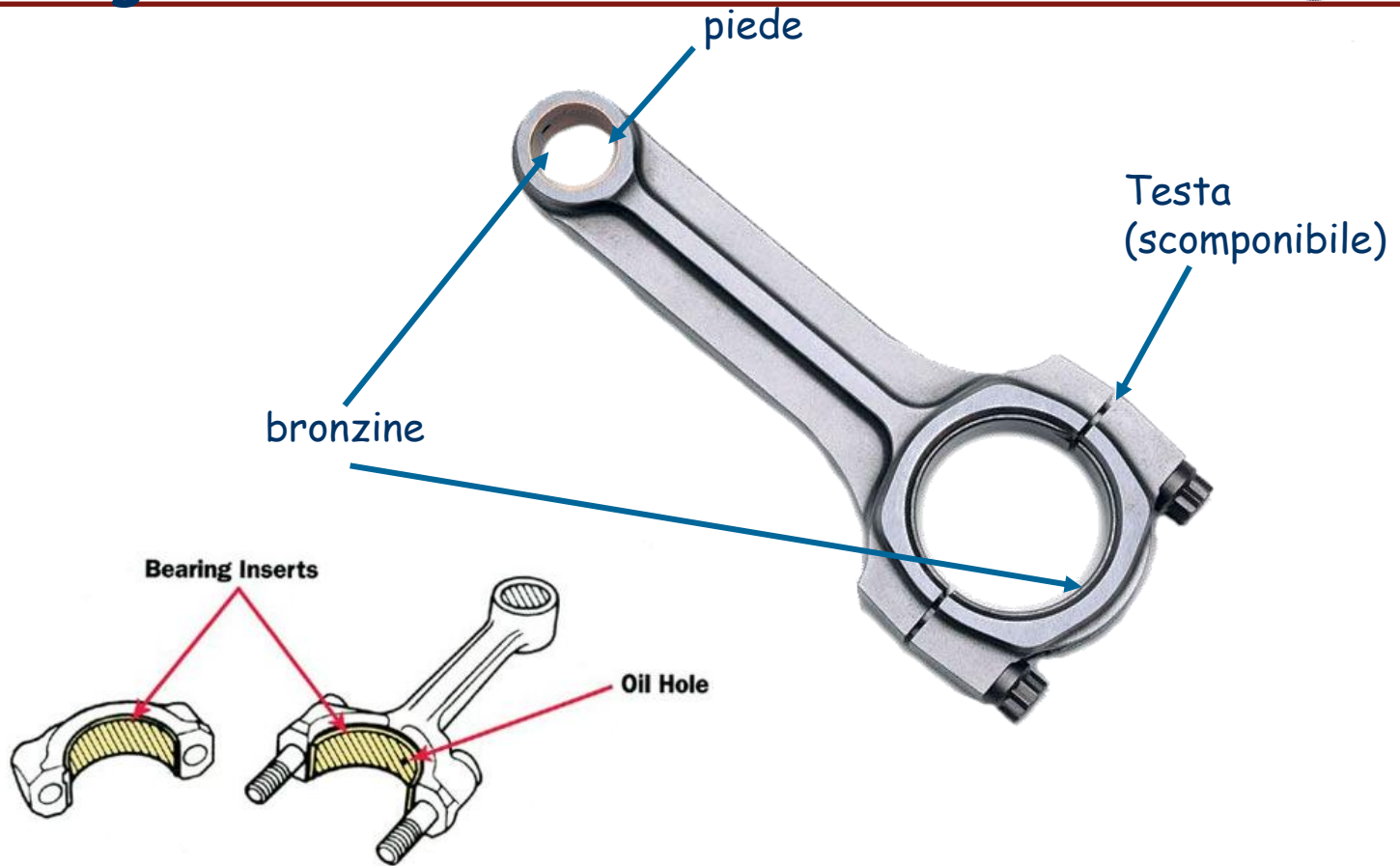
Sistema pistone-biella

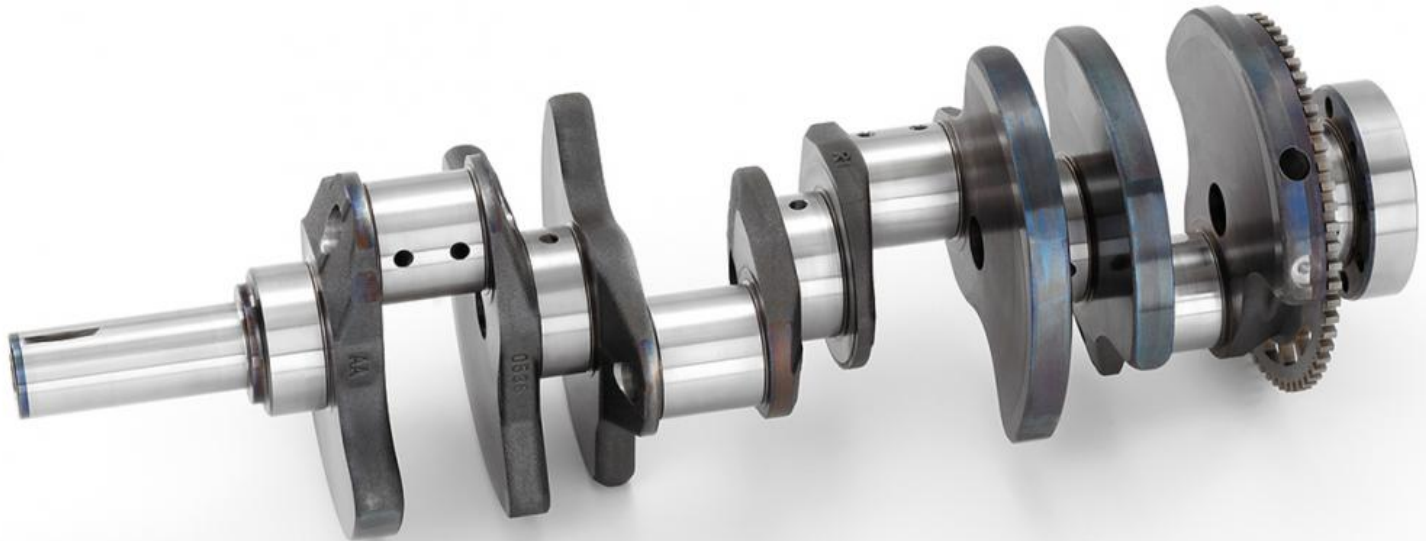


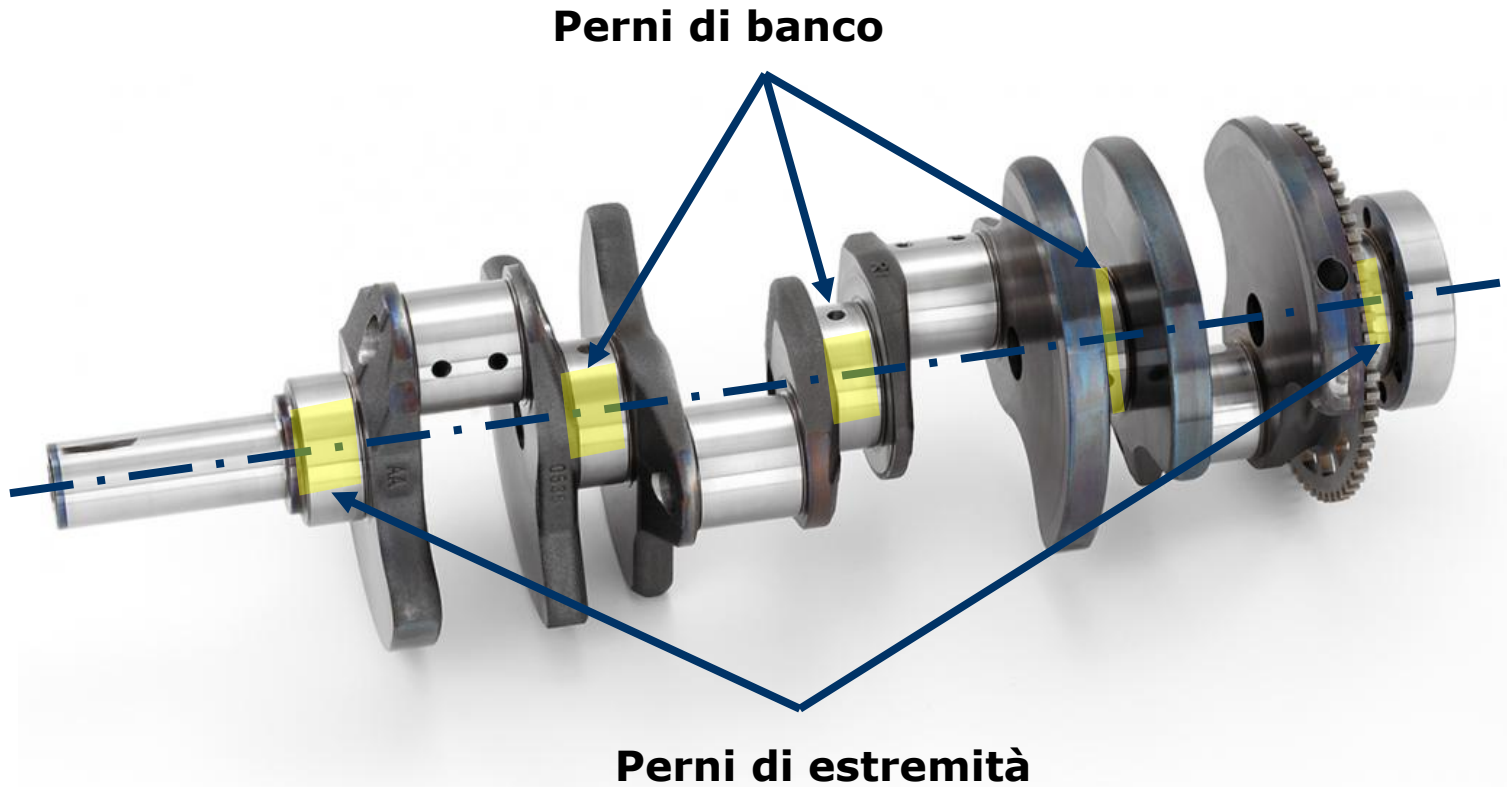
Sistema pistone-biella



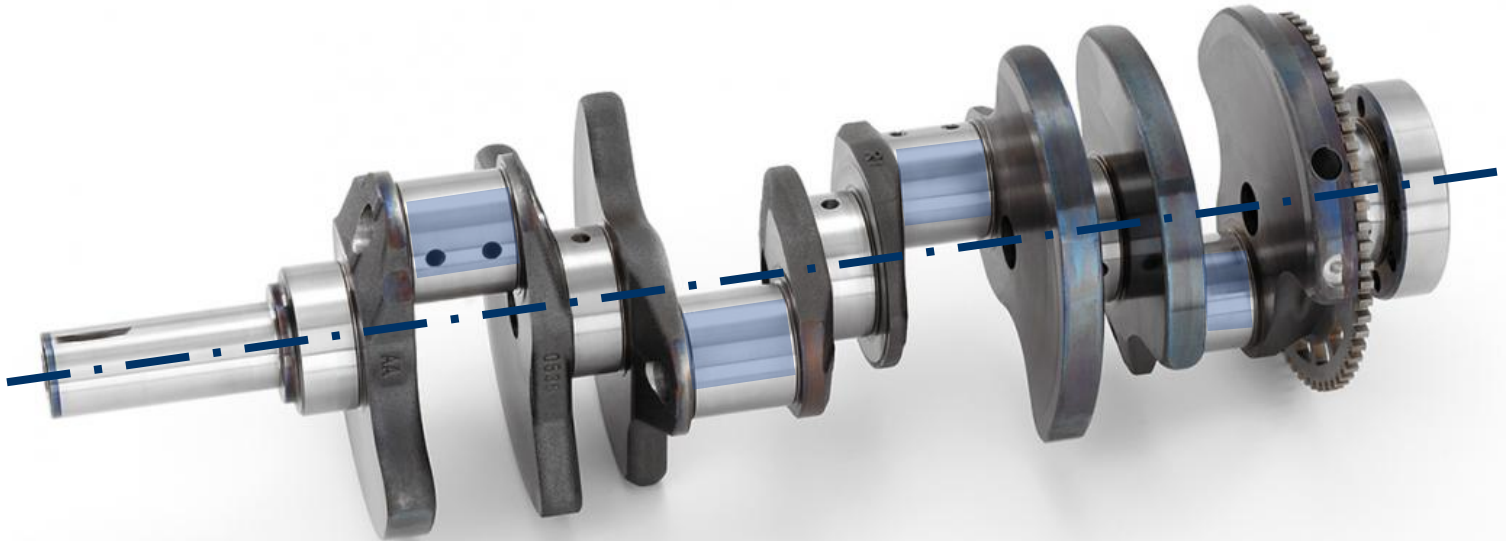
Organi rotanti - Biella



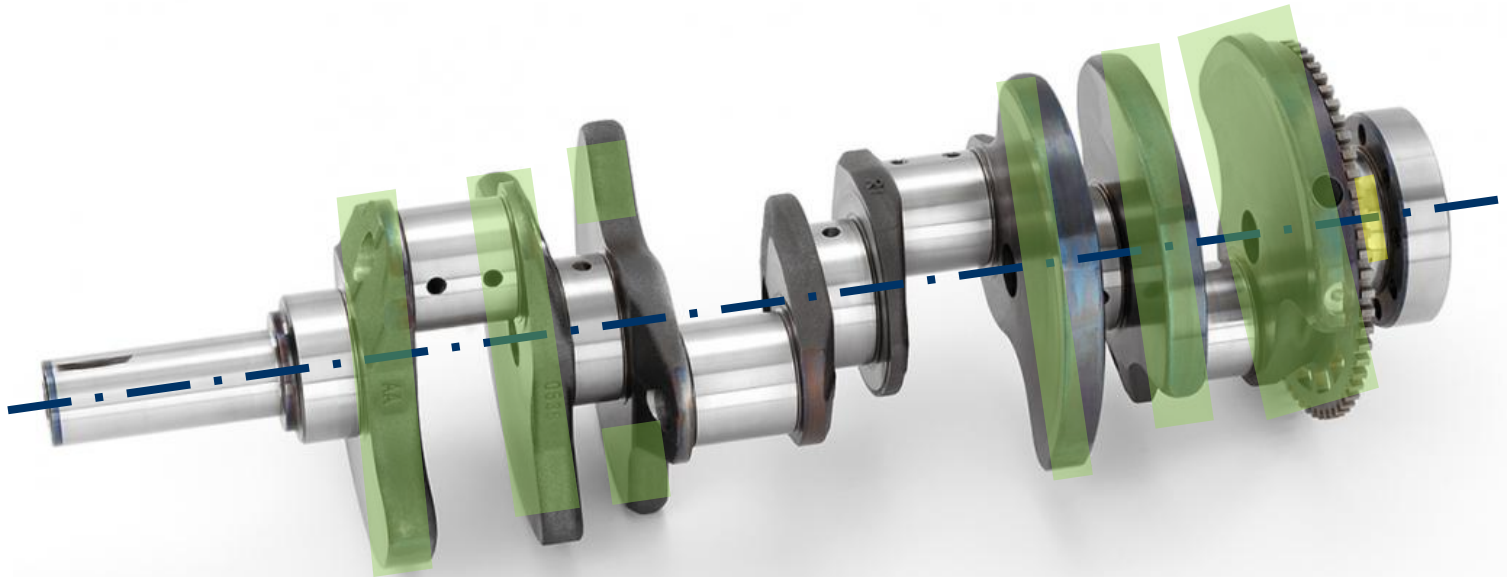




Perni di biella

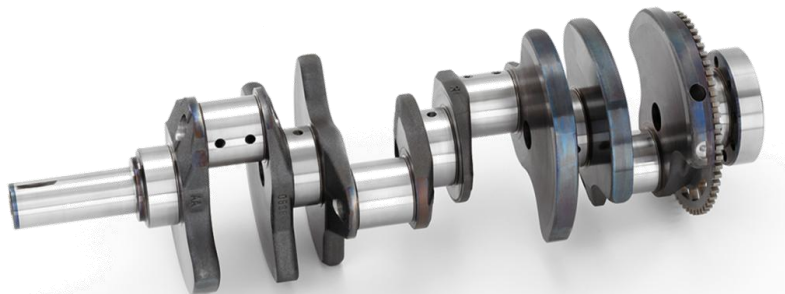


Contrappesi



ALBERO di trasmissione: organo rotante di una macchina o meccanismo, che assolve la funzione di **trasmettere coppie** motrici o resistenti

ASSALE: organo rotante che sostiene, **senza trasmissione di momento torcente**, corpi rotanti ad esso collegati



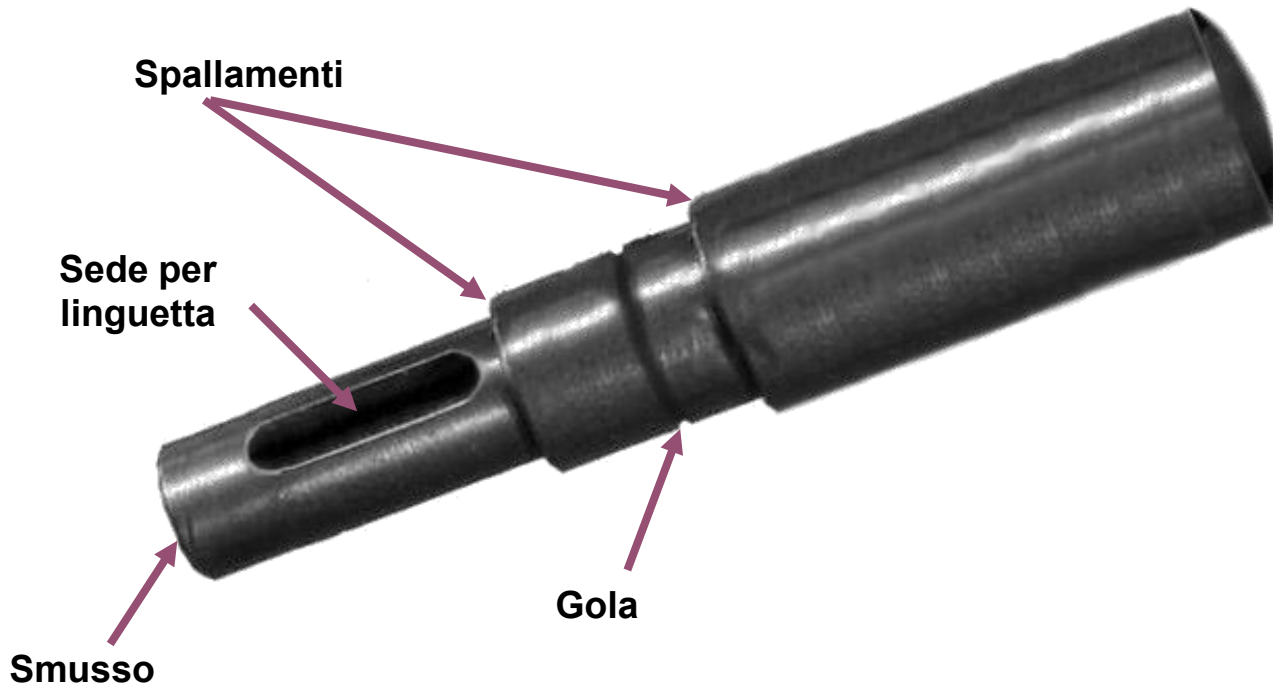
albero



asse

Albero di trasmissione

Organo di macchine cilindrico a più **spallamenti** (o battute) che **trasmette momento torcente**, moto rotatorio e, quindi, potenza meccanica.



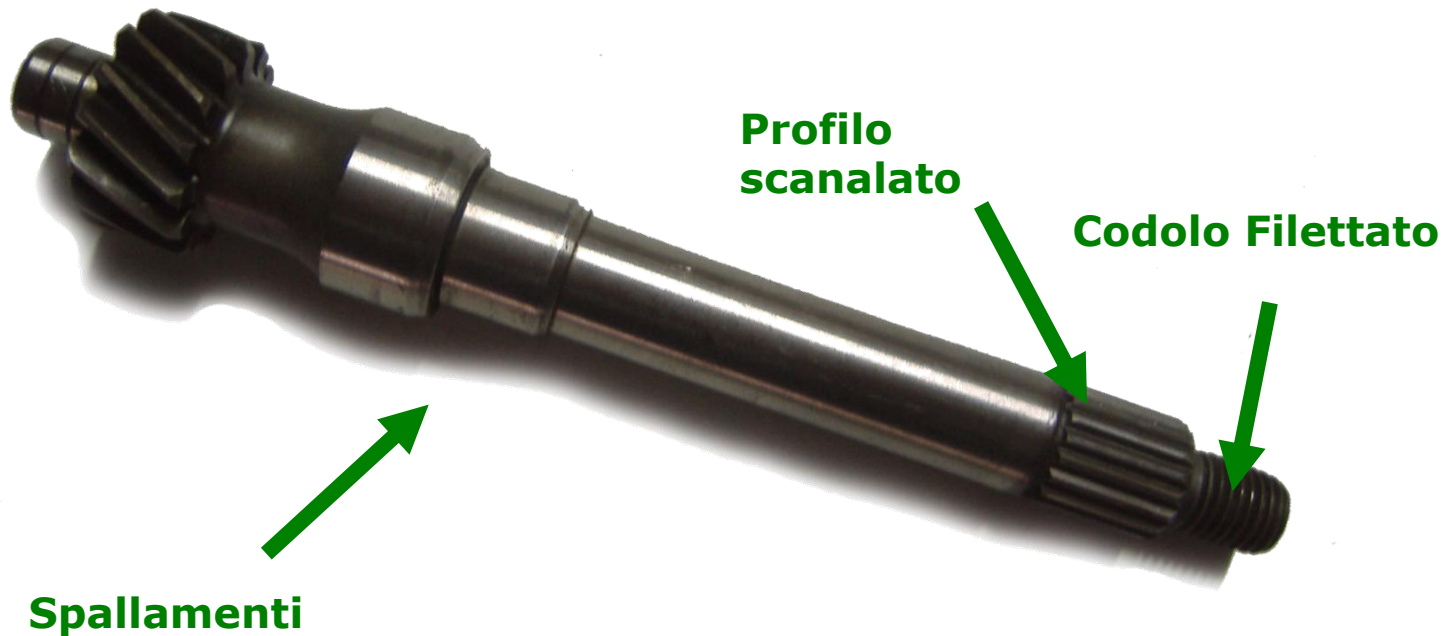
Albero di trasmissione

Organo di macchine cilindrico a più **spallamenti** (o battute) che **trasmette momento torcente**, moto rotatorio e, quindi, **potenza meccanica**.

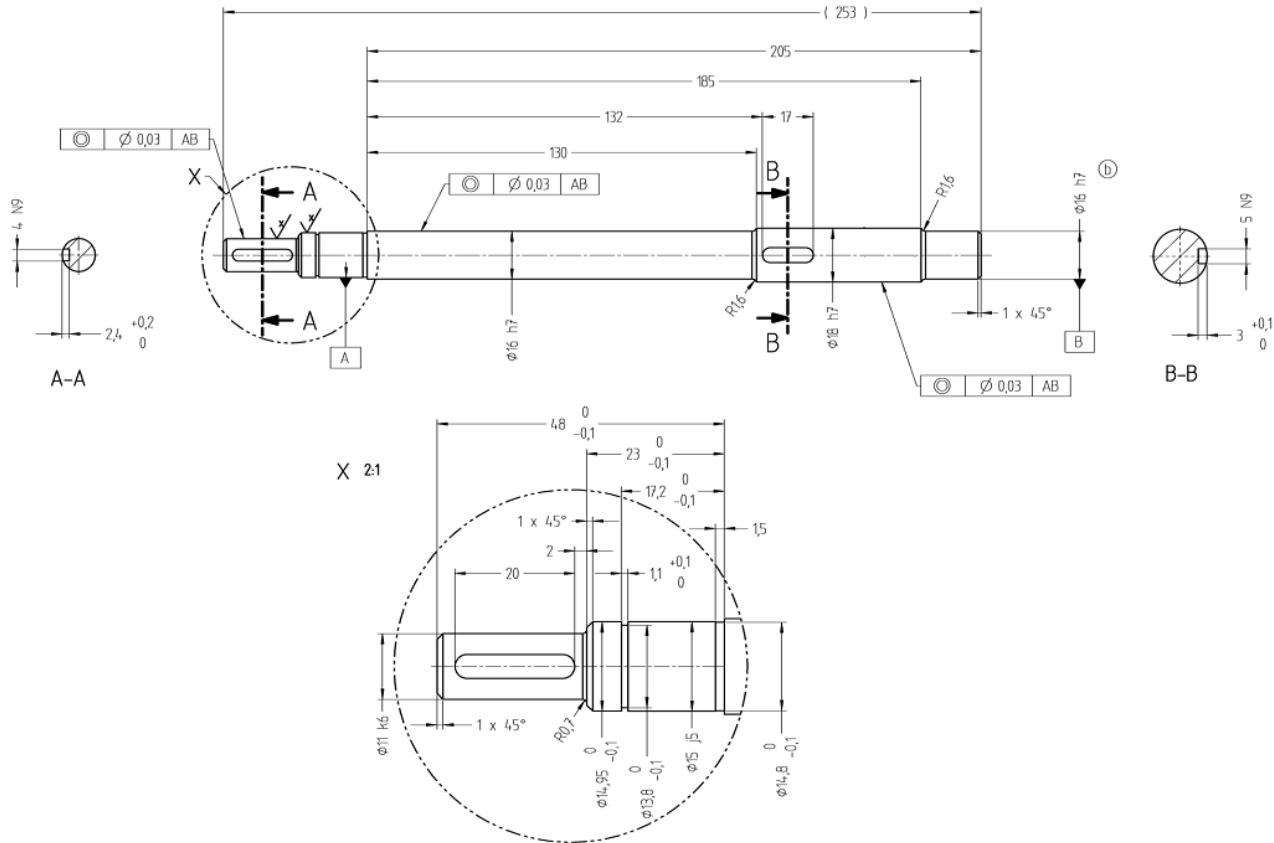


Albero di trasmissione

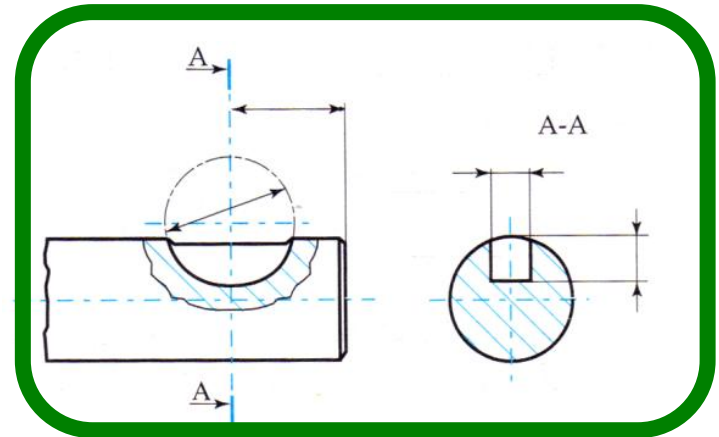
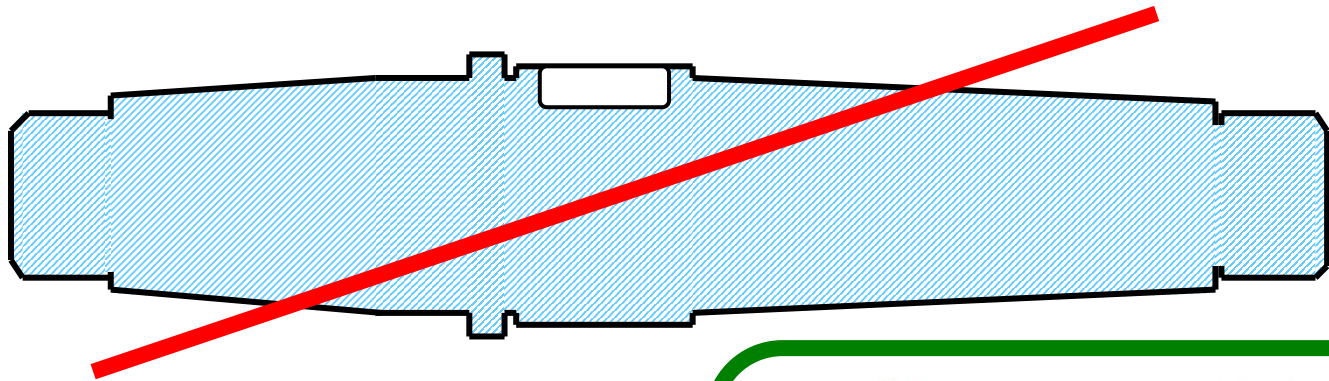
Organo di macchine cilindrico a più **spallamenti** (o battute) che **trasmette momento torcente**, moto rotatorio e, quindi, potenza meccanica.



Albero di trasmissione - Rappresentazione



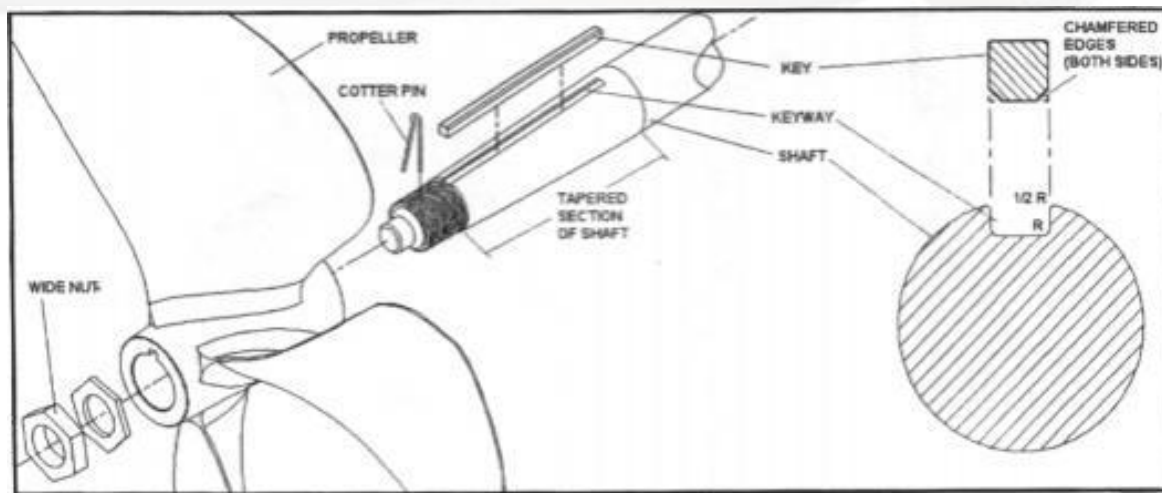
Gli alberi NON si sezionano mai in senso longitudinale!!!



Sono ammessi solo tagli trasversali e parziali

Albero di trasmissione - tratti conici

Assicurano il corretto centraggio



Conicità

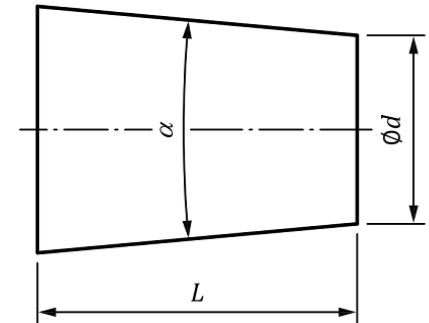
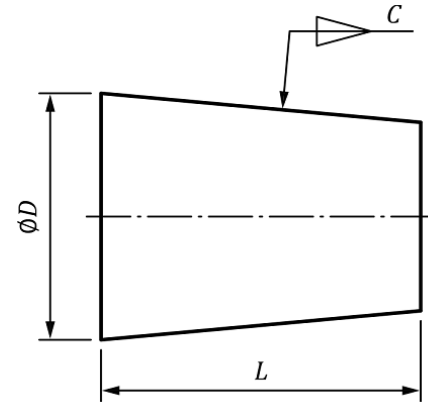
$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

Sui disegni, è preferibile esprimere la conicità C in termini di frazioni intere:

1:K

dove

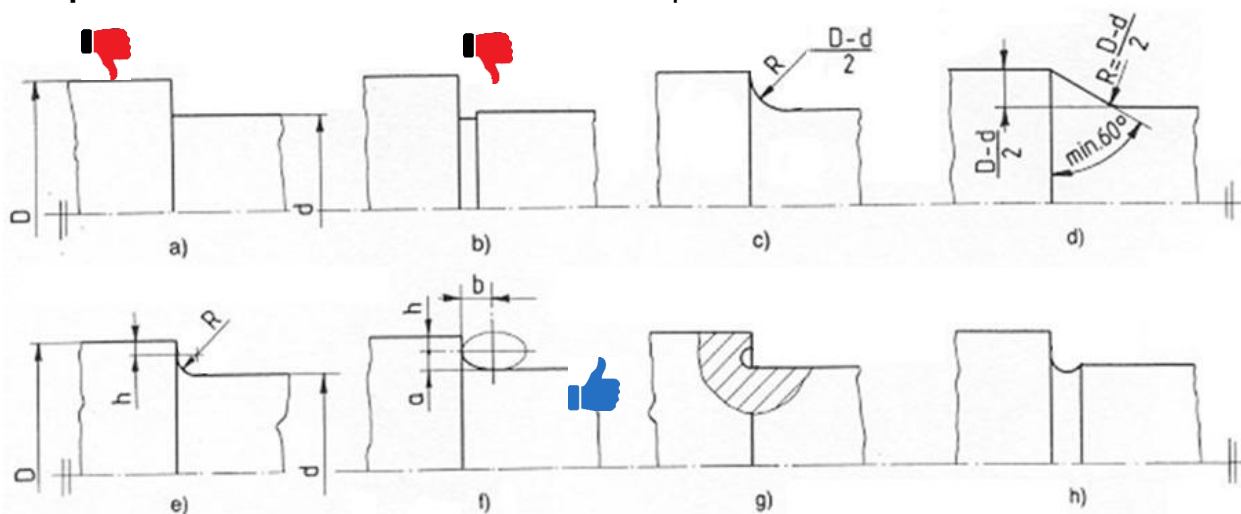
$$K = \frac{L}{D - d}$$



EN ISO 3040:2016 "Dimensioning and tolerancing – Cones"



Gli **spallamenti** sono battute verticali in corrispondenza delle variazioni di diametro



a) e b): soluzioni che causano una brusca concentrazione di tensioni;

b) : scarico per la rettifica; questa soluzione può essere usata solo in alberi poco sollecitati;

c) : la variazione del diametro si effettua con arco di cerchio avente diametro uguale alla differenza $D - d$ (per $D/d \approx 1,2$ si può fare $R > 0,1 d$);

d) : variazione continua del diametro per alberi sottoposti a sforzi elevati e in cui non serve l'appoggio dello spallamento;

e) : nel caso in cui sia indispensabile lo spallamento h , si riduce il raggio di raccordo o , meglio, si aumenta il diametro D ;

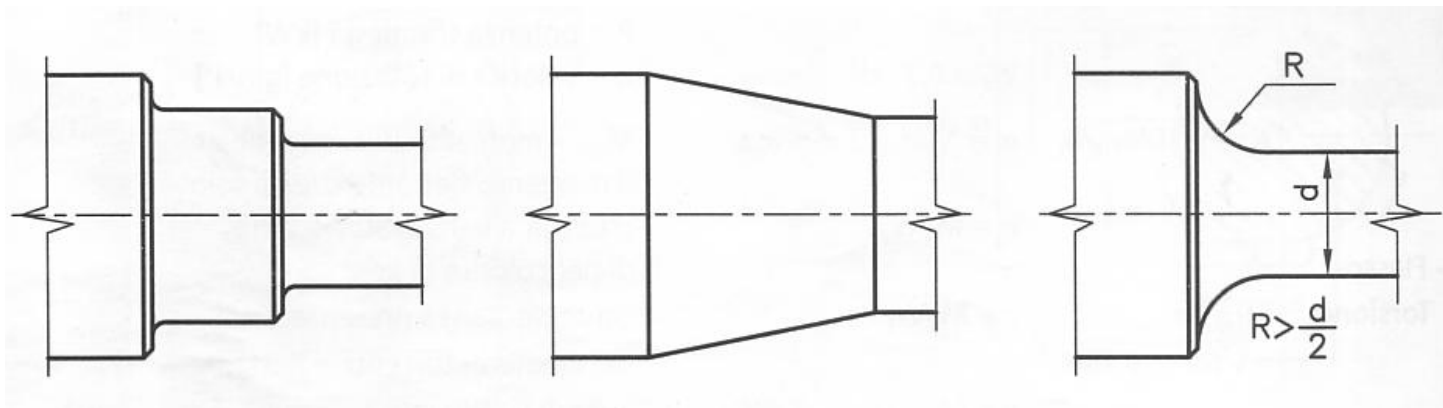
f) : il raccordo ellittico migliora notevolmente la resistenza meccanica; di solito si fa: $b = (0,4 \div 0,45) d$ e $a/b = 0,4$;

g) : gola assiale arrotondata;

h) : scarico arrotondato per montaggio di cuscinetti volventi radiali (secondo SKF).

Gli esempi da c) ad h) migliorano tutti, anche se in misura diversa, la resistenza alla fatica.

La **variazione di diametro** deve avvenire con continuità mediante tratto conico o con piccoli gradini successivi, **senza spigoli vivi** ma con almeno un raccordo $R > d/2$

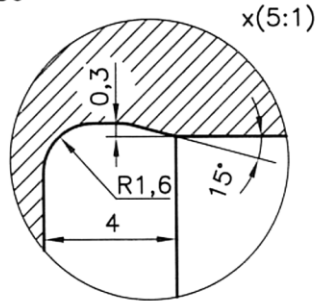
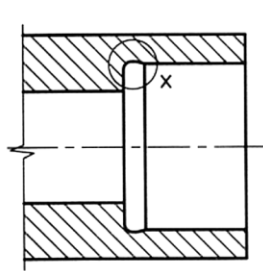


Alberi a sezione variabile con spallamenti retti, conicità e raccordi

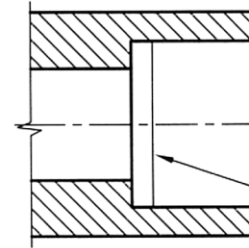
Spallamenti e gole

Oppure con la realizzazione di una gola di scarico quando è necessaria una battuta di appoggio con diametro in tolleranza.

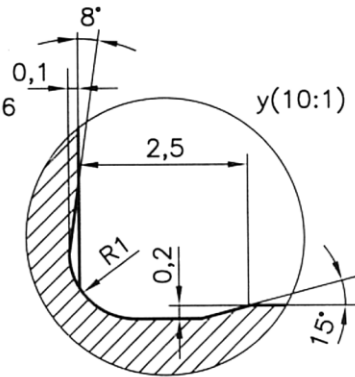
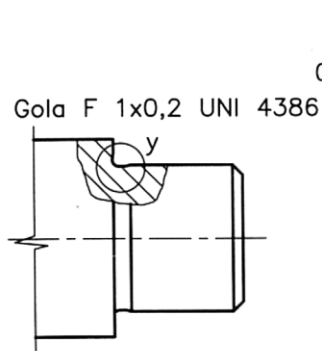
Gola E 1,6x0,3 UNI 4386



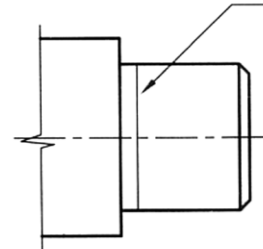
Rappresentazione schematica



Gola UNI 4386
E 1,6x0,3

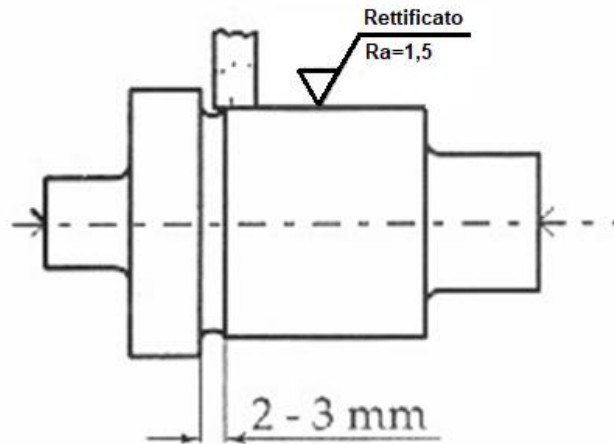
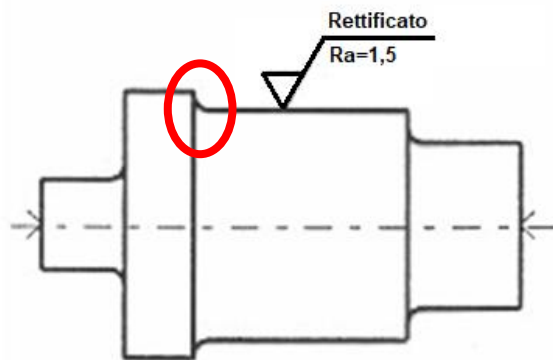


Gola UNI 4386
F 1x0,2



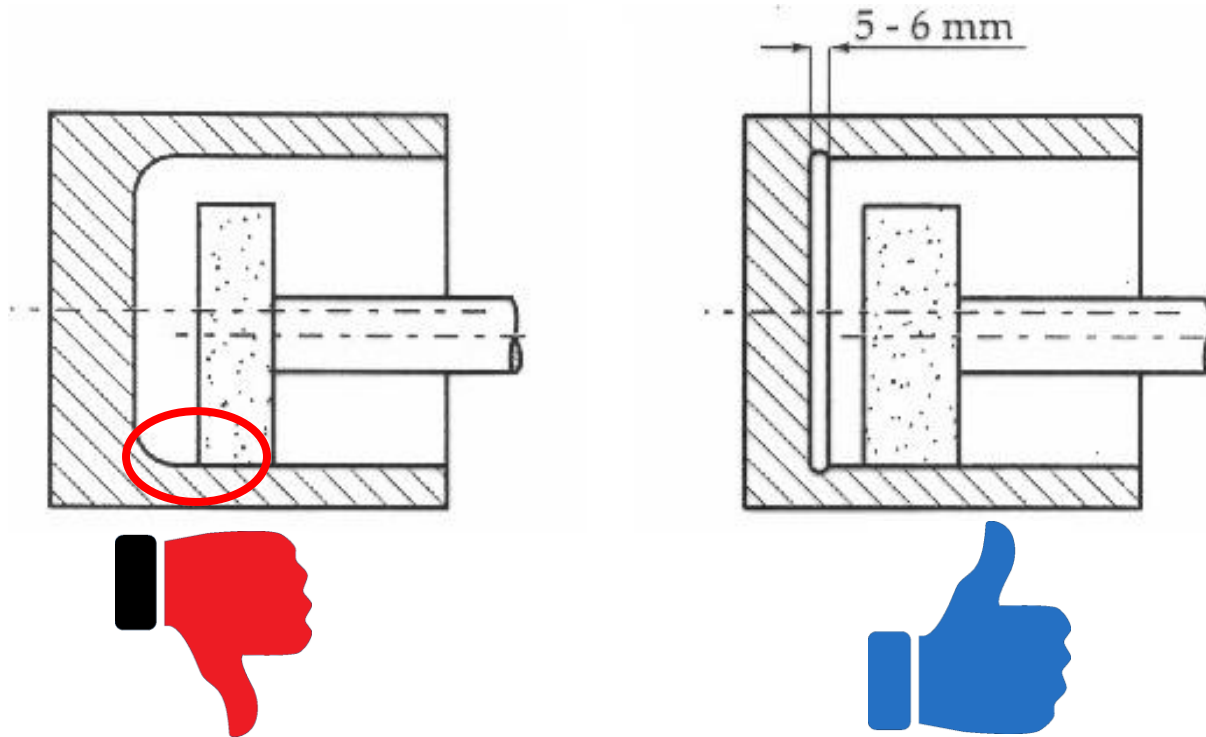
La gola è una riduzione di diametro localizzata che può avere diversi scopi:

Gola di scarico di lavorazione: Indispensabile per lavorare completamente la superficie



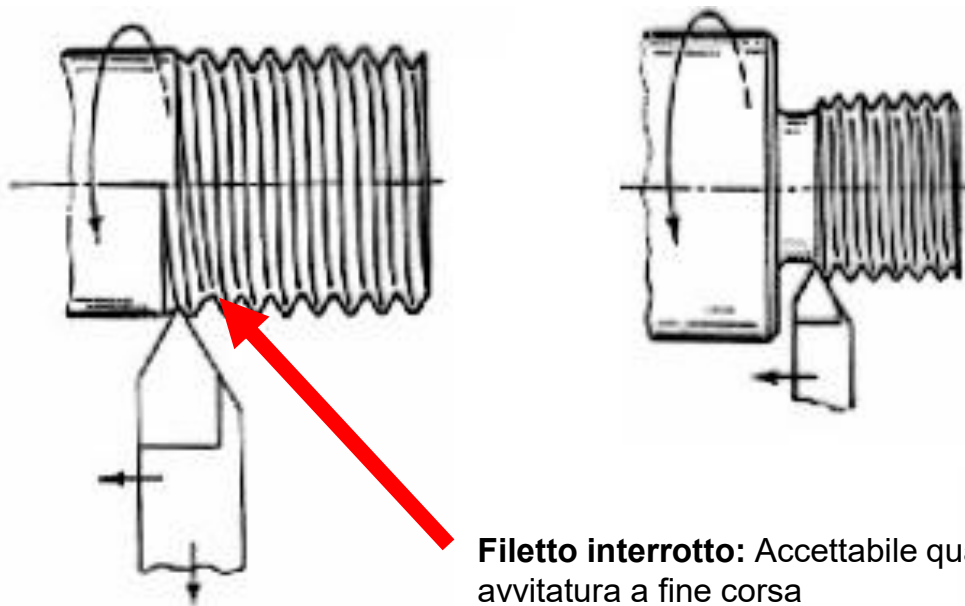
La gola è una riduzione di diametro localizzata che può avere diversi scopi:

Gola di scarico lavorazione: Indispensabile per lavorare completamente la superficie

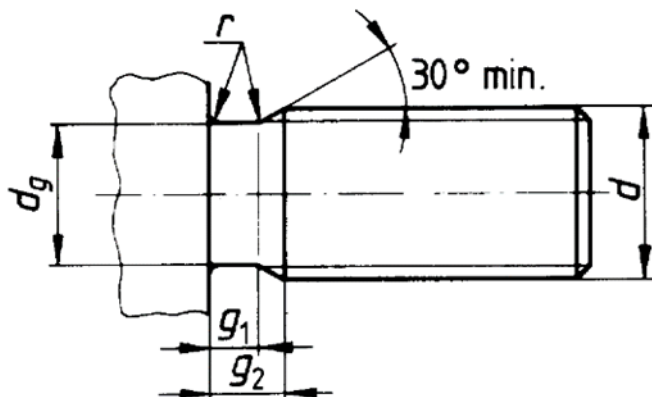


La gola è una riduzione di diametro localizzata che può avere diversi scopi:

Gola di scarico per filettatura: consente all'utensile di lavorare completamente la superficie e disimpegnarsi assialmente. Non lascia filetto interrotto. Permette l'avvitatura fino alla battuta



Filetto interrotto: Accettabile quando non si prevede avvitatura a fine corsa



Passo di filettatura P	d_g h12 (h13) *	g_1 ** min.	g_2 max. ($\approx 3 P$)	r \approx
0,25	$d - 0,4$	0,4	0,75	0,12
0,3	$d - 0,5$	0,5	0,9	0,16
0,35	$d - 0,6$	0,6	1,05	0,16
0,4	$d - 0,7$	0,6	1,2	0,2
0,45	$d - 0,7$	0,7	1,35	0,2
0,5	$d - 0,8$	0,8	1,5	0,2
0,6	$d - 1$	0,9	1,8	0,4
0,7	$d - 1,1$	1,1	2,1	0,4
0,75	$d - 1,2$	1,2	2,25	0,4
0,8	$d - 1,3$	1,3	2,4	0,4
1	$d - 1,6$	1,6	3	0,6
1,25	$d - 2$	2	3,75	0,6
1,5	$d - 2,3$	2,5	4,5	0,8
1,75	$d - 2,6$	3	5,25	1
2	$d - 3$	3,4	6	1
2,5	$d - 3,6$	4,4	7,5	1,2
3	$d - 4,4$	5,2	9	1,8
3,5	$d - 5$	6,2	10,5	1,8
4	$d - 5,7$	7	12	2
4,5	$d - 6,4$	8	13,5	2,5
5	$d - 7$	9	15	2,5
5,5	$d - 7,7$	11	17,5	3,2
6	$d - 8,3$	11	18	3,2

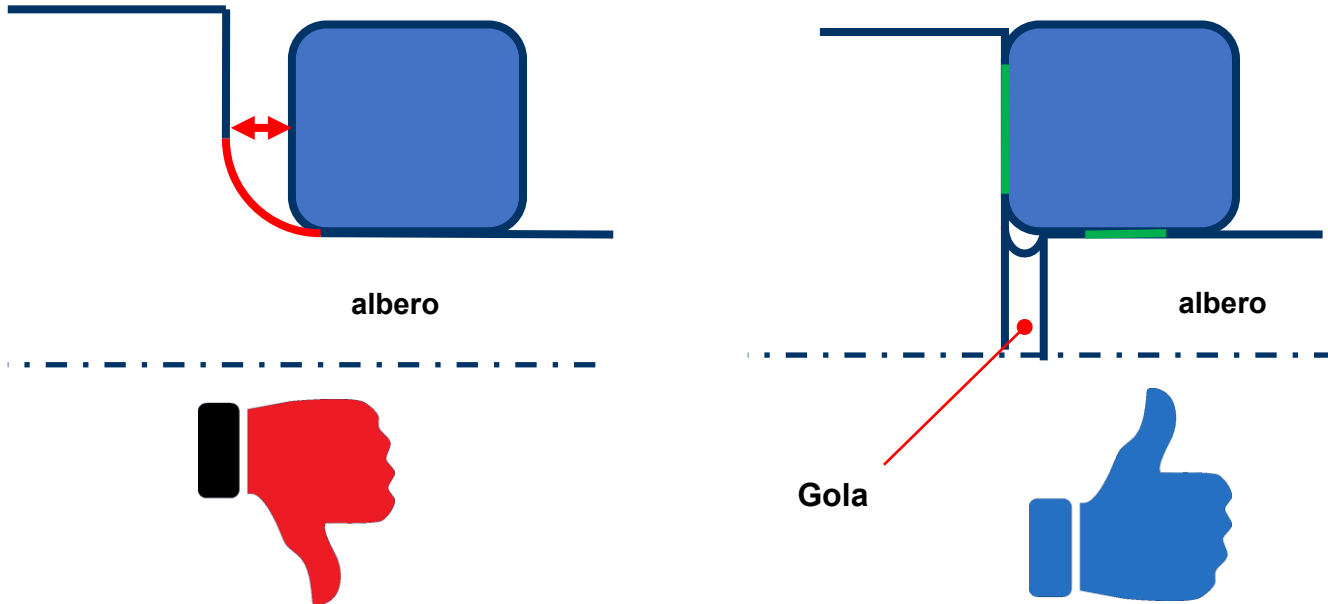
* h12 fino al diametro di filettatura di 3 mm.
** g_1 min. sull'angolo minimo di 30°.



UNI EN ISO 4755:1986 – *Gole di scarico per filettatura esterna*

La **gola** è una riduzione di diametro localizzata che può avere diversi scopi.

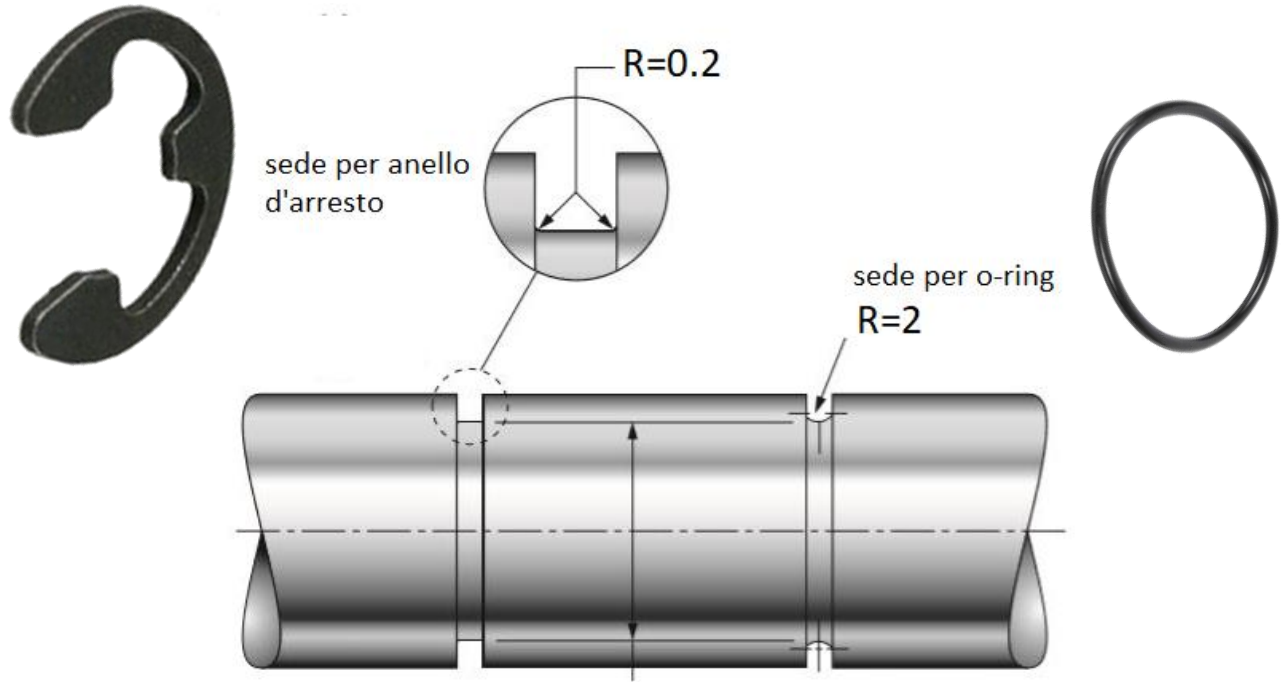
Gola per accoppiamento: consente ad un pezzo (es anello interno di cuscinetto radiale) di andare in battuta sullo spallamento.



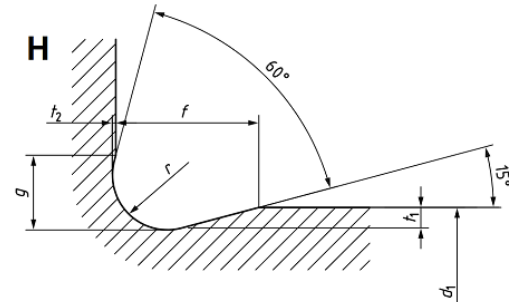
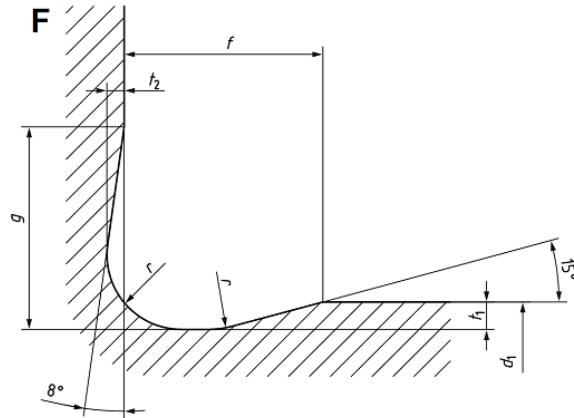
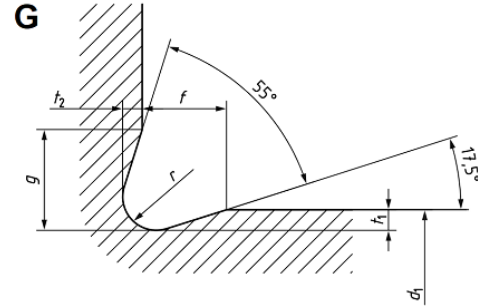
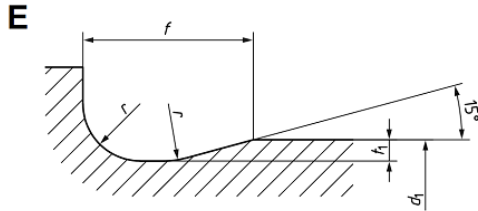
La battuta sullo spallamento è impossibile a causa del raggio di raccordo maggiore di quello relativo agli spigoli del pezzo da accoppiare

La gola è una riduzione di diametro localizzata che può avere diversi scopi.

Gola di alloggiamento: sono sedi per alloggiare un elemento (es anello di arresto) sull'albero



Gole di scarico normalizzate



ISO 18388:2016

Gole di scarico normalizzate

TIPO	r	t1	t2	f	g	Diametro albero d ₁	
E	R0,4	0,2	—	2	—	Carichi normali Oltre Ø 3 Fino a Ø 18	Carichi alternati —
	R0,8	0,3	—	2,5	—	Oltre Ø 18 Fino a Ø 80	—
	R1,2	0,2	—	2,5	—	—	Oltre Ø 18 Fino a Ø 50
	R1,2	0,4	—	4	—	Oltre Ø 80	—
	R1,6	0,3	—	4	—	—	Oltre Ø 50 Fino a Ø 80
	R2,5	0,4	—	5	—	—	Oltre Ø 80 Fino a Ø 125
	R4	0,5	—	7	—	—	Oltre Ø 125
F	R0,4	0,2	0,1	2	(1,1)	Oltre Ø 3 Fino a Ø 18	—
	R0,8	0,3	0,2	2,5	(2,3)	Oltre Ø 18 Fino a Ø 80	—
	R1,2	0,2	0,1	2,5	(2)	—	Oltre Ø 18 Fino a Ø 50
	R1,2	0,4	0,3	4	(3,4)	Oltre Ø 80	—
	R1,6	0,3	0,2	4	(3,1)	—	Oltre Ø 50 Fino a Ø 80
	R2,5	0,4	0,3	5	(4,8)	—	Oltre Ø 80 Fino a Ø 125
	R4	0,5	0,3	7	(6,4)	—	Oltre Ø 125
G	R0,4	0,2	0,2	(0,9)	(1,1)	Oltre Ø 3 Fino a Ø 18	—
H	R0,8	0,3	0,05	(2,0)	(1,1)	Oltre Ø 18 Fino a Ø 80	—
	R1,2	0,3	0,05	(2,4)	(1,5)	—	Oltre Ø 18 Fino a Ø 50



ISO 18388:2016

Gole di scarico normalizzate



La gola di **tipo E** si applica a pezzi in cui la superficie piana non è soggetta a carichi di fatica elevati e dove la superficie cilindrica verrà successivamente lavorata se necessario. E' usata anche quando le parti da accoppiare hanno una sede cilindrica relativamente grande o non in contatto con la superficie piana.

La gola di **tipo F** è adatta a pezzi con superfici perpendicolari destinate ad essere lavorate

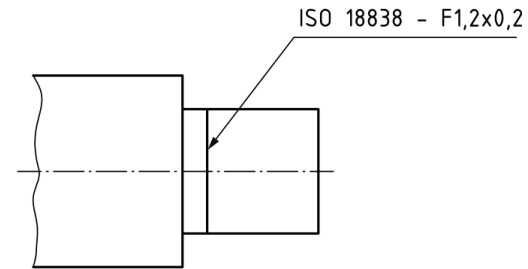
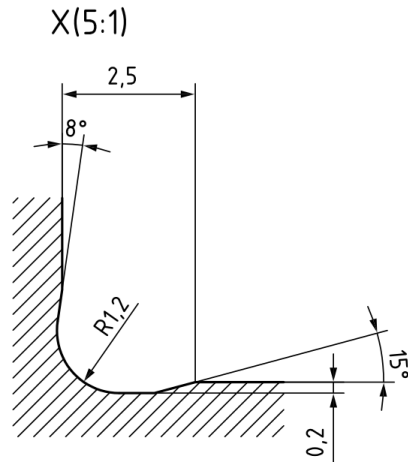
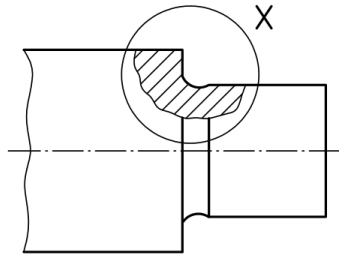
La gola di **tipo G** è adatta a pezzi con superfici perpendicolari in cui è richiesto un piccolo raggio di raccordo destinate ad essere lavorate. Non adatta a carichi di fatica.

La gola di **tipo E** è adatta a pezzi con superfici perpendicolari destinate ad essere lavorate, ma con angolo relativamente grande



ISO 18388:2016

Gole di scarico - Rappresentazione



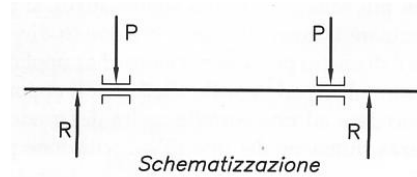
Rappresentazione semplificata



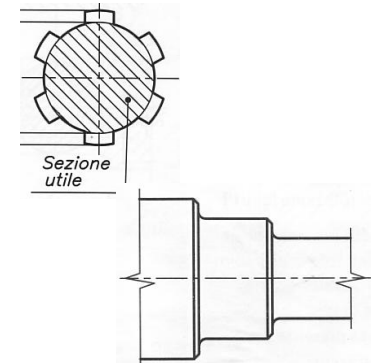
ISO 18388:2016

Dimensionamento degli alberi

A partire dai carichi, si ottiene il **diametro teorico minimo**. Tuttavia, il **diametro minimo effettivo** dell'albero dovrà tenere conto delle maggiorazioni necessarie per la realizzazione di cave per linguette o di gole di scarico per le filettature. Infine il diametro sarà **normalizzato** rispetto alla serie dei numeri normali di Renard e nel rispetto delle norme di proporzionamento grafico dell'albero di trasmissione.



$$d = \sqrt[3]{10M_{fid}/\sigma_i}$$



Dimensionamento degli assali

Gli assali (o assi) sono sollecitati solo a flessione. Si possono verificare due casi:

- **Albero fisso e organi rotanti:** dimensionamento a **flessione semplice**
- Albero solidale con gli organi: dimensionamento a **flessione rotante** per la presenza di una sollecitazione dinamica alterna

$$d_{\min} = \sqrt[3]{10 \frac{M_f}{\sigma_a}}$$

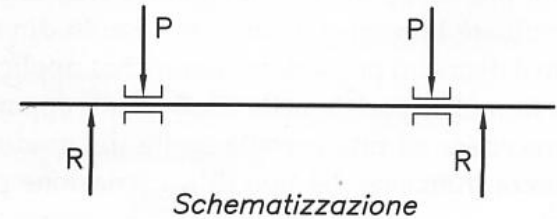
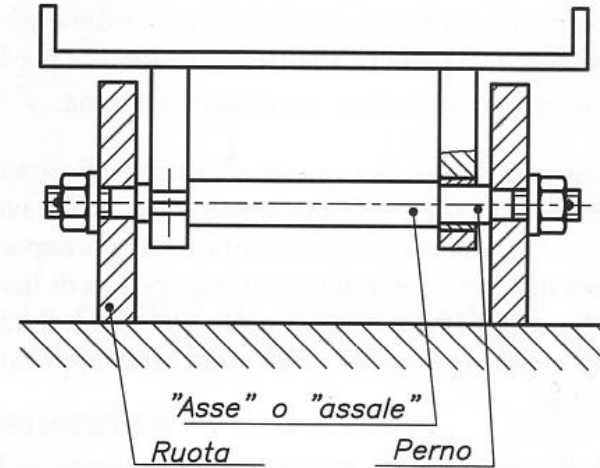
Momento flettente massimo

Sforzo ammissibile

$$\sigma_a = \frac{R}{\eta}$$

Carico di rottura

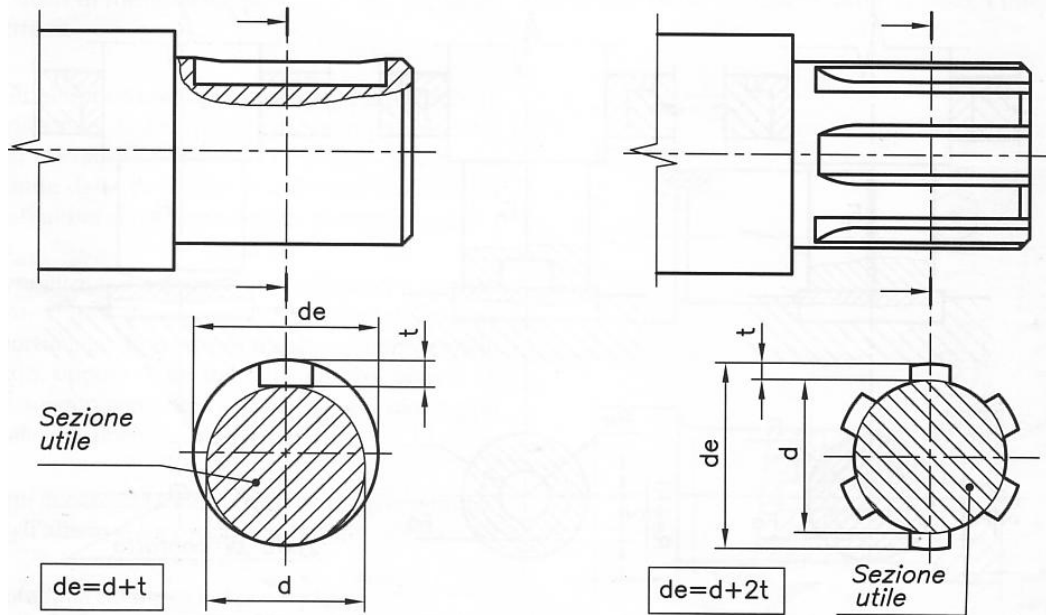
Coefficiente di sicurezza
 3÷5 carichi statici
 9÷15 carichi rotanti



Dimensionamento degli alberi di trasmissione



Quando un albero trasmette un momento torcente lungo il suo asse e la sollecitazione di flessione può essere ritenuta trascurabile (le forze e i bracci sono ridotte) il dimensionamento viene effettuato a torsione semplice. **Quando gli organi montati sull'albero sono resi solidali con dispositivi che riducono la sezione utile, ai fini della resistenza alla sollecitazione di torsione occorre tener conto della sola sezione utile.**



Dimensionamento degli alberi di trasmissione



Alberi sollecitati a flessione – torsione

Più frequentemente gli alberi trasmettono momenti torcenti insieme a momenti flettenti non trascurabili

Il dimensionamento in questo caso viene fatto a flessione- torsione.

Formule per il dimensionamento di Alberi e Perni			
Sollecitazione	Progetto	Verifica	Significato dei simboli
2 - Torsione	$d = \sqrt[3]{5M_t/\sigma_{am}}$	$\tau = M_t/W_t \leq \sigma_{am}$	d = diametro teorico [mm] M_t = momento torcente [Nmm] W_t = modulo di resistenza alla torsione [Nmm] τ_{am} = carico unitario di sicurezza tangenziale ammissibile [N/mm ²] P = potenza trasmessa [kW] n = velocità di rotazione [giri/1']
	$\tau_{am} = 4/5 \cdot \sigma_{am}$	$M_t = 9.550.000 P/n$ $W_t \cong 0,2 \cdot d^3$	
3 - Flesso-Torsione	$d = \sqrt[3]{10M_{fid}/\sigma_i}$ $M_{fid} = \sqrt{M_f^2 + 0,75M_t^2}$	$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{am}$ $\sigma = M_f/W_f$ $\tau = M_t/W_t$ $\theta = M_t \cdot l/G \cdot J_p \leq \pi/4 \cdot 180$	M_{fid} = momento flettente ideale: il momento flettente che da solo crea sull'albero lo stesso stato di pericolosità della contemporanea presenza dei momenti torcente e flettente l [mm]; G [N/mm ²]; J_p [mm ⁴]

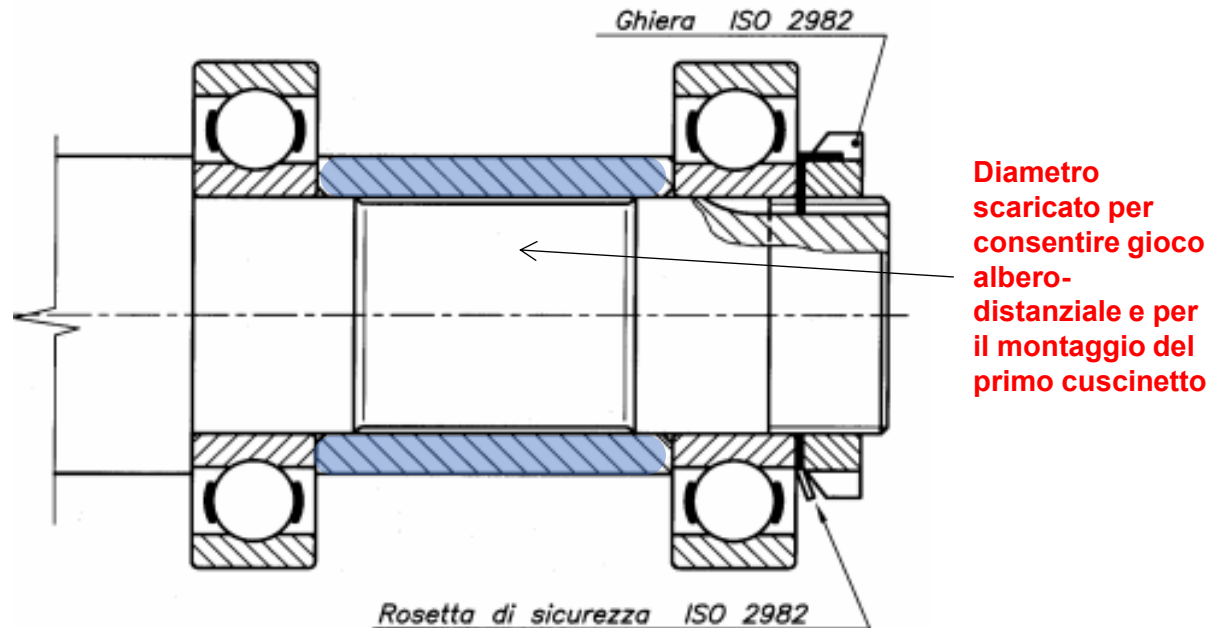
Distanziali (o distanziatori)

Elementi meccanici destinati a tenere a una opportuna distanza altri pezzi o a impedirne il contatto diretto



Distanziali (o distanziatori)

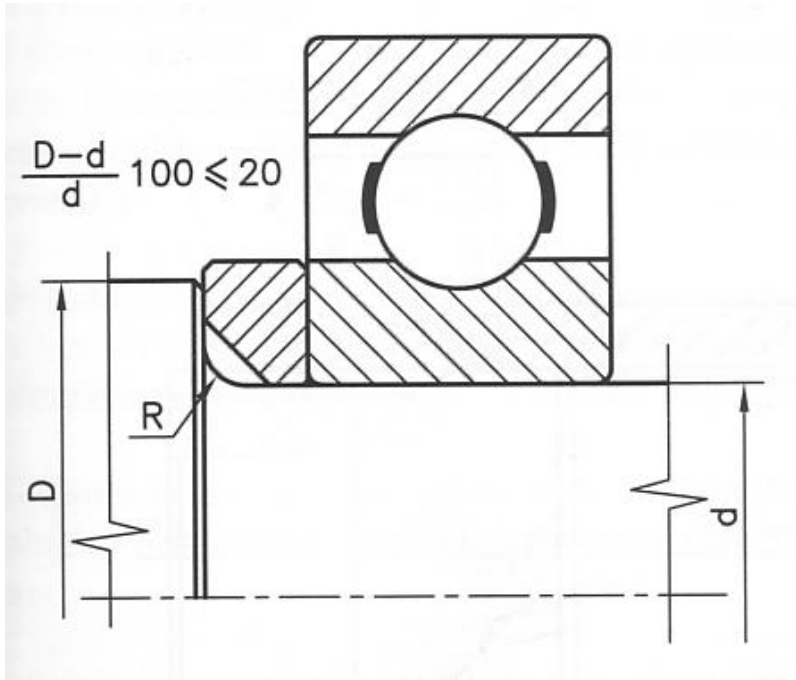
Nel caso in cui si debbano realizzare **bloccaggi assiali di spinta** senza giochi si utilizzerà **un distanziale**. La parte centrale dell'albero, in corrispondenza del distanziale, sarà scaricata con una leggera diminuzione del diametro, per consentire il montaggio degli elementi.

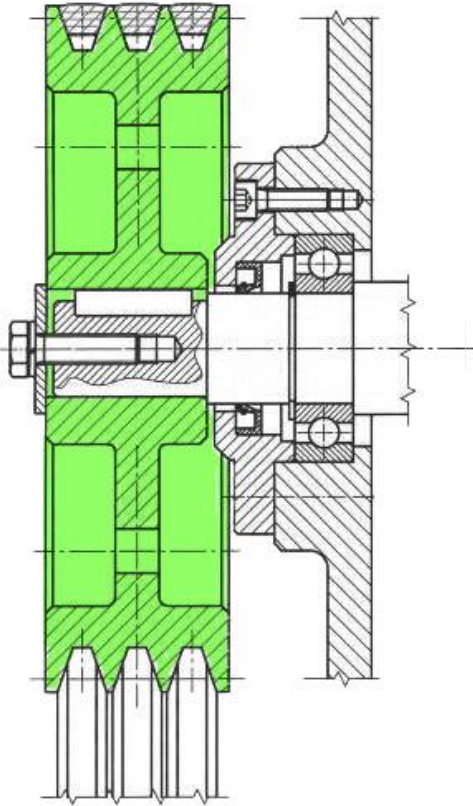


Distanziali (o distanziatori)

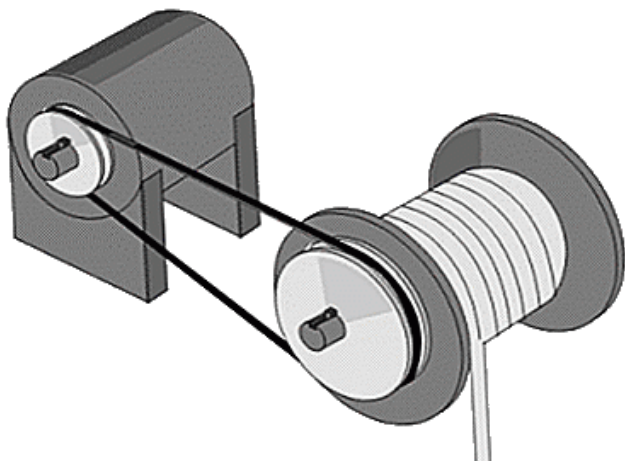
Quando è necessario ricavare uno **spallamento di appoggio** (per cuscinetti, boccole o supporti), la norma impone che **la variazione di diametro sia inferiore al 20%**

Il raccordo può essere superato con l'interposizione di **un distanziale**.

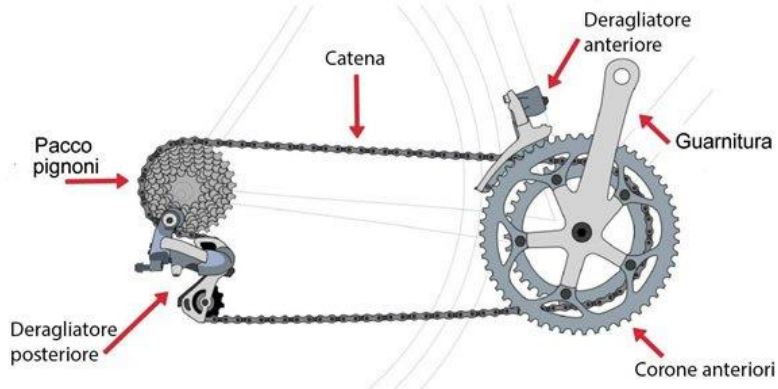




La puleggia è una ruota di trasmissione dotata di una o più scanalature destinate ad accogliere cinghie, catene, corde e simili. Queste ultime sono organi flessibili che, trascinati da una puleggia motrice, permettono la **trasmissione concorde** del moto tra due **alberi posti a distanza** tra loro.



Trasferimento del moto **per attrito**

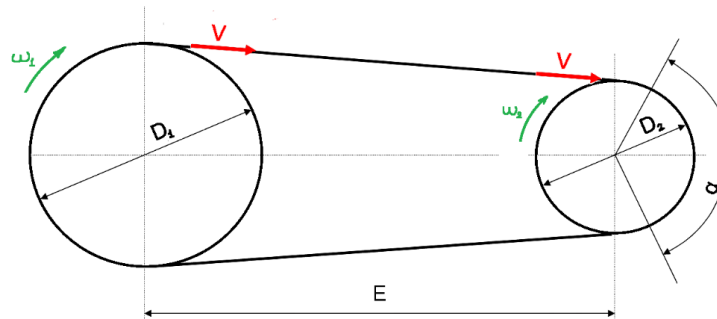


Trasferimento del moto **per forma**

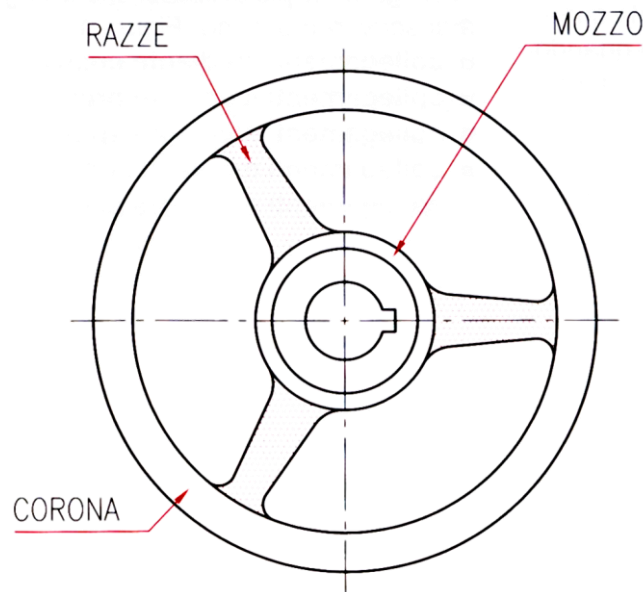
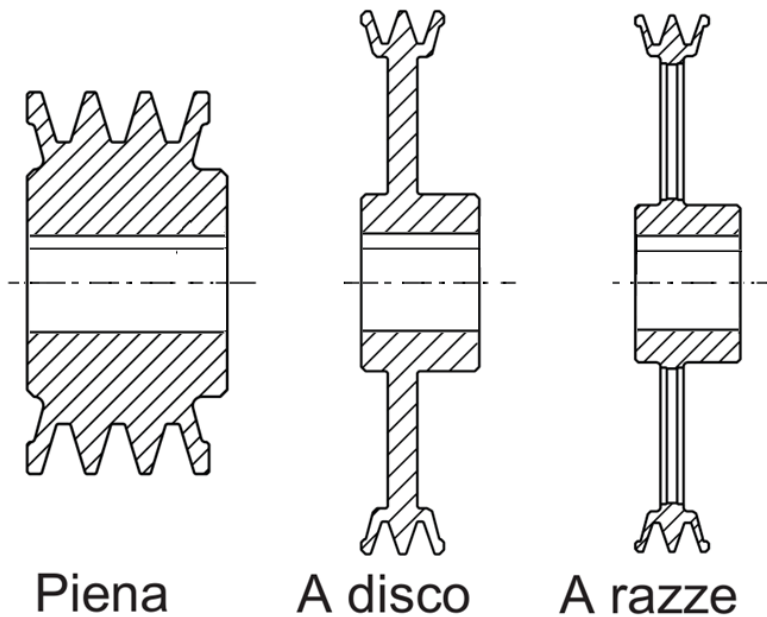
Nell'ipotesi ideale in cui la forma della gola della puleggia alloggi perfettamente la sezione della cinghia per la quale è progettata, durante il moto **la velocità tangenziale in corrispondenza del diametro primitivo della puleggia dovrà essere uguale a quello di un qualsiasi punto della superficie primitiva della cinghia di trasmissione** (siccome postuliamo che quest'ultima non subisce variazioni di lunghezza).

Date dunque due pulegge di diametro primitivo rispettivamente D_1 e D_2 , collegate da una cinghia di trasmissione, dovrà essere necessariamente:

$$V_1 = V_2 = V \Rightarrow \omega_1 \cdot \left(\frac{D_1}{2}\right) = \omega_2 \cdot \left(\frac{D_2}{2}\right) \Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

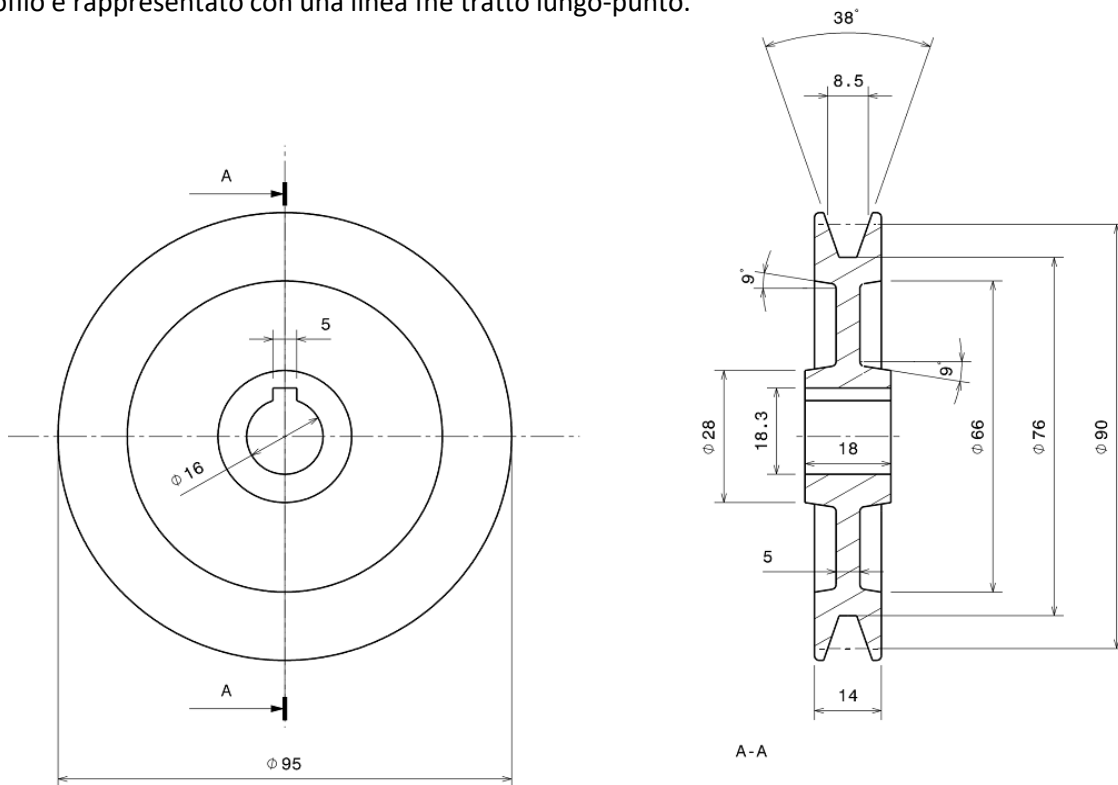


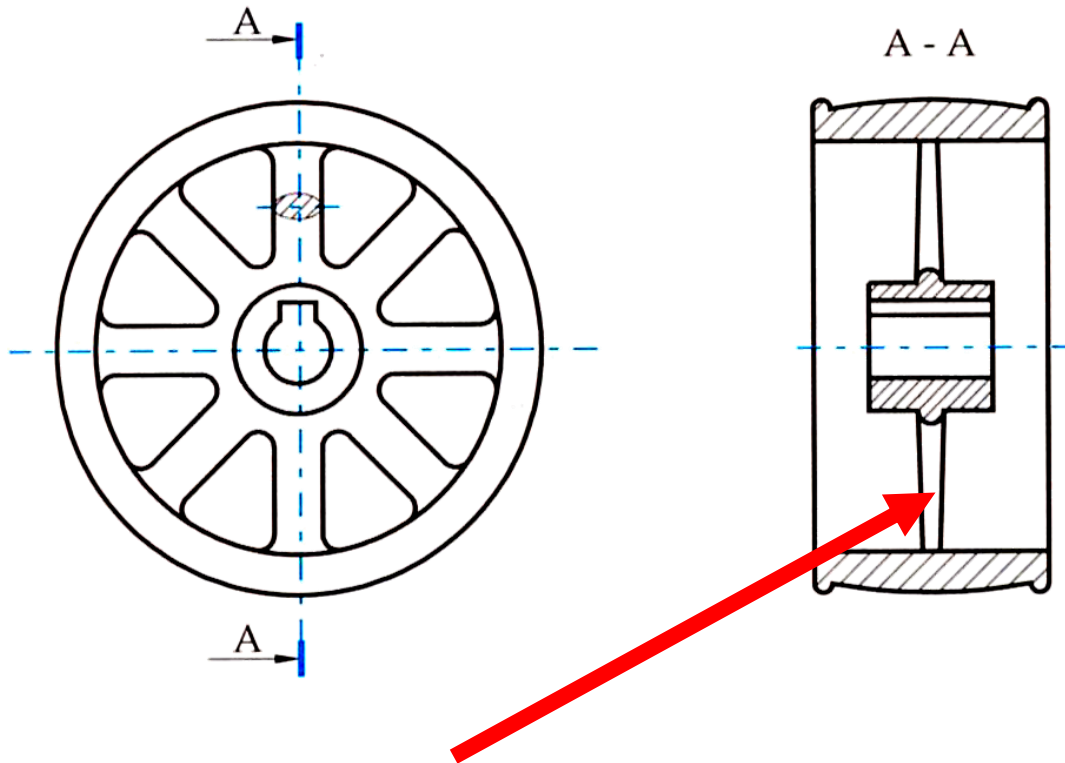
La parte centrale resa solidale all'albero di trasmissione è detta **mozzo**. La zona periferica è detta **corona**. La zona fra mozzo e corona può essere **piena**, a **disco** oppure a **razze**.



Puleggia - Rappresentazione

Di una puleggia per cinghie trapezoidali vanno quotati in particolare **diametro primitivo**, **angolo della gola** e **larghezza di riferimento**. L'**asse neutro** del profilo è rappresentato con una linea fine tratto lungo-punto.

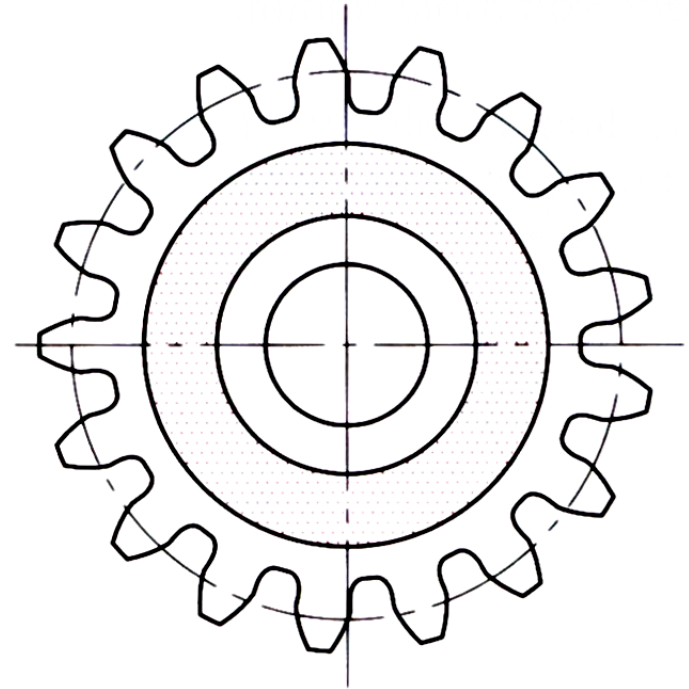




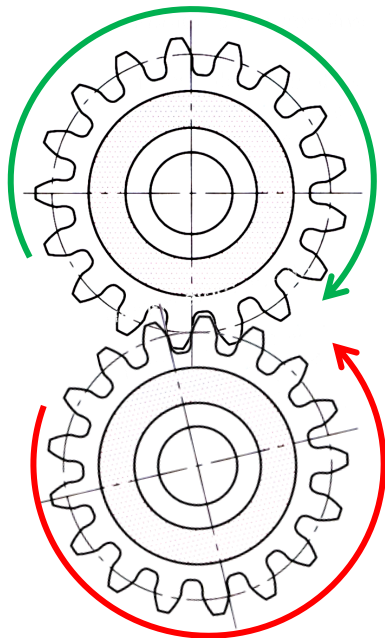
NON si sezionano le razze delle pulegge!!!

Ruote dentate

Ruote di trasmissione dotate di **denti**, destinata **all'accoppiamento diretto** con elementi dotati di profilo ad essi coniugato



Le ruote dentate trasmettono il moto in maniera **sincrona** e **discorde**



Diametro primitivo nominale 2

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Diametro primitivo nominale 1

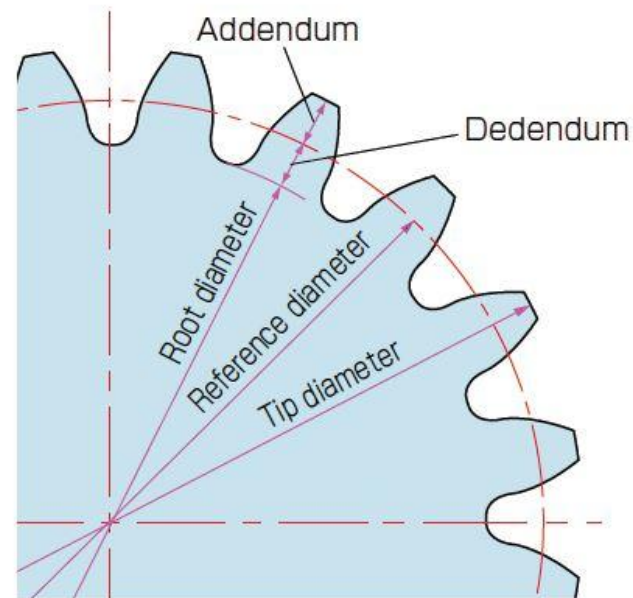
passo \swarrow Diametro primitivo nominale

$$p = \pi \frac{d}{z}$$

\swarrow Numero di denti

Modulo normale \swarrow

$$m_n = \frac{d}{z}$$



Salvo esigenze diverse, l'**addendum** h_a è pari al **modulo normale**, mentre il **dedendum** h_d è **1.25** m_n

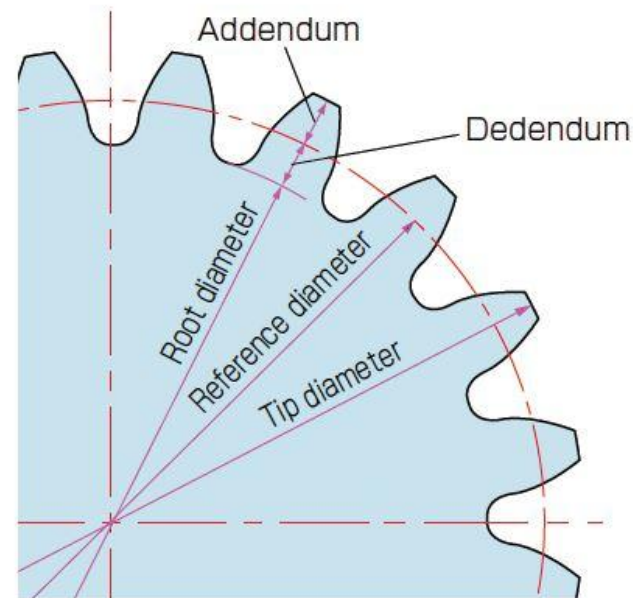
$$h_a = \frac{d}{z} = m_n \Rightarrow D_{ext} = d + 2h_a = d \frac{z+2}{z}$$

$$h_d = 1.25m_n$$

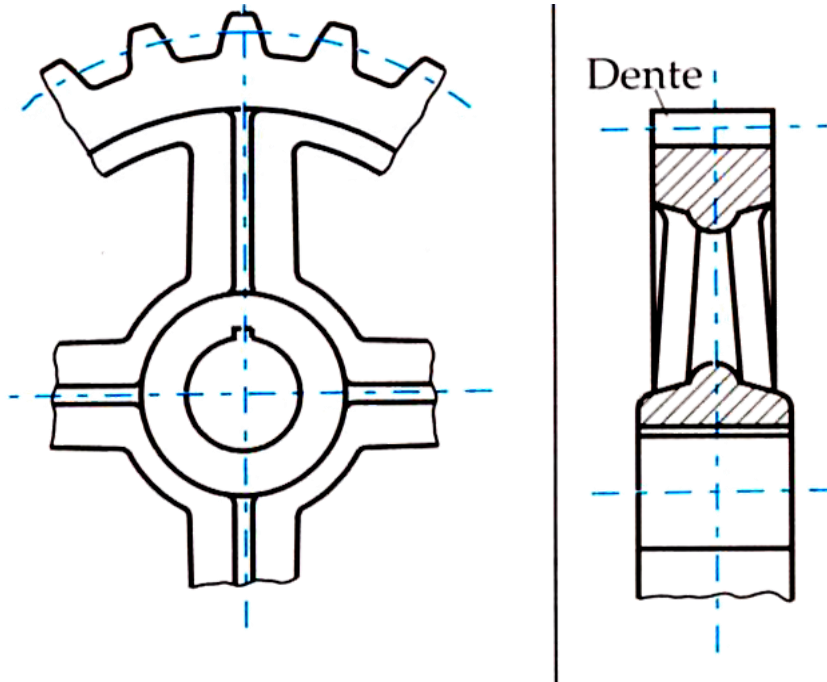
$$d(D_{ext}, z) = D_{ext} - 2h_a = \frac{z}{z+2} D_{ext}$$

Ruote di frizione

$$\lim_{z \rightarrow \infty} d(z) = D_{ext}$$



Ruota dentata - Rappresentazione



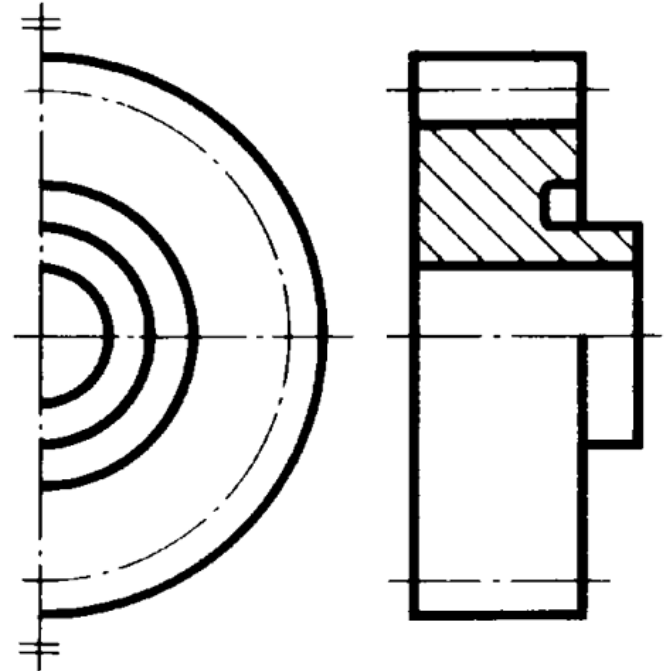
NON si sezionano le razze e denti delle ruote dentate!!!

Ruota dentata - Rappresentazione semplificata



Generalmente **si omette la rappresentazione dei denti**.

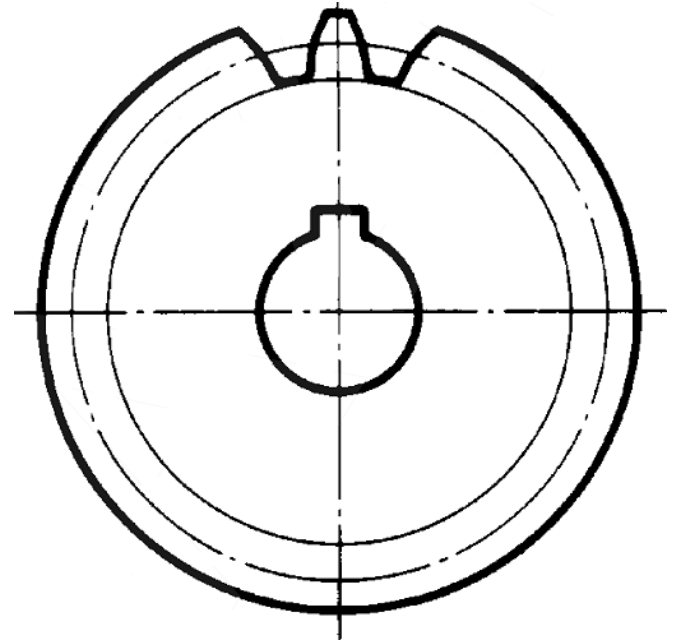
La superficie primitiva di funzionamento, viene rappresentata con linea mista fine. Le caratteristiche della dentatura vanno specificate nei pressi del cartiglio



UNI EN ISO 2203 - *Rappresentazione convenzionale degli ingranaggi*

Ruota dentata - Rappresentazione semplif. ia

Se è indispensabile (es. per precisare la posizione della dentatura in rapporto ad un piano assiale dato o un riferimento), è **possibile disegnare solo uno o due denti**.



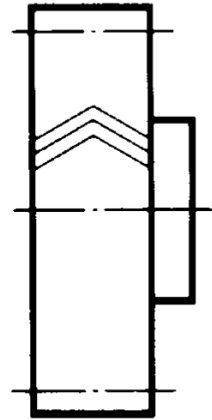
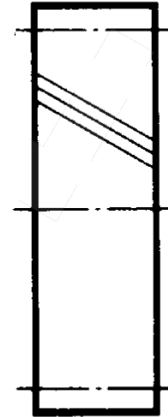
UNI EN ISO 2203 - *Rappresentazione convenzionale degli ingranaggi*

Ruota dentata - Rappresentazione semplificata



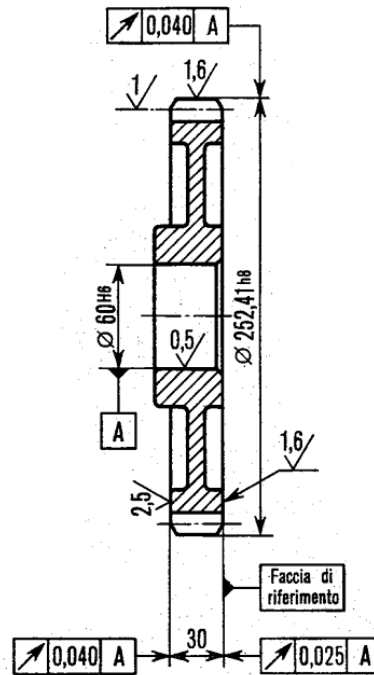
Se necessario, si deve indicare l'orientamento della dentatura sulla proiezione parallela all'asse con **tre linee continue fini** aventi forma e inclinazione corrispondenti

Dentatura	Simbolo
Elicoidale destra	
Elicoidale sinistra	
Bielicoidale	
Spirale	



UNI EN ISO 2203 - *Rappresentazione convenzionale degli ingranaggi*

Ruote cilindriche

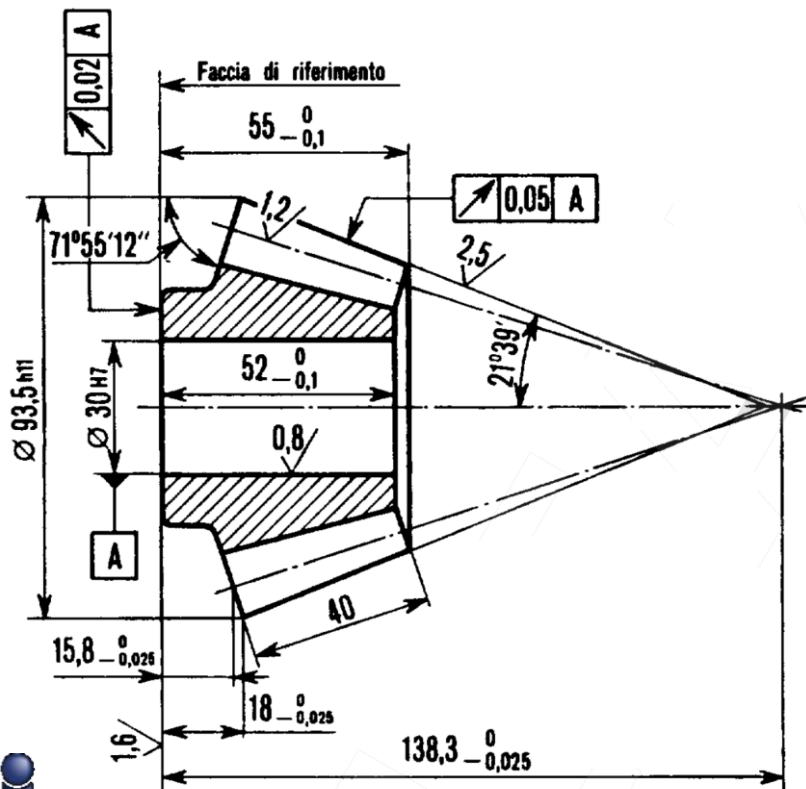


Caratteristiche della dentatura

Modulo normale	m_n	5
Numero di denti	z	44
Dentiera di riferimento		UNI 6587-69
Angolo d'elica	β	23° 33' 23''
Senso dell'elica		destro
Diametro primitivo di riferimento	d	240
Coefficiente di spostamento	x	0,259
Spessore del dente:		
– corda	\bar{s}	8,80 — 0,04
– altezza sulla corda	\bar{h}_a	6,34 — 0,06
Grado di precisione		6*
Numero di denti ruota coniugata (disegno N° . . .)	z	43
Interasse nominale di funzionamento	a'	240
Gioco normale dell'ingranaggio**	j_n	0,08 ÷ 0,12

UNI 7462:1975 - Ruote dentate cilindriche. Dati da indicare sui disegni

Ruote coniche



Caratteristiche della dentatura		
Modulo	m	5
Numero di denti	z	16
Dentiera di riferimento		UNI 6588-69
Diametro primitivo di riferimento	d	80
Angolo primitivo di riferimento	δ	$18^{\circ} 4' 48''$
Angolo di piede	δ_f	$16^{\circ} 22' 48''$
Lunghezza della generatrice	R	128,87
Coefficiente di spostamento	x	0,42
Spessore del dente:		
– corda	\bar{s}	$8,54 - 0,05$
– altezza sulla corda	\bar{h}_a	$5,95 - 0,08$
Grado di precisione		*
Numero di denti ruota coniugata (disegno N° . . .)	z	49
Angolo tra gli assi dell'ingranaggio	Σ	90°
Giuoco normale dell'ingranaggio	j_n	$0,10 \div 0,16$

UNI 7463:1975 – Ruote dentate coniche a denti dritti. Dati da indicare sui disegni



Zona di accoppiamento fra albero e ruota. **Talvolta è amovibile (es. bussole coniche)** per permettere alla stessa puleggia o ruota dentata di adattarsi a diversi tipi di accoppiamento.

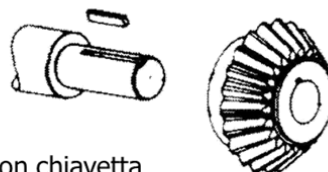


Collegamenti albero-mozzo

Collegamenti albero-mozzo



Forzamento



Con chiavetta



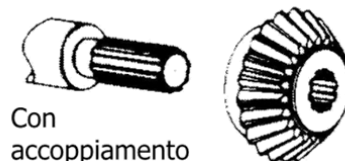
Con grano di pressione



Estremità prismatica e codolo filettato



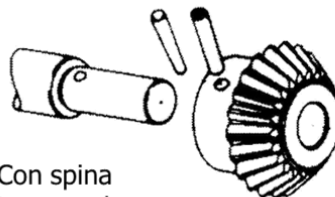
Con linguetta e codolo filettato



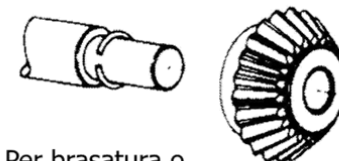
Con accoppiamento scanalato



Estremità conica e codolo filettato



Con spina trasversale



Per brasatura o saldatura

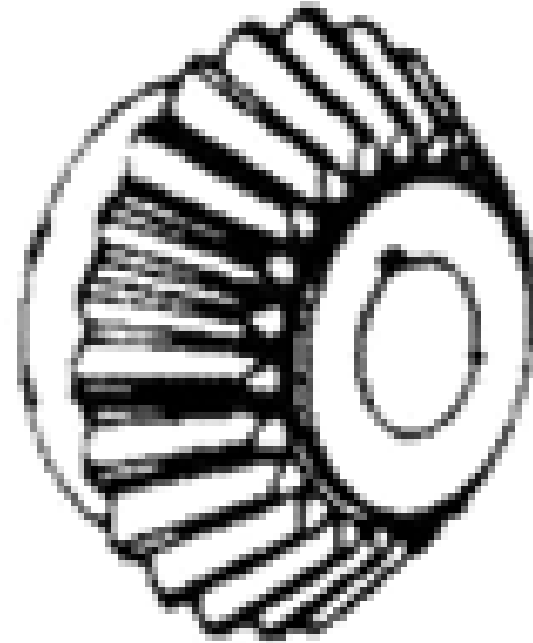
Collegamenti albero-mozzo

ESIGENZE	ELEMENTI	CHIAVETTE	LINGUETTE	SPINE	ANELLI ELASTICI	SCANALATI
IMPEDIMENTO ALLA ROTAZIONE		●	●	●		●
IMPEDIMENTO ALLA TRASLAZIONE		●		●	●	
CENTRAGGIO O RIFERIMENTO			●	●		●
SICUREZZA OD ARRESTO				●	●	

Correlazione tra le varie esigenze con i tipi fondamentali di elementi di collegamento non filettati.

Uno stesso elemento può soddisfare anche più esigenze.

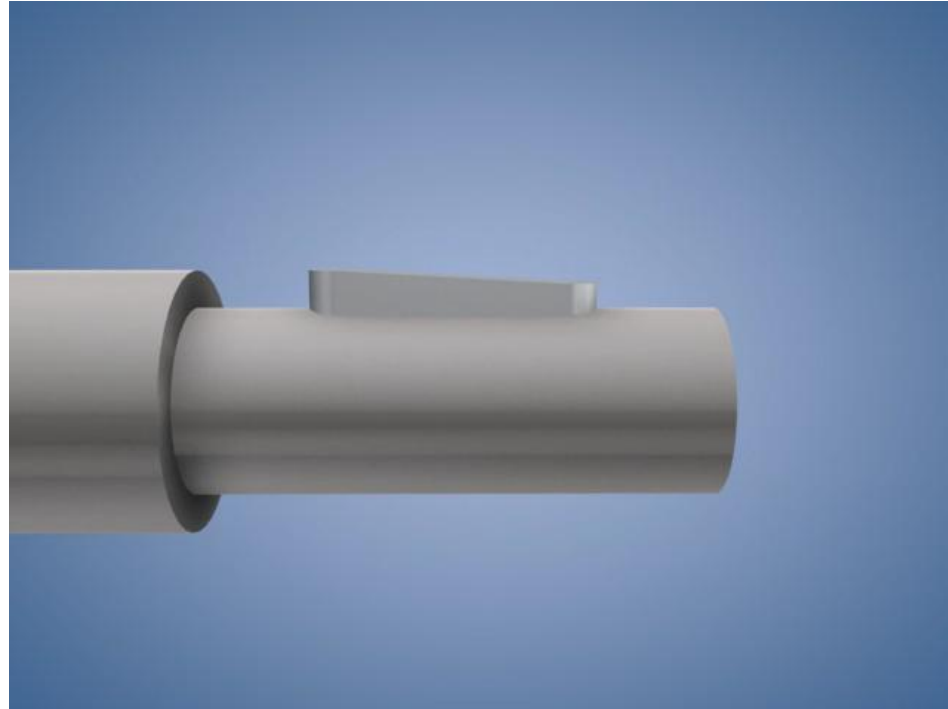
Collegamento con chiavetta



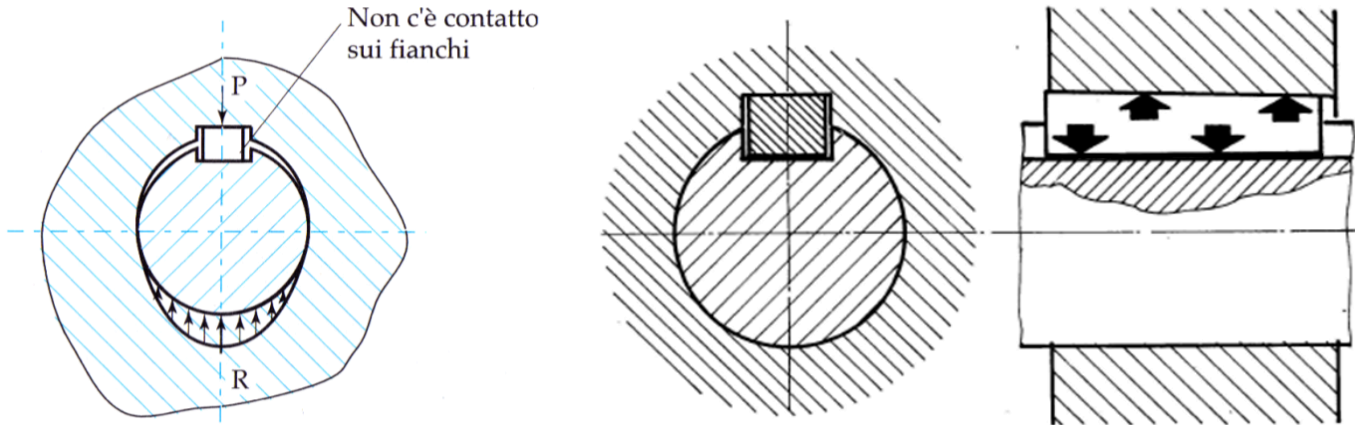
Chiavette (o biette)

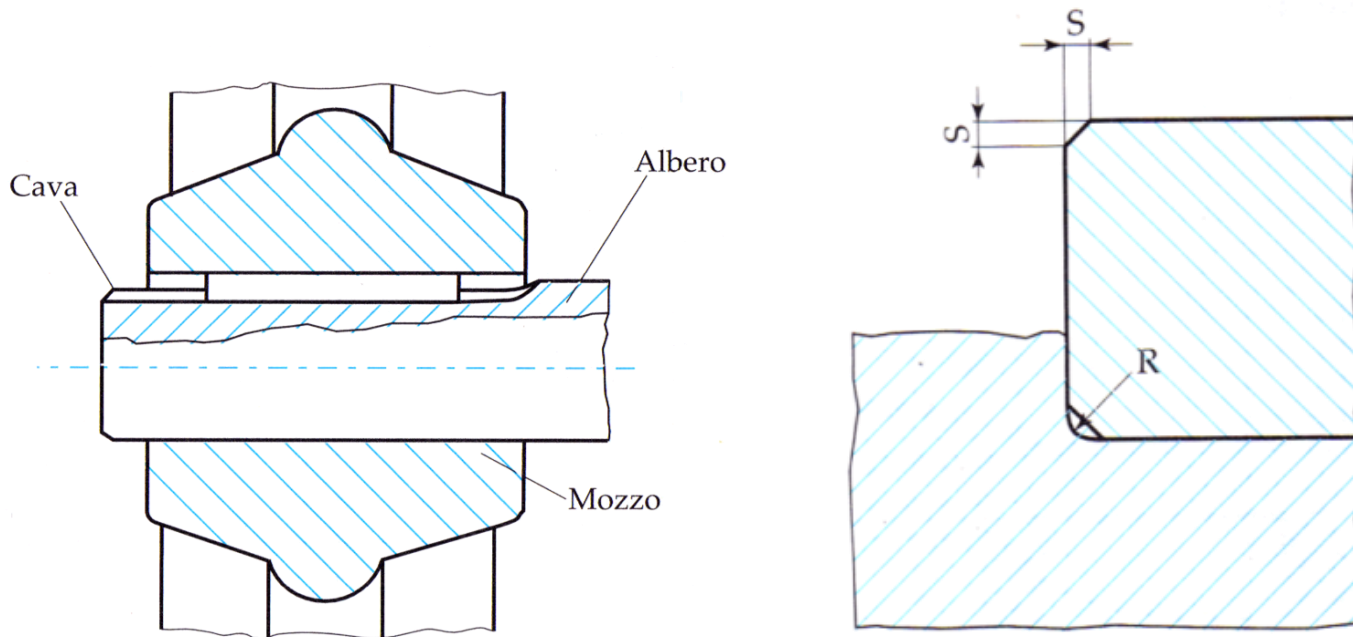
Prismi a sezione rettangolare e profilo trapezio-rettangolo con **inclinazione 1:100**, incastrate fra albero e mozzo, con forzamento radiale in apposite scanalature, dette **sedi**

N.B. Inclinazione volutamente esagerata



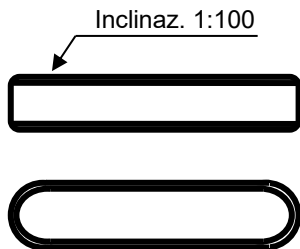
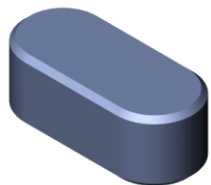
- Tra i fianchi della chiavetta ed i fianchi della sede vi è **gioco**.
- Tra le facce superiori ed inferiori della chiavetta e le rispettive facce della sede vi è **forzamento**. **Il forzamento si realizza grazie alla forma della chiavetta, la quale ha la faccia superiore inclinata di 1:100.**
- La trasmissione del momento torcente avviene grazie alle **forze di attrito** che si generano sulle facce della chiavetta.
- Il forzamento radiale provoca **eccentricità** (disassamento di albero e mozzo), con conseguenti vibrazioni. **Non sono adatte a collegamenti di parti veloci.**
- In assenza di forti carichi assiali sul mozzo si possono evitare sistemi di bloccaggio assiale



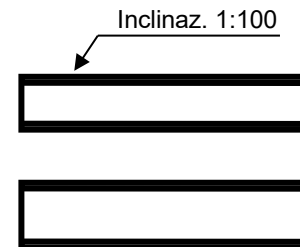
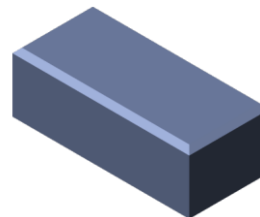


Le chiavette hanno **spigoli smussati** per evitare forzamenti nel contatto con gli arrotondamenti al raccordo con il fondo della cava

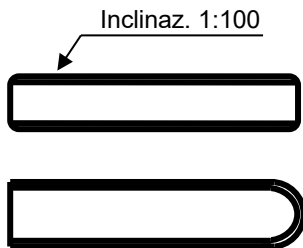
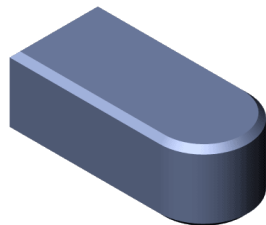
Chiavette - tipologie



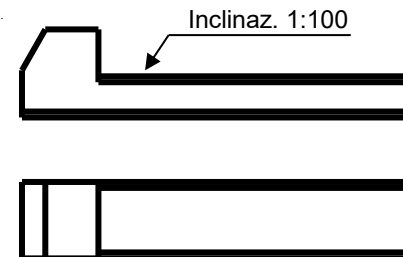
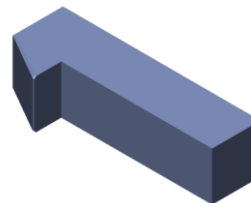
**FORMA A
ARROTONDATA**
(Pratt & Whitney)



**FORMA B
DRITTA**



FORMA C

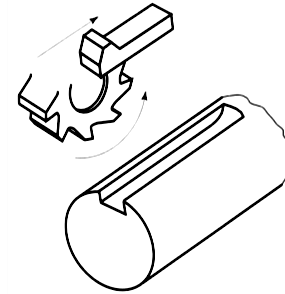
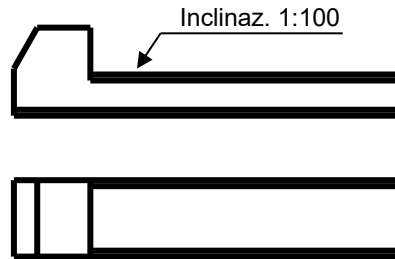
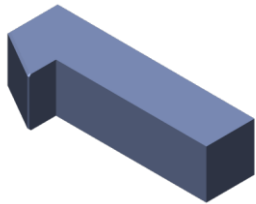


CON NASELLO



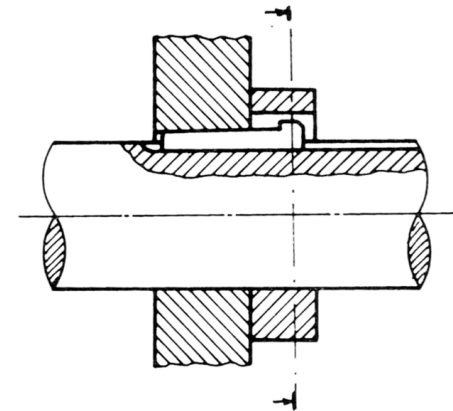
UNI 6607:1969 - Chiavette. Dimensioni ed applicazione

Chiavette con nasello



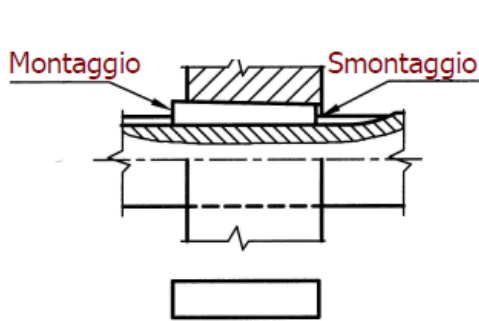
Il **nasello** è un rialzo all'estremità di spessore maggiore, in grado di fornire un appoggio **per rimuovere la chiavetta**

In genere, conviene ricoprire il nasello con un anello di protezione, per motivi di sicurezza (nel caso in cui vi sia facile accesso alla chiavetta)



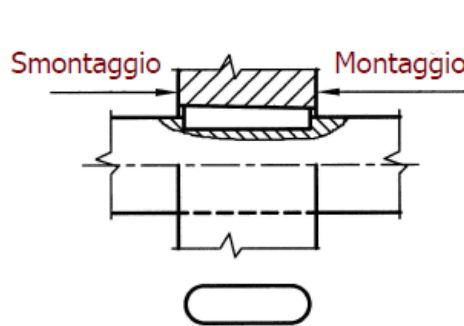
UNI 6608:1969 - *Chiavette con nasello. Dimensioni ed applicazione*

Le differenti forme sono legate a differenti **procedure di montaggio e smontaggio**:



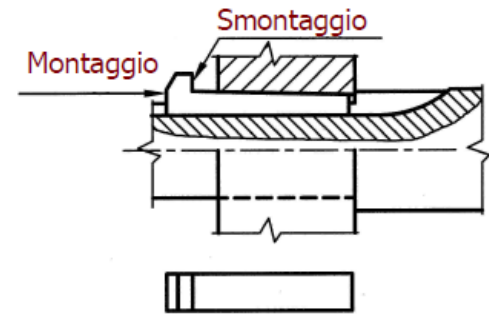
Chiavetta diritta (tipo B)

Il montaggio e lo smontaggio si eseguono agendo sulla chiavetta



Chiavetta arrotondata (tipo A)

Il montaggio e lo smontaggio si eseguono agendo sul mozzo con un **estrattore**

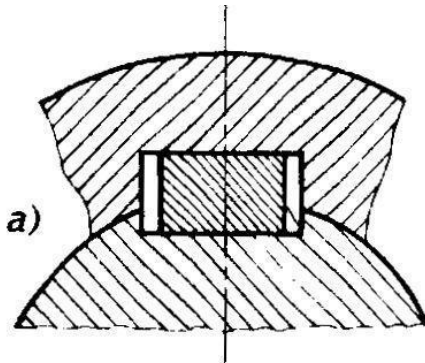


Chiavetta con nasello

Il montaggio e lo smontaggio si eseguono agendo sul nasello della chiavetta e si impiegano quando un lato non è accessibile

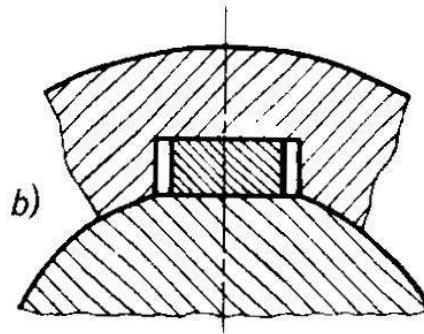
In base alla sezione trasversale, si distinguono 3 tipi di chiavetta:

Incassate



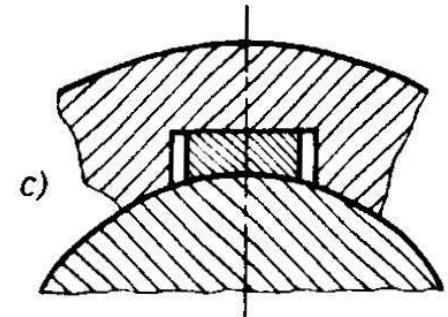
Il loro montaggio richiede l'esecuzione di una **sede sia sul mozzo, sia sull'albero**

Ribassate



Il loro montaggio richiede l'esecuzione di una **sede sul mozzo e di una spianatura sull'albero**. Consentono di trasmettere **circa la metà** del momento torcente rispetto al caso a)

Concave



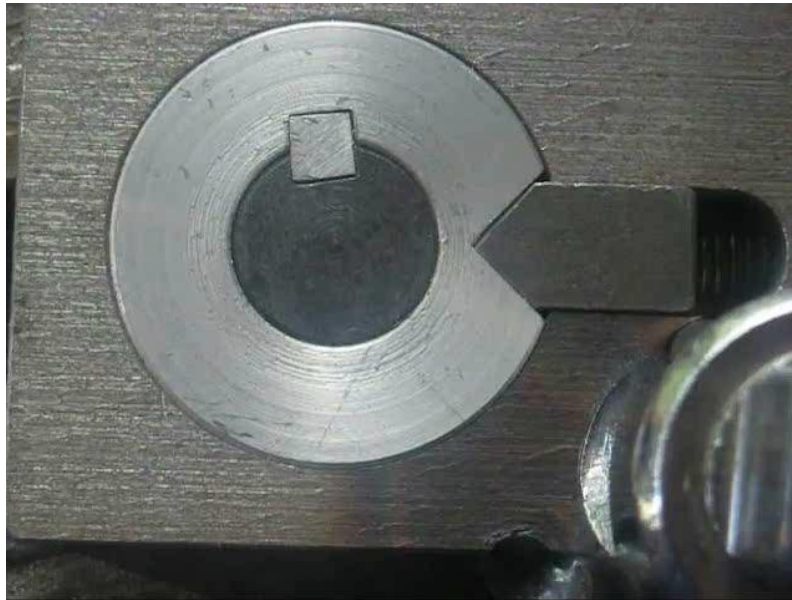
Il loro montaggio richiede l'esecuzione di una **sede sul mozzo e nessuna lavorazione sull'albero**. Consentono di trasmettere **circa 1/4** del momento torcente rispetto al caso a)

Le cave per le chiavette di tipo B si ottengono con una fresa a candela



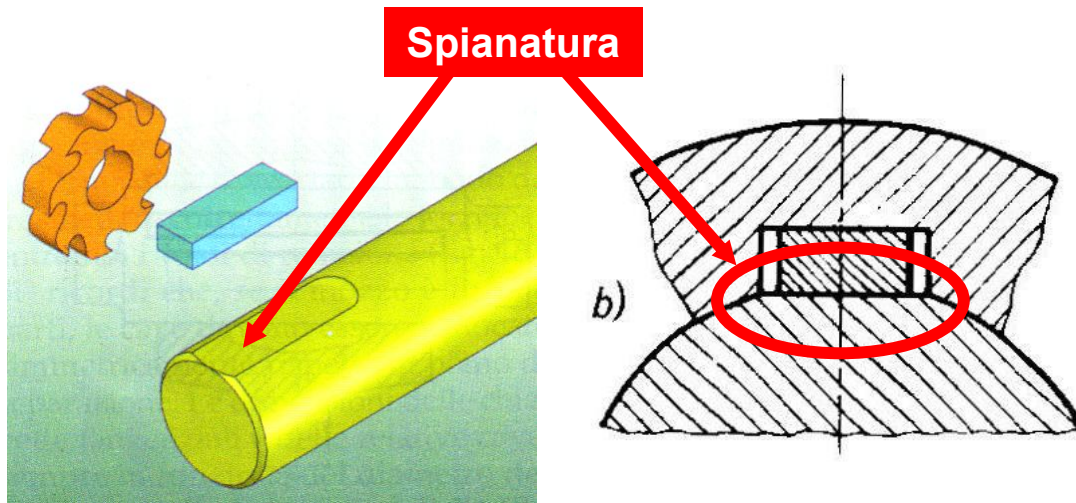
Chiavette **incassate**

Le chiavette incassate non sono adatte per bruschi cambi del verso di rotazione e grandi momenti torcenti



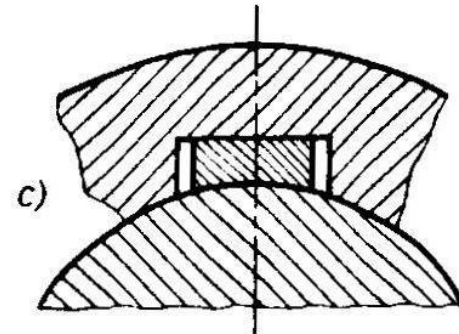
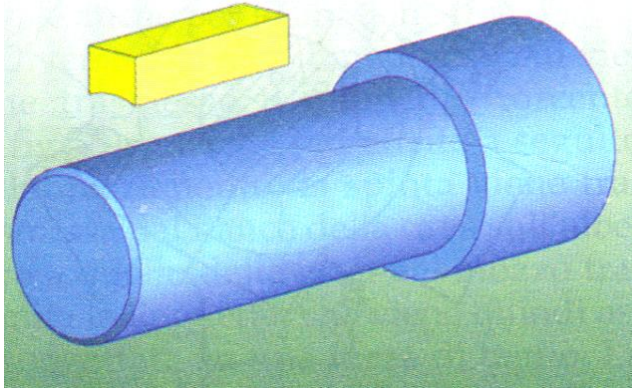
Qualora siano necessarie 2 chiavette, queste vanno disposte a 120° e non 180° per non compromettere troppo la sezione trasversale dell'albero

La cava è solo nel mozzo, mentre l'appoggio sull'albero è una semplice spianatura



Chiavette **concave**

La faccia inferiore presenta una **concavità** in senso trasversale e si appoggia semplicemente sull'albero, mentre sul mozzo è praticata la cava

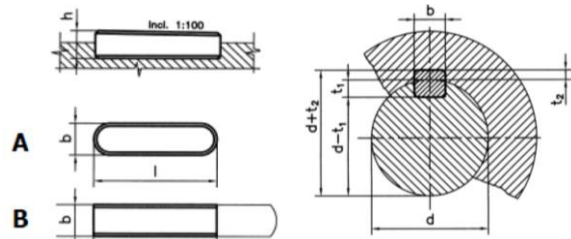


Chiavette Designazione

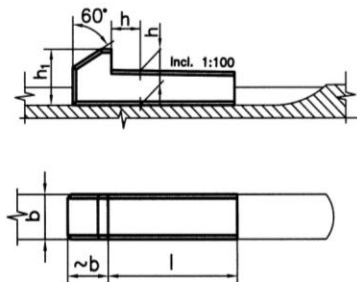
Trattandosi di elementi unificati le chiavette sono designate con riferimento alla normativa tecnica, indicando nomenclatura, tipologia, sezione e lunghezza

Esempio di **designazione** di una **chiavetta forma B**, sezione $b \times h = 18 \times 11$ mm e lunghezza 125mm:

Chiavetta B 18 x 11 x 125 - UNI 6607



Nasello



Diametro albero d	CHIAVETTA			NAS	CAVA			Raggio di arrotondamento r
	Sezione b x h	Lunghezza l	Smusso s	Altezza nasello h ₁	Larghezza b	Profondità		
						Albero t ₁	Mozzo t ₂	
da 6 fino a 8	2 x 2	da 6 fino a 20	0,16 ± 0,25	–	2	1,2	0,5	0,08 ± 0,16
oltre 8 fino a 10	3 x 3	da 6 fino a 36		–	3	1,8	0,9	
oltre 10 fino a 12	4 x 4	da 8 fino a 45		7	4	2,5	1,2	
oltre 12 fino a 17	5 x 5	da 10 fino a 56	0,25 ± 0,40	8	5	3	1,7	0,16 ± 0,25
oltre 17 fino a 22	6 x 6	da 14 fino a 70		10	6	3,5	2,2	
oltre 22 fino a 30	8 x 7	da 18 fino a 90		11	8	4	2,4	
oltre 330 fino a 380	80 x 40	da 220 fino a 400	2,50 ± 3,00	63	80	25	14,1	2,0 ± 2,5
oltre 380 fino a 400	90 x 45	da 250 fino a 400		70	90	28	16,1	
oltre 400 fino a 500	100 x 50	da 280 fino a 400		80	100	31	18,1	

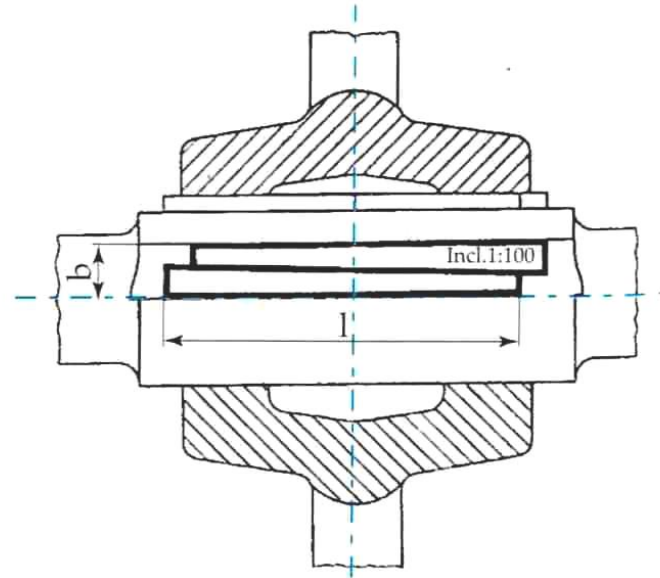
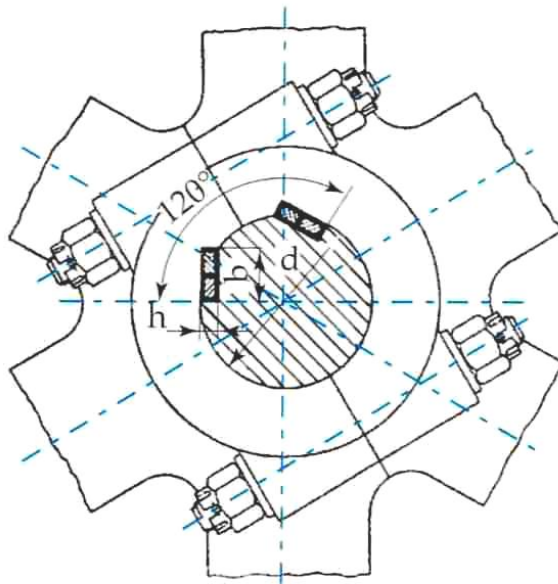
Lunghezze l unificate: 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36 - 40 - 45 - 50 - 56 - 63 - 70 - 80 - 90 - 100 - 110 - 125 - 140 - 160 - 180 - 200 - 220 - 250 - 280 - 320 - 360 - 400.

Tolleranze:

- per la chiavetta, h 9 su b, h 11 su h (h 9 fino a d = 22)
- per la cava, D 10 su b, su t₁ e t₂ $+^{0,1}_0$ fino a d = 17, $+^{0,2}_0$ fino a d = 110, $+^{0,3}_0$ per d oltre 110.
- per la lunghezza l: per l sino a 28 mm $^{0,2}_0$ mm per la chiavetta e $+^{0,2}_0$ mm per la cava; per l oltre 28 sino a 80 mm $^{0,3}_0$ mm per la chiavetta e $+^{0,3}_0$ per la cava; per l oltre 80 mm $^{0,5}_0$ mm per la chiavetta e $+^{0,5}_0$ mm per la cava.

Chiavette tangenziali

sono usate per trasmettere *grandi potenze* con **bruschi cambi del verso di rotazione** a velocità non elevate: sono **montate in coppia** e collocate a 120° fra loro



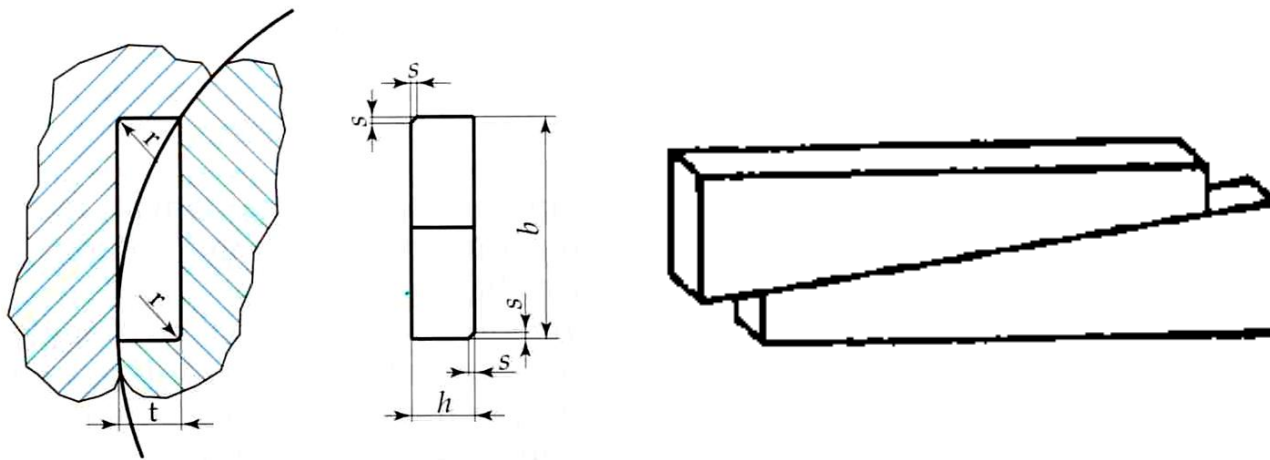
non vi è gioco sui fianchi!

Chiavette tangenziali

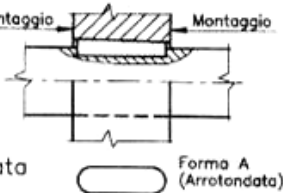
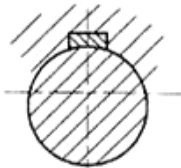
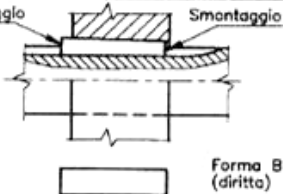
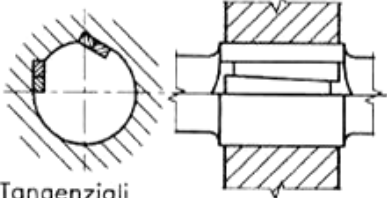
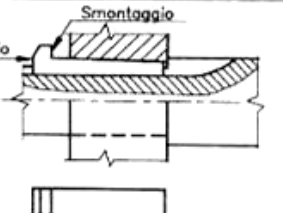
Gli alloggiamenti sono rappresentati da due coppie di cave di forma diversa nell'albero e nel mozzo. In essi vengono poste due chiavette inserite in verso opposto a contatto fra loro sulle superfici inclinate

Il forzamento reciproco esercita una **spinta in direzione tangente alla superficie di contatto** albero – mozzo

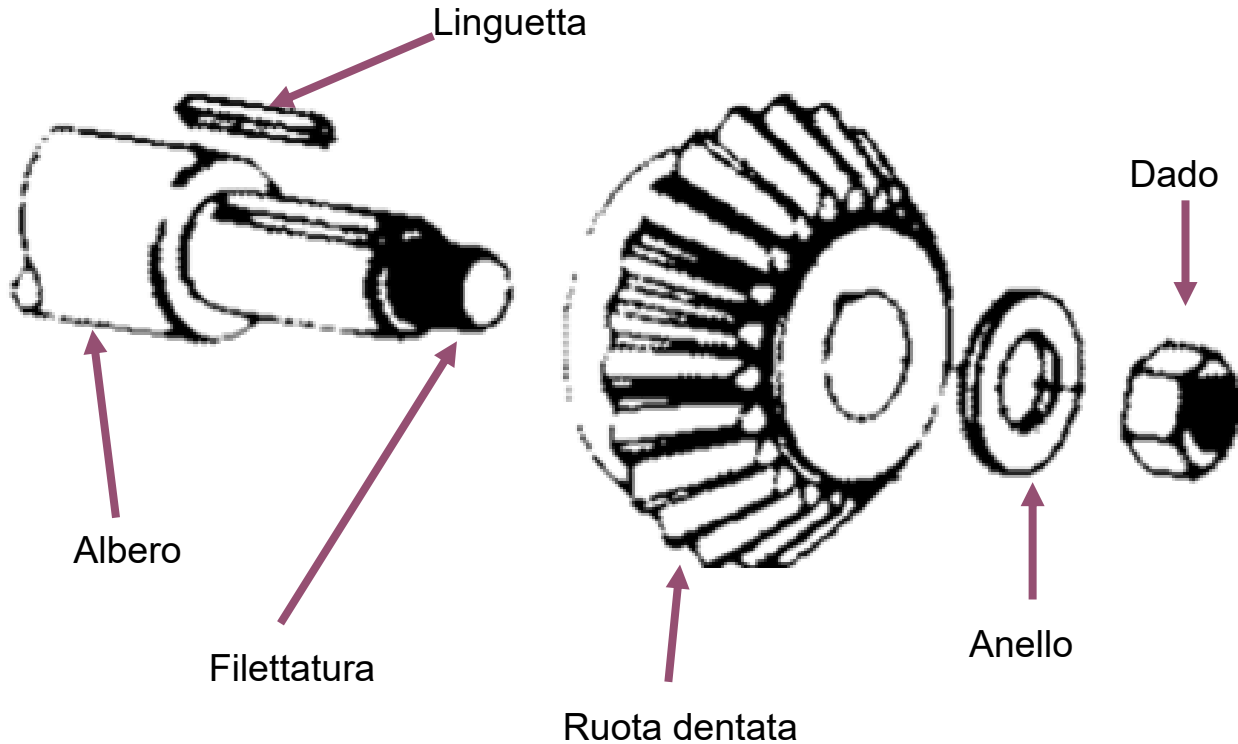
La forma delle cave deve essere tale da trasmettere correttamente le forze per entrambi i versi di rotazione



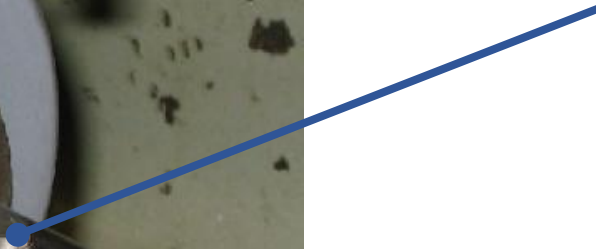
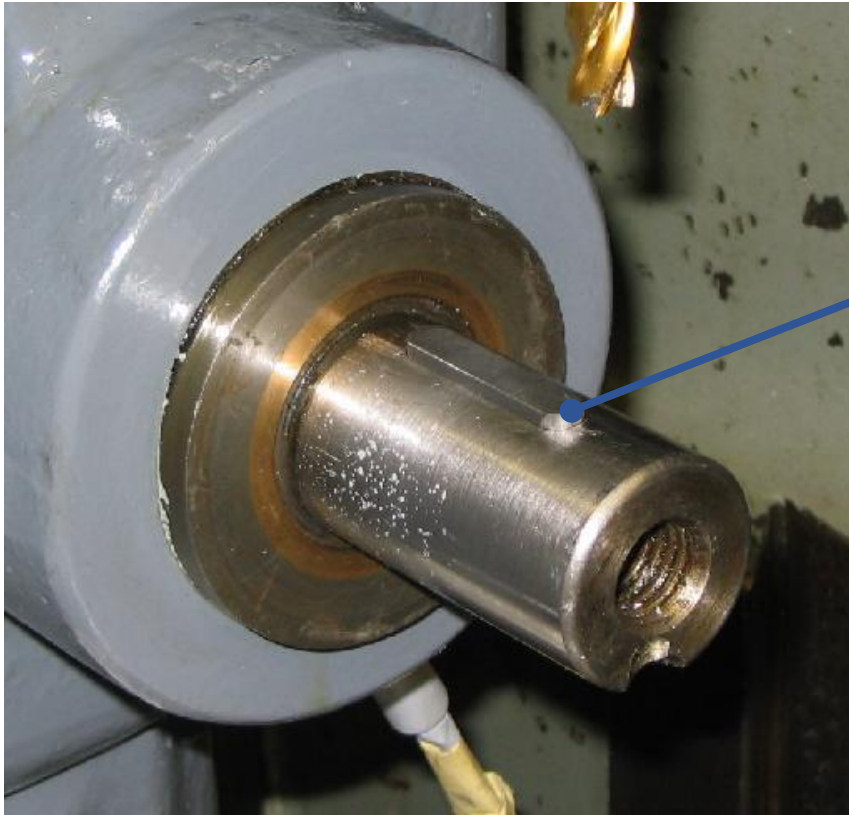
Chiavette Riepilogo

Denominazione e rappresentazione	Caratteristiche		
<p data-bbox="113 191 256 210">Arrotondata</p>  <p data-bbox="405 340 512 381">Forma A (Arrotondata)</p>	<p data-bbox="528 228 775 295">Normale : La chiavetta trasmette al mozzo tutto il momento torcente dell'albero.</p> <p data-bbox="528 362 767 396">Forma A : Più usata. Sede con fresa a candela.</p>	<p data-bbox="826 183 948 236">Ribassata concava</p>  <p data-bbox="826 292 986 367">Ribassata concava con nasello</p>	<p data-bbox="1251 217 1490 322">Non richiede alcuna lavorazione sull'albero. Trasmette un quarto del momento torcente dell'albero. Non riferisce assialmente.</p>
<p data-bbox="113 564 188 583">Diritta</p>  <p data-bbox="437 572 512 609">Forma B (diritta)</p>	<p data-bbox="528 430 756 463">Forma B : Meno costosa, sede con fresa a disco.</p> <p data-bbox="528 497 767 613">Ribassata : La chiavetta di spessore ridotto trasmette solo meta' del momento torcente dell'albero. Applicazione più economica con cava sull'albero sostituita da spianatura.</p>	<p data-bbox="826 575 959 602">Tangenziali</p> 	<p data-bbox="1251 430 1474 479">Lavorano a coppie, per compressione e sono disposte a 120°</p> <p data-bbox="1251 490 1490 575">Adatte per trasmettere momenti torcenti elevati, in applicazioni con brusche inversioni del senso di rotazione.</p>
<p data-bbox="113 796 193 837">Con nasello</p> 	<p data-bbox="528 654 775 777">Normale : La chiavetta trasmette tutto il momento dell'albero. Usata quando un lato del collegamento non e' accessibile per effettuare lo smontaggio.</p> <p data-bbox="528 788 767 848">Ribassata : La chiavetta di spessore ridotto trasmette meta' momento torcente. E' piu' economica.</p>		

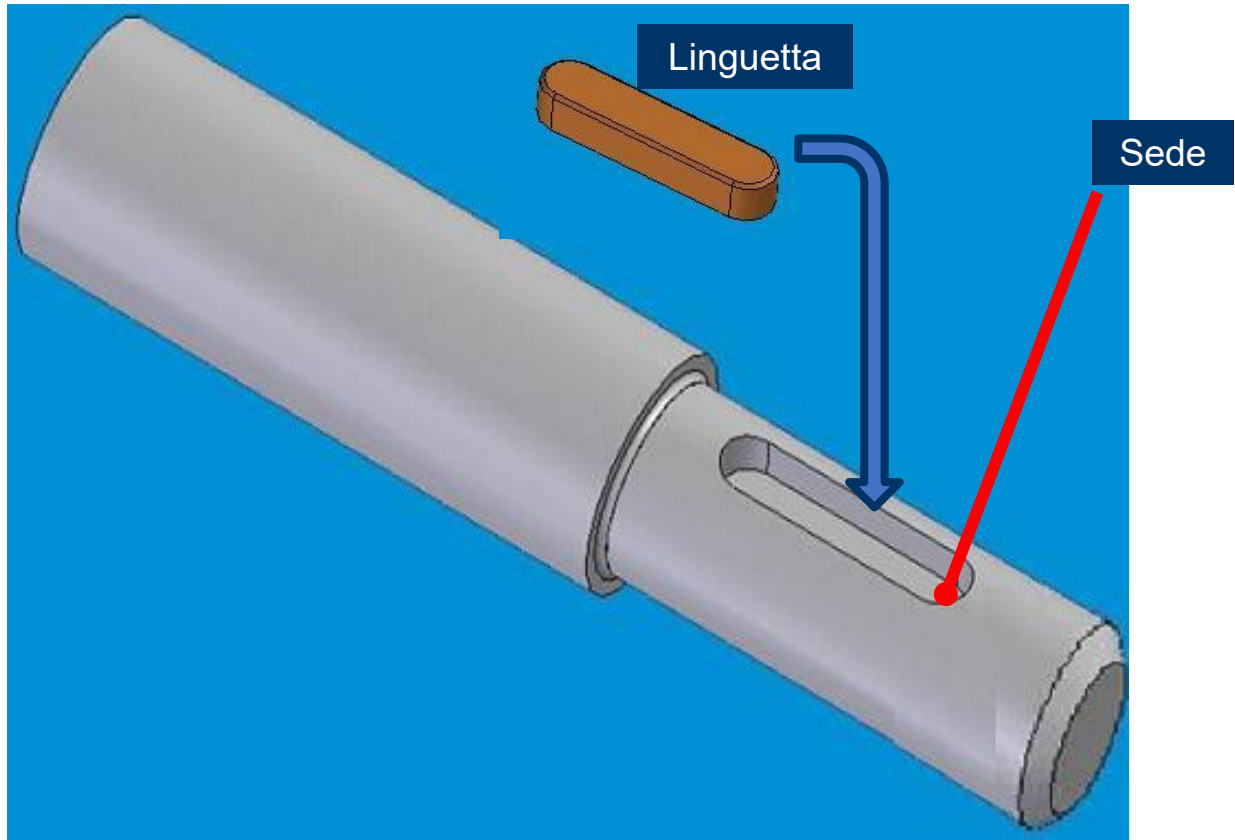
Collegamento con linguetta

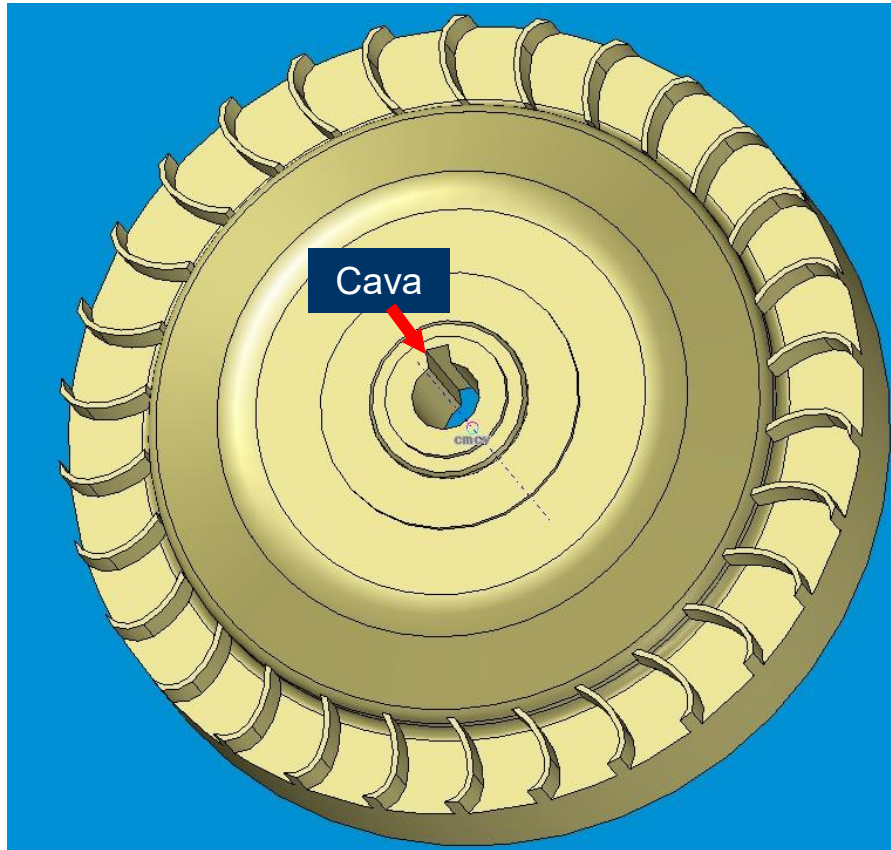


Collegamento con linguetta



Collegamento con linguetta

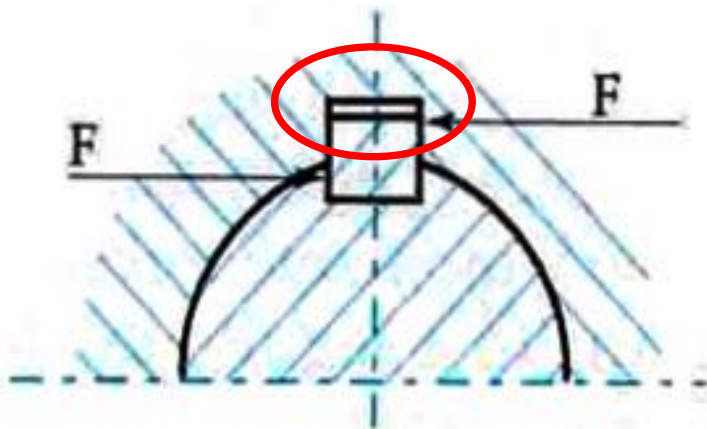




Le linguette sono elementi prismatici che si interpongono tra albero e mozzo, ma hanno **spessore costante**

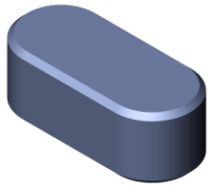
Il **momento torcente** è trasmesso sui fianchi della linguetta, e dunque **NON c'è forzamento radiale**

L'assenza di forzamento radiale **non provoca eccentricità**. Sono adatte anche a collegamenti di parti veloci e/o che richiedono specifiche di coassialità

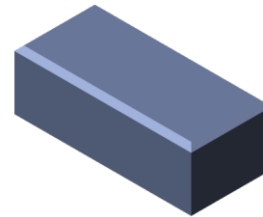
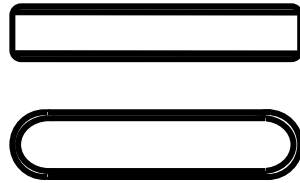


UNI 6604:1969 - *Linguetta. Dimensioni ed applicazione*

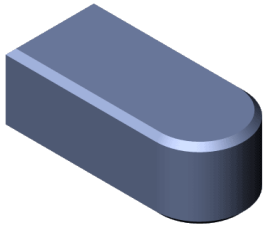
Linguette - tipologie



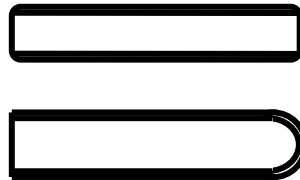
**FORMA A
ARROTONDATA**



**FORMA B
DRITTA**



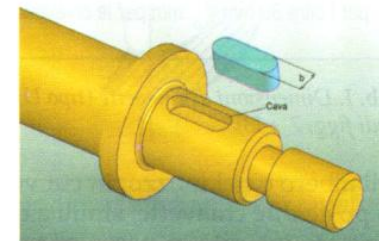
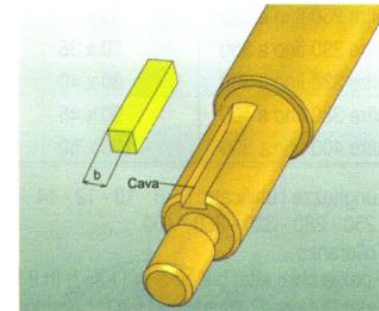
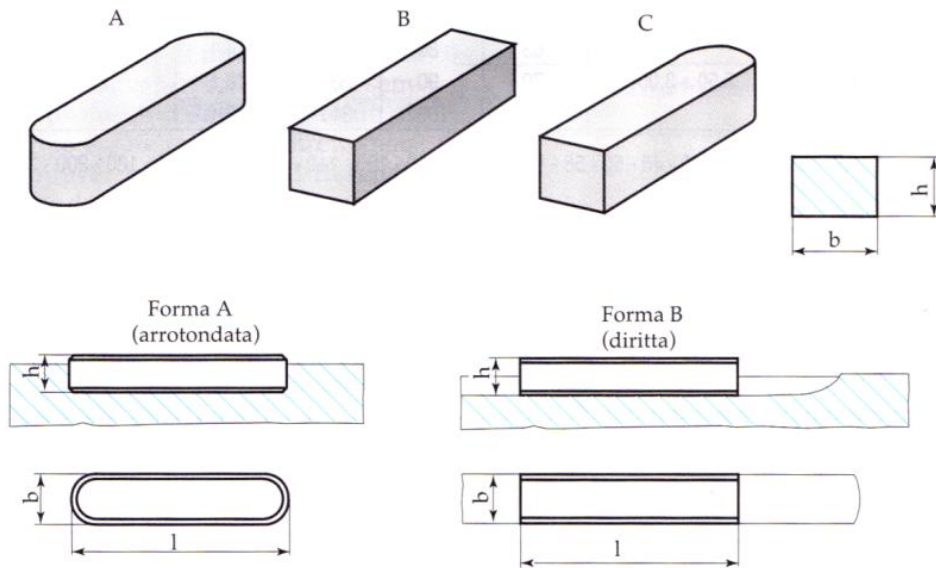
FORMA C



A DISCO

UNI 6604:1969 - *Linguette. Dimensioni ed applicazione*

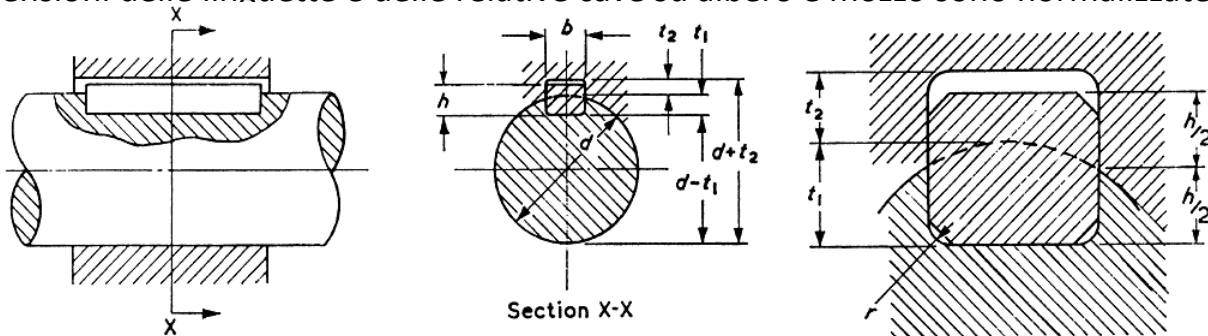




Quanto è stato detto per le chiavette (forma delle cave, esecuzione, misura, indicazione) vale anche nel caso delle linguette.

Linguetta - Dimensionamento

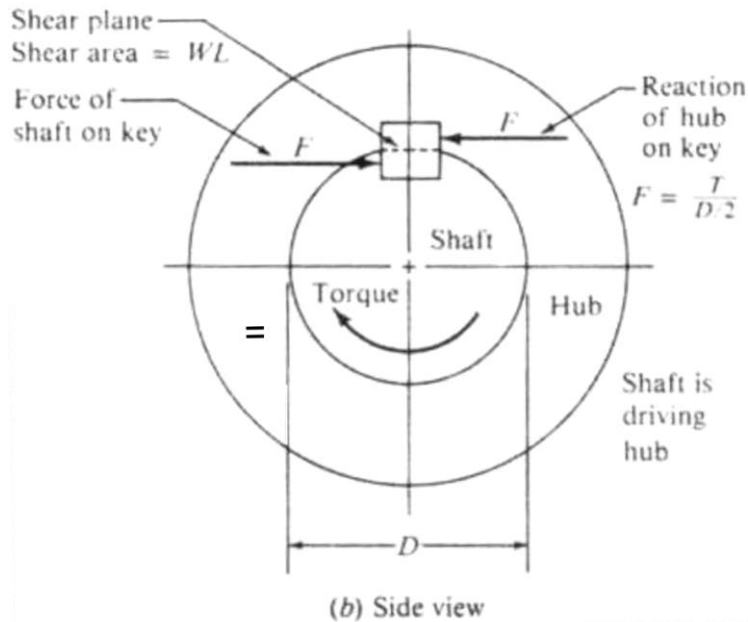
Le dimensioni delle linguette e delle relative cave su albero e mozzo sono normalizzate.



Shaft		Key (see Note)	Keyway												
over	incl.		nominal diameter (see Note) d	section $b \times h$ width \times thickness	width b					depth				radius r	
					tolerance for class of fit					shaft t_1		hub t_2			
					nom.	free		normal						close and interference	
nom.	shaft (H9)	hub (D10)	shaft (N9)	hub (J_9) ^a	shaft and hub (P9)	nom.	tol.	nom.	tol.	max.	min.				
6	8	2 × 2	2	+ 0.025	+ 0.060	- 0.004	+ 0.012	- 0.006	1.2		1		0.16	0.08	
8	10	3 × 3	3	0	+ 0.020	- 0.029	- 0.012	- 0.031	1.8		1.4		0.16	0.08	
10	12	4 × 4	4						2.5	+ 0.1 0	1.8	+ 0.1 0	0.16	0.08	
12	17	5 × 5	5	+ 0.030 0	+ 0.078 + 0.030	0 - 0.030	+ 0.015 - 0.015	- 0.012 - 0.042	3		2.3		0.25	0.16	
17	22	6 × 6	6						3.5		2.8		0.25	0.16	

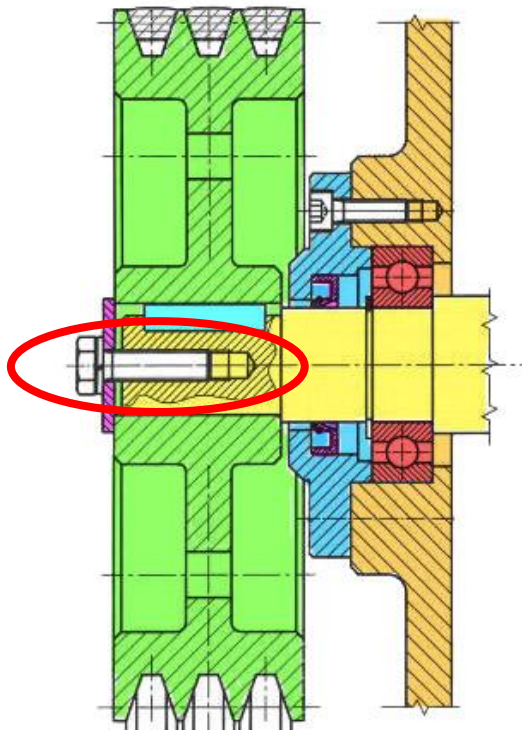
Linguetta - Dimensionamento

Le dimensioni delle linguetta e delle relative cave su albero e mozzo sono normalizzate.



Linguette - Bloccaggio assiale

Le linguette, a differenza delle chiavette, non offrono nessun ostacolo al **movimento assiale** quindi occorre predisporre un arresto in tale direzione.



Vite a testa esagonale per il *bloccaggio assiale* della puleggia rispetto all'albero



Rondella elastica spaccata con funzione antisvitamento

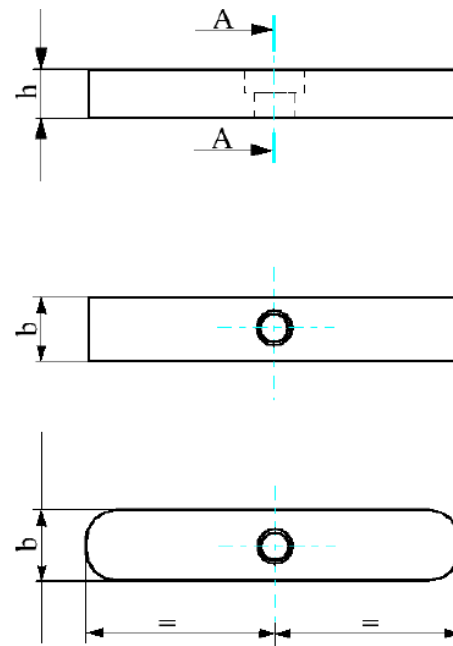


Rondella/distanziale a fascia larga per distribuire carico della vite sul mozzo

Linguette - Bloccaggio assiale

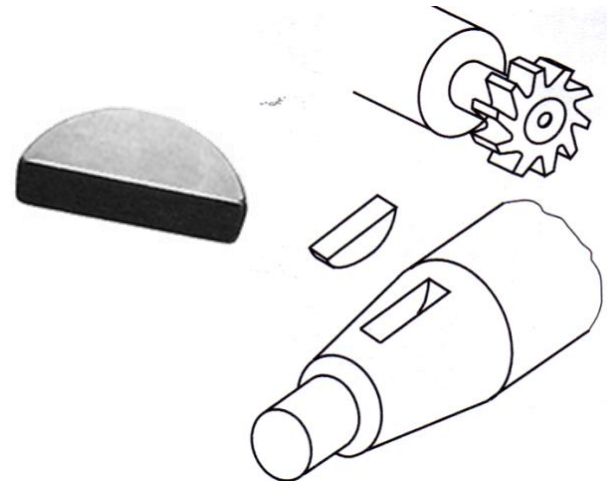
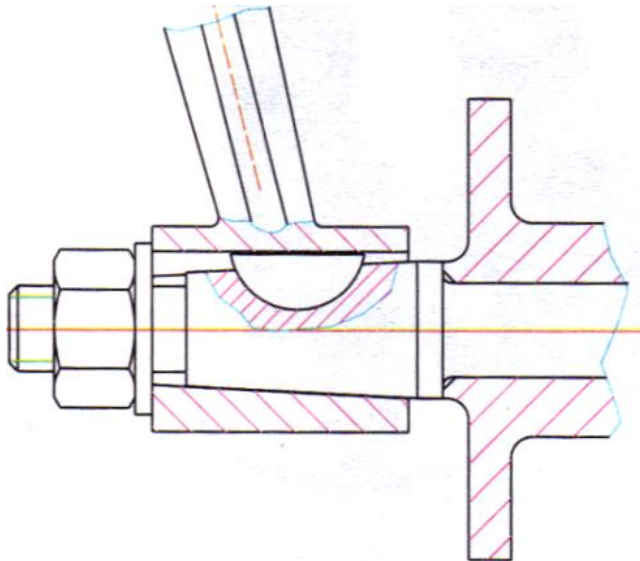
Le linguette, a differenza delle chiavette, non offrono nessun ostacolo al **movimento assiale** quindi occorre predisporre un arresto in tale direzione.

Talvolta, per rendere solidale mozzo e linguetta si ricorre a piccole viti mordenti



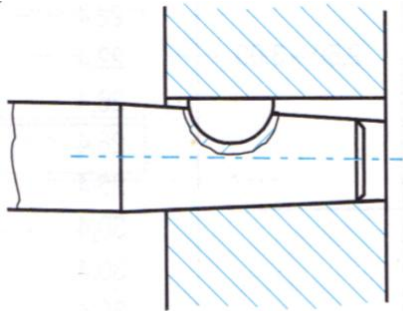
Linguette a disco

Alla famiglia delle linguette (trasmissione del moto con spinta sui fianchi), appartengono le **linguette a disco** (linguette americane o *Woodruff*).

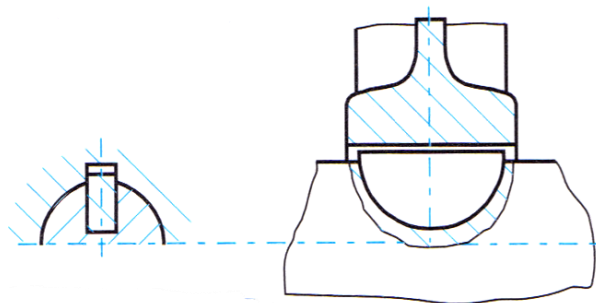


UNI 6606:1980 - *Linguette a disco. Dimensioni ed applicazione*

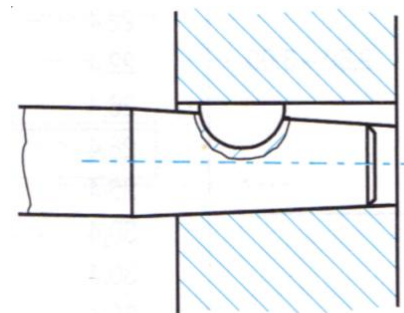
- Non sono adatte a trasmettere forti momenti torcenti
- **Facili da montare** (possono assumere inclinazioni variabili)
- **Economiche** (la cava sull'albero è eseguita rapidamente con una fresa a disco)
- **Adatte anche ad estremità coniche**



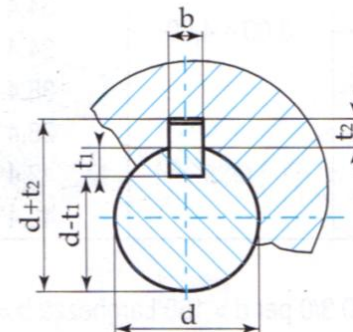
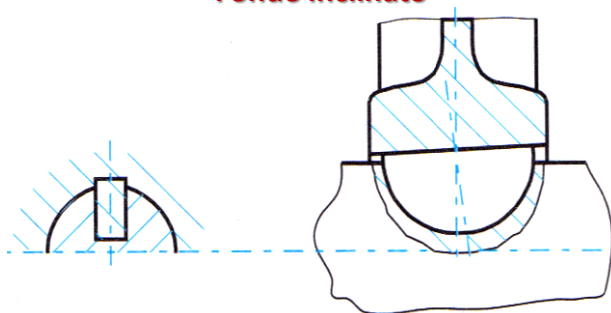
Fondo parallelo all'asse



Esempio di montaggio su estremità conica di albero



Fondo inclinato



Linguette a disco

Serie 1: linguette utilizzate per trasmettere momenti torcenti

Serie 2: linguette utilizzate solo per centraggio del mozzo sull'albero

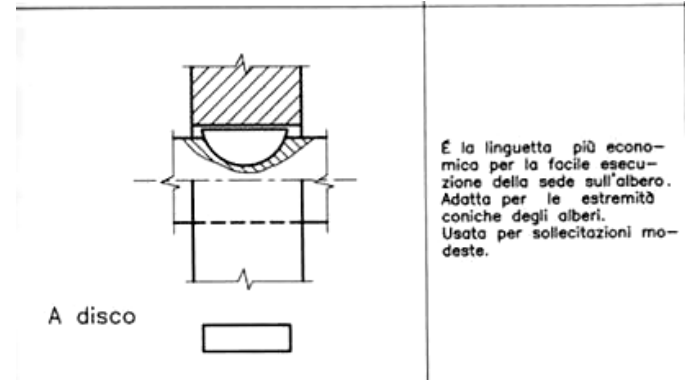
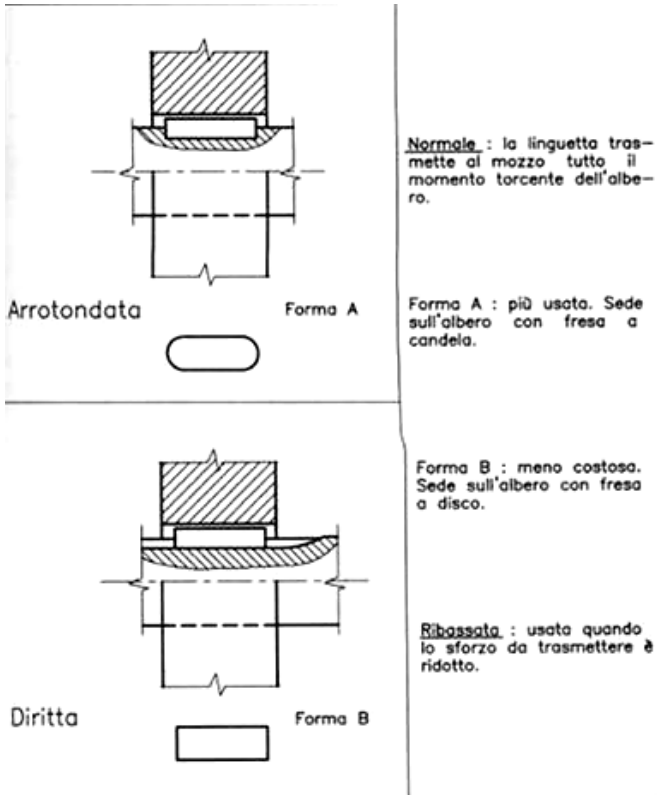
Serie 1		Serie 2		Linguetta					Cava		
Diametro dell'albero d				Dimensioni nominali $b \times h$	Diametro D	Smusso s	Lunghezza l	Larghezza b	Profondità		Raggio di arrotondamento r
oltre	fino a	oltre	fino a						Albero t_1	Mozzo t_2	
3	4	3	4	1 x 1,4	4	0,16 ÷ 0,25	3,82	1	1	0,6	0,08 ÷ 0,16
4	5	4	6	1,5 x 2,6	7		6,76	1,5	2	0,8	
5	6	6	8	2 x 2,6	7		6,76	2	1,8	1	
6	7	8	10	2 x 3,7	10		9,66	2	2,9	1	
7	8	10	12	2,5 x 3,7	10		9,66	2,5	2,7	1,2	
8	10	12	15	3 x 5	13		12,65	3	3,8	1,4	
10	12	15	18	3 x 6,5	16		15,72	3	5,3	1,4	
12	14	18	20	4 x 6,5	16		15,72	4	5	1,8	
14	16	20	22	4 x 7,5	19	18,57	4	6	1,8	0,16 ÷ 0,25	
16	18	22	25	5 x 6,5	16	15,72	5	4,5	2,3		
18	20	25	28	5 x 7,5	19	18,57	5	5,5	2,3		
20	22	28	32	5 x 9	22	21,63	5	7	2,3		
22	25	32	36	6 x 9	22	21,63	6	6,5	2,8		
25	28	36	40	6 x 10	25	24,49	6	7,5	2,8		
28	32	40	-	8 x 11	28	27,35	8	8	3,3	0,25 ÷ 0,40	
32	38	-	-	10 x 13	32	31,43	10	10	3,3		

Tolleranze: per la linguetta, h 9 su b, h 11 su l ed h 12 su h; per la cava, sulla larghezza b N 9 sull'albero e Js 9 sul mozzo (accoppiamento incerto) oppure P 9 su entrambi (accoppiamento bloccato); sulla profondità t_1 , + 0,1/0 fino alle linguette 2,5 x 3,7, + 0,3/0 oltre 5 x 7,5, + 0,2/0 per i casi intermedi; su t_2 + 0,1/0 fino a 6 x 9, poi + 0,2/0

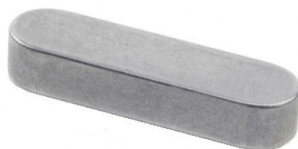


UNI 6606:1980 – Linguette a disco. Dimensioni ed applicazione

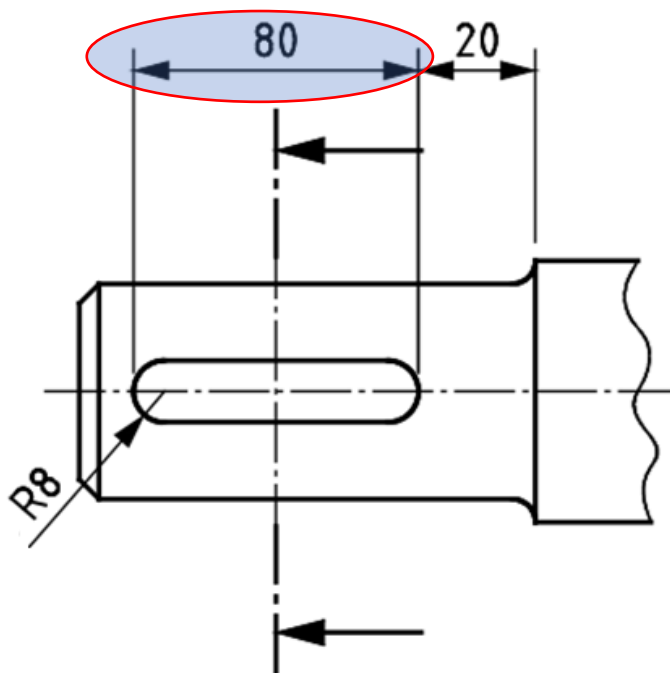
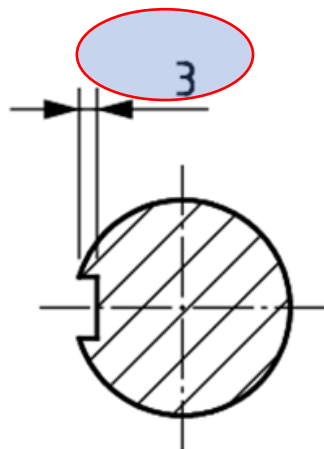
N.B. Chiavette e linguette NON si sezionano mai longitudinalmente!



Forma A - arrotondata

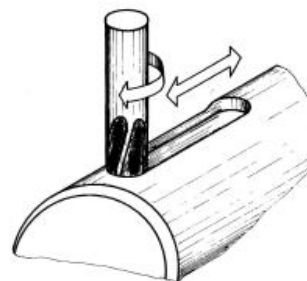
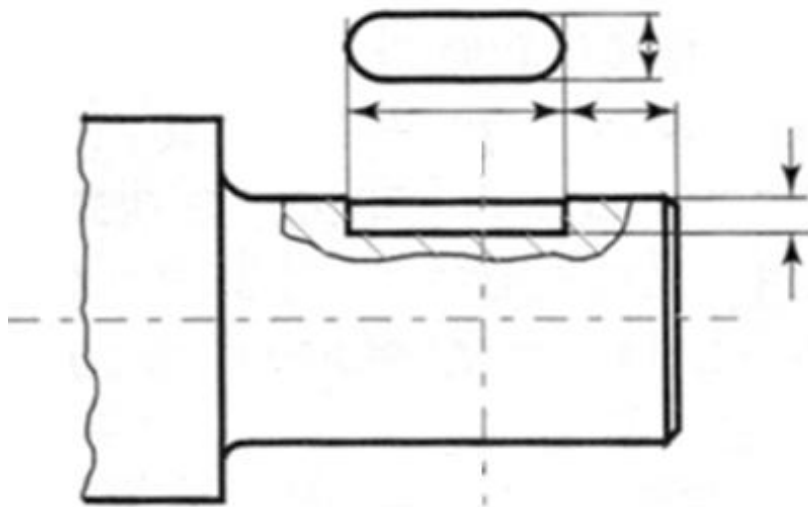
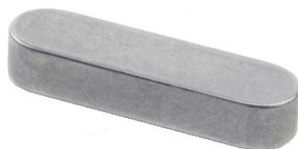


Diversamente dal caso del mozzo, questa volta **si può quotare la profondità della cava**



Quotatura della cava sull'albero

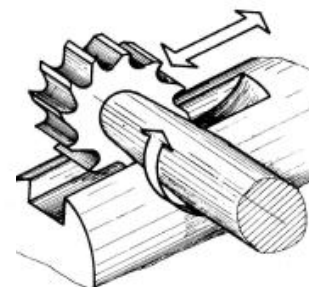
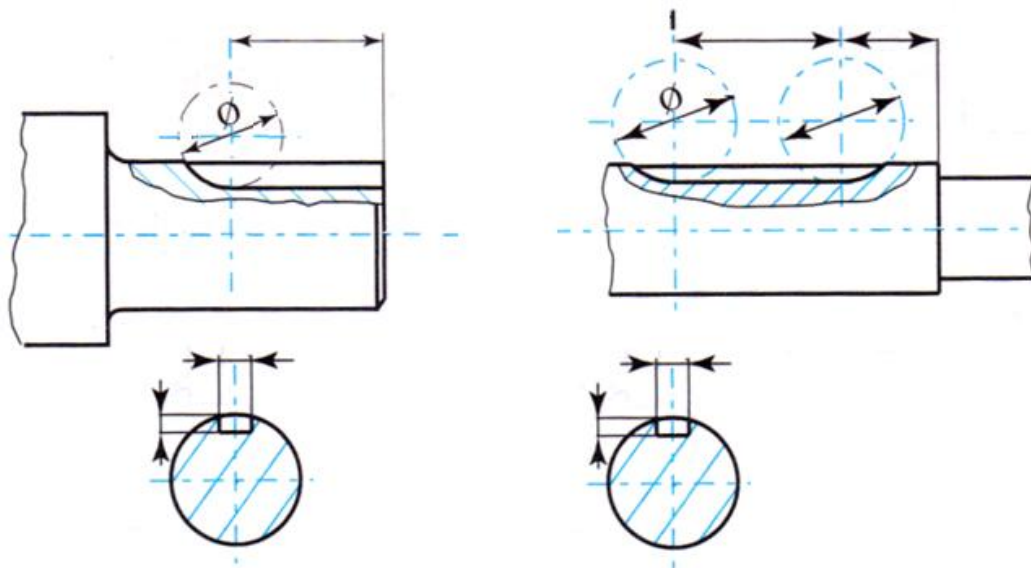
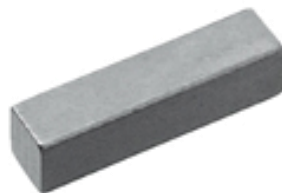
Forma A - arrotondata



Fresa a
candela

Quotatura della cava sull'albero

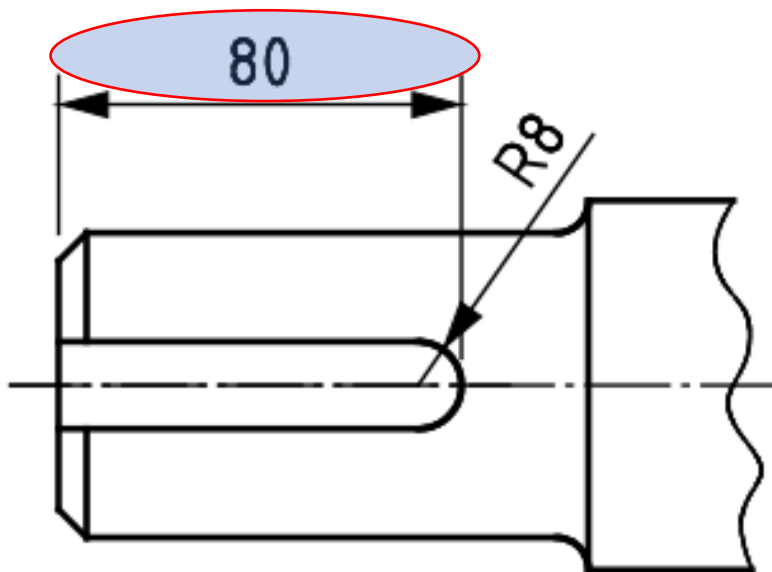
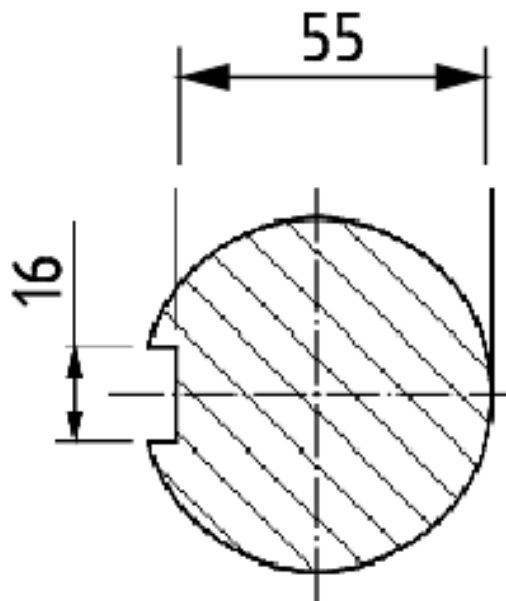
Forma B - diritta



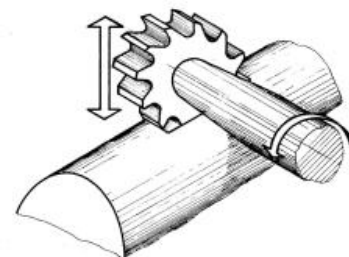
Fresa a disco

Quotatura della cava sull'albero

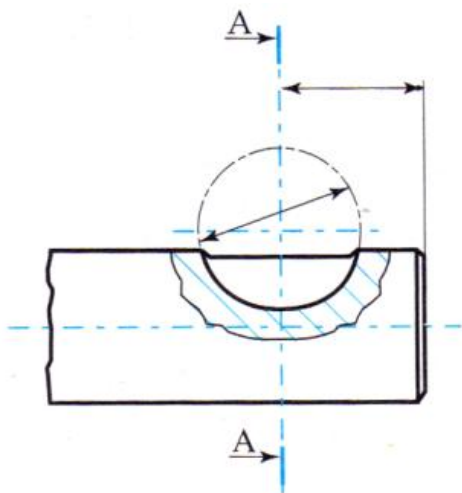
Forma C - arrotondata



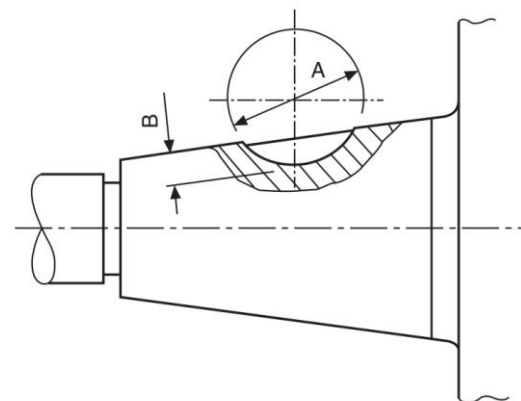
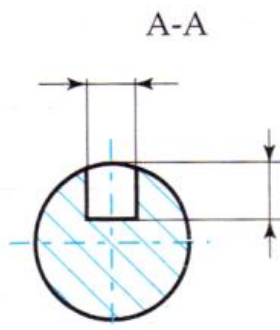
Linguette a disco



Fresa a disco

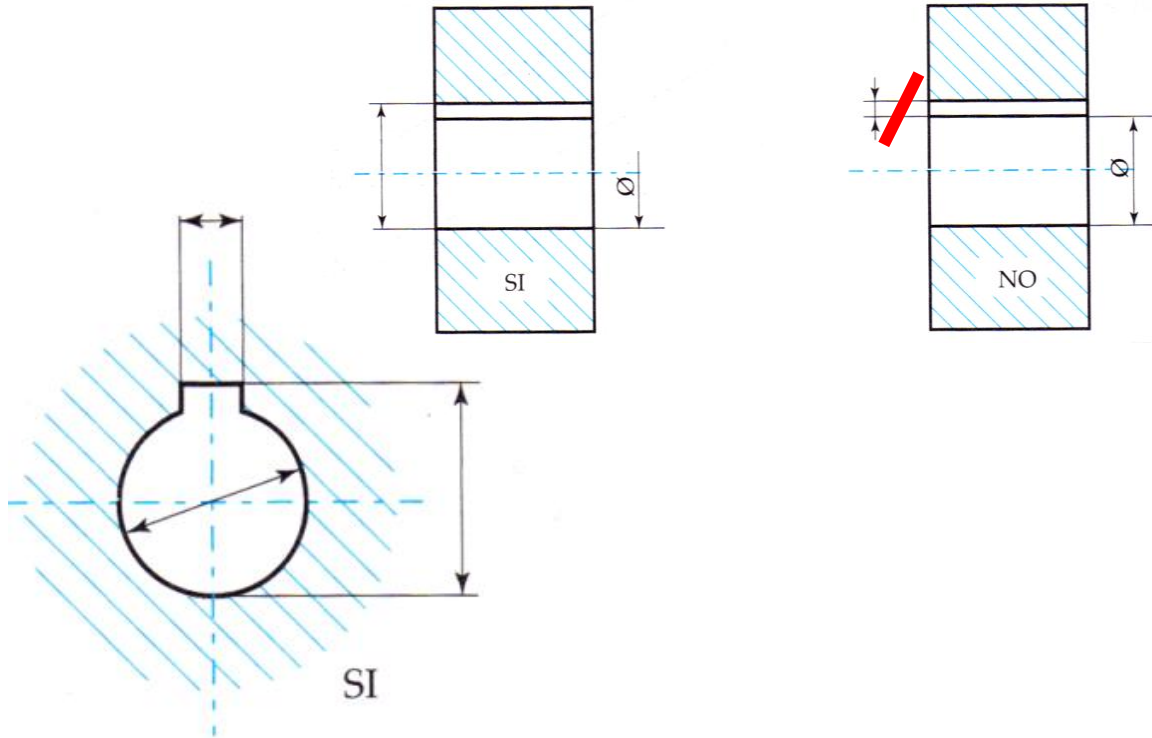


Su tratto parallelo



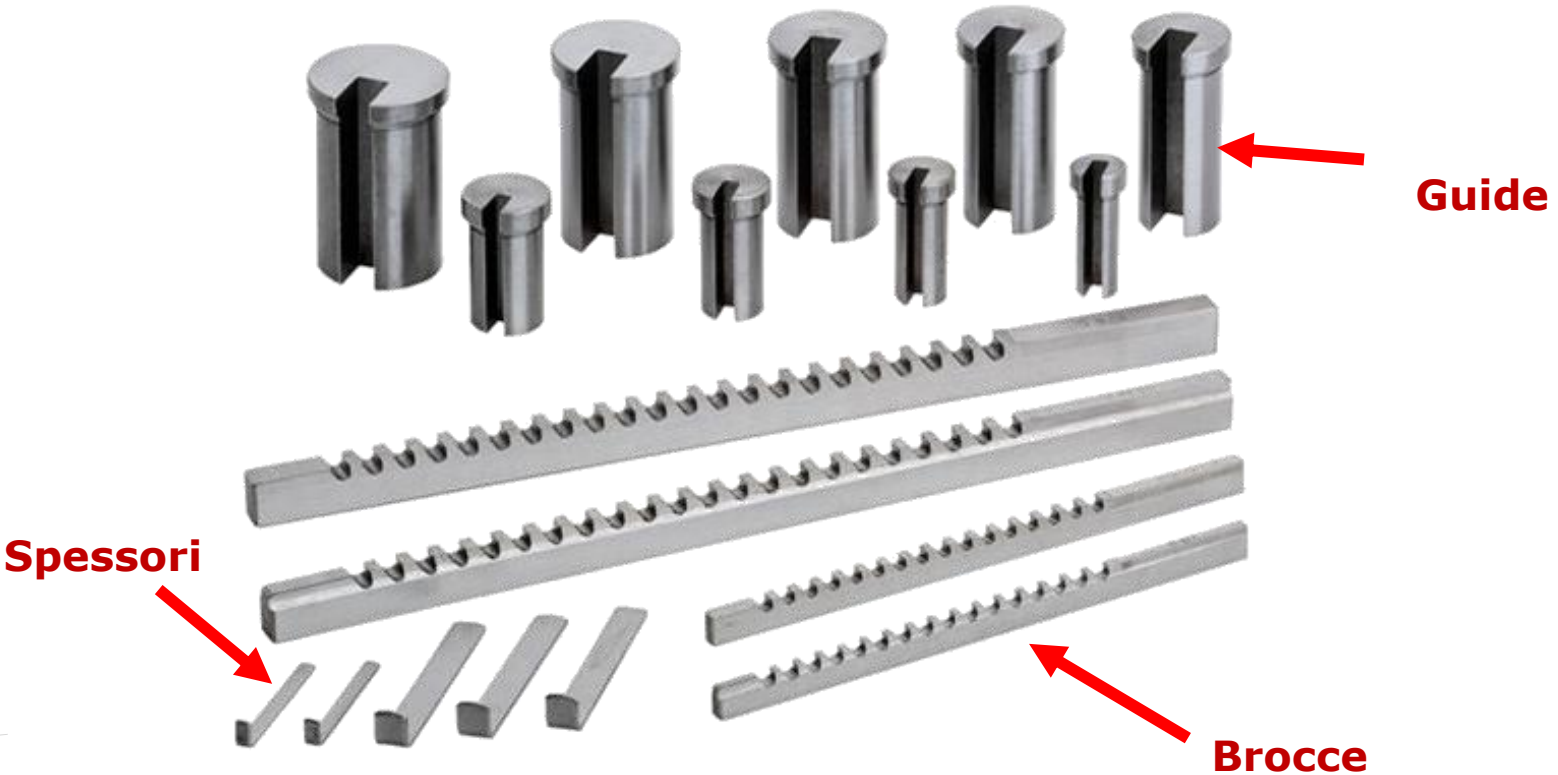
Su tratto conico

Mozzo brocciato



Brocciatura della cava sul mozzo

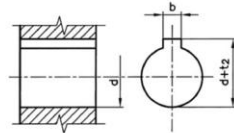
La cava nel mozzo si realizza mediante una lavorazione detta **brocciatura**



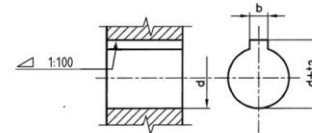
Brocciatura della cava sul mozzo



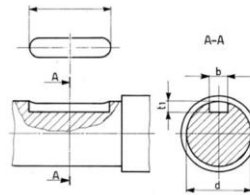
Quotatura sedi e cave - Riepilogo



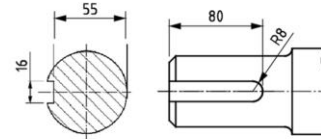
cava per linguetta su mozzo



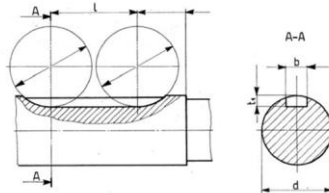
cava per chivetta su mozzo



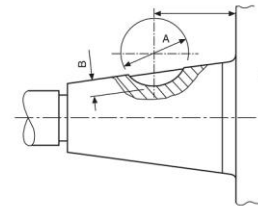
Sede per linguetta/chivetta arrotondata (forma A)



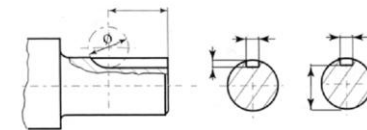
Sede per chivetta di tipo C



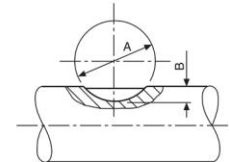
Sede per linguetta/chivetta dritta (forma B)



Sede per linguetta a disco su estremità conica



Sede per chivetta dritta (forma B) all'estremità di albero



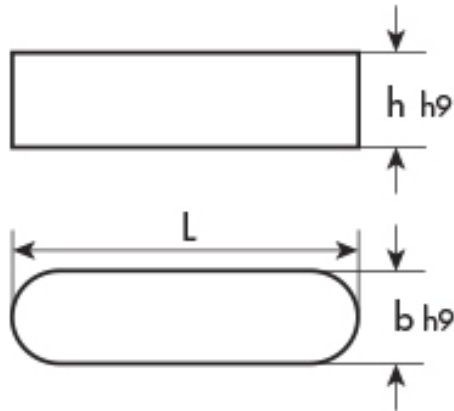
Sede per linguetta a disco su tratto cilindrico

Tolleranze unificate per linguette e chiavettia

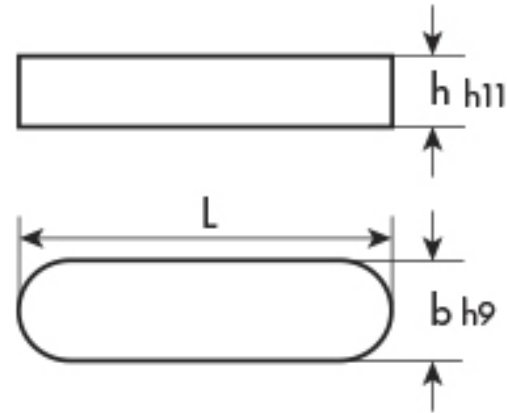


Chiavette e linguette sono **componenti unificati di dimensione esterna** («alberi» nella terminologia ISO 286). Dunque le dimensioni sono normalizzate secondo il sistema **albero-base**.

- La quota di larghezza b è normalizzata in posizione **h9**
- La quota di altezza h è in posizione **h9** per linguette e chiavette a sezione quadrata ($b=h$) e **h11** per le linguette/chiavette a sezione rettangolare



sezione quadrata



sezione rettangolare



UNI 6604:1969 - *Chiavette. Dimensioni ed applicazione*

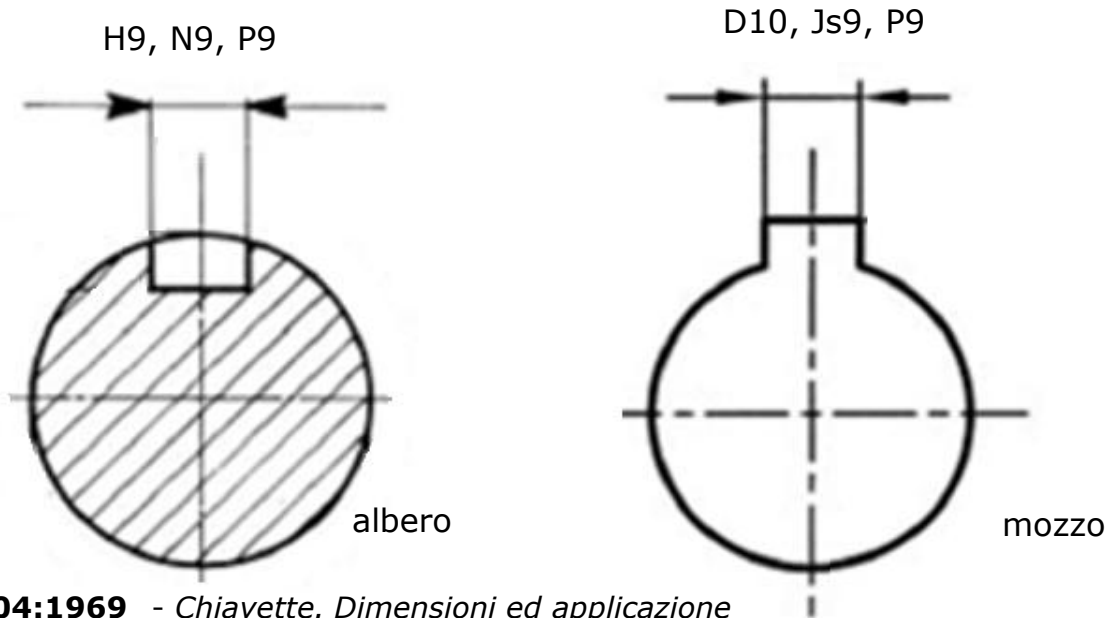
Tolleranze accoppiamento linguetta-mozzo



Lo scambio di forza avviene ai fianchi della linguetta.

La tolleranza sulla larghezza della **sede** della **linguetta** sull'albero può essere scelta fra **H9, N9, P9**.

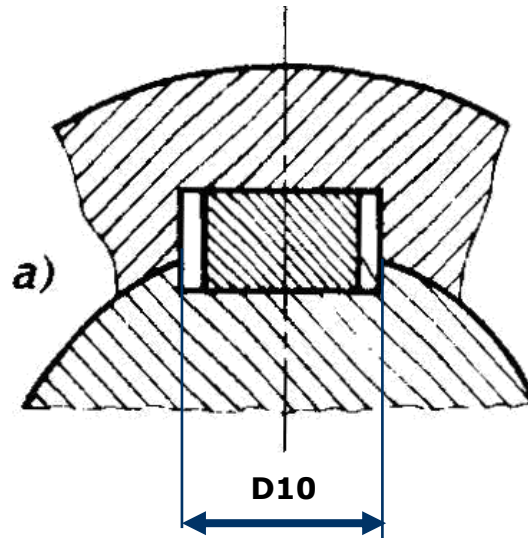
La tolleranza sulla larghezza della **cava** nel mozzo può essere scelta fra **D10 (gioco), Js9 e P9 (accoppiamenti stabili)**



UNI 6604:1969 - Chiavette. Dimensioni ed applicazione

Tolleranze accoppiamento chiavetta-mozzo

Ai fianchi delle **chiavette** deve esserci gioco. La tolleranza suggerita sulla larghezza di sede sull'albero e della cava nel mozzo è **D10**



Accoppiamenti con profili scanalati

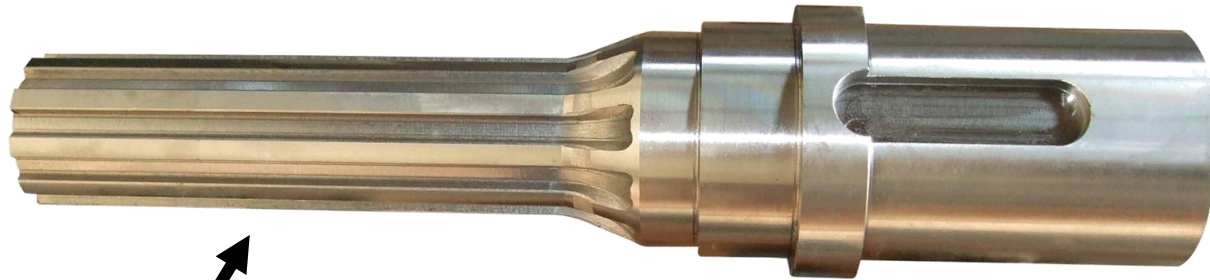
Si usano quando i **momenti torcenti da trasmettere sono elevati** e non consentono l'impiego di semplici linguette



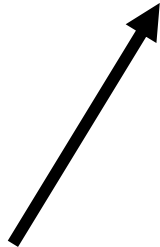
Accoppiamenti con profili scanalati e dentati



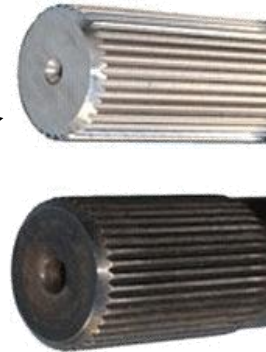
Si differenziano in base alla **forma del profilo** ed al **tipo di centraggio**



Profilo scanalato



Profilo dentato

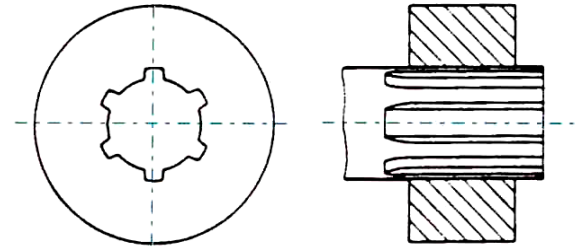


EN ISO 6413:1994 – *Disegni tecnici – Rappresentazione di profili scanalati e dentati*



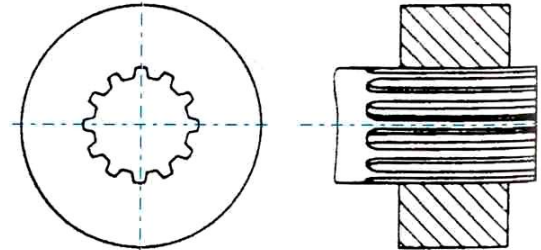
- Scanalature a fianchi paralleli:

Cave sul mozzo longitudinali diritte, a **sezione rettangolare**. La realizzazione non richiede frese di forma.



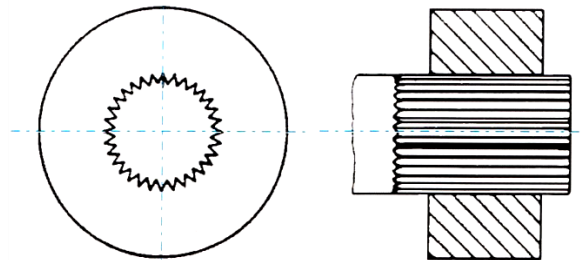
- Scanalature ad evolvente:

Centraggio sui fianchi, consentendo alte velocità di rotazione. Sono costruite secondo un **profilo ad evolvente**, in modo analogo alle dentature per ingranaggi. Più costose perché richiedono una fresa di forma.



- **Profili dentati**:

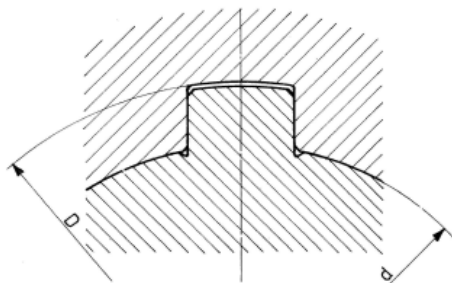
Dentature assiali a **sezione triangolare**. Si usano per realizzare incastri.



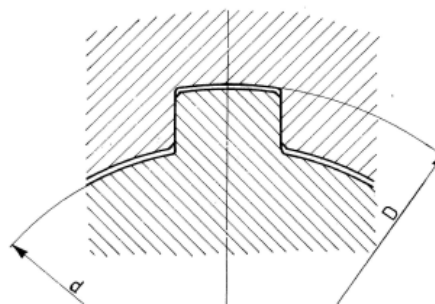
EN ISO 6413:1994 – *Disegni tecnici –
Rappresentazione di profili scanalati e dentati*

Accoppiamenti con profili scanalati

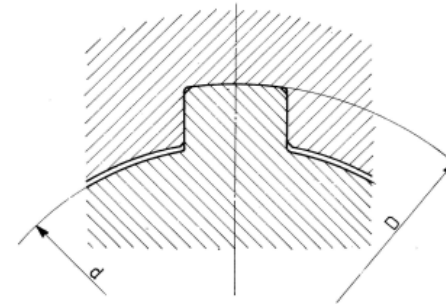
**Profilo a fianchi paralleli,
centraggio interno**
Molto utilizzato



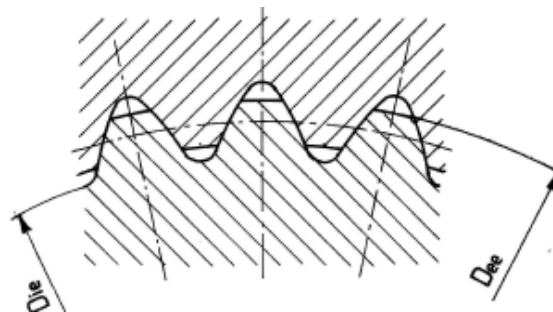
**Profilo a fianchi paralleli,
centraggio sui fianchi**
In disuso



**Profilo a fianchi paralleli,
centraggio esterno**
In disuso



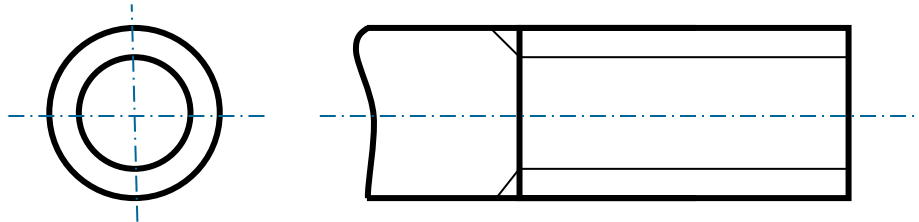
Profilo ad evolvente
ottimo centraggio sui fianchi
Alte velocità di rotazione
Trasmissione di elevati momenti torcenti



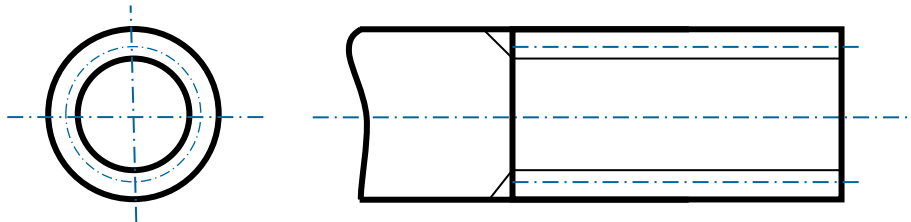
EN ISO 6413:1994 – *Disegni tecnici – Rappresentazione di profili scanalati e dentati*

Il fondo delle scanalature si rappresenta con linea fine.

Una linea grossa (**perpendicolare** all'asse) indica la fine del tratto utile di scanalatura: con una linea, *obliqua o curva*, si rappresenta eventualmente il tratto di disimpegno dell'utensile.



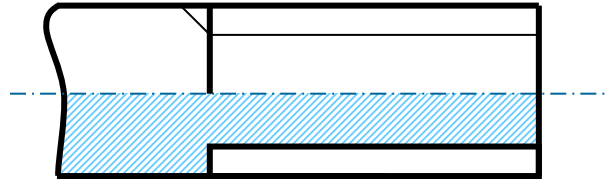
La superficie primitiva delle **scanalature ad evolvente** è rappresentate con **linea mista fine**



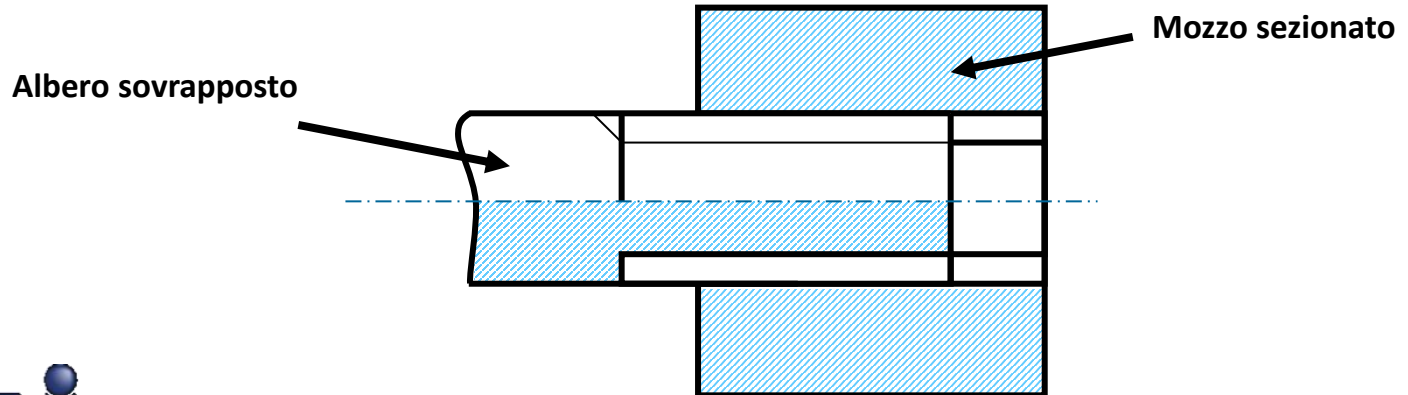
EN ISO 6413:1994 – *Disegni tecnici – Rappresentazione di profili scanalati e dentati*

Profili scanalati - Rappresentazione

Le rappresentazioni in sezione si riferiscono sempre a piani passanti per le cave, mai per le sporgenze (denti e sporgenze non si sezionano mai)




Nel **disegno di due elementi accoppiati**, l'albero è sempre disegnato *sovrapposto* al mozzo nel disegno longitudinale (l'albero non si seziona):

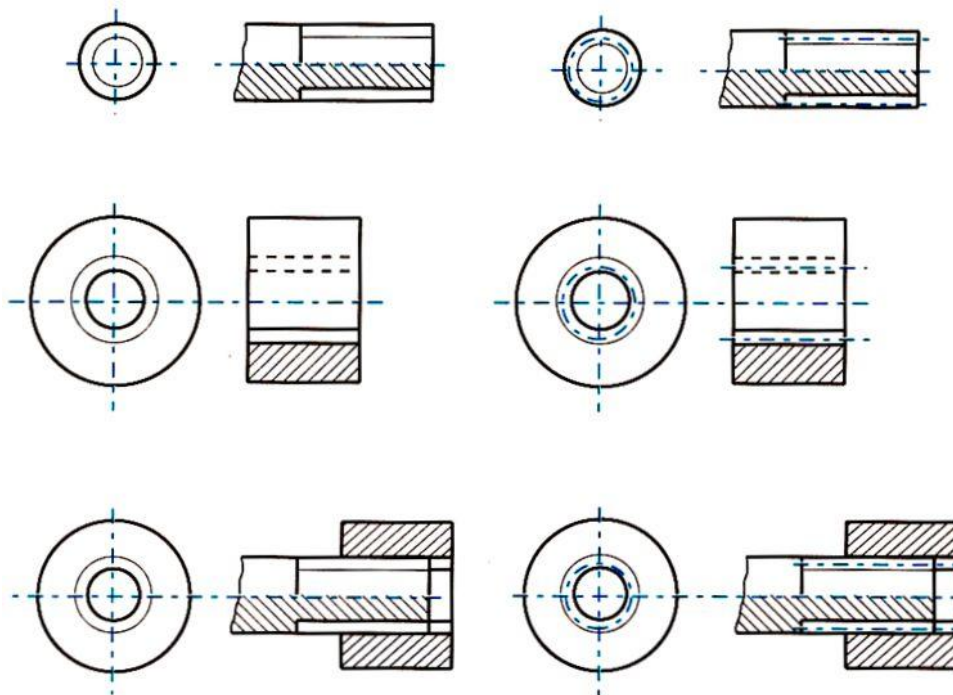


EN ISO 6413:1994 – *Disegni tecnici – Rappresentazione di profili scanalati e dentati*

Profili scanalati - Rappresentazione

a) Fianchi rettilinei 

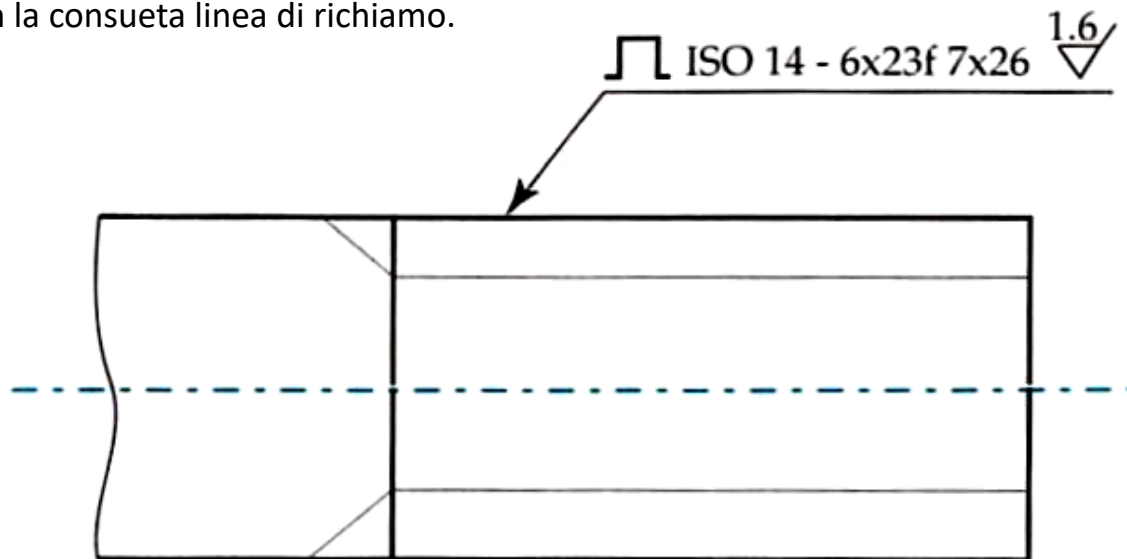
b) Fianchi ad evolvente 



EN ISO 6413:1994 – *Disegni tecnici – Rappresentazione di profili scanalati e dentati*

Profili scanalati - Designazione

L'elemento di accoppiamento scanalato, albero e mozzo, è designato con il simbolo grafico caratterizzante il tipo di scanalatura, seguito dal riferimento alla norma e dalle dimensioni caratteristiche, integrate con eventuali tolleranze e finiture superficiali, il tutto collegato all'elemento con la consueta linea di richiamo.



EN ISO 6413:1994 – *Disegni tecnici – Rappresentazione di profili scanalati e dentati*

Scanalati cilindrici a fianchi paralleli centraggio interno (UNI 8953)

- Simbolo grafico relativo al profilo
- Indicazione albero, mozzo o albero/mozzo;
- Riferimento norma;
- Numero denti x diametro interno x diametro esterno;
- Tolleranze:
 - Per l'albero: **S** (scorrevole), **SC** (scorrevole sotto carico), **F** (fisso);
 - Per il mozzo: **T** (trattato dopo la brocciatura), **NT** (non trattato dopo la brocciatura)

Esempi:

Albero UNI 8953 – 6 x 23 x 26 S

Mozzo UNI 8953 – 6 x 23 x 26 T

Albero/mozzo UNI 8953 – 6 x 23 x 26 S/T

Scanalati cilindrici con profilo ad evolvente, centraggio sui fianchi (UNI ISO 4156)

- Indicazione **INT** (mozzo), **EXT** (albero) o **INT/EXT** (accoppiamento);
- Numero denti;
- Modulo;
- Angolo di pressione seguito da tipo fondo **P** (piatto), **R** (raccordato);
- Tolleranza;
- Riferimento norma

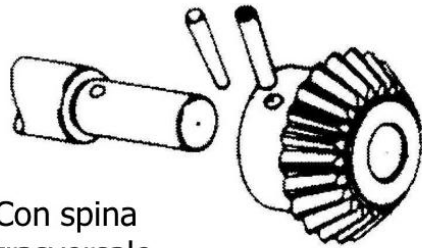
Esempi:

EXT 24Z x 2,5 m x 30R x 5f UNI ISO 4156

INT 24Z x 2,5 m x 30R x 5H UNI ISO 4156

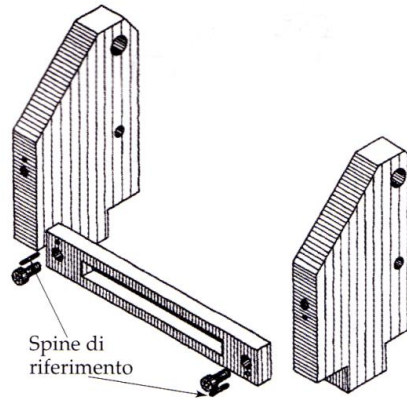
INT/EXT 24Z x 2,5 m x 30R x 5H/5f UNI ISO 4156

Elementi cilindrici con funzioni diverse. Possono avere anche forma conica o essere deformabili (spine elastiche)



Con spina
trasversale

Collegamento



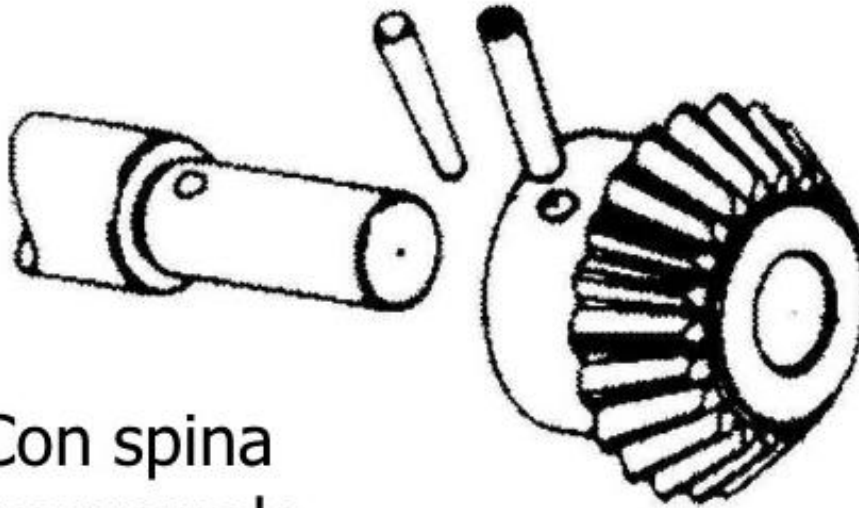
Riferimento



Arresto/sicurezza

Spine trasversali

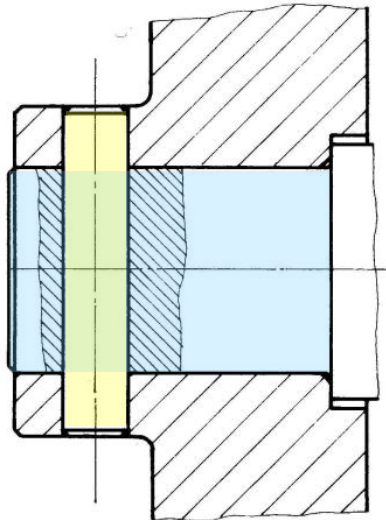
Elementi cilindrici con funzione di **collegamento**. Possono avere anche forma conica o essere deformabili (spine elastiche)



Con spina
trasversale

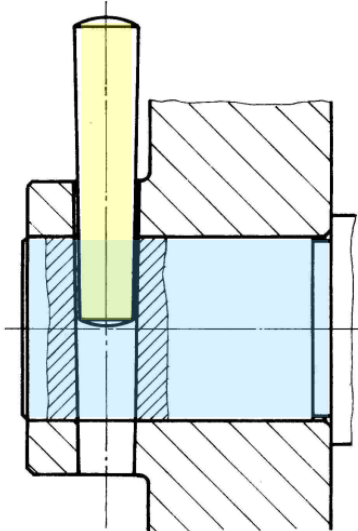
Spine trasversali

Si tratta di una condizione sfavorevole di funzionamento, per cui sono adatte alla trasmissione **soltanto di deboli momenti torcenti**.



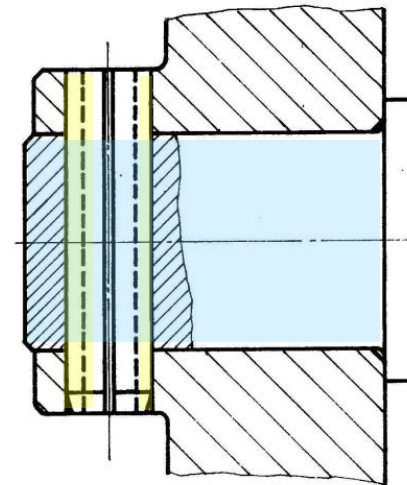
Spina cilindrica

La spina deve essere montata con accoppiamento **senza gioco** in uno dei due pezzi da unire. È necessario lavorare con precisione (alesare) il foro.



Spina conica

La spina conica (**conicità 1:50**) viene **forzata** in un foro di uguale conicità eseguito all'atto del montaggio delle parti. Anche in questo caso il foro necessita di alesatura.

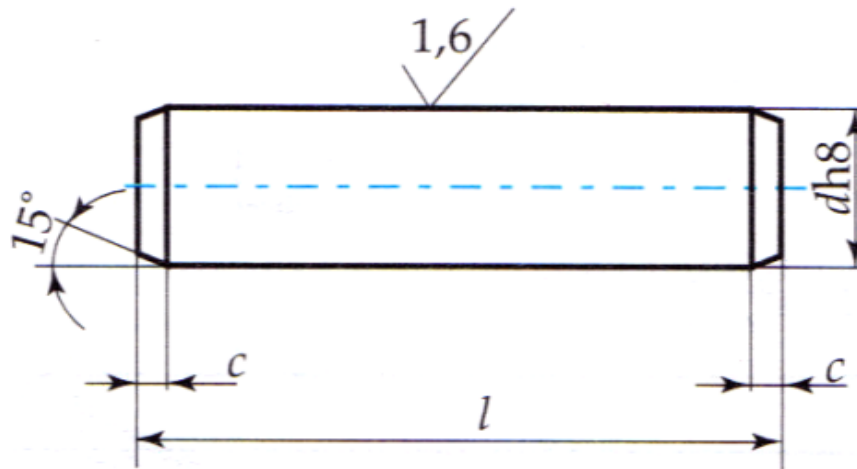


Spina elastica

La spina elastica, adattandosi spontaneamente alle rispettive sedi, **elimina la necessità di alesatura dei fori**

Spine trasversali

Di solito, le tolleranze nelle sedi sono scelte in modo da realizzare un **accoppiamento forzato** su uno dei due pezzi. **Tolleranza diametro spina $h8$**



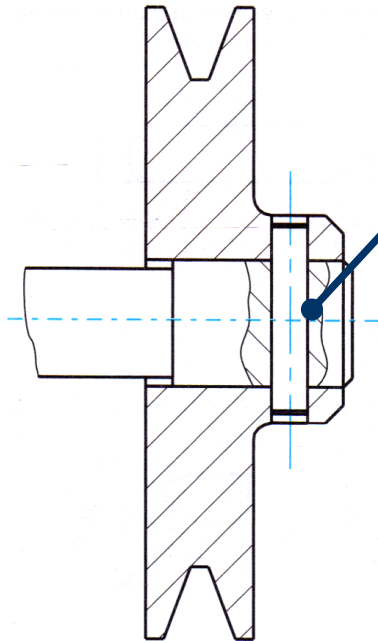
d	a z	c z	l i, 14
0,6	0,08	0,12	2 ÷ 6
0,8	0,1	0,16	2 ÷ 8
1	0,12	0,2	4 ÷ 10
1,2	0,16	0,25	4 ÷ 12
1,5	0,2	0,3	4 ÷ 16
2	0,25	0,35	6 ÷ 20
2,5	0,3	0,4	6 ÷ 24
3	0,4	0,5	8 ÷ 30
4	0,5	0,63	8 ÷ 40
5	0,63	0,8	10 ÷ 50
6	0,8	1,2	12 ÷ 60
8	1	1,6	14 ÷ 85
10	1,2	2	18 ÷ 100
12	1,6	2,5	22 ÷ 140
16	2	3	24 ÷ 180
20	2,5	3,5	35 min
25	3	4	50 "
30	4	5	60 "
40	5	6,3	80 "
50	6,3	8	95 "

Lunghezze l unificate: 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140; 160; 180; 200; poi con incrementi di 20 in 20 mm.



EN ISO 2338:1999 - Spine cilindriche di acciaio non temprato e di acciaio inossidabile austenitico

Le spine **NON** si sezionano mai in senso longitudinale!

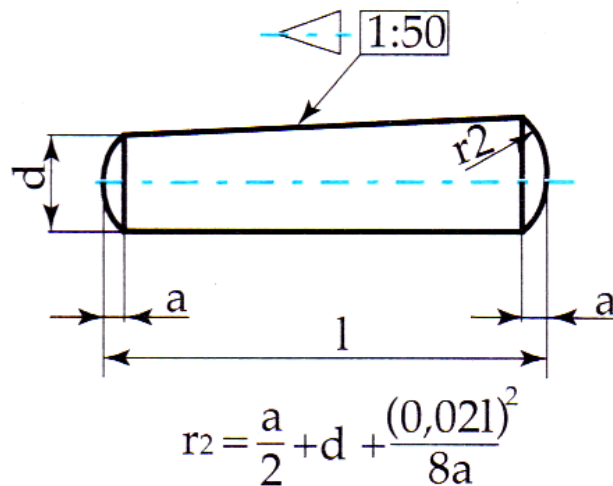


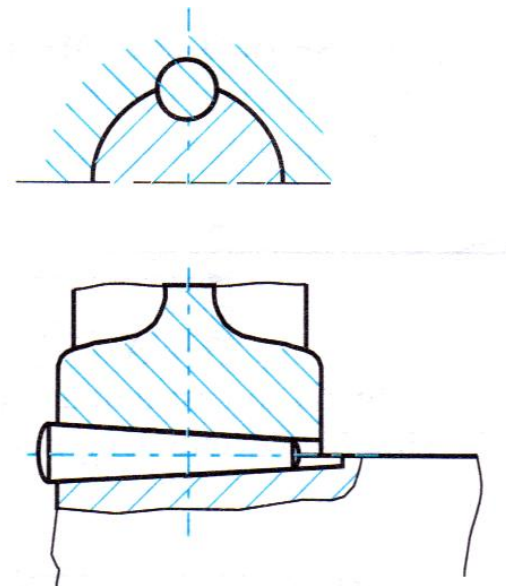
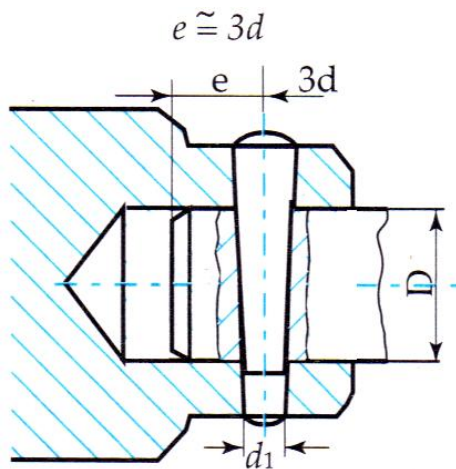
Spina cilindrica ISO 2338 – 10 h8 × 50 – St



EN ISO 2338:1999 - *Spine cilindriche di acciaio non temprato e di acciaio inossidabile austenitico*

La spina conica (conicità 1:50) viene forzata in un **foro di uguale conicità** eseguito all'atto del montaggio delle parti. Anche in questo caso il foro necessita di alesatura





Spina conica per la **trasmissione del moto**, sollecitata a taglio trasversalmente.
La spina conica ha un'azione **autocentrante**

Spine coniche per la **trasmissione del moto**, con forzamento longitudinale

Le spine elastiche *in condizioni libere* ha un diametro leggermente maggiore di quello del foro in cui deve essere inserita.

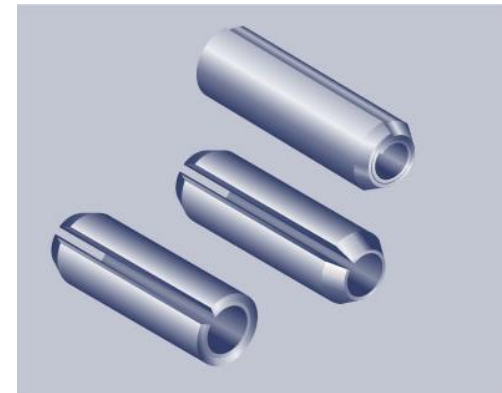
Quando la spina si trova forzata nel foro reagisce con una spinta elastica radiale che ne assicura il buon ancoraggio, in grado di **assorbire vibrazioni senza allentarsi**.

Le spine elastiche NON richiedono una lavorazione accurata dei fori

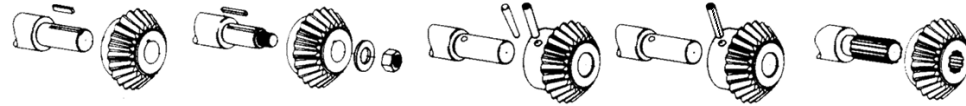
a) Spine tagliate: sono costituite da un elemento tubolare tagliato longitudinalmente, in modo da consentire la deformazione della sezione a C così ottenuta.

b) Spine a spirale: sono formate da un foglio di lamierino avvolto a formare un cilindro deformabile.

c) Spine ad intagli: sono realizzate praticando sul corpo cilindrico dei solchi longitudinali per deformazione, senza asportazione di materiale.



Scelta collegamenti albero-mozzo



ESIGENZE	ELEMENTI	CHIAVETTE	LINGUETTE	SPINE	SPINE ELASTICHE	SCANALATI
RIGIDEZZA TORSIONALE		●	●	●	●	● ●
BLOCCAGGIO ASSIALE		●	●	●	●	●
CENTRAGGIO		●	●	●	●	● ●
ARRESTO				●	●	
COPPIA		● ●	●	●	●	● ●
ECONOMICITA'		●	●	● ●	● ●	●

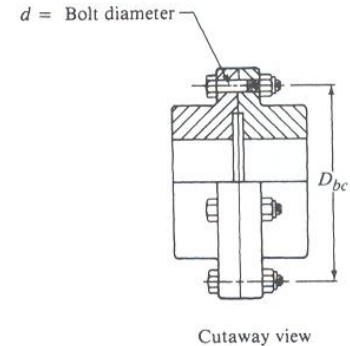
Giunti fra alberi di trasmissione

Si utilizzano per collegare due alberi di trasmissione

Rigidi:

Nessun moto relativo fra gli alberi

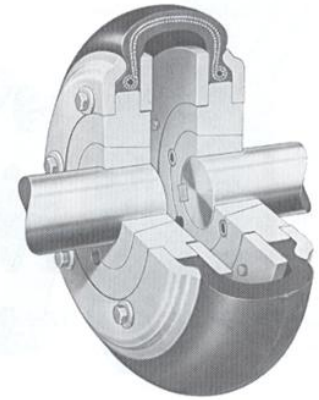
Allineamento preciso dei due assi



Flessibili:

Trasmettono la coppia attraverso una **giunzione elastica** (funzione «parastrappo»)

Consentono **leggeri disallineamenti** fra i due assi



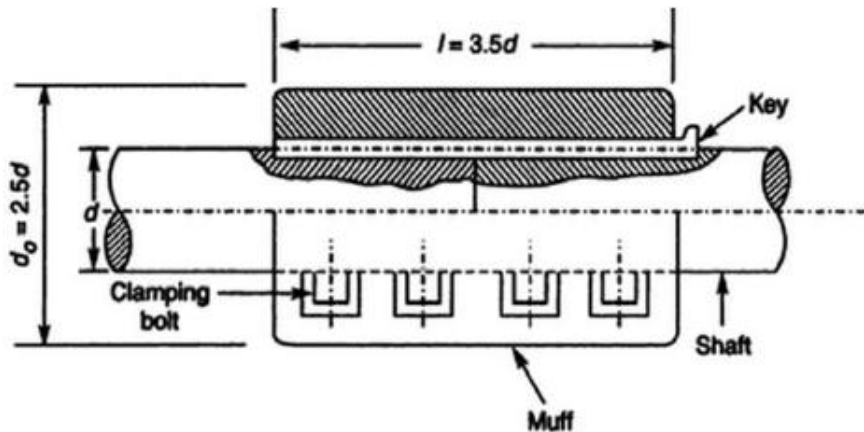
Giunti fra alberi di trasmissione

Si utilizzano per collegare due alberi di trasmissione



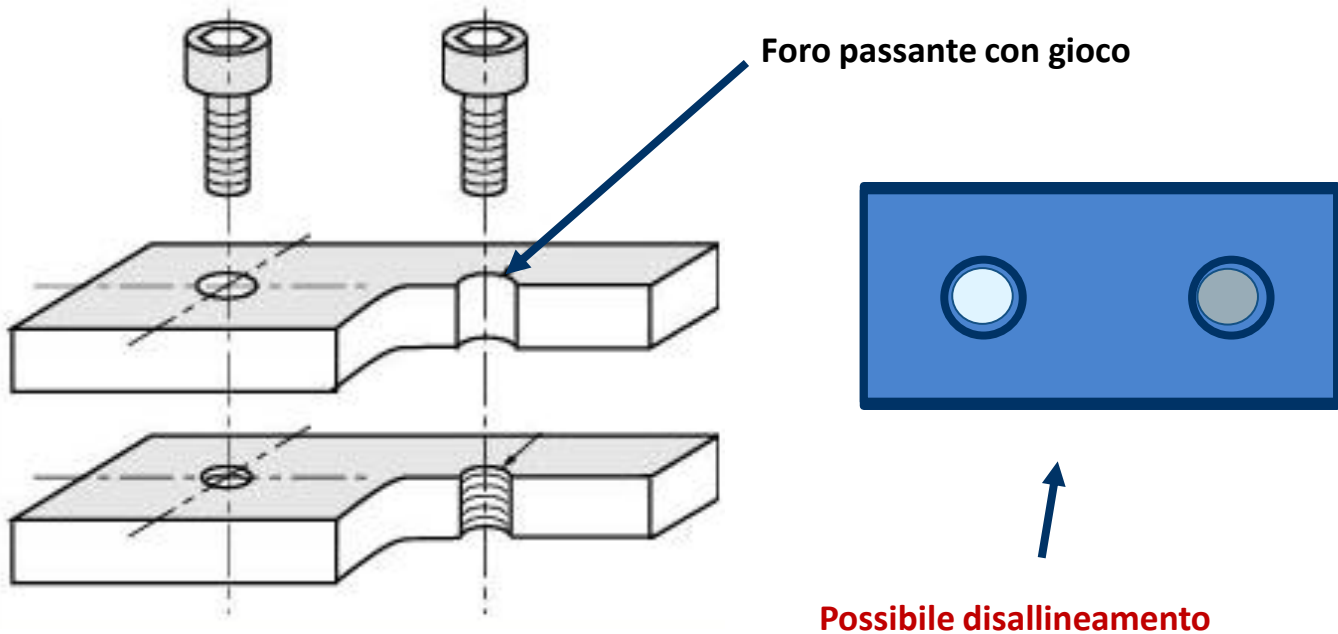
Giunti fra alberi di trasmissione

Si utilizzano per collegare due alberi di trasmissione



Spine cilindriche di riferimento

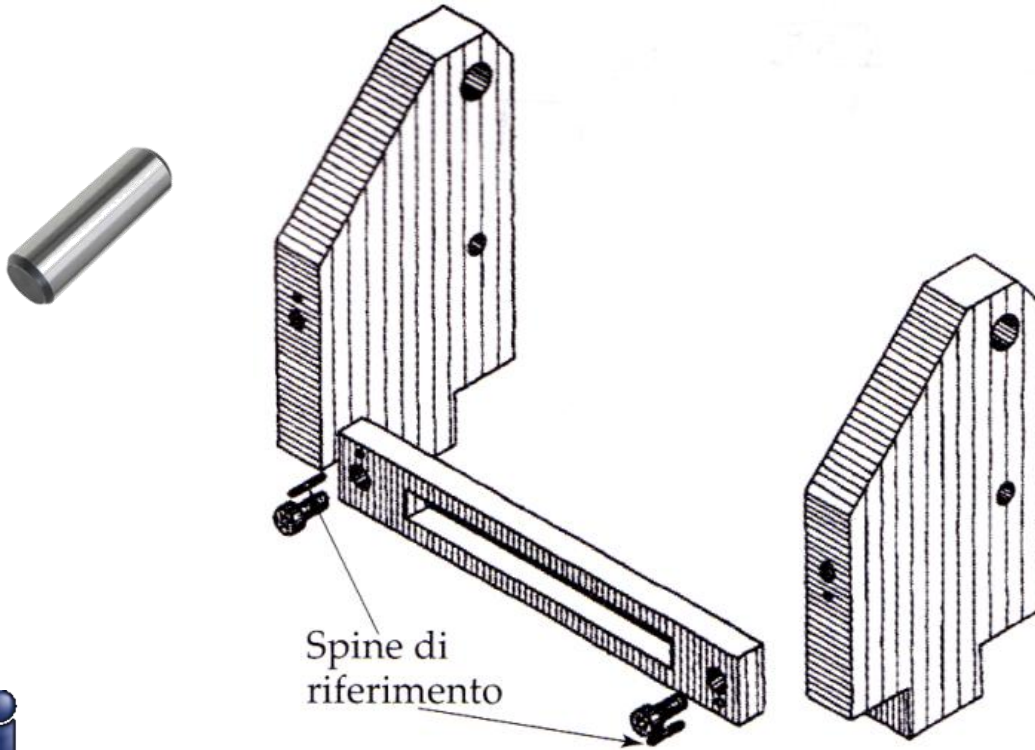
Assicurano il **posizionamento di precisione** fra due parti da accoppiare (ad. con viti mordenti)



UNI EN ISO 2338:1999 - Spine cilindriche di acciaio non temprato e di acciaio inox austenitico

Spine cilindriche di riferimento

Assicurano il **posizionamento di precisione** fra due parti da accoppiare (ad. con viti mordenti)

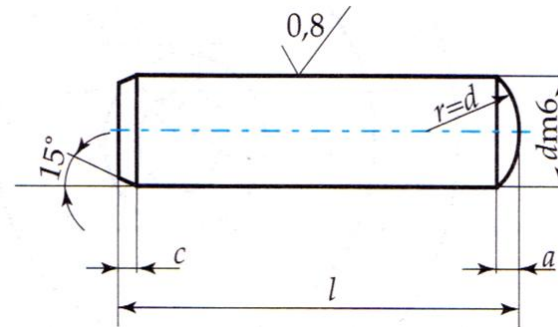
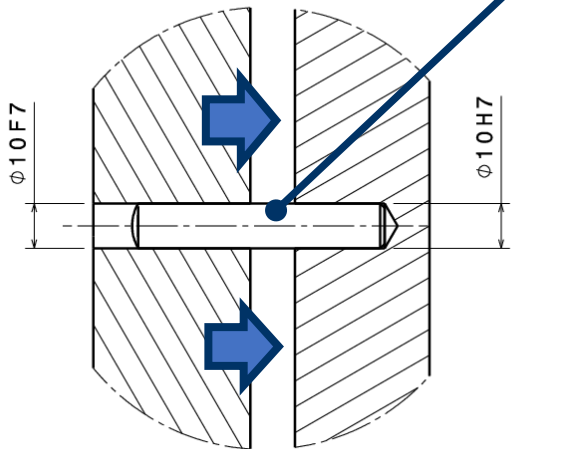


UNI EN ISO 2338:1999 - Spine cilindriche di acciaio non temprato e di acciaio inox austenitico

Spine cilindriche di riferimento

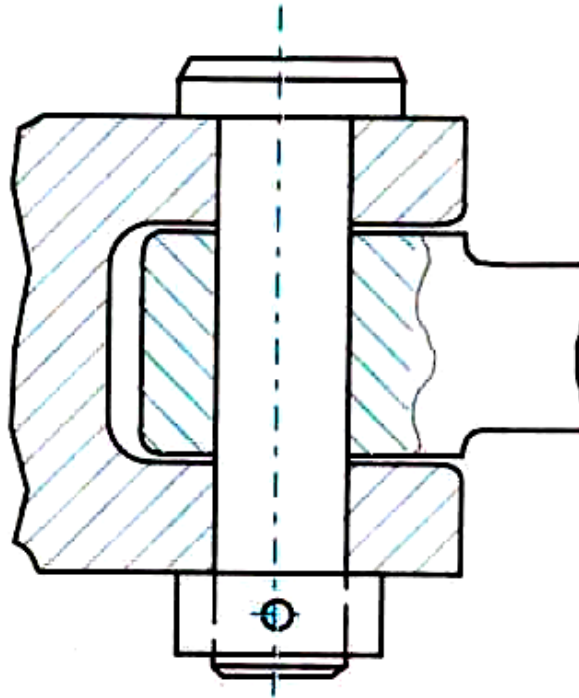
Di solito, **le tolleranze nelle sedi** sono scelte in modo da realizzare un **accoppiamento forzato** in un pezzo e **scorrevole preciso** nell'altro. **Tolleranza diametro spina m6**

Spina cilindrica ISO 2338 – 10 m6 × 55 – St



UNI EN ISO 2338:1999 - Spine cilindriche di acciaio non temprato e di acciaio inossidabile austenitico

Elementi cilindrici con funzione di **fulcro** per parti rotanti, si differenziano dalle spine essenzialmente per le condizioni di funzionamento (**non** sono elementi di bloccaggio o centraggio)



Organi con funzione di *fulcro* per parti rotanti

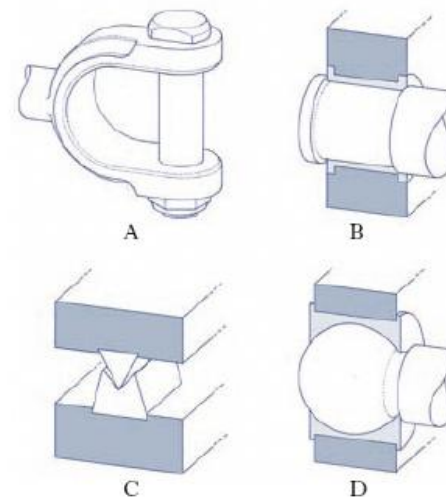
A) di articolazione, atti a realizzare cerniere di sistemi articolati

B) di spinta o *assiali*, ai quali vengono applicate forze parallele all'asse e per questo in alcuni casi presentano una serie di corone circolari (dette *collari*) che ripartiscono lo sforzo sulle diverse superfici portanti

C) a coltello, per articolazioni di ampiezza limitata (per es., i fulcri delle bilance)

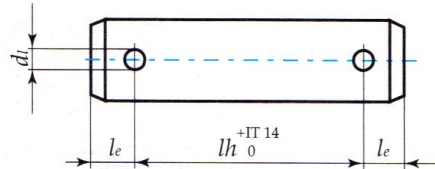
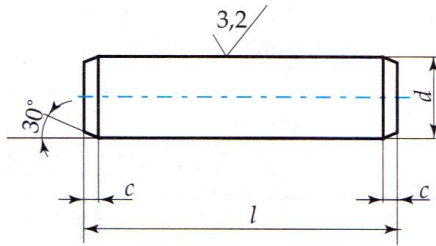
D) sferici o *snodi*, che permettono rotazioni relative attorno ad un diametro della loro superficie sferica comunque orientata

portanti, caratterizzati dal sopportare forze normali all'asse stesso



Perni senza testa

UNI EN 22340

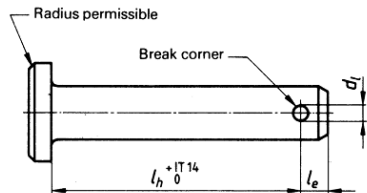
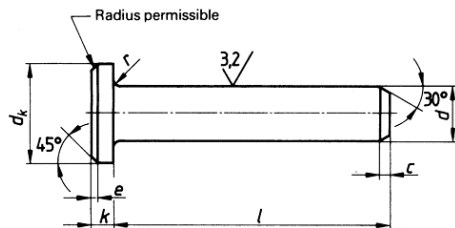


d h 11	d ₁ h 13	c max.	l _e min	l j _s 14
3	0,8	1	1,6	6 ÷ 30
4	1	1	2,2	8 ÷ 40
5	1,2	2	2,9	10 ÷ 50
6	1,6	2	3,2	12 ÷ 60
8	2	2	3,5	16 ÷ 80
10	3,2	2	4,5	20 ÷ 100
12	3,2	3	5,5	24 ÷ 120
14	4	3	6	28 ÷ 140
16	4	3	6	32 ÷ 160
18	5	3	7	35 ÷ 180
20	5	4	8	40 min
22	5	4	8	45 "
24	6,3	4	9	50 "
27	6,3	4	9	55 "
30	8	4	10	60 "
33	8	4	10	65 "
36	8	4	10	70 "
40	8	4	10	75 "
45	10	4	12	90 "
50	10	4	12	100 "
55	10	6	14	120 "
60	10	6	14	120 "
70	13	6	16	140 "
80	13	6	16	160 "
90	13	6	16	180 "
100	13	6	16	200 "

Lunghezze unificate: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140; 160; 180; 200, poi con incrementi di 20 in 20 mm.

Perni con testa

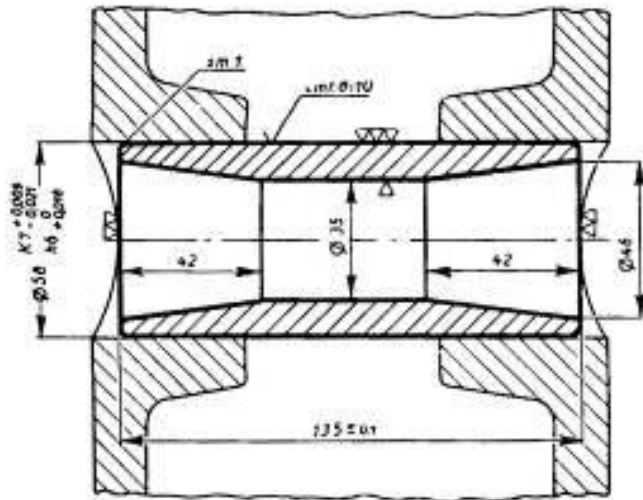
UNI EN 22341



d h 11	d ₁ h 13	c max.	l _s min	l j _s 14
3	0,8	1	1,6	6 ÷ 30
4	1	1	2,2	8 ÷ 40
5	1,2	2	2,9	10 ÷ 50
6	1,6	2	3,2	12 ÷ 60
8	2	2	3,5	16 ÷ 80
10	3,2	2	4,5	20 ÷ 100
12	3,2	3	5,5	24 ÷ 120
14	4	3	6	28 ÷ 140
16	4	3	6	32 ÷ 160
18	5	3	7	35 ÷ 180
20	5	4	8	40 min
22	5	4	8	45 "
24	6,3	4	9	50 "
27	6,3	4	9	55 "
30	8	4	10	60 "
33	8	4	10	65 "
36	8	4	10	70 "
40	8	4	10	75 "
45	10	4	12	90 "
50	10	4	12	100 "
55	10	6	14	120 "
60	10	6	14	120 "
70	13	6	16	140 "
80	13	6	16	160 "
90	13	6	16	180 "
100	13	6	16	200 "

Lunghezze unificate: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140; 160; 180; 200, poi con incrementi di 20 in 20 mm.

Perno cavo che svolge anche funzione di centraggio impiegato per collegamenti articolati (es. pistone-biella)



Spinotto per pistone



(Fonte: Speluzzi, Tessarotto, *Disegno di Macchine*, Hoepli)

Il **cuscinetto** è un dispositivo meccanico interposto tra albero e supporto al fine di:

- **ridurre l'attrito** dovuto al moto relativo
- favorire la **rotazione regolare** dell'albero nella sede
- **sopportare** le forze trasmesse dall'albero ai supporti e aumentare la superficie di appoggio all'interno degli stessi (riduzione del carico per unità di superficie)

I cuscinetti possono essere classificati in:



cuscinetti radenti (di strisciamento o bronzine);



cuscinetti volventi (cuscinetti a rotolamento)

Cuscinetti radenti

Il **cuscinetto radente** detto anche di strisciamento o semplicemente **bronzina**, è un guscio cilindrico che avvolge il perno dell'albero rotante ed è **alloggiato in modo stabile** nel supporto. Costruito con **materiale differente da quello dell'albero**.

Le forme dei cuscinetti sono svariate. Nei supporti con incastellatura in due pezzi, anche il **cuscinetto è diviso in due metà**.



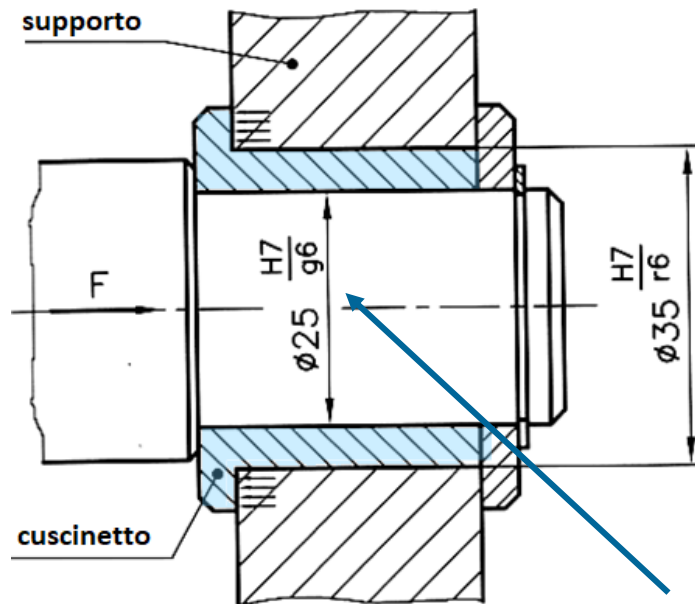
Cuscinetti radenti

- Il contatto tra corpo fisso e corpo rotante è diretto
- Possono lavorare a secco o con lubrificante
- Rugosità "spinte"



Cuscinetti radenti flangiati

Quando il perno trasmette al supporto una forza assiale **forza assiale** occorre garantire l'uniforme distribuzione di tali forze sugli appoggi. Allo scopo, si utilizzano boccole flangiate che aumentano la superficie di contatto e, in caso di usura, siano facilmente sostituibili

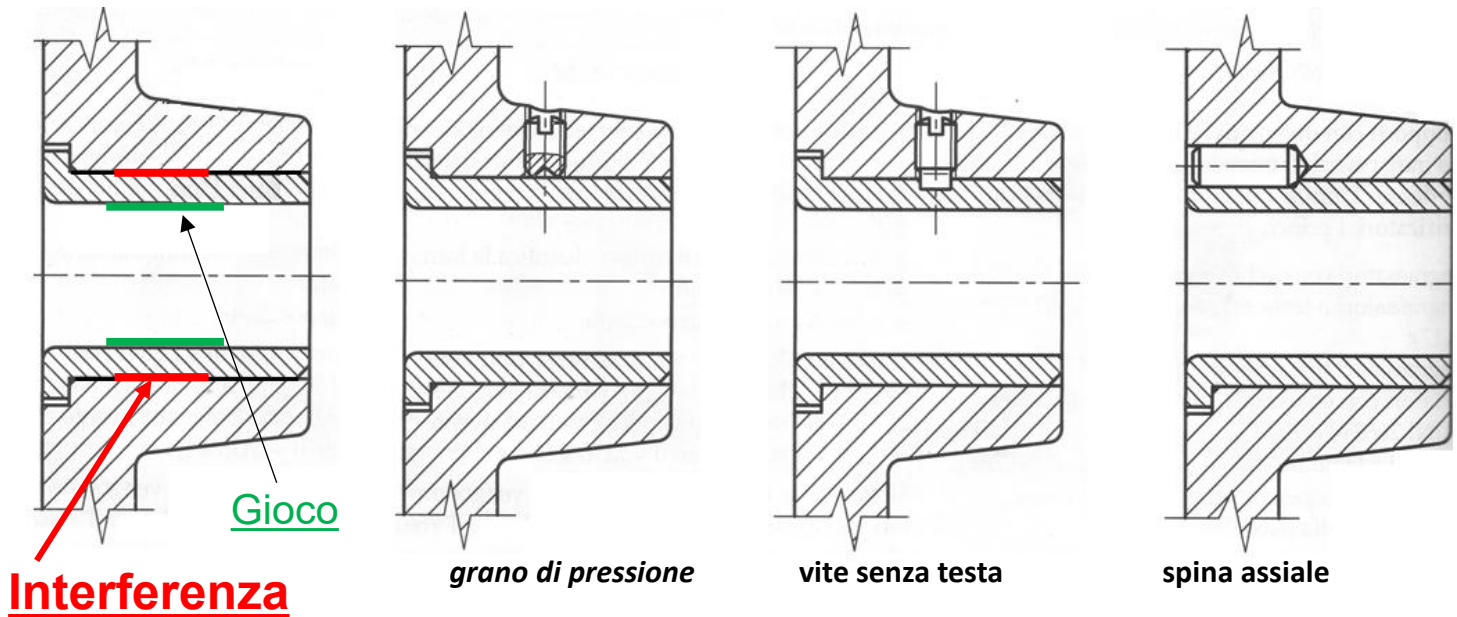


Accoppiamento stabile tra boccola e supporto in modo che non si verifichi movimento relativo.

Solitamente si preferisce realizzare un accoppiamento con giuoco tra albero (costruito con materiale più duro in modo che si consumi di meno) e boccola facilmente sostituibile.

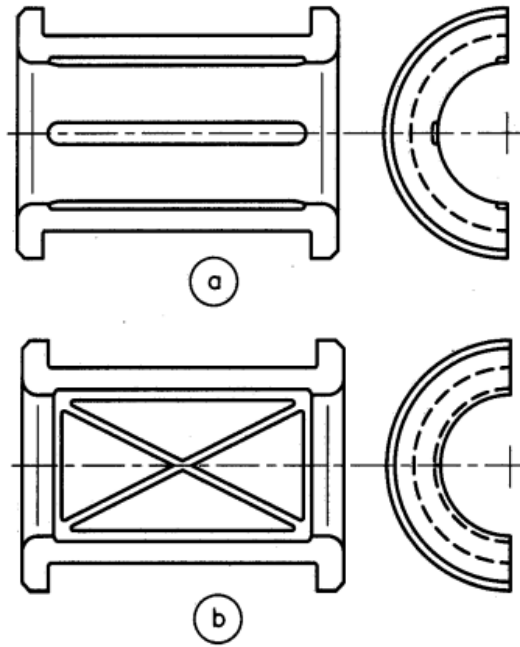
L'accoppiamento con il supporto può essere ottenuto:

- Mediante accoppiamento con **interferenza**;
- Con una vite senza testa ed estremità a coppa (**grano di pressione**)
- Con una vite senza testa ed **estremità cilindrica**
- Con vite o **spina assiale**



Cuscinetti radenti

L'accoppiamento perno-cuscinetto, in generale, deve essere **lubrificato**. Opportune scanalature ricavate nel cuscinetto facilitano la sua distribuzione uniforme del lubrificante. Le scanalature possono essere longitudinali o incrociate (***zampe di Ragno***)



Sinterizzati autolubrificanti: sono boccole costituite da **strutture microporose** a base di ferro, rame e bronzo ottenute per sinterizzazione e impregnate di lubrificante (durante il funzionamento il calore della boccola provoca la graduale fuoriuscita dell'olio che viene riassorbito dalla boccola quando la temperatura diminuisce)

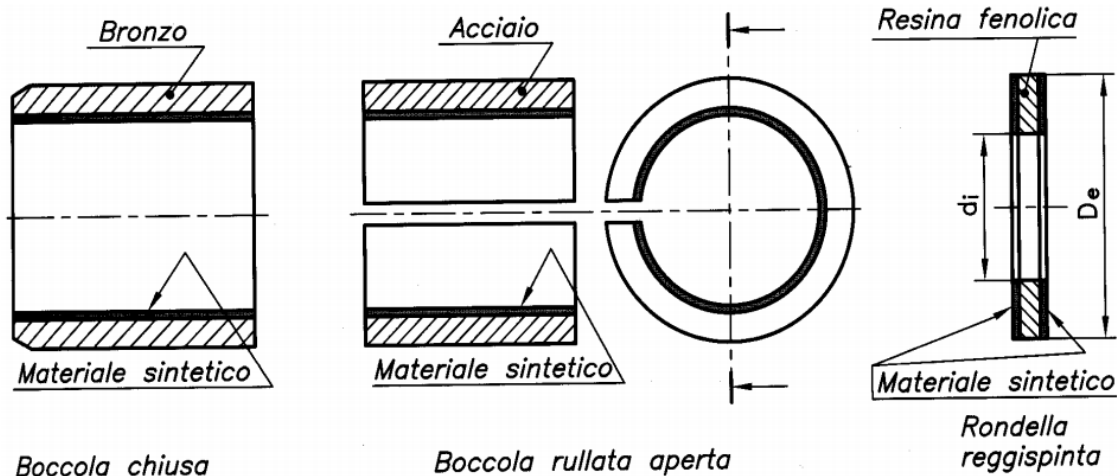
- **Economici ma con tolleranze molto strette**
- **Lubrificazione senza zampe di ragno**
- **Riduzione di ingombro e manutenzione**
- **Basso coefficiente di attrito**
- **Buon funzionamento fino a circa 120°C**



Cuscinetti radenti

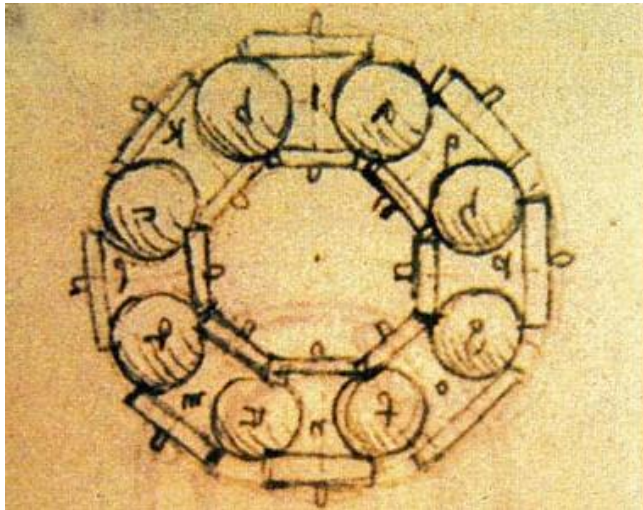
Sintetici: Sono costituiti da resine poliammidiche (Ertalon o Nylon) o da un tessuto di fibre sintetiche (Teflon, Algoflon) di piccolo spessore applicato con adesivo all'interno di un supporto rigido di acciaio, bronzo o resina fenolica

- Funzionamento senza lubrificante e quindi senza manutenzione.
- Resistenza sino a carichi di 210 n/mm^2 ;
- Coefficiente d'attrito inferiore a $f=0,02$;
- Effetto stick-slip a basse velocità assente;
- Buon funzionamento entro temperature di $-200^\circ\text{C}/+180^\circ\text{C}$;
- Elevata resistenza all'usura e buona stabilità dimensionale;
- Buona capacità di smorzamento delle vibrazioni;
- Conducibilità elettrica nulla.

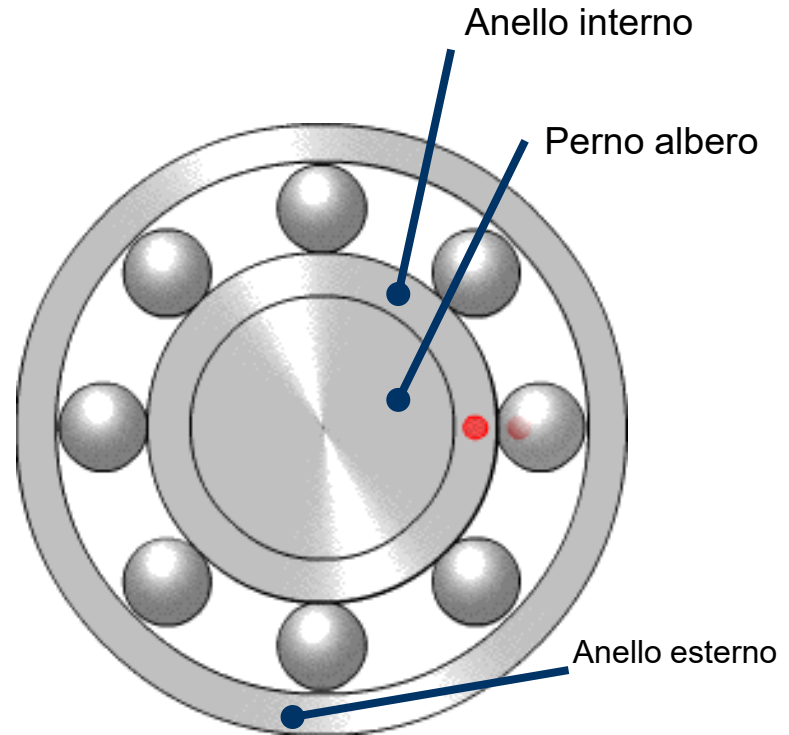


Cuscinetti volventi

Il **cuscinetto volvente** riduce l'attrito fra gli elementi in moto relativo mediante l'interposizione di **elementi rotanti (sfere, rulli cilindrici, rulli conici o a botte)**. Rispetto ai cuscinetti radenti i cuscinetti volventi sono caratterizzati da **attrito volvente** (rotolamento tra superfici), con il conseguimento di una serie di vantaggi.



Leonardo da Vinci



VANTAGGI

- **Attrito mediamente dieci volte inferiore** ($f_v = 0,001 \pm 0,002$)
- Limitato attrito di primo distacco
- **Minore riscaldamento** del cuscinetto
- Facile e rapida intercambiabilità
- Ridotta usura durante il funzionamento
- Minore esigenze di rugosità superficiale dei perni;
- Minore ingombro assiale.



SVANTAGGI

- Necessità di **tolleranze dimensionali e geometriche più strette**;
- Maggiori problemi di montaggio;
- **Maggior costo**



Cuscinetti volventi

Per motivi di costo, qualità e intercambiabilità, **le dimensioni dei cuscinetti volventi sono normalizzate dallo standard ISO:**

ISO 492 per cuscinetti radiali

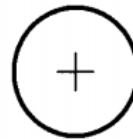
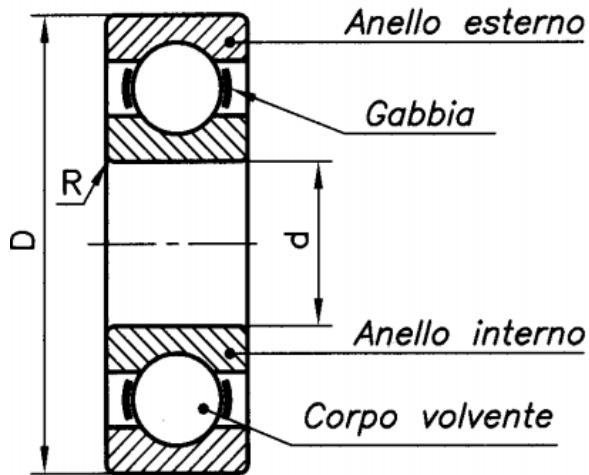
ISO 355 per cuscinetti a rulli conici;

ISO 104 per cuscinetti assiali

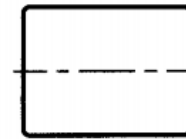


Cuscinetti volventi

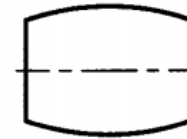
Elementi principali di un cuscinetto volvente:



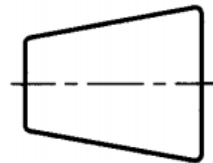
Sfera



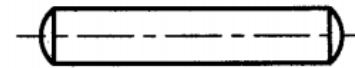
Rullo cilindrico



Rullo a botte

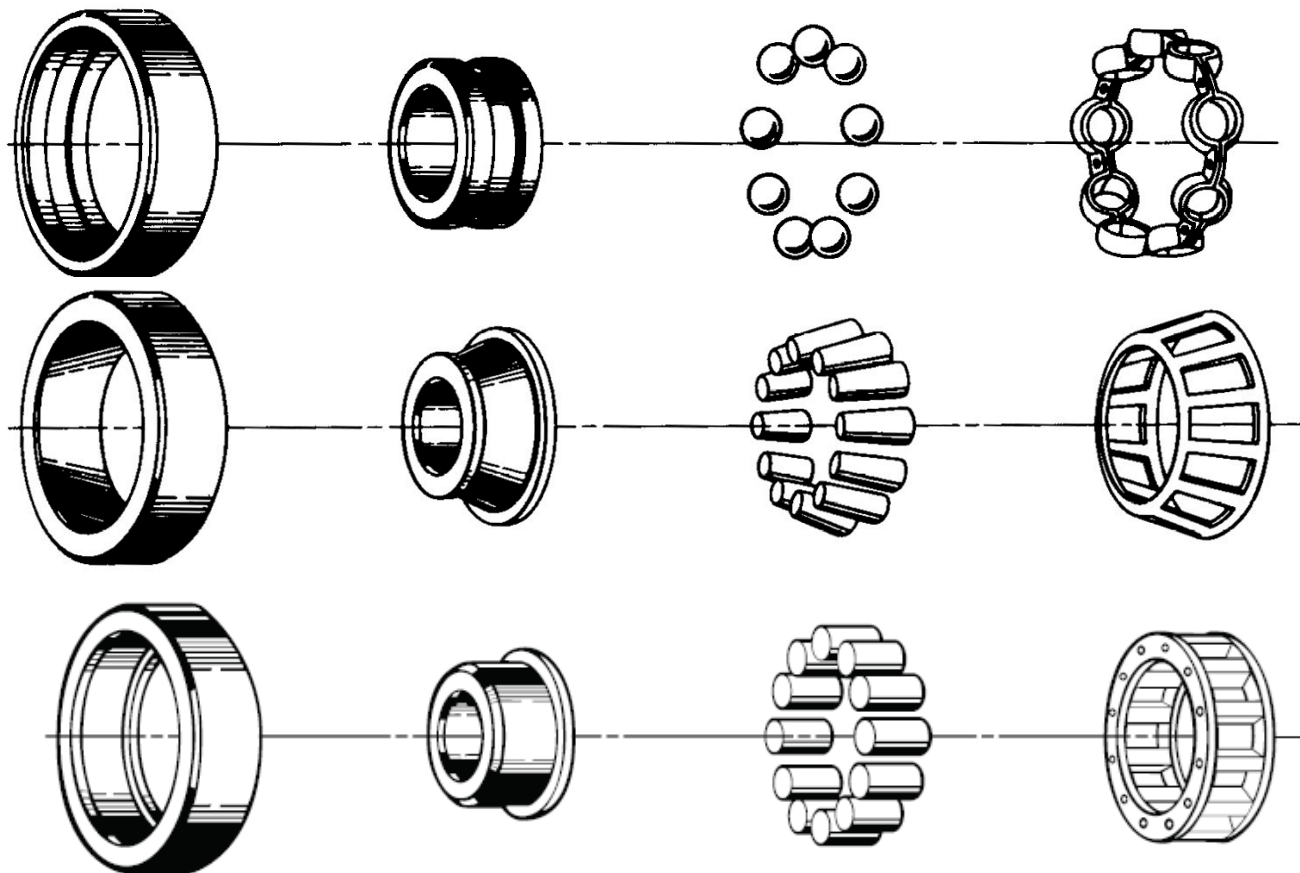


Rullo conico

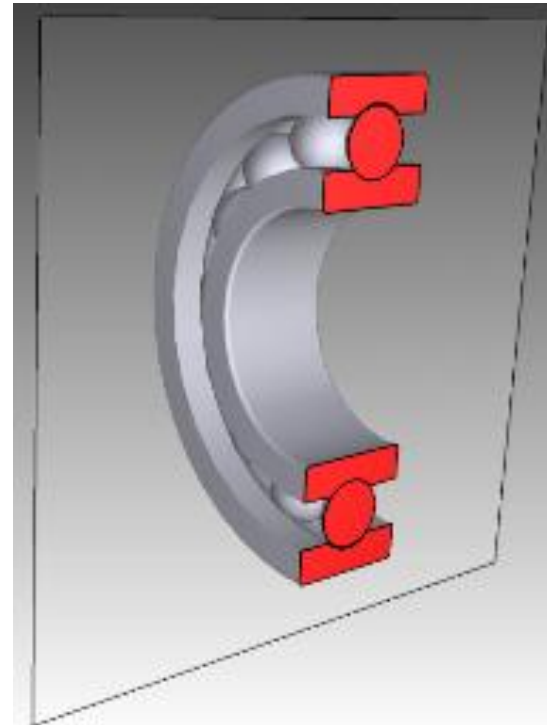
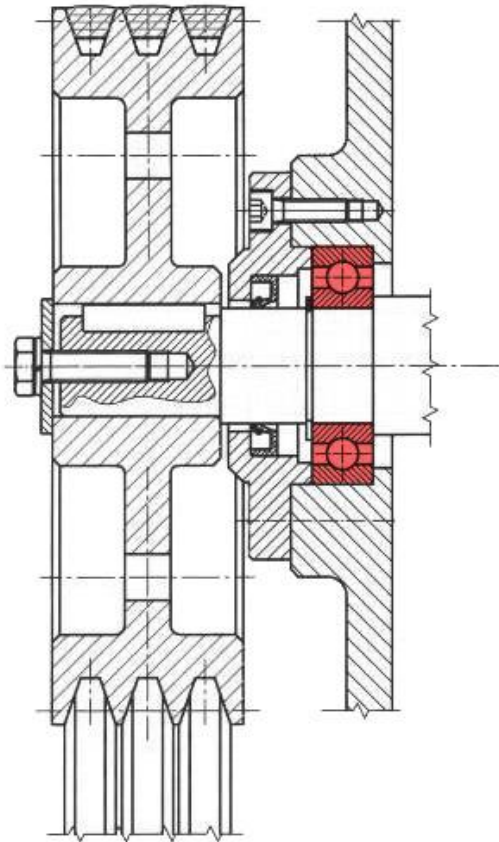


Rullino

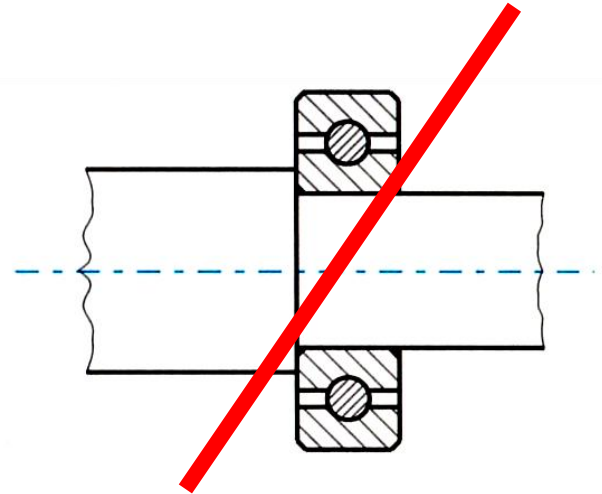
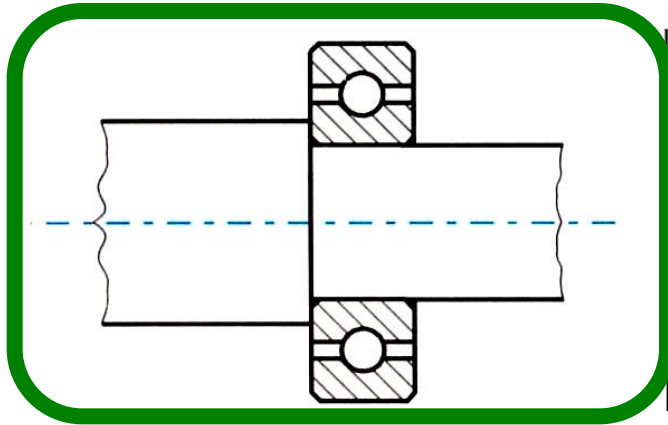
Cuscinetti volventi



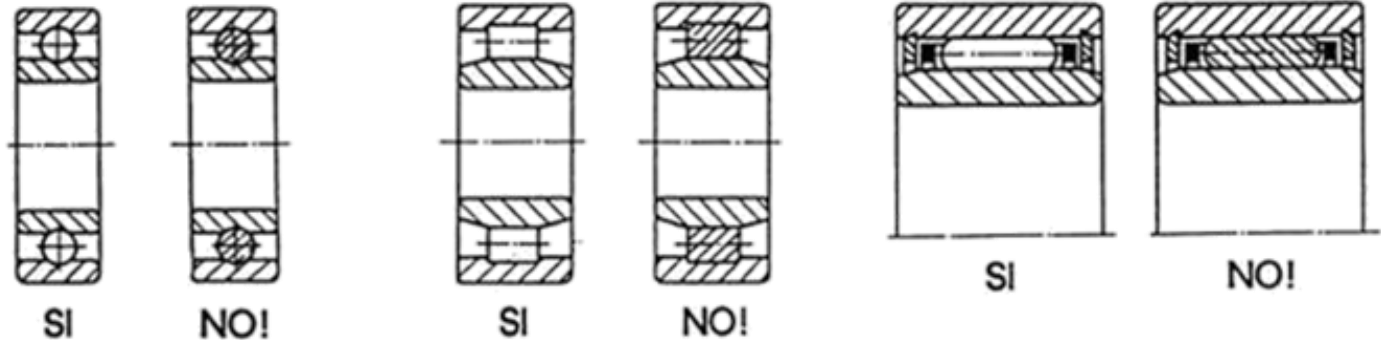
Cuscinetti volventi - Rappresentazione



NON si sezionano mai SFERE e RULLI dei cuscinetti volventi!!!

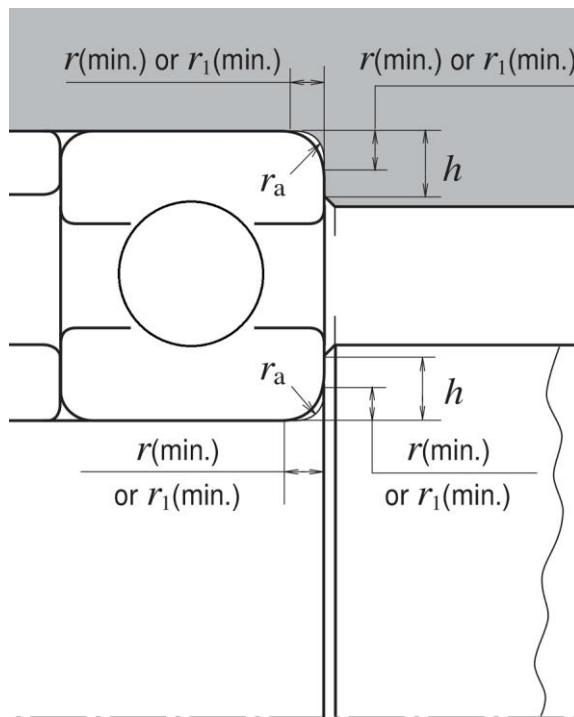


NON si sezionano mai SFERE e RULLI dei cuscinetti volventi!!!



Sedi per cuscinetto

Il cuscinetto è vincolato in direzione assiale dagli spallamenti: da un lato, l'anello interno del cuscinetto appoggia contro lo spallamento ricavato sull'albero; dall'altro lato, l'anello esterno del cuscinetto appoggia contro lo spallamento eseguito nella **sede**



L'altezza dello spallamento e i raggi di raccordo dipendono dalla forma e dalle dimensioni dell'anello del cuscinetto

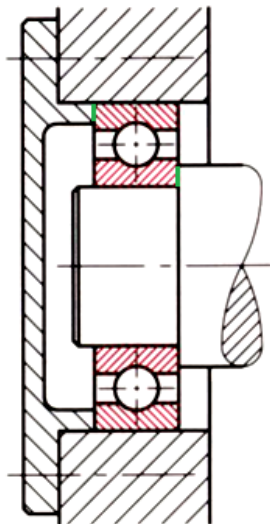
Tolleranze sedi/alloggiamenti

g 6	Per cuscinetti con alloggiamento rotante e albero fisso, anello interno registrabile assialmente: applicazione a ruote folli, pulegge, carrucole, trasportatori, a basse velocità
h 5	Per cuscinetti con anello esterno rotante con carichi irregolari accompagnati da urti; come nelle pulegge a funi e a catene, boccole ferroviarie, ecc.; per cuscinetti con anello interno, oppure esterno, rotante ad alta velocità con piccoli carichi; come nei motorini elettrici, aspiratori, dinamo
j 5	Per cuscinetti con anello interno rotante con carichi e velocità medie; per cuscinetti assiali
j 6	Per cuscinetti con anello interno rotante; carichi medi e velocità elevate
k 6	Per cuscinetti con anello interno rotante; forti carichi radiali e velocità medie ed elevate
m 6	Per cuscinetti con anello interno rotante; carichi radiali molto elevati accompagnati da urti; applicazione a boccole ferroviarie, motori da trazione, pignoni differenziali
n 6	Per cuscinetti con anello interno rotante applicati ai laminatoi

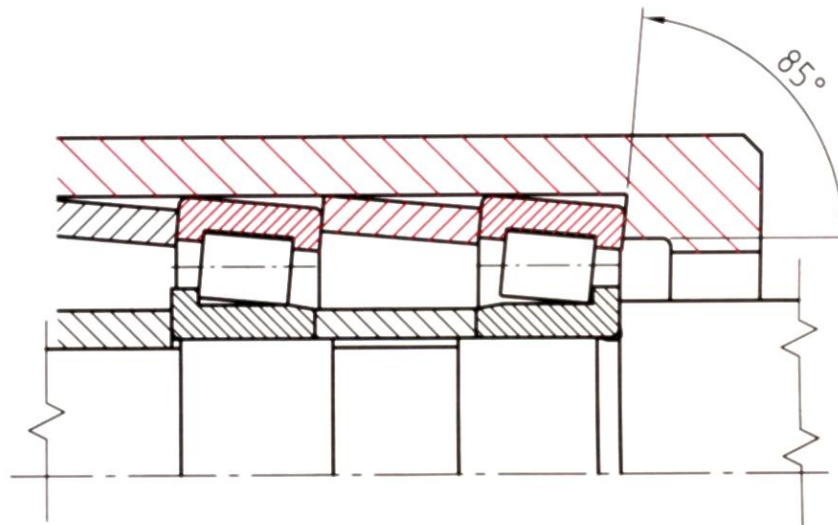
H 8	Per cuscinetti con anello interno rotante con forti carichi e basse velocità: applicazione a trasmissioni, sopporti con scatole in due parti; per cuscinetti assiali;
H 6	Per cuscinetti con anello interno rotante; carichi e velocità medie, per tutte le normali applicazioni;
J 6	Per cuscinetti con anello interno rotante ad alte velocità, con piccoli carichi: applicazioni a macchine utensili, motorini elettrici, ecc.; per cuscinetti con anello esterno registrabile assialmente
K 6	Per cuscinetti con albero od alloggiamento rotante; anello esterno con registrabile assialmente: applicazione a pulegge folli, trasmissioni con funi, ruote di teleferiche
M 7	Per cuscinetti con anello esterno rotante; con carichi e velocità medie, applicazione a ruote anteriori di automobile
N 6	Per cuscinetti con anello esterno rotante; con forti carichi accompagnati da urti: applicazione a ruote folli di carrelli ferrotranviari, bielle, pignoni differenziali

Sedi per cuscinetto

Il cuscinetto è vincolato in direzione assiale dagli spallamenti: da un lato, l'anello interno del cuscinetto appoggia contro lo spallamento ricavato sull'albero; dall'altro lato, l'anello esterno del cuscinetto appoggia contro lo spallamento eseguito nella sede



Appoggi laterali

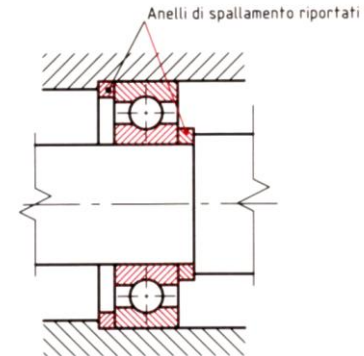


Appoggio laterale non perpendicolare all'asse

L'altezza dello spallamento dipende dalla forma e dalle dimensioni dell'anello del cuscinetto

Altezza dello spallamento insufficiente

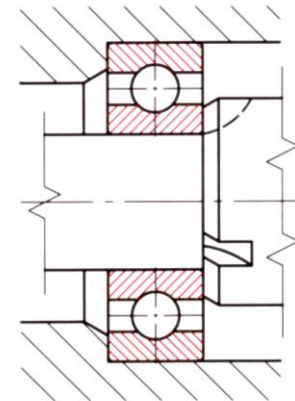
Si interpone un anello distanziale tra lo spallamento e il cuscinetto per aumentare la superficie di appoggio



Altezza dello spallamento: insufficiente

Altezza dello spallamento eccessiva

si eseguono degli smussi che evitano strisciamenti tra parte in rotazione e parte fissa

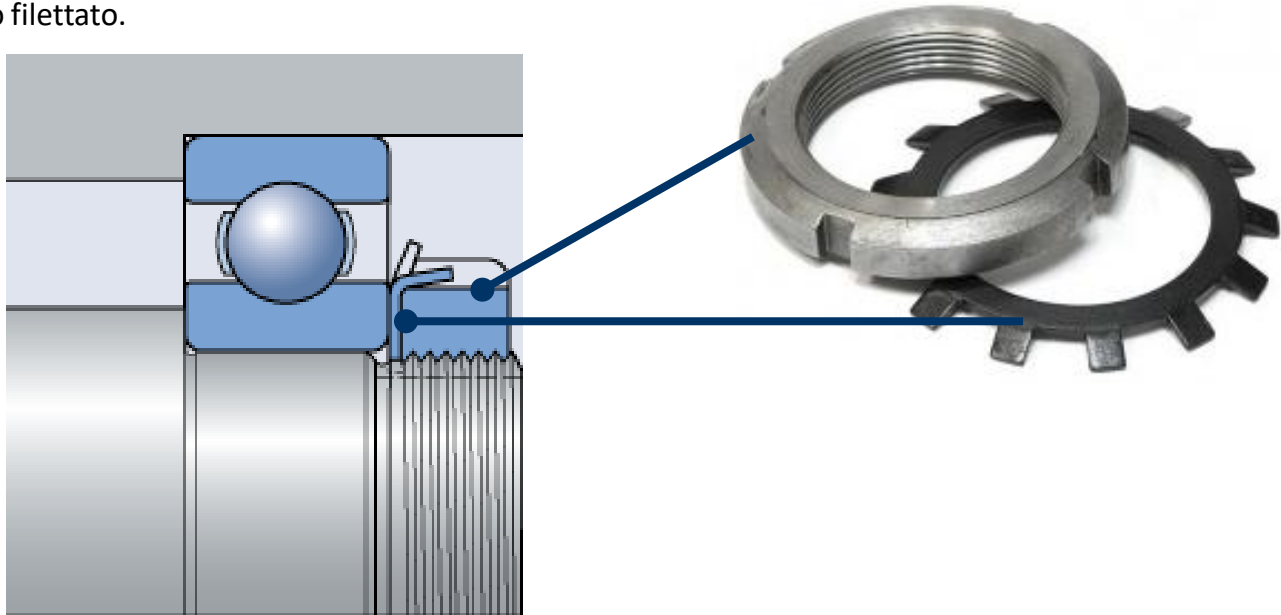


Altezza dello spallamento: maggiore

Metodi di bloccaggio assiale

Ghiera di bloccaggio e rosetta di sicurezza

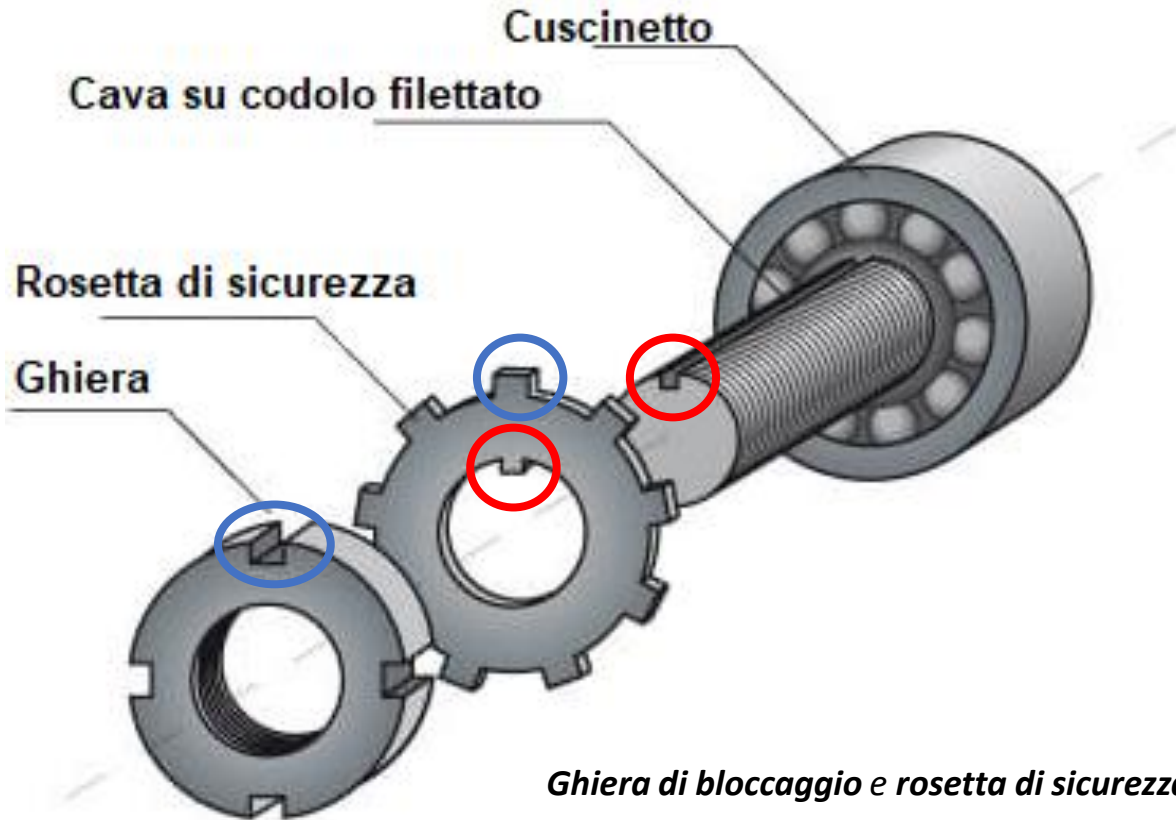
I cuscinetti montati con accoppiamento con interferenza, di norma, hanno un anello che si appoggia su uno spallamento sull'albero o nell'alloggiamento. Sul lato opposto, *l'anello interno* viene generalmente ancorato mediante una *ghiera di bloccaggio* con *rosetta di sicurezza* fissata ad una cava sul codolo filettato.



SKF

<http://www.skf.com/>

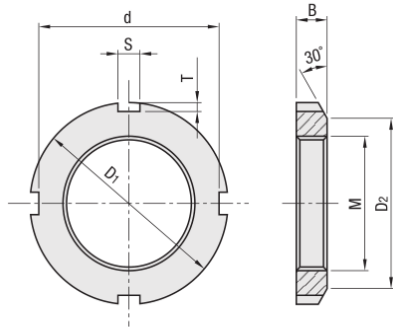
Metodi di bloccaggio assiale



Metodi di bloccaggio assiale

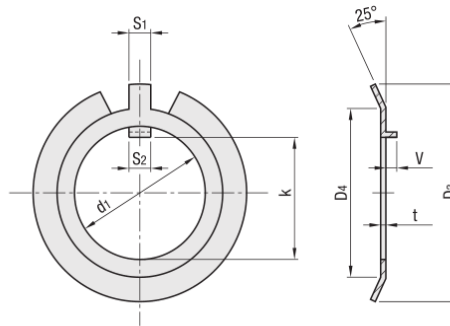
Ghiera di bloccaggio e rosetta di sicurezza

① Bearing Nut

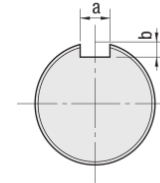


Screw Accuracy: JIS B0211 6H (Class 2)

② Tooth Lock Washer for Bearing



③ Slot on shaft



① Bearing Nut

No.	MxPitch (Fine)	D ₁	D ₂	B	d	S	T
10	10x0.75	18	13	4	14	3	2
12	12x1.0	22	17		18		
15	15x1.0	25	21	5	21	4	
17	17x1.0	28	24		24		
20	20x1.0	32	26	6	28	5	
25	25x1.5	38	32	7	34		
30	30x1.5	45	38	8	41	6	
35	35x1.5	52	44		8		
40	40x1.5	58	50	9	53	2.5	
45	45x1.5	65	56	10	60		
50	50x1.5	70	61	11	65		

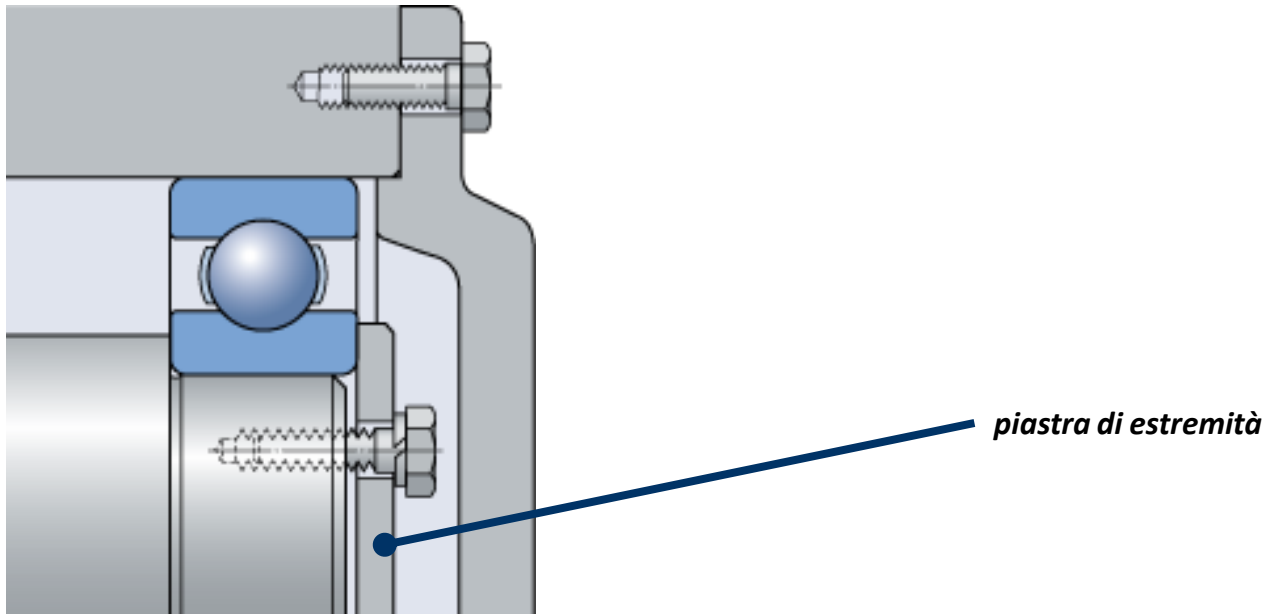
② Tooth Lock Washer for Bearing

No.	② Tooth Lock Washer for Bearing							Dim. of Tooth Lock Washer Mounting Groove (Reference)			
	d ₁	k	S ₁	S ₂	t	V	D ₃	D ₄	Number of Teeth	Slot Width a	Slot Depth b
10	10	8.5	3	3	1.0	2	21	13	9	4	2
12	12	10.5					25	17			
15	15	13.5	28	21							
17	17	15.5	32	24							
20	20	18.5	36	26							
25	25	23	4	4	2.5	42	32	13	5	2.5	
30	30	27.5				49	38				
35	35	32.5	5	5		57	44		15	7	3
40	40	37.5				62	50				
45	45	42.5	6	6		69	56	17			
50	50	47.5			74	61					

Metodi di bloccaggio assiale

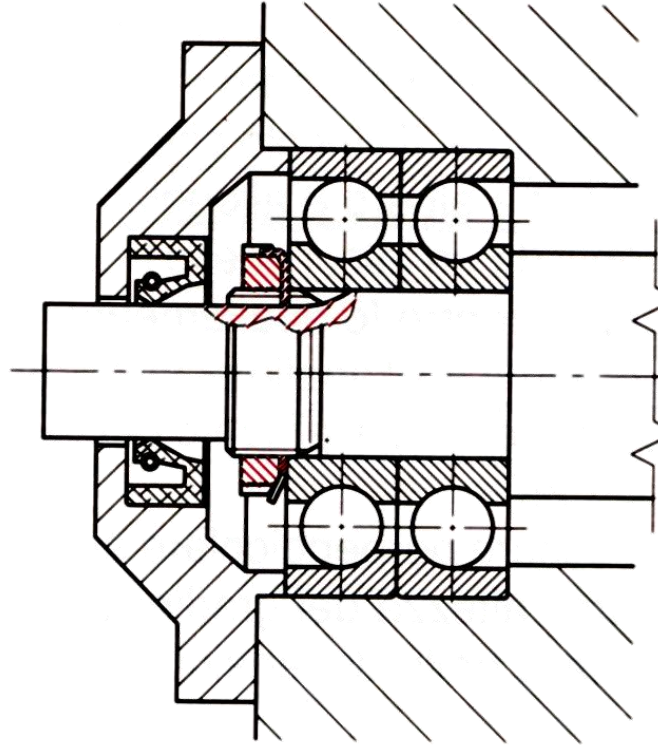
Piastra d'estremità

Ove le spinte assiali sono notevoli e il diametro dell'albero lo consenta, l'**anello interno** di un cuscinetto di estremità può essere bloccato con una ***piastra di estremità***.



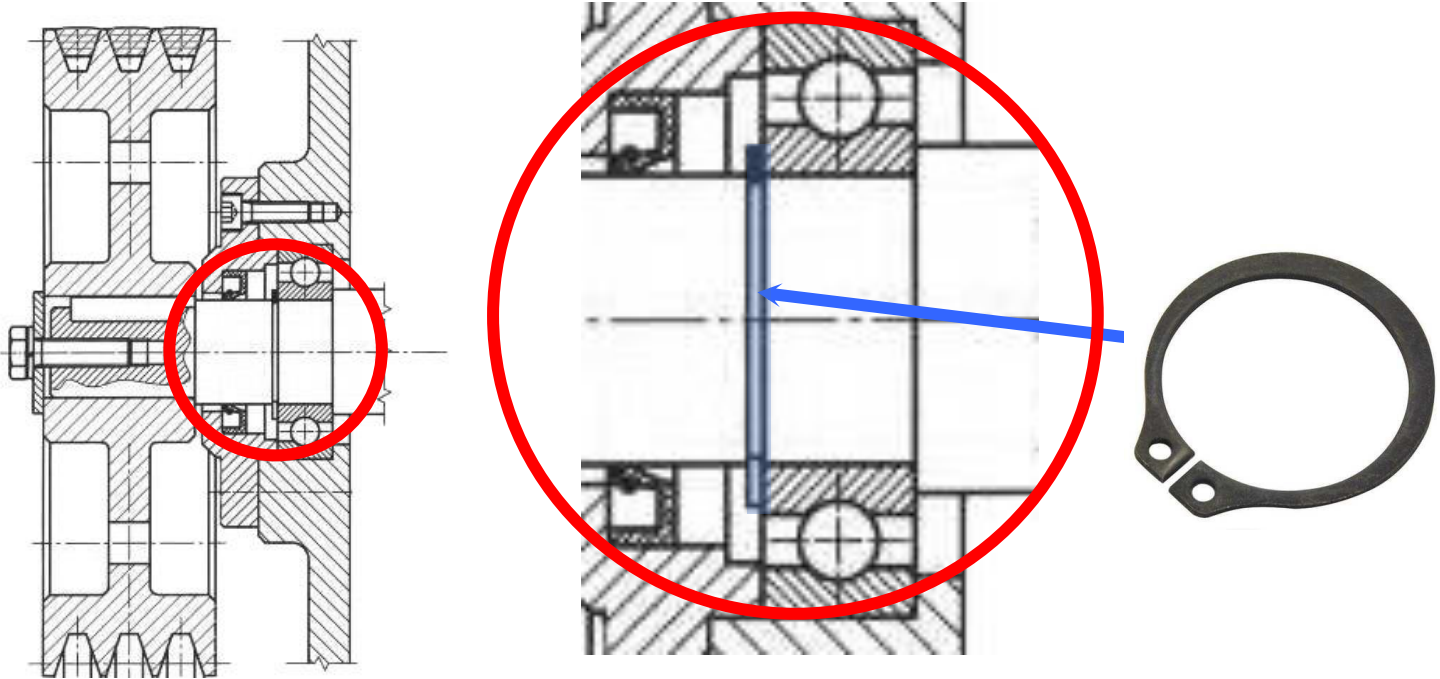
Bloccaggio su quattro spallamenti

Ove i cuscinetti siano molto sollecitati è possibile ricorrere ad un bloccaggio su quattro spallamenti.

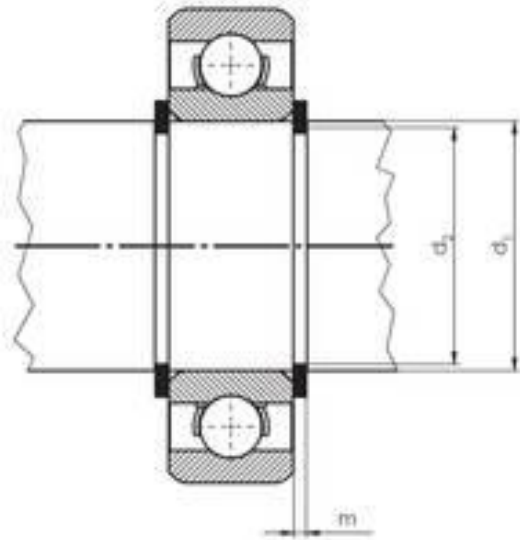


Anelli elastici

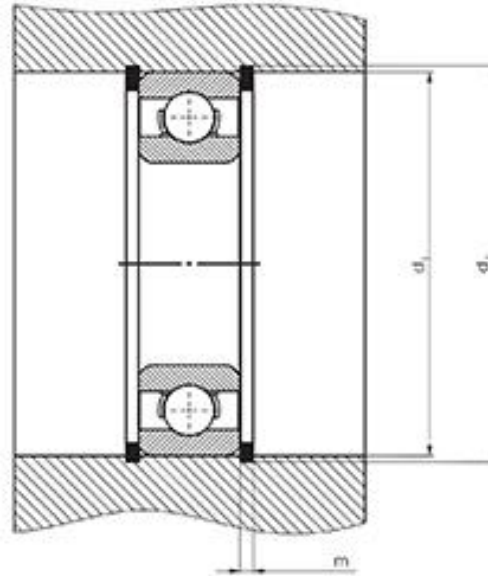
Sono costituiti da anelli in acciaio per molle, aperti per un breve tratto di circonferenza, con **diametro interno leggermente inferiore** a quello dell'albero su cui verranno collocati



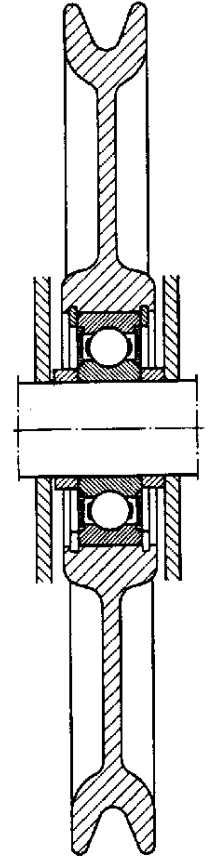
Anelli elastici



Bloccaggio assiale su albero

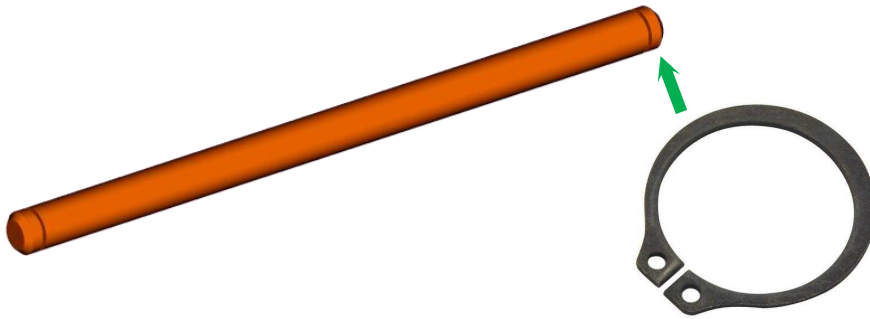


Bloccaggio assiale in un foro



Anelli di arresto

Il tipo più comune di anello elastico è il cosiddetto **anello SEEGER®** (*brevettati nel 1927 da Hugo Heiermann*), a sezione rettangolare, leggermente maggiore nella zona diametralmente opposta a quella di taglio, dove si ha la *maggiore sollecitazione di flessione conseguente alla deformazione dell'anello*.

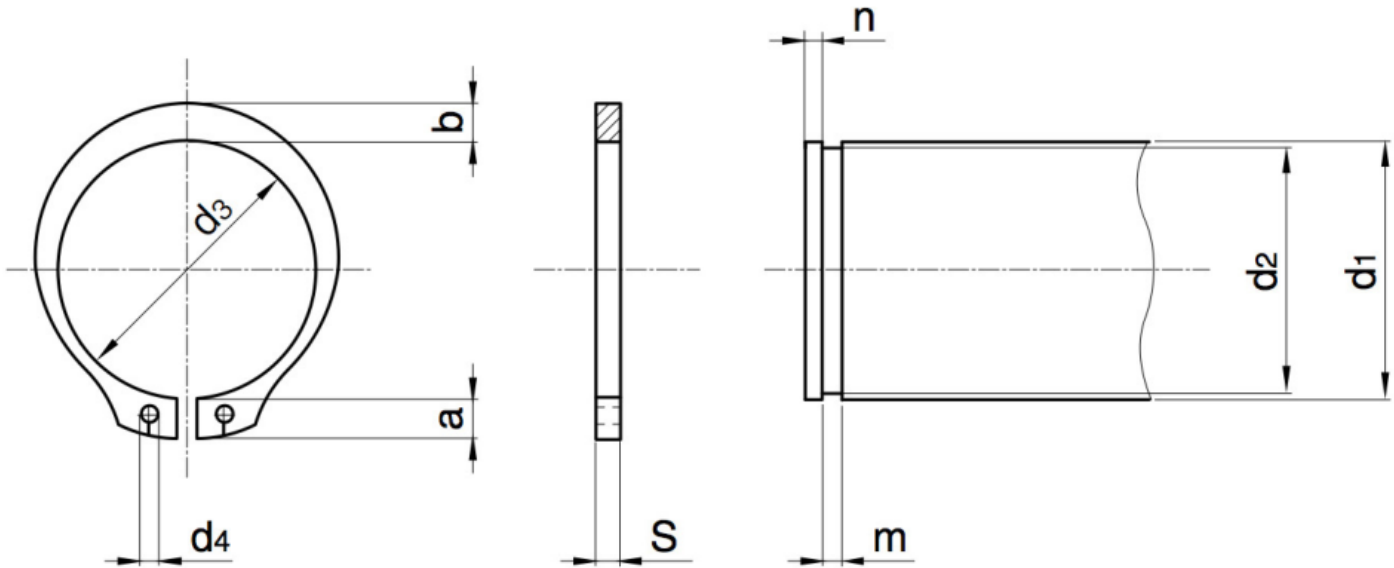


Generalmente sono collocati in **opposite gole** ricavate sugli **alberi** o nei **fori**, ma esistono anche anelli in grado di sopportare leggere spinte assiali solo grazie all'azione di compressione da essi esercitata direttamente sull'albero.



Anelli di arresto

Il tipo più comune di anello elastico è il cosiddetto **anello SEEGER®**, a sezione rettangolare, leggermente maggiore nella zona diametralmente opposta a quella di taglio, dove si ha la *maggior sollecitazione di flessione conseguente alla deformazione dell'anello*.



DIN 471 - Retaining rings for shafts - Normal type and heavy type

Anelli di arresto

Il tipo più comune di anello elastico è il cosiddetto **anello SEEGER®**, a sezione rettangolare, leggermente maggiore nella zona diametralmente opposta a quella di taglio, dove si ha la *maggior sollecitazione di flessione conseguente alla deformazione dell'anello*.

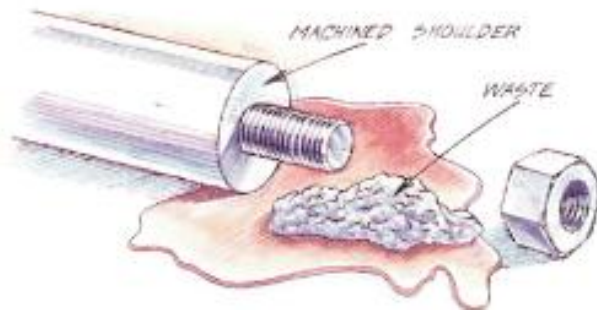
Shaft Ø d1 Nom. size	Order number	s	Ring					Groove				Supplementary datas ²⁾						Nom. size of pliers according to DIN 5254					
			perm. diff.	d3 perm. diff.	a max.	b ¹⁾ ≈	d5 min.	Weight (kg) per 1000 pcs. ≈	d2 perm. diff.	m H13	t	n min.	d4	F _N kN	F _R kN	g	F _{R2} kN		n _{abl} min. ⁻¹				
4	10 00 0471 0040/...	0.4	0 -0.05	3.7	+0.04 -0.15	2.2	0.9	1	0.022	3.8	0 -0.05	0.5	0.1	0.3	8.6	0.2	0.5	0.5	0.3	211000	3		
5	10 00 0471 0050/...	0.6		4.7		2.5	1.1	1	0.066	4.8		0.7	0.1	0.3	10.3	0.26	1	0.5	0.8	154000			
6	10 00 0471 0060/...	0.7		5.6		2.7	1.3	1.2	0.084	5.7		0.8	0.15	0.5	11.7	0.46	1.45	0.5	0.9	114000			
8	10 00 0471 0080/...	0.8		7.4		+0.06/-0.18	3.2	1.5	1.2	0.158		7.6	0/-0.06	0.9	0.2	0.6	14.7	0.81	3	0.5		2	96000
10	10 00 0471 0100/...	1	0 -0.06	9.3	+0.10 -0.36	3.3	1.8	1.5	0.34	9.6	0 -0.11	1.1	0.2	0.6	17	1.01	4	1	2.4	84000	3; 10		
12	10 00 0471 0120/...	1		11		3.3	1.8	1.7	0.5	11.5		1.1	0.25	0.8	19	1.53	5	1	2.4	75000			
14	10 00 0471 0140/...	1		12.9		3.5	2.1	1.7	0.64	13.4		1.1	0.3	0.9	21.4	2.15	6.35	1	2.4	58000	10		
16	10 00 0471 0160/...	1		14.7		3.7	2.2	1.7	0.7	15.2		1.1	0.4	1.2	23.8	3.26	7.4	1	2.4	45000			
20	10 00 0471 0200/...	1.2		18.5		+0.13/-0.42	4	2.6	2	1.3		19	0/-0.13	1.3	0.5	1.5	28.4	5.06	17.1	1.5	3.85	32000	10; 19
25	10 00 0471 0250/...	1.2		23.2		+0.21 -0.42	4.4	3	2	1.9		23.9	0 -0.21	1.3	0.55	1.7	34.2	7.05	16.2	1.5	3.7	25000	
30	10 00 0471 0300/...	1.5		27.9		+0.25/-0.5	5	3.5	2	3.31		28.6	0 -0.25	1.6	0.7	2.1	40.5	10.73	32.1	1.5	7.65	18900	19
35	10 00 0471 0350/...	1.5		32.2		5.6	3.9	2.5	4	33		1.6		1	3	46.8	17.8	30.8	2	5.55	15500		
40	10 00 0471 0400/...	1.75		36.5		+0.39 -0.9	6	4.4	2.5	6.03		37.5		1.85	1.25	3.8	52.6	25.3	51	2	9.5	14300	19; 40
42	10 00 0471 0420/...	1.75		38.5			6.5	4.5	2.5	6.5		39.5		1.85	1.25	3.8	55.7	26.7	50	2	9.45	13000	
50	10 00 0471 0500/...	2	45.8	6.9	5.1		2.5	10.2	47	2.15	1.5	4.5	64.5	38	73.3	2	14.4	10500	40				

1) dimension b must not exceed dimension a max.

2) the supplementary datas apply only to spring-steel retaining rings according to DIN EN 101322-4

Anelli di arresto

L'uso di anelli elastici è **più economico** di altri metodi di bloccaggio assiale.



Anelli di arresto

Sono disponibili in diverse foggie per diversi usi, per fori e alberi

 INTERNAL BASIC N5000 For housings and bores Size Range: 250–10.0 in. 6.4–254.0 mm	 EXTERNAL BOWED 5101* For shafts and pins Size Range: .188–1.750 in. 4.8–44.4 mm	 EXTERNAL REINFORCED 5115 For shafts and pins Size Range: .094–1.0 in. •	 EXTERNAL HEAVY-DUTY 5160 For shafts and pins Size Range: .394–2.0 in. 10.0–50.8 mm
 INTERNAL BOWED N5001* For housings and bores Size Range: .250–1.750 in. 6.4–44.4 mm	 EXTERNAL BEVELED 5102 For shafts and pins Size Range: 1.0–10.0 in. 25.4–254.0 mm	 EXTERNAL BOWED E-RING 5131 For shafts and pins Size Range: .110–1.375 in. 2.8–34.9 mm	 EXTERNAL KLIPRING® 5304 T-5304 For shafts and pins Size Range: .156–1.000 in. 4.0–25.4 mm
 INTERNAL BEVELED *N5002/*N5003 For housings and bores Size Range: 1.0–10.0 in. ° 25.4–254.0 mm * 1.56–2.81 in. * 39.7–71.4 mm	 EXTERNAL CRESCENT® 5103 For shafts and pins Size Range: .125–2.0 in. 3.2–50.8 mm	 EXTERNAL E-RING 5133 For shafts and pins Size Range: .040–1.375 in. 1.0–34.9 mm	 EXTERNAL GRIPRING® 5555 For shafts and pins Size Range: .079–.750 in. 2.0–19.0 mm
 INTERNAL CIRCULAR 5005 For housings and bores Size Range: .312–2.0 in. •	 EXTERNAL CIRCULAR 5105 For shafts and pins Size Range: .094–1.0 in. •	 EXTERNAL RADIAL GRIPRING® 5135 for shafts and pins Size Range: .094–.375 in. 2.4–9.5 mm.	 EXTERNAL HIGH-STRENGTH
 INTERNAL INVERTED 5008 For housings and bores Size Range: .750–4.0 in. 19.0–101.6 mm	 EXTERNAL INTERLOCKING 5107* For shafts and pins Size Range: .469–3.375 in. 11.9–85.7 mm	 EXTERNAL PRONG LOCK® 5139* For shafts and pins Size Range: .092–.438 in. •	 EXTERNAL PERM
 EXTERNAL BASIC 5100 For shafts and pins Size Range: .125–10.0 in. 3.2–254.0 mm	 EXTERNAL INVERTED 5108 For shafts and pins Size Range: .500–4.0 in. 12.7–101.6 mm	 EXTERNAL REINFORCED E-RING 5144 For shafts and pins Size Range: .094–.562 in. 2.4–14.3 mm.	*Non-Stock Available only



La **lubrificazione** dei cuscinetti volventi è **fondamentale**:

- **riduce l'attrito** dei corpi in moto relativo
- **protegge** dall'ossidazione
- **asporta il calore** sviluppato
- Riduce vibrazioni
- impedisce l'entrata di polvere dall'esterno

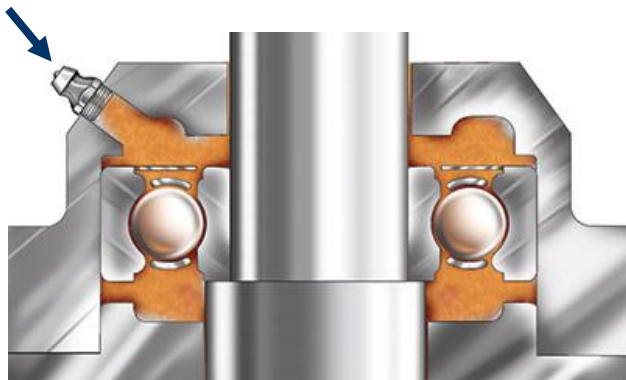


Cuscinetti volventi - Lubrificazione

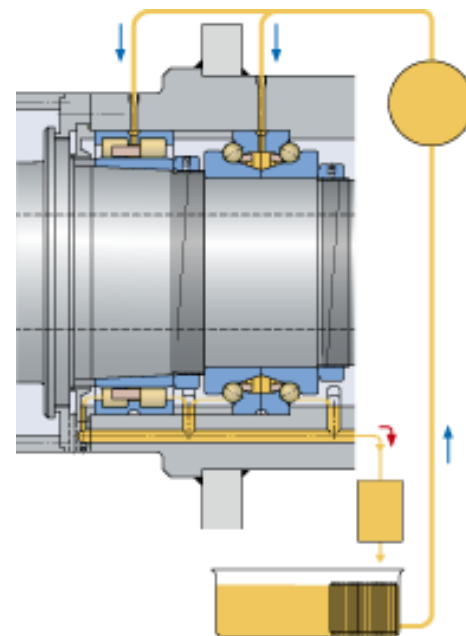
La lubrificazione può essere:

- **a grasso** (da preferire quando si ha difficoltà di tenuta di olio, e quando si vuole evitare il gocciolamento dell'olio sul prodotto lavorato -alimenti, tessuti-).
- **a olio** (migliore di quella a grasso - da preferire in condizioni di scarsa accessibilità, quando si devono realizzare **lubrificazioni forzate e/o centralizzate** - facilità di controllo livello di lubrificante

Punto di ingrassaggio



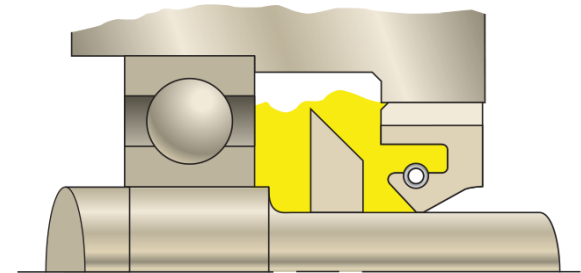
a grasso (manuale)



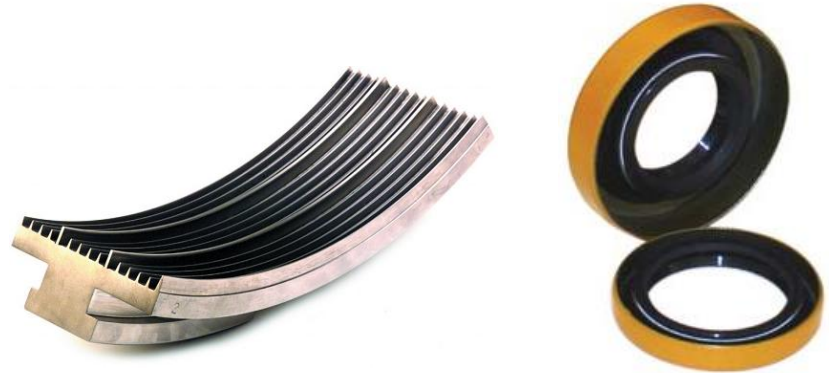
Elementi in gomma (*guarnizioni*) o in metallo (*otturatori*) con la funzione di:

- **proteggere** il cuscinetto dalla penetrazione di **impurezze**
- **impedire la fuoriuscita del lubrificante**

Guarnizioni {
Anelli di tenuta
Feltri

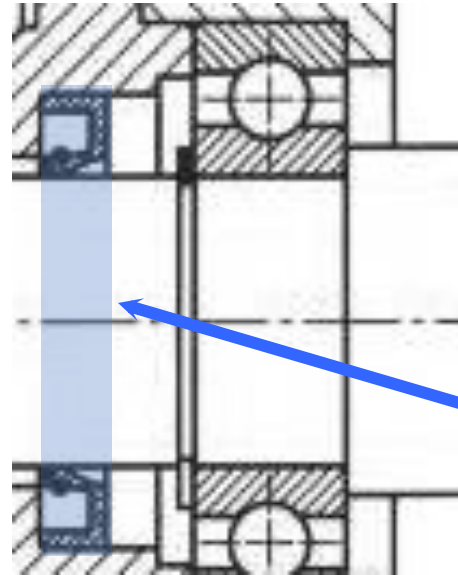
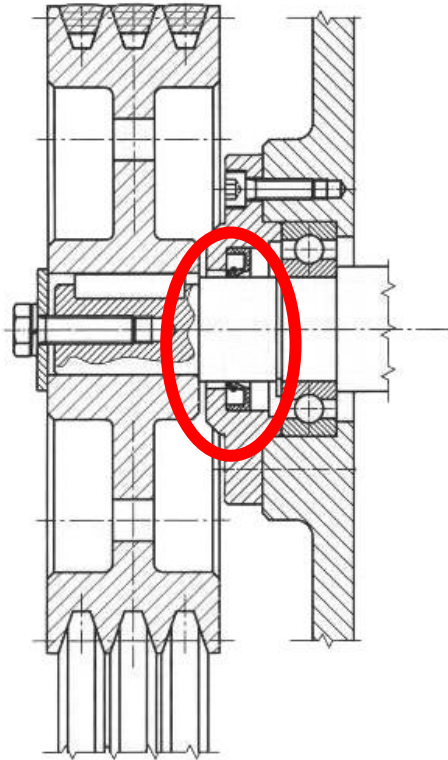


Otturatori {
A scanalatura
Statici
A labirinto



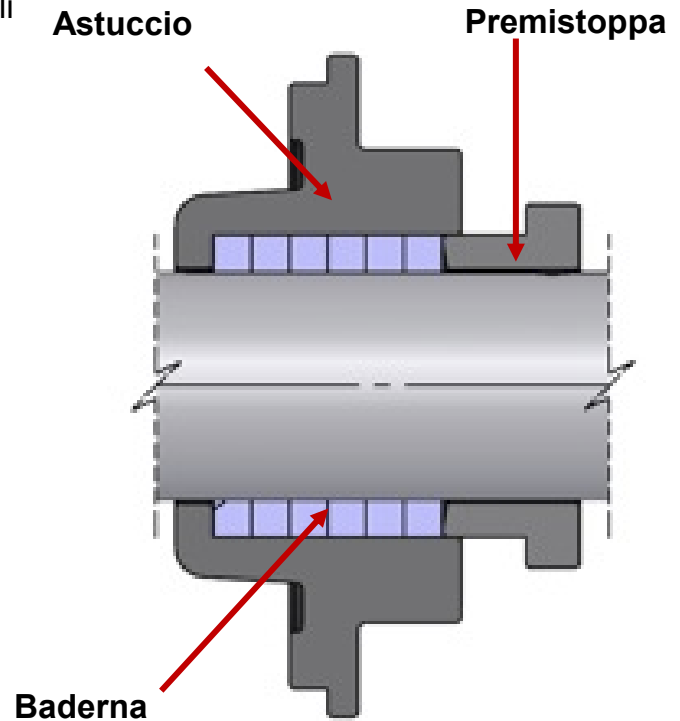
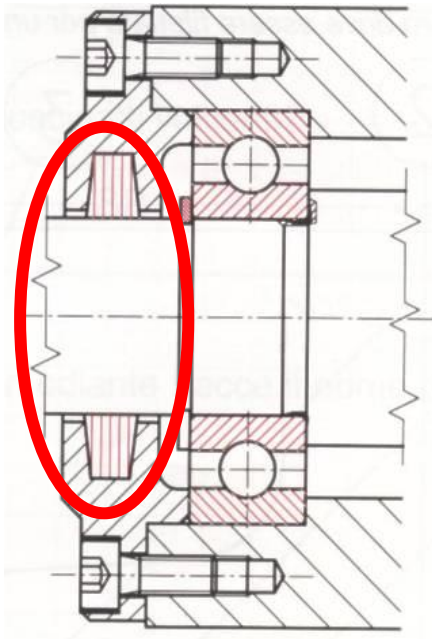
Sistemi di protezione: anelli di tenuta

Guarnizioni in gomma (cd. "paraoli")



Elemento di tenuta in materiale tessile

- Economico
- Adatto alle alte temperature e ambienti ostili
- Varie velocità



Elemento di tenuta in materiale tessile

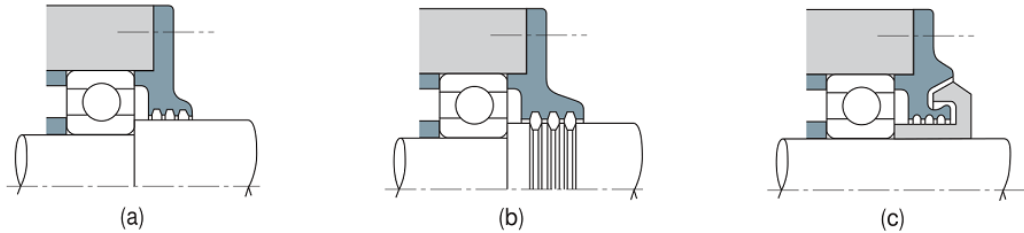


Treccia/baderna in **grafite**
(alte velocità)

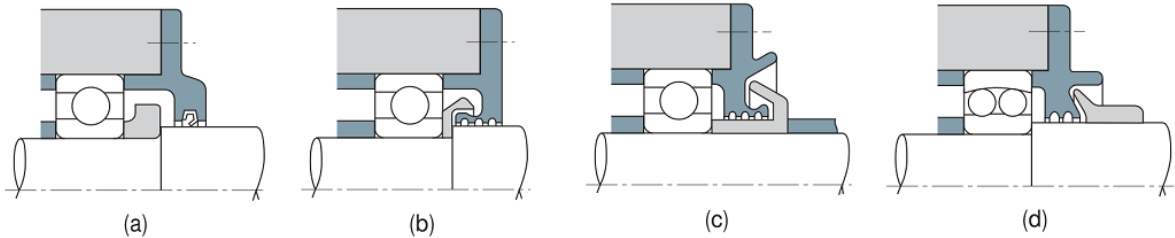


Treccia/baderna in **PTFE**
(basse velocità)

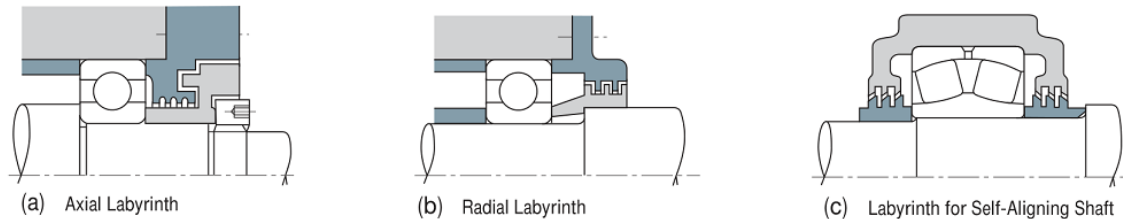
A scanalatura



Statici



A labirinto



Sopporti per alberi

Elementi che sostengono i perni di un albero rotante fissandone la posizione, anche assiale e mantenendo l'attrito entro limiti accettabili.

La parte interna del supporto può essere direttamente a contatto con l'albero o contenere un **cuscinetto**.

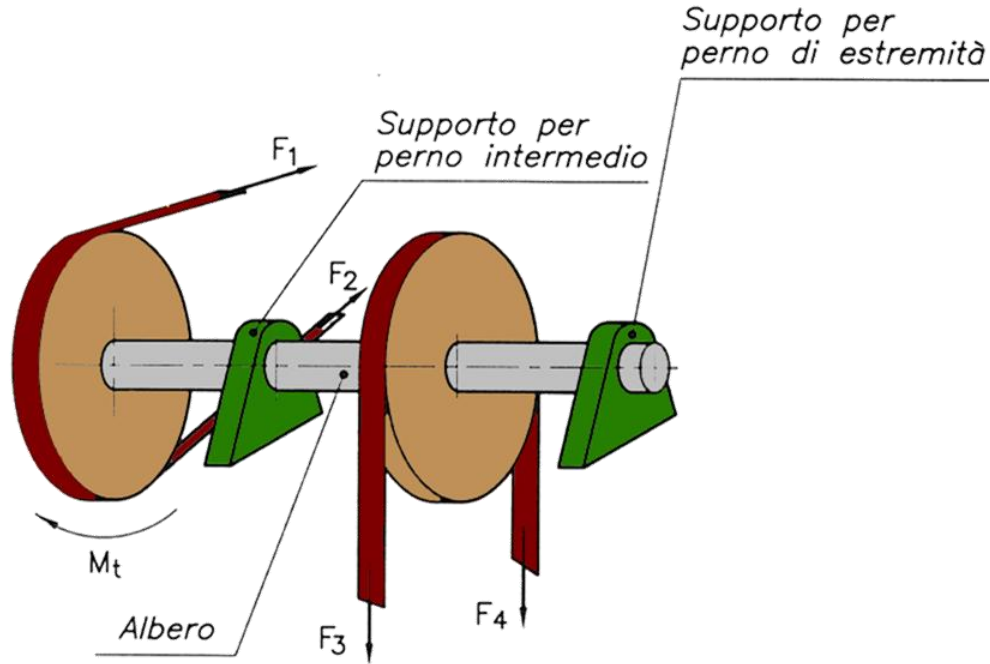


Supporti per alberi di trasmissione orizzontali



Gli alberi orizzontali sono caratterizzati da **apposite sedi cilindriche**, dette **perni**, realizzate in corrispondenza degli appoggi sui supporti (o *sopporti*).

- Perna per supporti intermedi (**perni di banco**)
- Perna per supporti di estremità (**perni di estremità**)



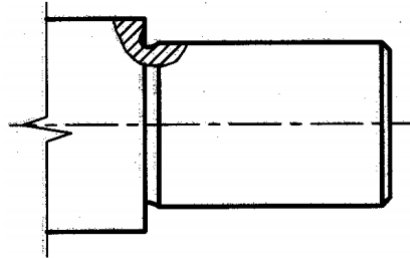
Alberi di trasmissione orizzontali: perni di estremità



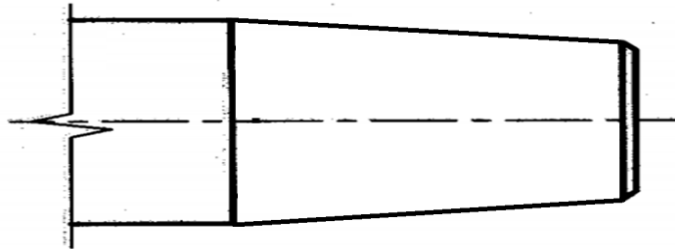
I perni di estremità (UNI ISO 775-88) sono ricavati nella parte terminale dell'albero.

Possono essere di tre tipi:

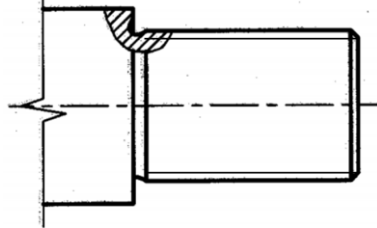
**Estremità cilindrica
(lunga o corta)**



**Estremità conica
(conicità 1:10)**



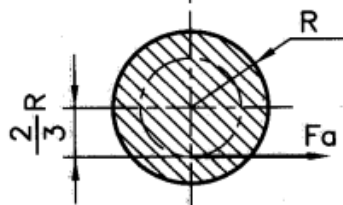
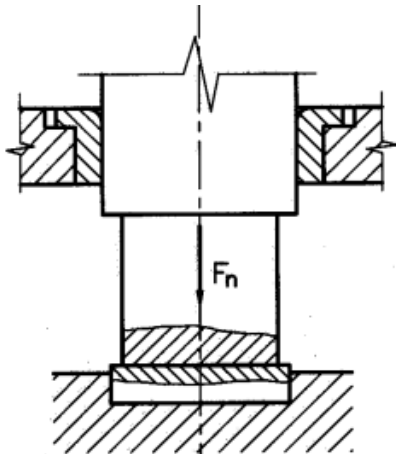
**Estremità filettata
(esterna o interna)**



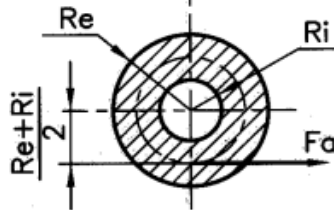
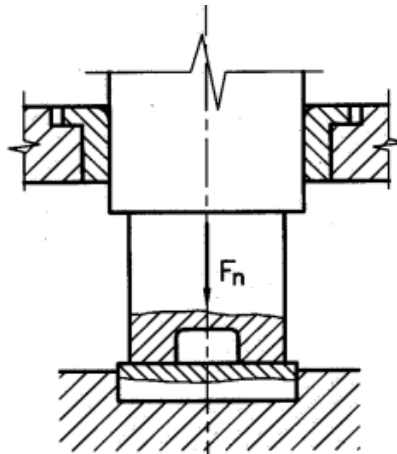
Supporti per alberi di trasmissione verticalia



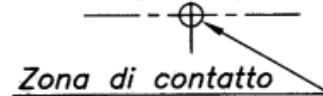
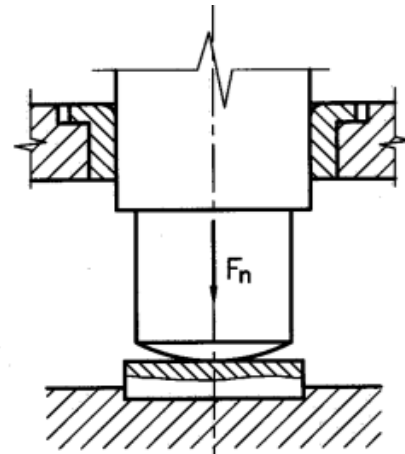
Gli alberi verticali sono supportati con una estremità detta **perno di spinta** ad una *ralla* o ad una superficie (deve sostenere oltre al peso, l'intero sforzo assiale presente sull'albero). La superficie di appoggio può essere **piana**, **anulare** o **sferica**.



Appoggio piano



Appoggio anulare



Appoggio a calotta sferica

Sopporti per alberi

Con incastellatura in un sol pezzo



A occhio

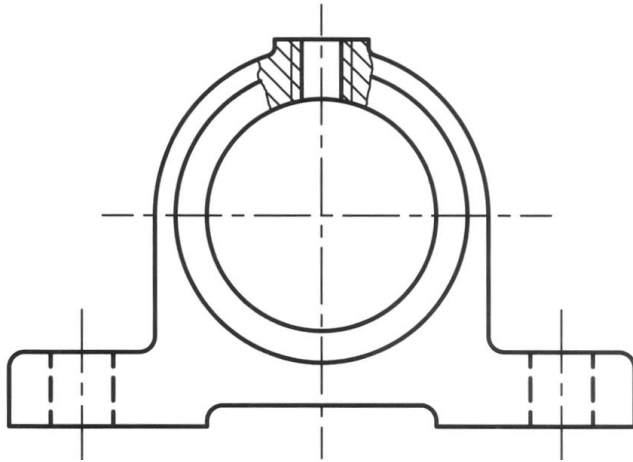


A flangia

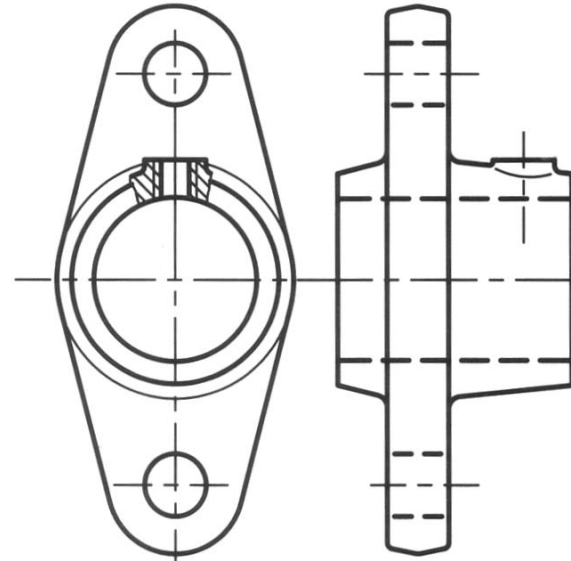
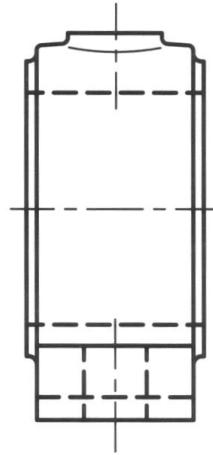
Supporti per alberi

Con incastellatura in un sol pezzo

Di semplice costruzione **possono essere impiegati solo in corrispondenza delle estremità degli alberi** in quanto presentano l'inconveniente che **per smontare l'albero occorre la rimozione del supporto**. Possono essere a occhio o a flangia.



A occhio



A flangia

Sopporti per alberi

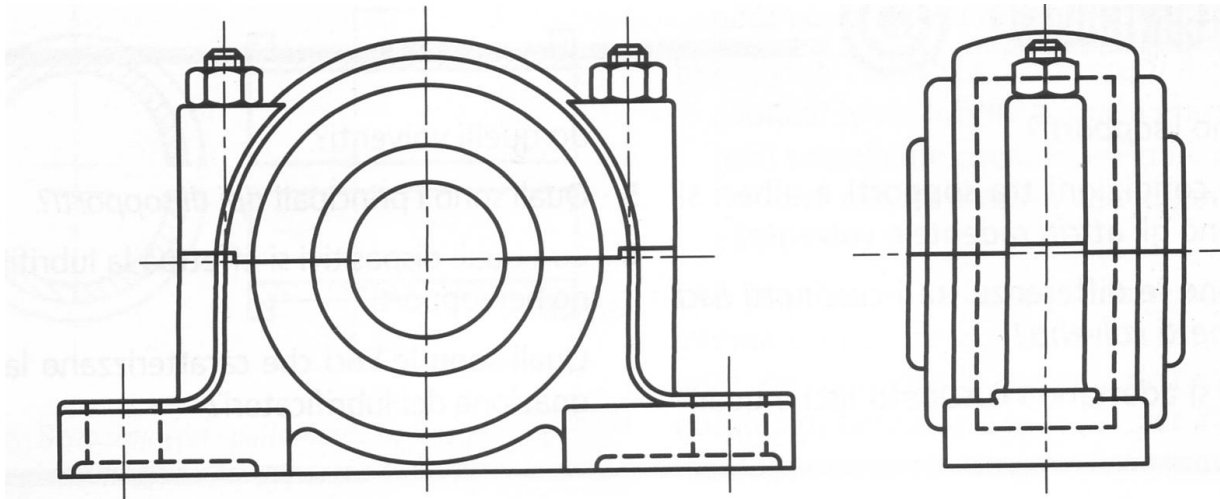
Con incastellatura in due pezzi (ISO 113)



Con incastellatura in due pezzi

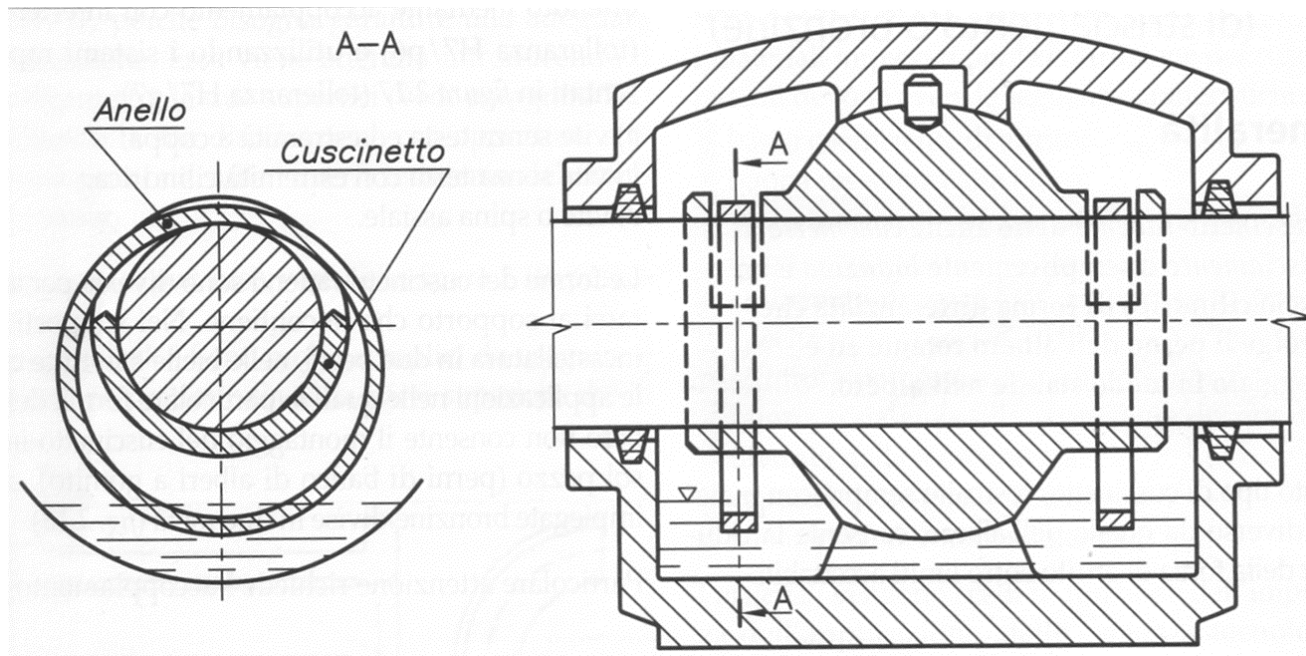
Vengono impiegati quando si devono assemblare organi **facilmente smontabili**, su alberi lunghi, pesanti e difficili da manovrare, sui perni intermedi tra organi calettati.

Il supporto risulta diviso in due parti in corrispondenza del piano diametrale orizzontale: **la parte superiore (cappello)** viene asulla **parte inferiore (base o corpo)** mediante incastro longitudinale e bloccata con **viti prigioniere** e dadi.



Supporti con cuscinetti oscillanti

Vengono impiegati su alberi lunghi e soggetti a deformazioni. Il cuscinetto interno, liscio o volvente può seguire l'oscillazione del perno sull'albero su cui è montato essendo vincolato al supporto mediante calotte o corone sferiche.



Dispositivi di lubrificazione

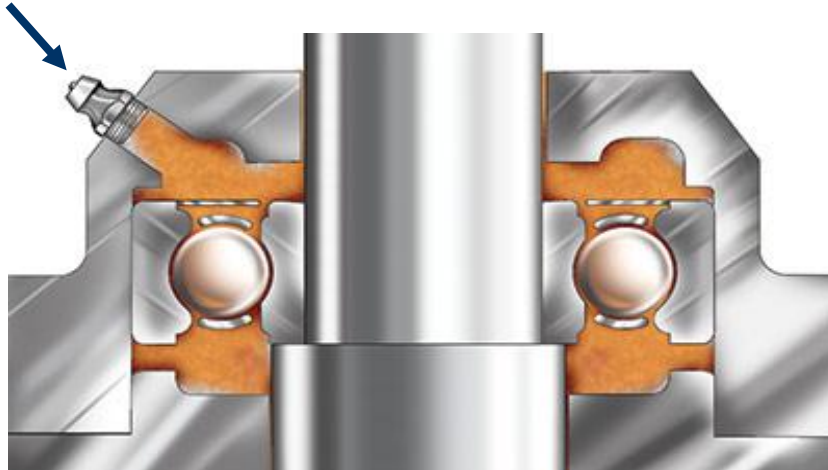
L'unificazione prevede diversi tipi di lubrificatori



Dispositivi di lubrificazione

L'unificazione prevede diversi tipi di lubrificatori

Punto di ingrassaggio

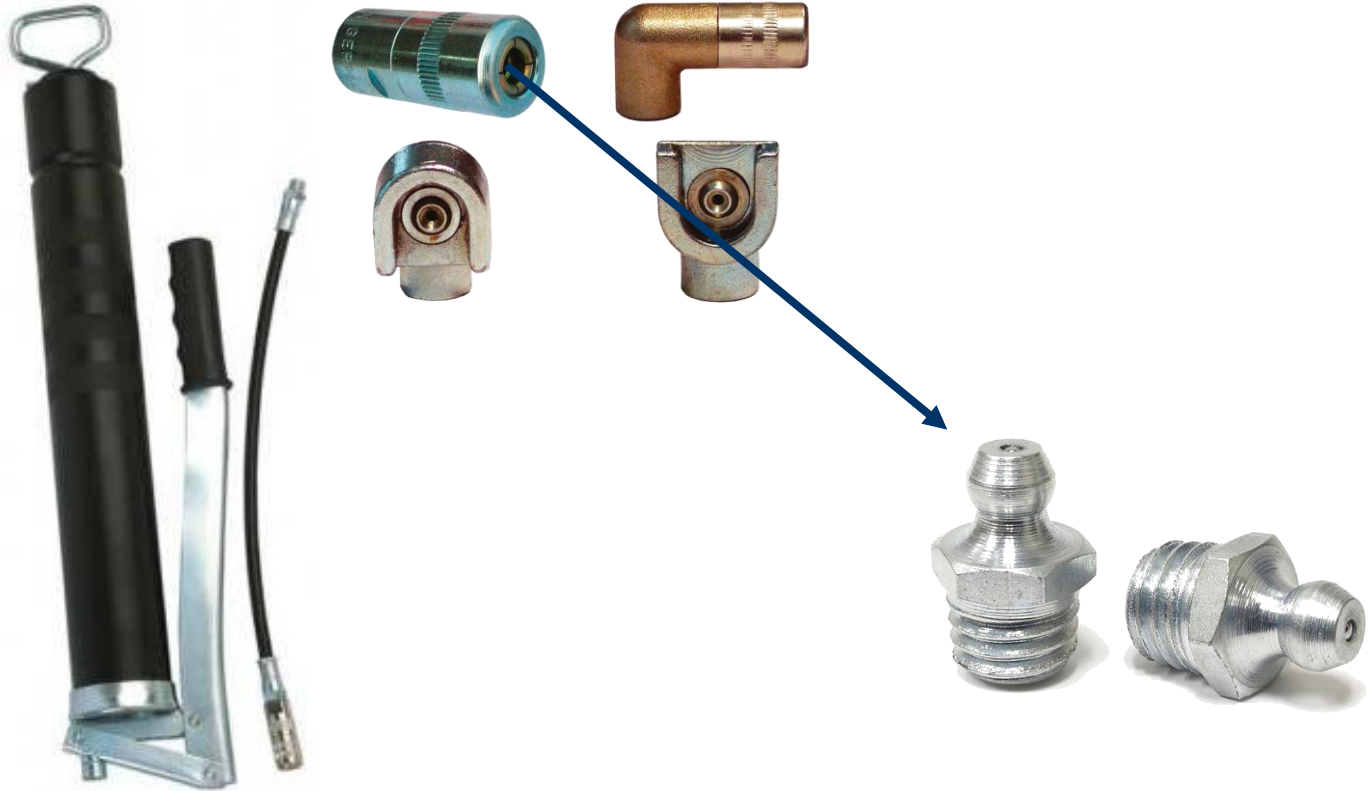


a grasso (manuale)

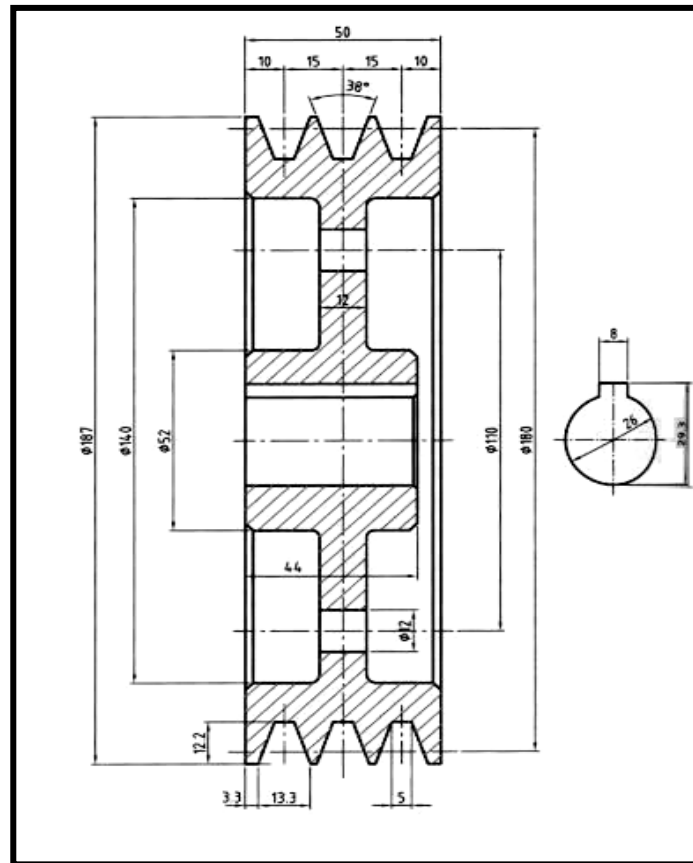
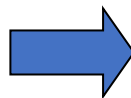
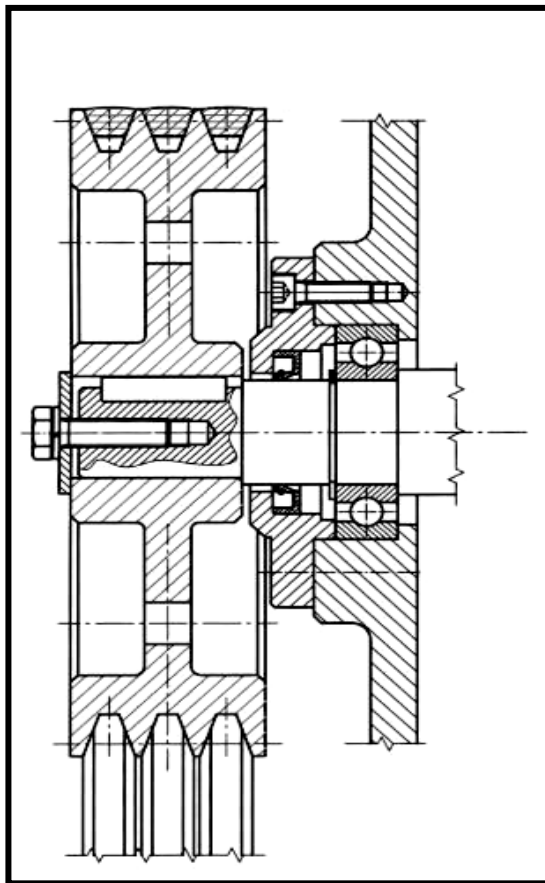


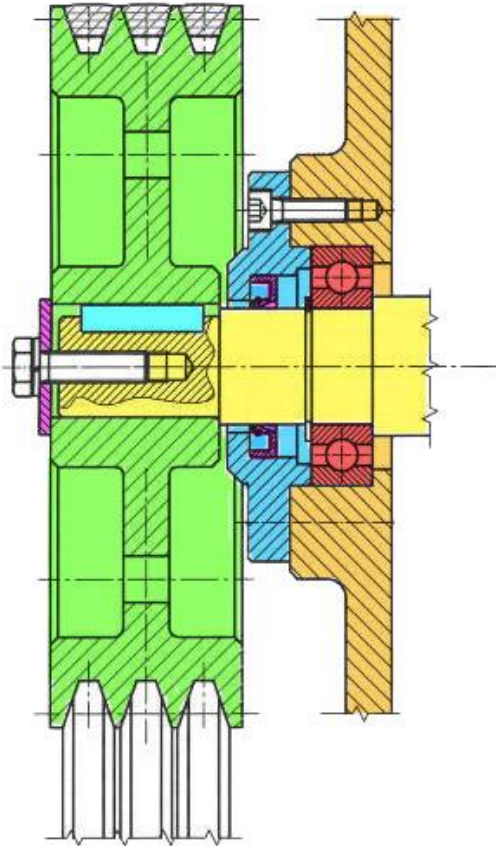
Dispositivi di lubrificazione

L'unificazione prevede diversi tipi di lubrificatori

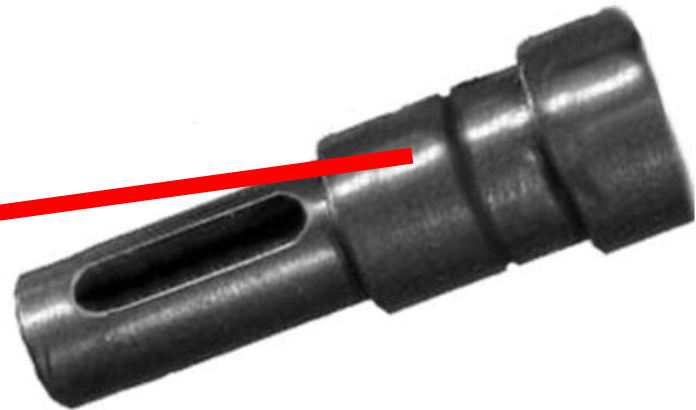
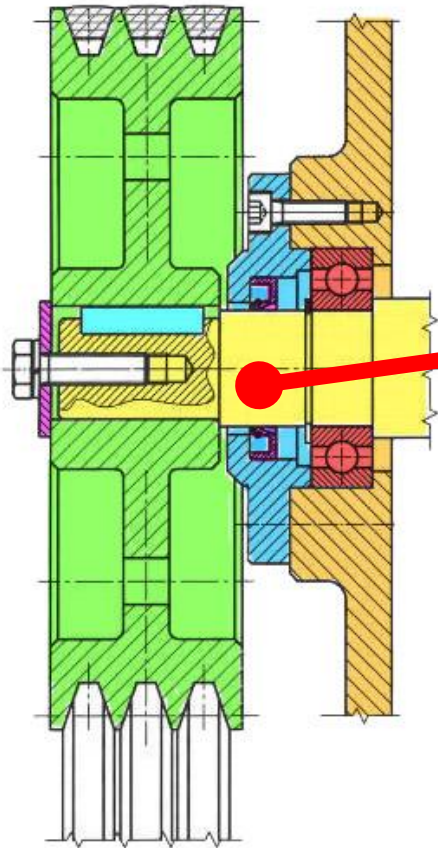


Estrazione del particolare

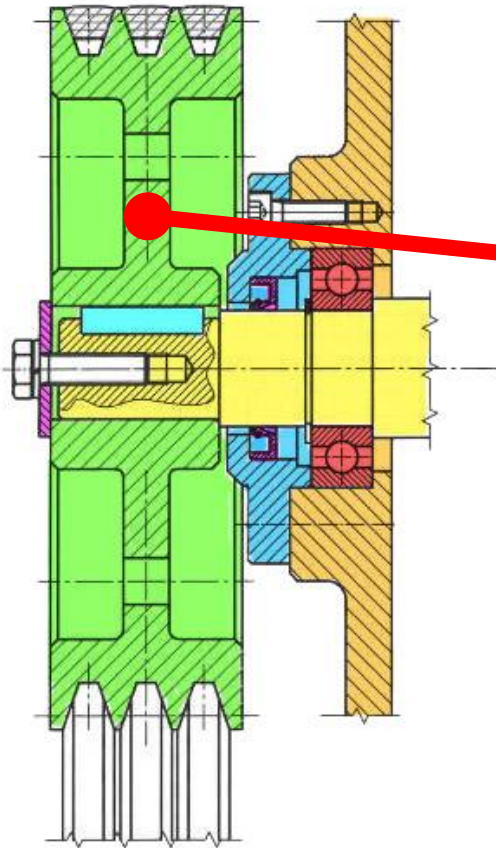




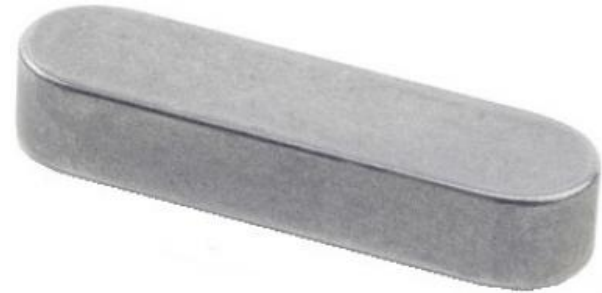
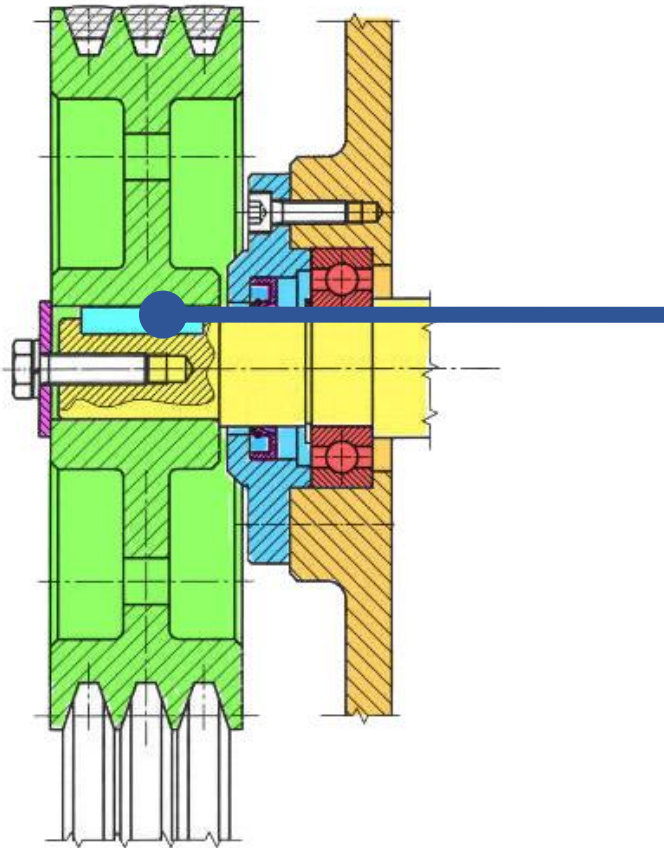
Per poter ***riconoscere e rappresentare*** correttamente le singole parti nella vista d'assieme, è **indispensabile conoscere il funzionamento dei più comuni organi meccanici**



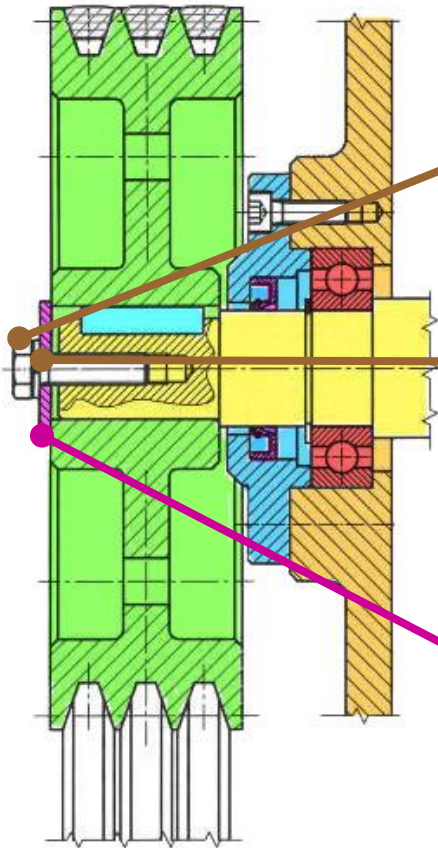
Albero di trasmissione
con cava per *linguetta*,
gole e spallamenti



Puleggia per cinghia di trasmissione



Linguetta elemento di collegamento intermedio che rende solidale la rotazione di albero e puleggia



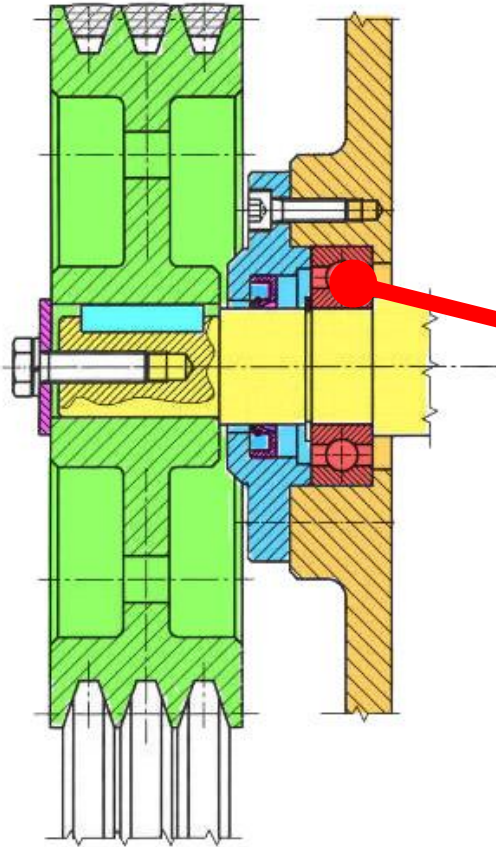
Vite a testa esagonale per il bloccaggio assiale della puleggia rispetto all'albero



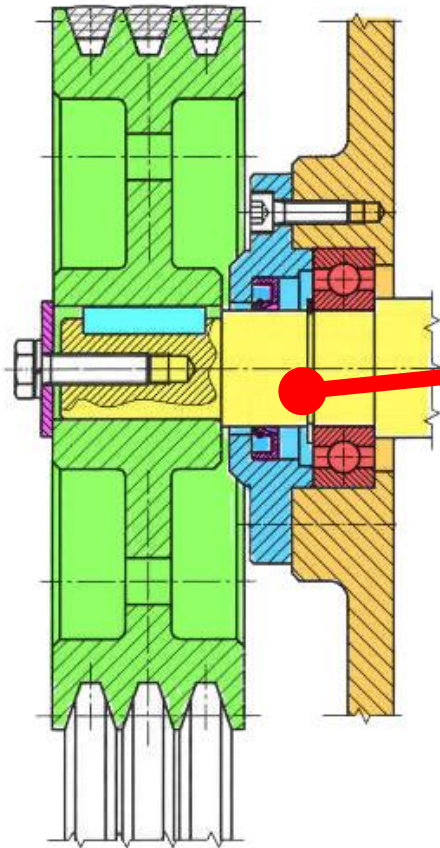
Rondella elastica spaccata con funzione antisvitamento



Rondella/distanziale a fascia larga per distribuire carico della vite sul mozzo



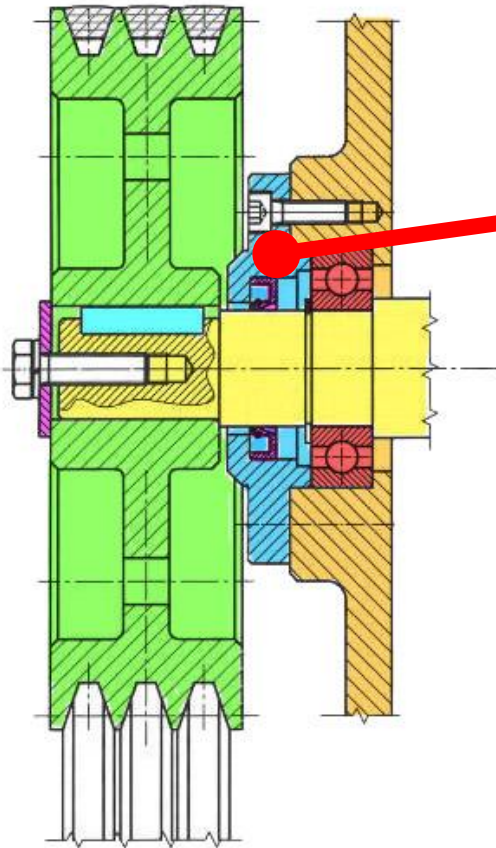
Cuscinetto a sfera per permettere la rotazione dell'albero rispetto al supporto



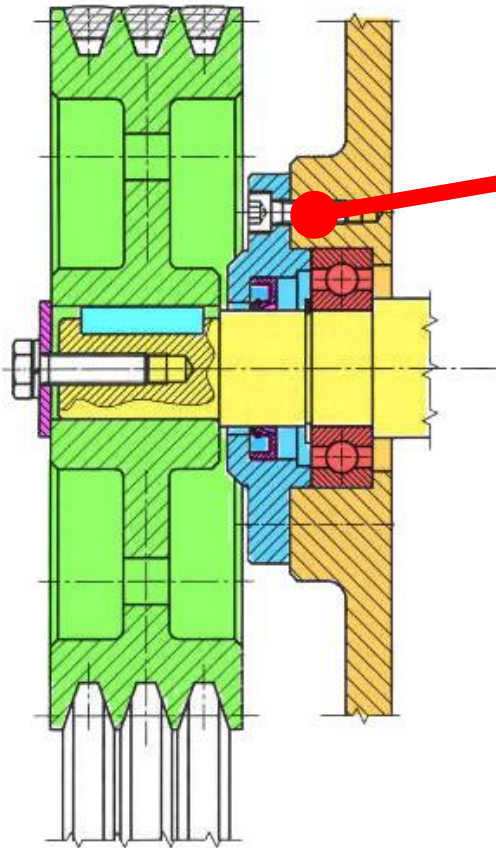
Anello "Seeger" per il bloccaggio assiale del cuscinetto sull'albero



Anello di tenuta (*"paraolio"*) per impedire trafilamenti di grasso o olio verso l'esterno o ingresso di detriti nella sede del cuscinetto



Coperchio per alloggiamento anello di tenuta



**Vite a testa cilindrica
con esagono incassato**
per collegamento coperchio
a supporto albero