

**Laboratorio di  
Tecnologie Biomediche  
*Collegamenti meccanici***

**Carmelo De Maria**  
[carmelo.demaria@unipi.it](mailto:carmelo.demaria@unipi.it)

# Imbiettamenti

- collegamenti di tipo smontabile che hanno per scopo quello di impedire la rotazione relativa di due elementi accoppiati (in genere albero e mozzo). Gli elementi più comuni sono i seguenti:
  - chiavette;
  - linguette;
  - perni;
  - spine;
  - profili scanalati.

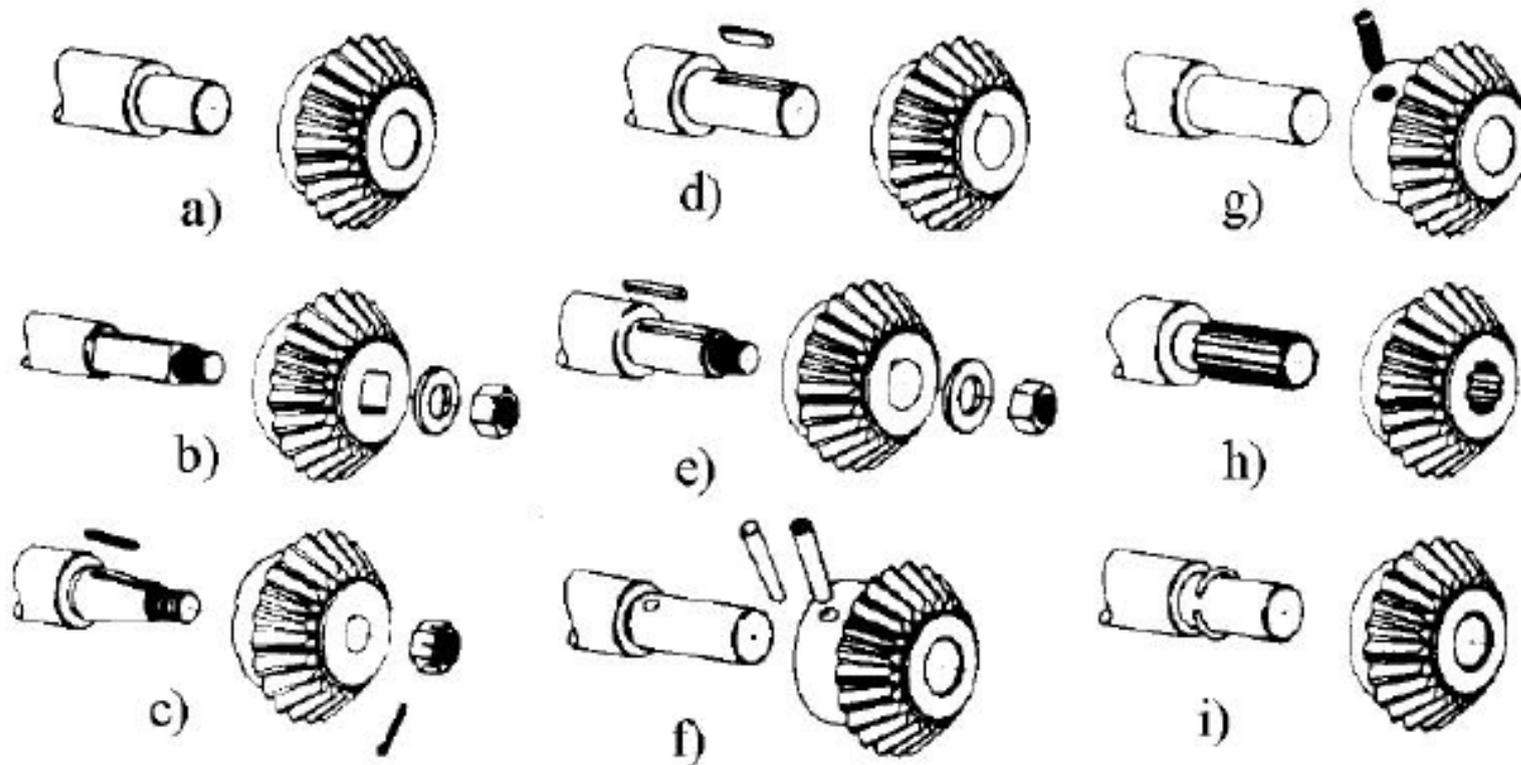
# Imbiettamenti

- Possibili esigenze
  - evitare la rotazione reciproca (trasmissione del momento torcente)
  - evitare la traslazione reciproca
  - effettuare il centraggio reciproco (riferimento)
  - impedire lo smontaggio spontaneo o gli spostamenti relativi

# Imbiettamenti

Elementi	Chiavette	Linguette	Perni/Spine	Anelli elastici	Profili scanalati
Esigenze					
impedimento rotazione					
impedimento traslazione					
centraggio o riferimento					
sicurezza o arresto					

# Imbiettamenti



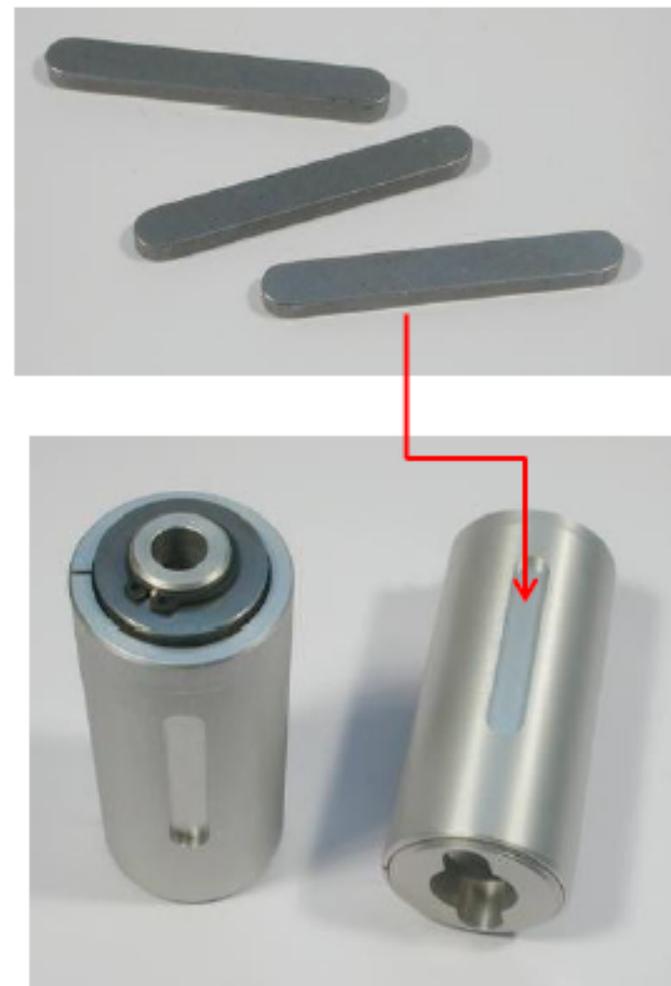
a) forzamento; b) con estremità prismatica e codolo filettato per dado d'arresto; c) su estremità conica con dado o ghiera di forzamento; d) con chiavetta; e) con linguetta e dado d'arresto; f) con spina trasversale; g) con grano di pressione; h) con accoppiamento scanalato; i) per brasatura o saldatura

# Chiavette

Le *chiavette* permettono di collegare un albero con un mozzo in modo da consentire la trasmissione del momento torcente.

Le chiavette hanno forma di *prisma a sezione rettangolare* con la faccia superiore inclinata rispetto a quella inferiore di 1:100. Le chiavette agiscono quindi come un cuneo ed il forzamento radiale che nasce consente la trasmissione del momento torcente. Le facce laterali presentano gioco con le corrispondenti superfici delle cave.

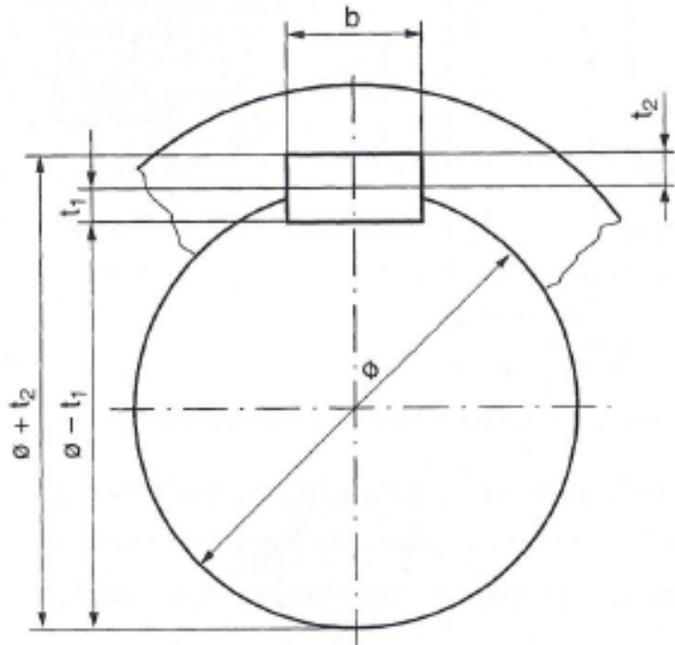
Vengono inserite in apposite scanalature dette *cave* ricavate, in genere, sull'albero e sul mozzo.



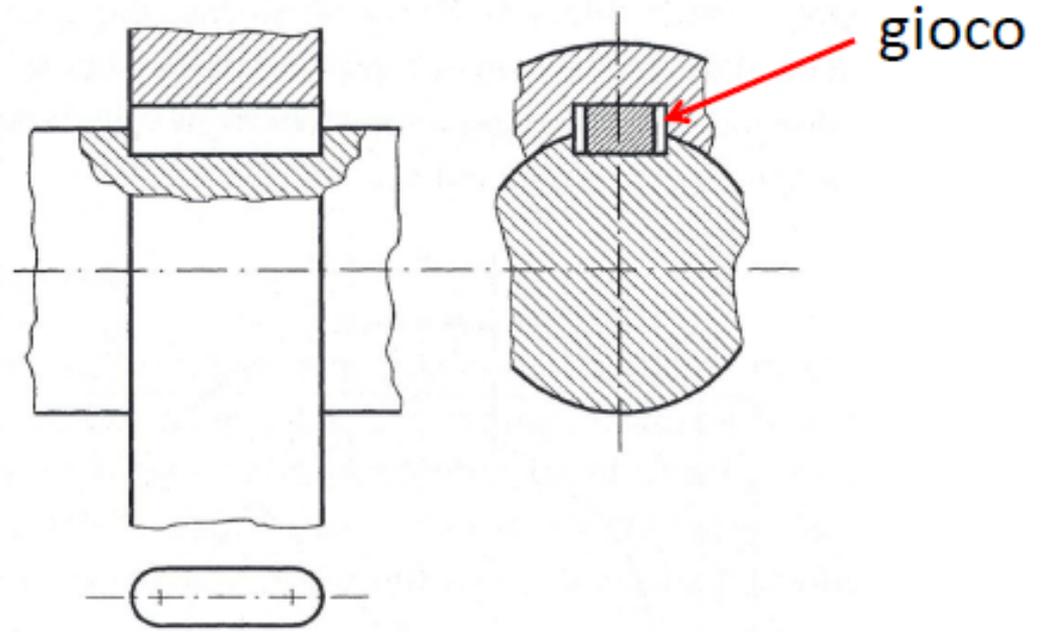
# Chiavette

- Vantaggi/svantaggi
  - Il forzamento radiale produce disassamento fra albero e mozzo.
  - Le velocità di rotazione devono quindi essere basse per evitare vibrazioni e quindi danneggiamenti.
  - E' una soluzione economica adeguata alla trasmissione di coppie non elevate in presenza di basse velocità di rotazione.

# Chiavette

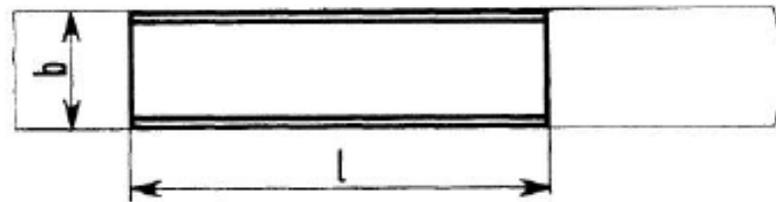
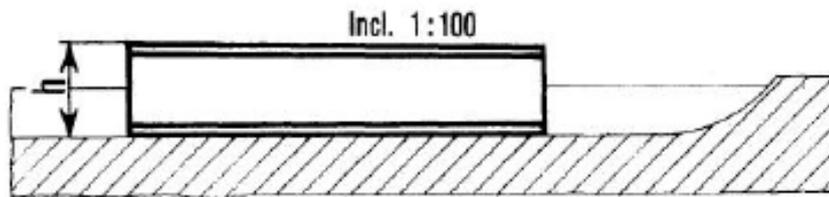


Le cave si ottengono, in genere, per fresatura sull'albero e per brocciatura sul mozzo.

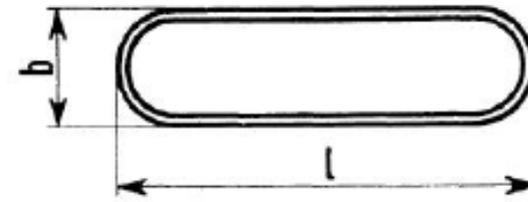
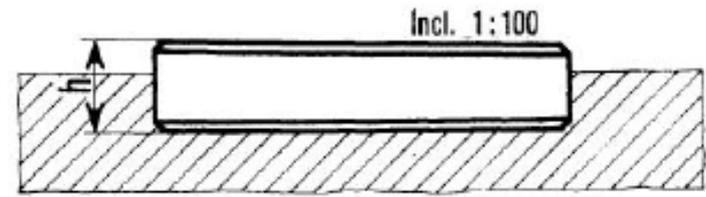


# Chiavette

**Forma A**  
(diritta)



**Forma B**  
(arrotondata)



Esempio di designazione di una chiavetta, forma A (diritta), avente sezione  $b \times h = 22 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$  e lunghezza  $l = 140 \text{ mm}$ :

**Chiavetta A 22 x 14 x 140 UNI 6607-69**

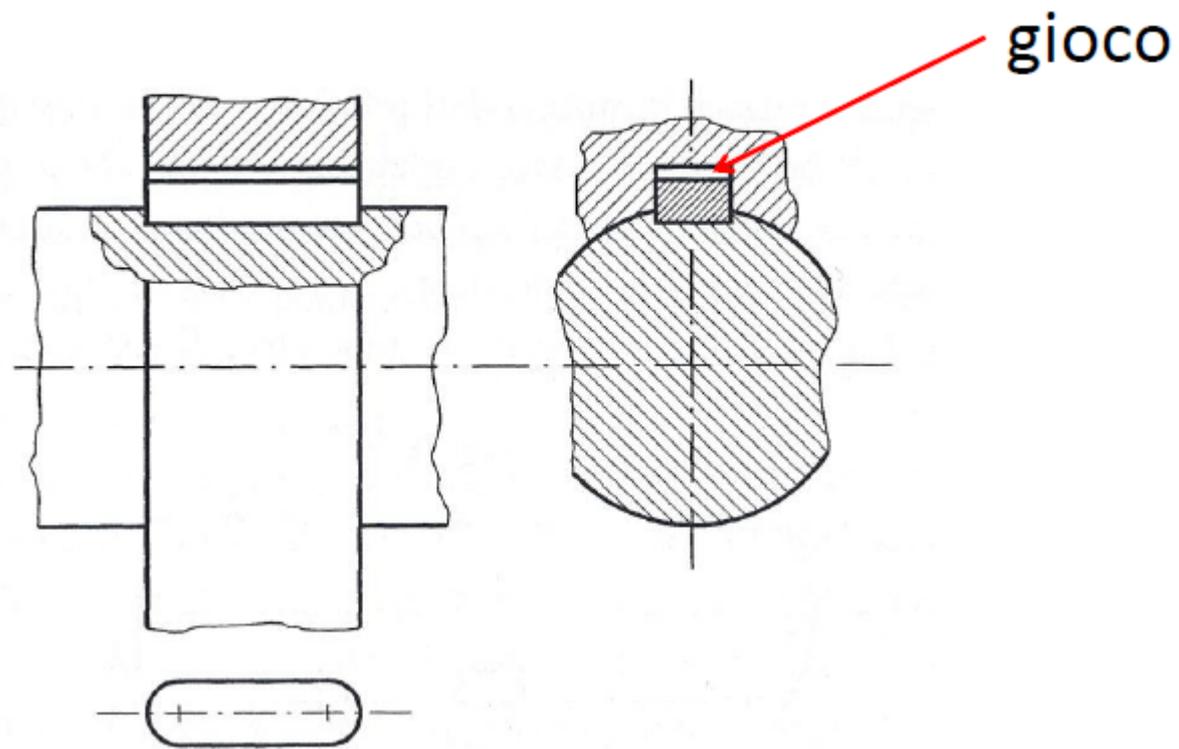
# Linguette

- Le linguette sono organi di collegamento calettati su cave ricavate su alberi e su mozzi ma, a differenza delle chiavette, hanno le facce a due a due parallele fra loro.
- Il moto viene trasmesso per contatto con le facce laterali fra le cave e l'organo di collegamento .
- Esiste quindi gioco in direzione radiale ed il momento torcente viene trasmesso dallo sforzo di taglio agente sulle linguette stesse.

# Linguette

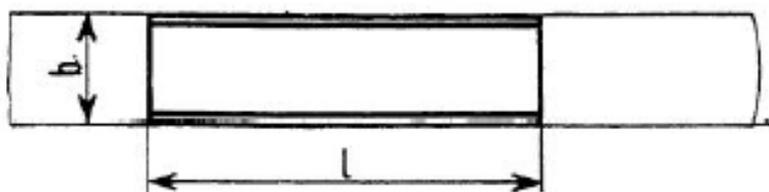
- Vantaggi/svantaggi
  - Richiedono lavorazioni più precise (costose) delle chiavette.
  - Non ci sono disassamenti e quindi le velocità di rotazione possono essere più elevate.
  - Possono trasmettere coppie più elevate.
  - Non vincolano lo spostamento assiale relativo (si devono prevedere sistemi di arresto).

# Linguette

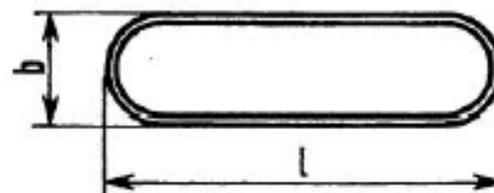


# Linguette

**Forma A**  
(diritta)



**Forma B**  
(arrotondata)

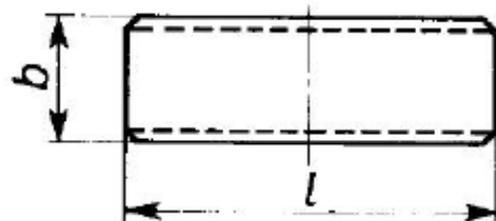
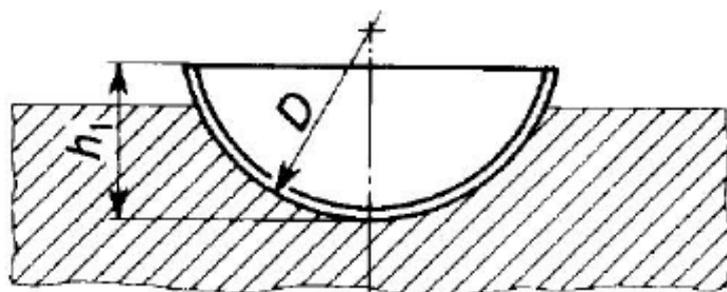


Esempio di designazione di una linguetta, forma A (diritta), avente sezione  $b \times h = 22 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$  e lunghezza  $l = 140 \text{ mm}$ :

**Linguetta A 22 x 14 x 140 UNI 6604-69**

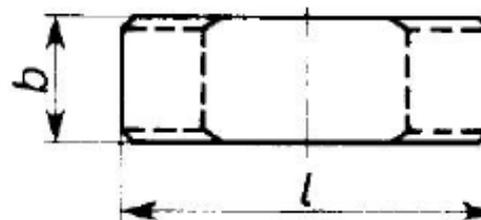
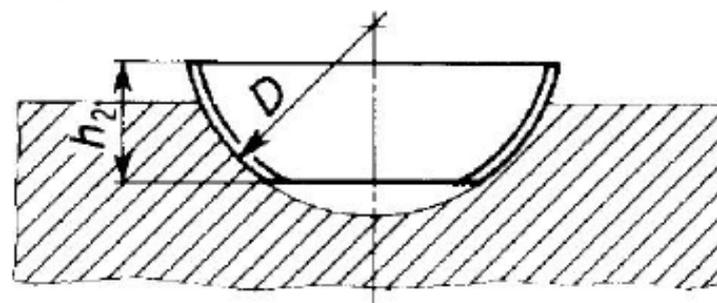
# Linguette a disco

Forma normale



Forma tronca (vedere punto 2)

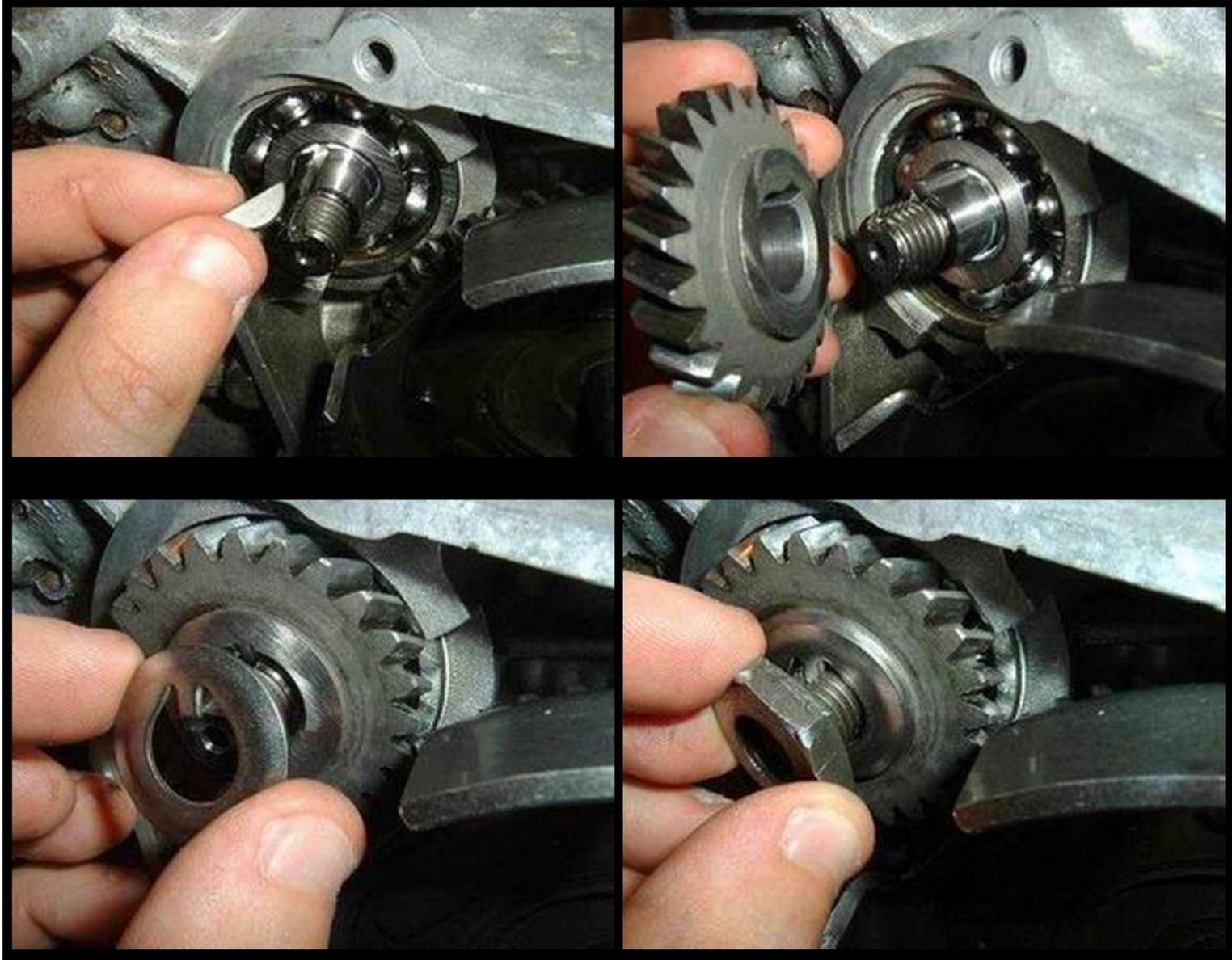
$$h_2 = 0,8 h_1$$



Esempio di designazione di una linguetta a disco, avente sezione  $b \times h_1 = 6 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$ :

Linguetta 6 x 9 UNI 6606

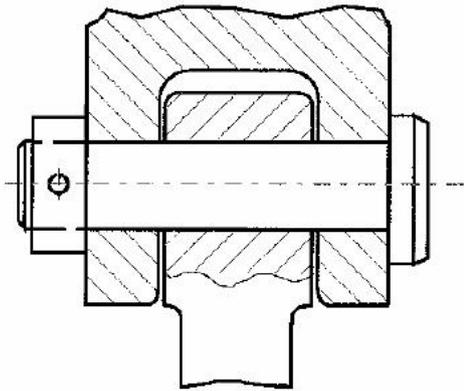
# Linguette a disco



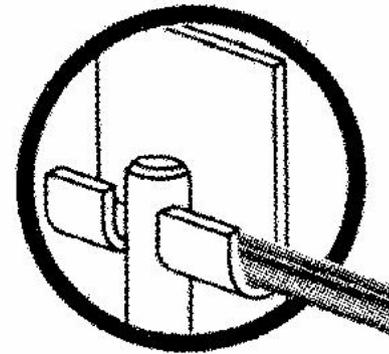
# Spine e perni

Spine e perni: elementi di macchine (cilindrici o conici) con funzioni di:

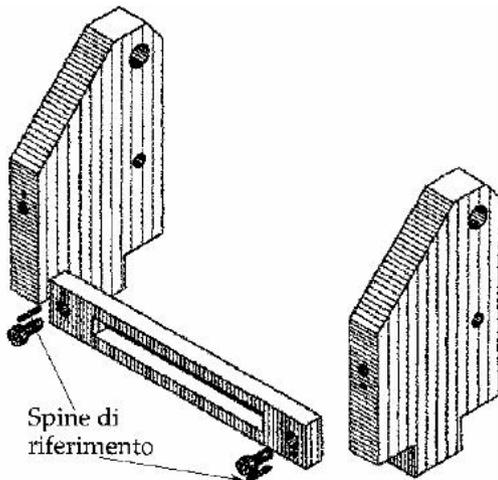
- Fulcro



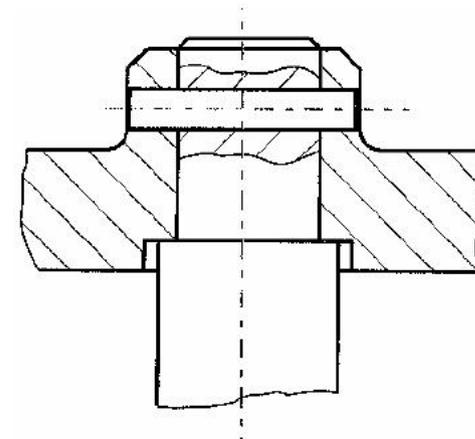
- Arresto



- Centraggio



- Collegamento



# Spine e perni

- Spine:
  - elementi di forma conica e non possono essere realizzate con gambo filettato o con foro filettato.
  - Si possono avere anche spine elastiche (cave con intaglio longitudinale) o a spirale per impedire lo sfilamento.
  - Servono a trasferire il momento torcente o a preveniere il moto relativo fra gli elementi collegati e tipicamente, vengono accoppiate agli elementi con leggero forzamento

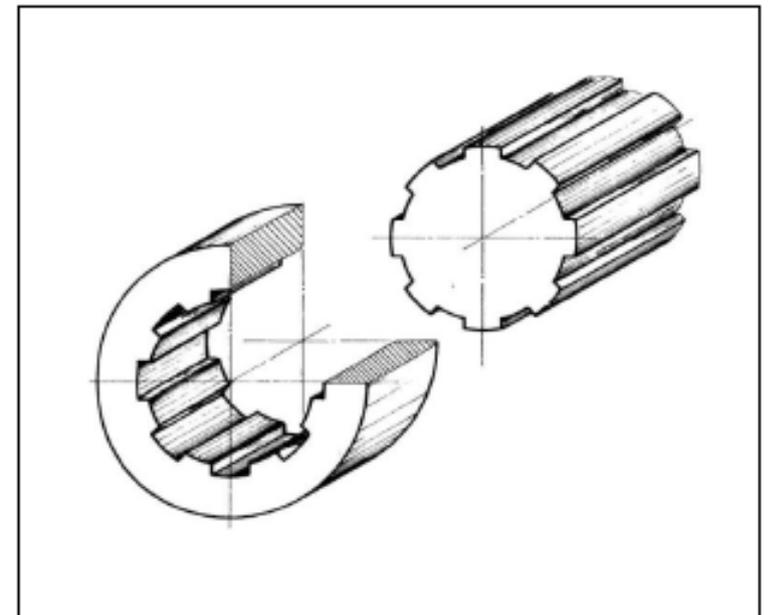
# Spine e perni

- Perni
  - elementi di forma cilindrica, si inseriscono in fori praticati negli elementi da unire. Possono essere senza testa, con testa piana stretta o larga (con o senza estremità filettata);
  - hanno funzione di impedire traslazioni relative degli elementi collegati, consentendo moti relativi di rotazione o di oscillazione;
  - devono essere accoppiati con gioco, consentendo la realizzazione pratica di cerniere cilindriche

# Profili scanali

Nei casi di alberi fortemente sollecitati i collegamenti con chiavette o linguette sono inadeguati sia per la mancanza di un adeguato centraggio fra albero e mozzo (causa di vibrazioni) sia per gli sforzi eccessivi che si concentrano su elementi di piccole dimensioni.

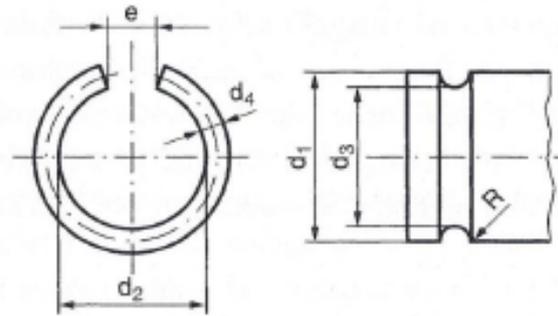
Tutti questi limiti possono venire superati ricorrendo ad alberi scanalati, in cui vengono ricavate (per asportazione di materiale) un certo numero di costole angolarmente equidistanti, che si accoppiano con corrispondenti scanalature del mozzo (ricavate per brocciatura).



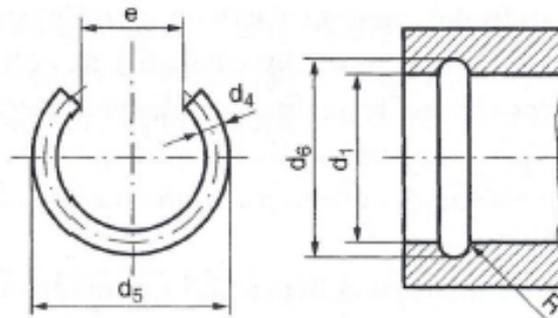
# Anelli elastici (seeger)



Gli *anelli elastici* sono realizzati con acciaio per molle, hanno forma circolare discontinua e vengono inseriti nella propria cava o sede per deformazione elastica.



Anello di arresto  
Tipo A (albero)

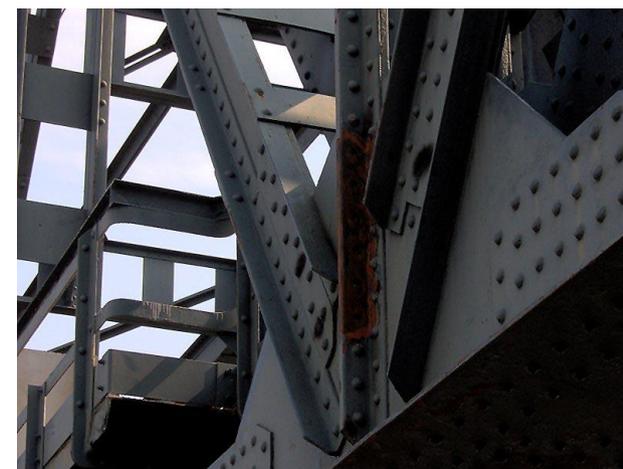
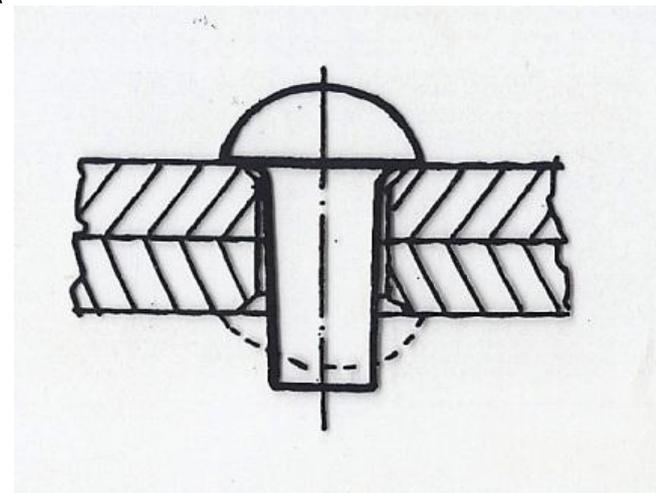


Anello di arresto  
Tipo B (foro)

Collegamenti Fissi

# Chiodature

- Oramai abbandonate e sostituite dalla saldatura possono ancora incontrarsi per manutenzioni o ripristino di carpenteria metallica già realizzata (ponti ferroviari). Possono distinguersi in:
  - Chiodature di forza (collegamento strutturale);
  - Chiodature di tenuta (recipienti contenenti fluidi);
  - Chiodature di tenuta e di forza (recipienti in pressione);
  - Chiodature di sicurezza (collegamenti navali).
- Chiodi di diametro superiore a 8mm sono ribattuti a caldo; con diametro inferiore vengono ribattuti a freddo (ribattini – di solito in materiale non ferroso).



# Saldatura

Per saldatura si intende una operazione con la quale si collegano due o più parti (giunto) mediante l'azione del calore (o calore e pressione) a creare un unico corpo. L'operazione può essere realizzata con o senza materiale di apporto.

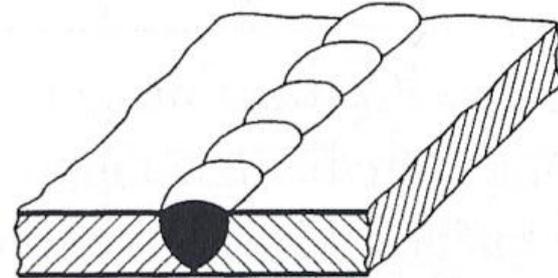


# Saldatura

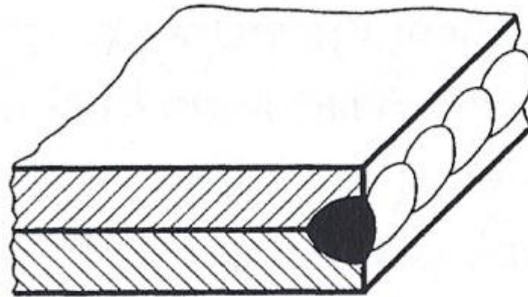
- I collegamenti saldati si distinguono in funzione delle caratteristiche del procedimento di saldatura utilizzato:
  - Saldatura per fusione: implica una fusione localizzata del materiale base ed eventualmente l'utilizzo di materiale di apporto (non vi è pressione);
  - Saldatura per resistenza: i lembi da giuntare sono messi in pressione ed il riscaldamento avviene per effetto Joule (non si usa materiale di apporto);
  - Saldatura per pressione: la saldatura avviene per deformazione plastica localizzata;
  - Brasatura: la saldatura avviene mediante materiale di apporto avente temperatura di fusione inferiore a quella del materiale base (le parti da saldare non fondono).

# Saldatura

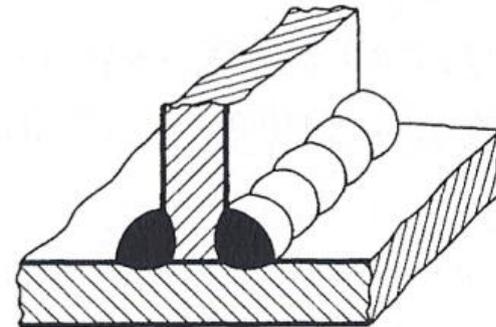
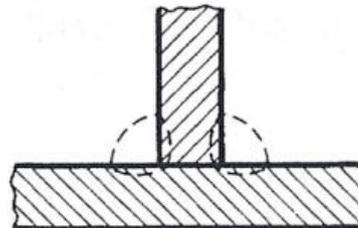
DI TESTA



D' ORLO

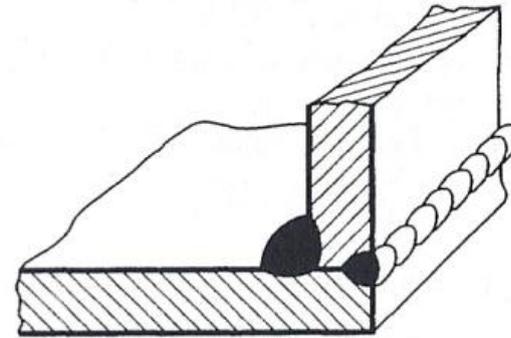
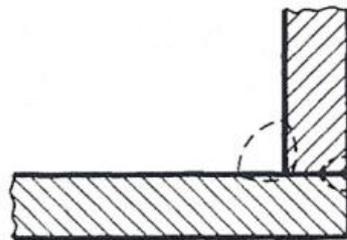


A « T »

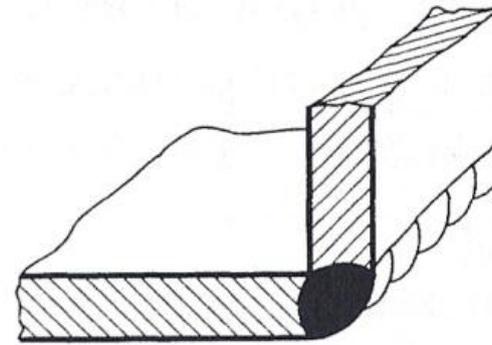
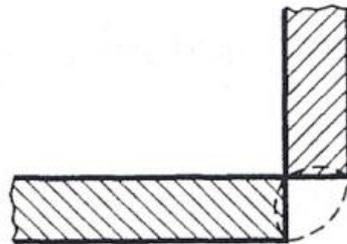


# Saldatura

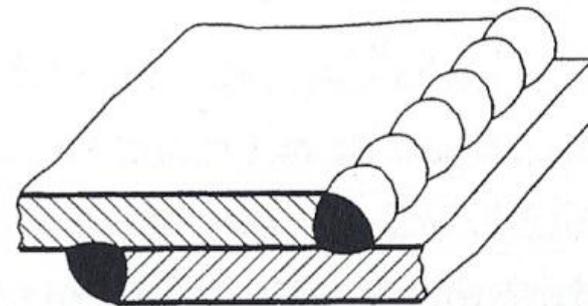
A « L »



DI SPIGOLO



A SOVRAPPOSIZIONE

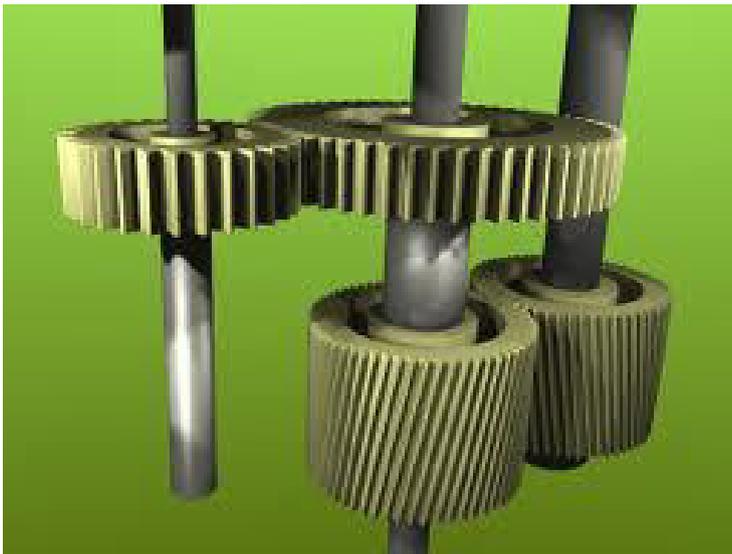


# Ruote dentate

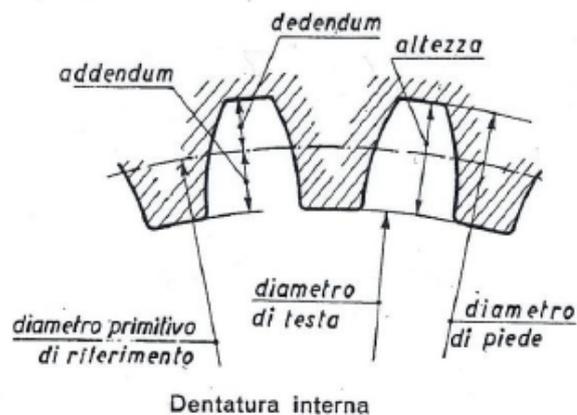
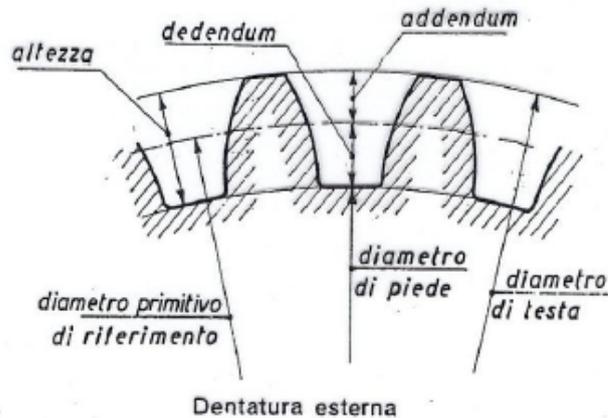
- Ruota dentata: organo dentato destinato a trascinarne un altro o ad esserne trascinato per azione dei denti successivamente a contatto.
- Ingranaggio: meccanismo elementare costituito da due ruote dentate, una motrice e l'altra condotta.
- Pignone: ruota dentata con il minor numero di denti fra quelle di un ingranaggio.
- Ruota: ruota dentata con il maggior numero di denti fra quelle di un ingranaggio.

# Ruote dentate

- Ingranaggio parallelo: assieme composto da ruote dentate con assi paralleli.
- Ingranaggio concorrente: assieme composto da ruote dentate con assi concorrenti. In particolare gli ingranaggi ortogonali.



# Ruote dentate

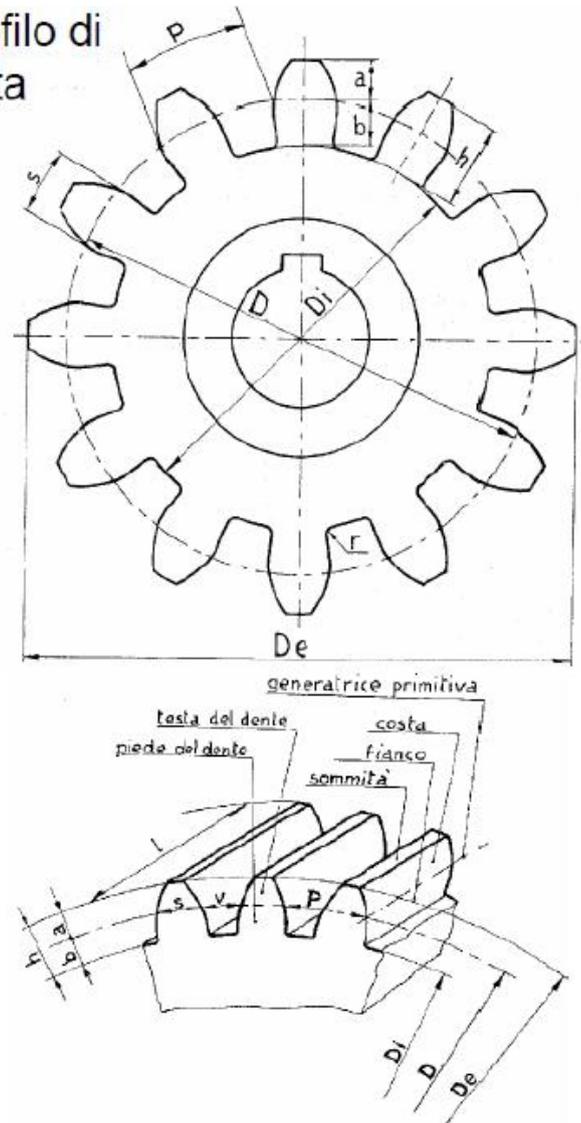


- **Superficie primitiva**: superficie convenzionale di riferimento per tutte le dimensioni di dentatura di una ruota considerata singolarmente.
- **Addendum**: distanza fra la superficie primitiva e la cresta del dente.
- **Dedendum**: distanza fra la superficie primitiva ed il fondo del dente.
- **Larghezza**: misura della larghezza della ruota dentata



# Ruote dentate

Elementi del profilo di una ruota dentata



*Definizioni:*

$D_e$  = diametro di testa (esterno)

$D_i$  = diametro di fondo (interno)

$D$  = diametro primitivo

$P$  = passo della dentatura

$s$  = spessore del dente

$h$  = altezza del dente

$l$  = larghezza del dente

$a$  = addendum

$b$  = dedendum

$z$  = numero di denti

$m$  = modulo della dentatura

# Ruote dentate

$$p = \frac{\pi \cdot d_p}{z} = \frac{\text{lunghezza della circonferenza primitiva}}{\text{numero di denti}}$$

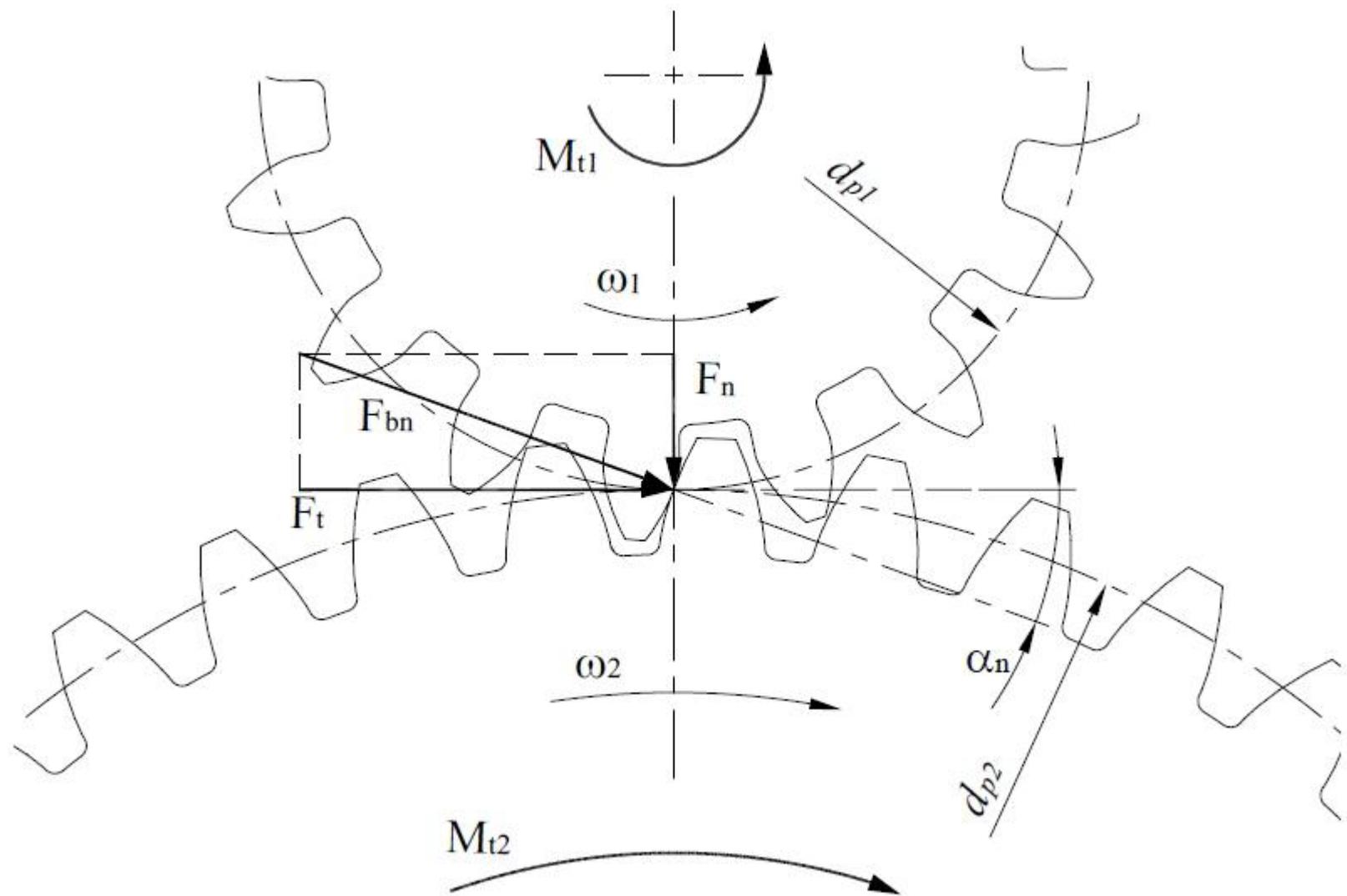
passo

$$m = \frac{d_p}{z} = \frac{\text{lunghezza del diametro primitivo}}{\text{numero di denti}}$$

modulo

**Due ruote ingrananti fra di loro hanno lo stesso passo e quindi lo stesso modulo**

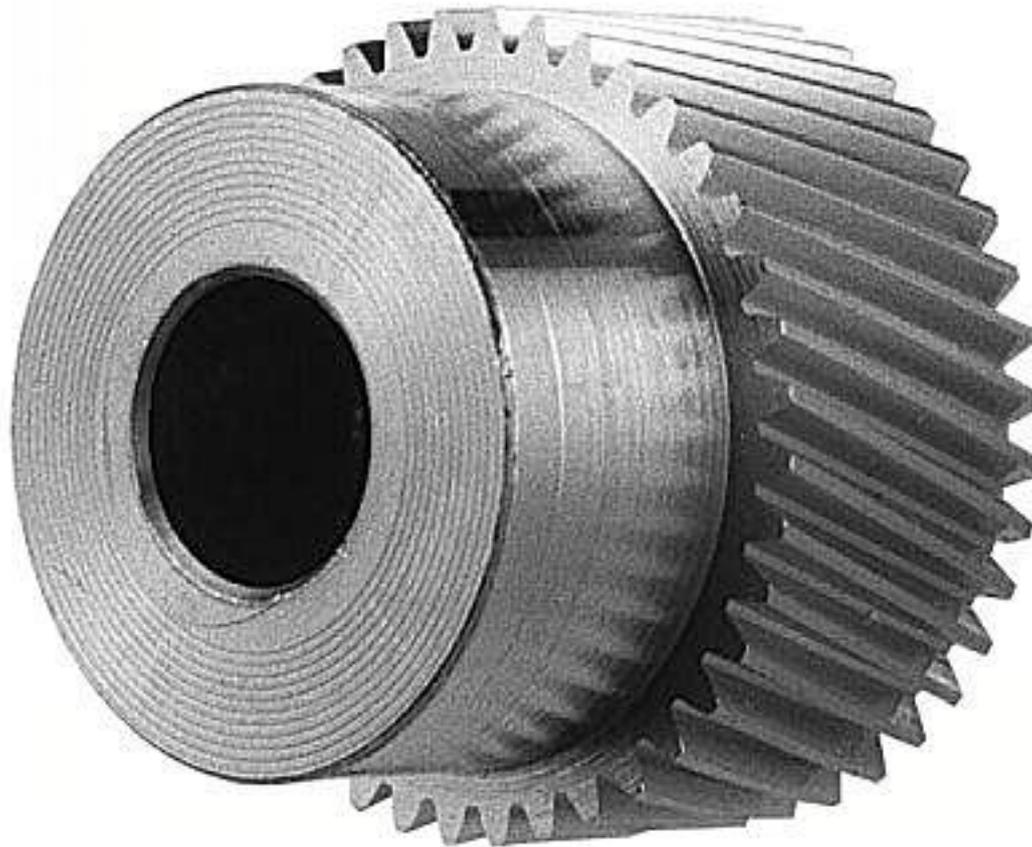
# Ruote dentate



# Ruota dentata cilindrica a denti dritti



# **Ruota dentata cilindrica a denti elicoidali**



# Ruota dentata conica a denti dritti



# **Ruota dentata conica a denti elicoidali**



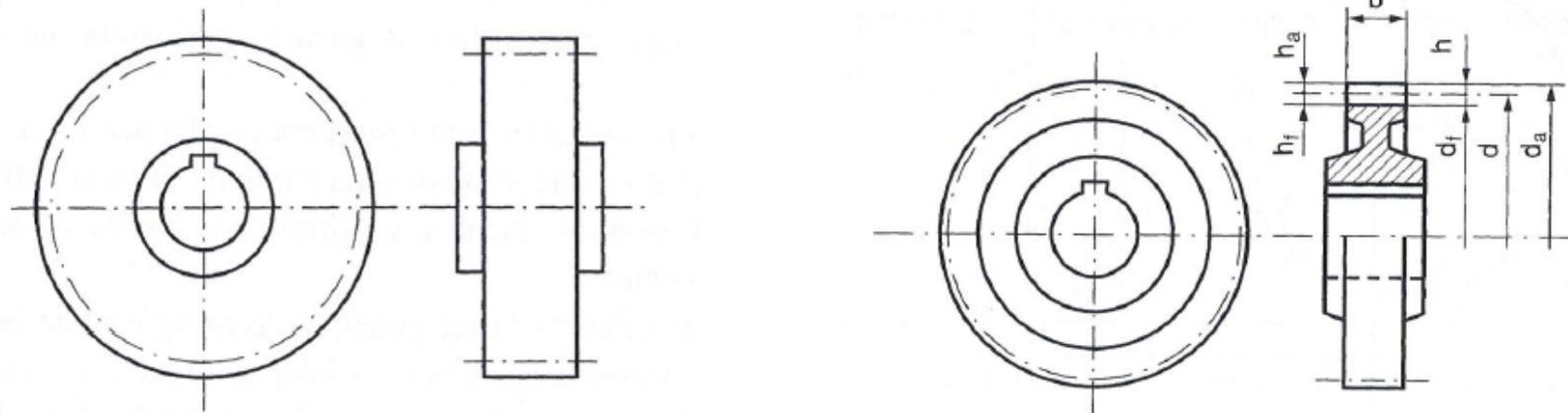
# Cremagliera



# Ruote dentate - rappresentazione

I **contorni e gli spigoli** di ogni ruota dentata devono essere rappresentati:

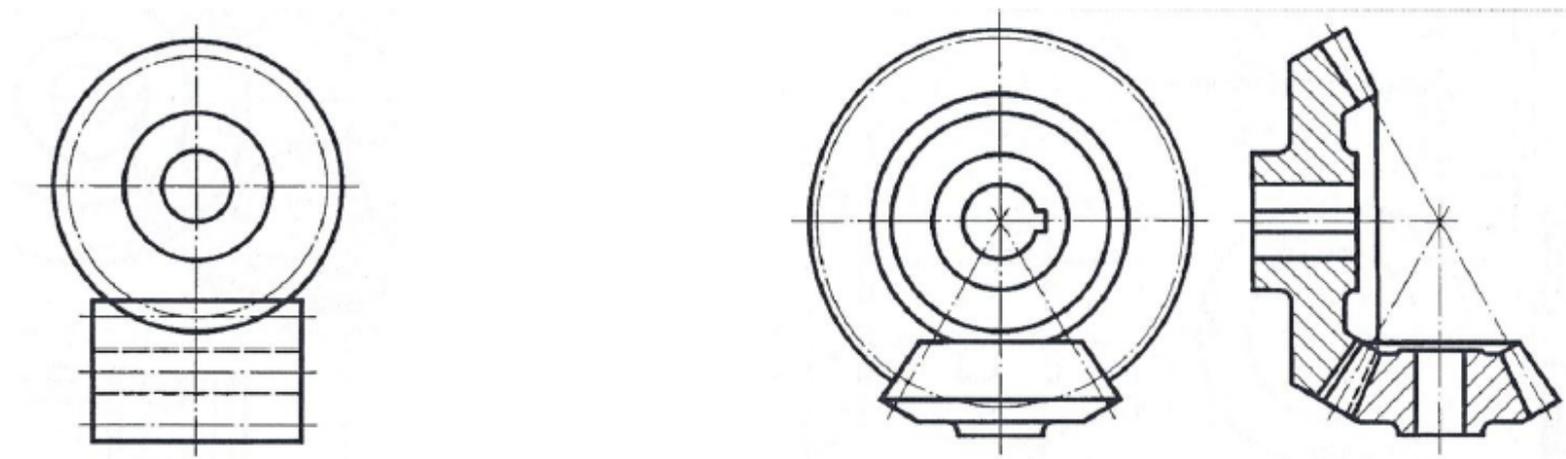
- se in vista, come se si trattasse di una ruota non dentata limitata dalla superficie di testa;
- se in sezione assiale, come se si trattasse di una ruota a dentatura dritta avente due denti diametralmente opposti, non sezionati, anche nel caso di una dentatura non diritta e nel caso di una ruota con numero dispari di denti.



# Ruote dentate - rappresentazione

Nella rappresentazione di un ingranaggio, si suppone che nessuna delle due ruote copra la parte in presa dell'altra, ad eccezione dei seguenti casi:

- una delle ruote è situata anteriormente all'altra e la copre effettivamente;
- in sezione assiale, una delle due ruote scelta arbitrariamente copre la parte in presa dell'altra.



Nel caso di un ingranaggio conico vanno prolungate le linee della superficie primitiva fino al loro punto di incontro con l'asse.

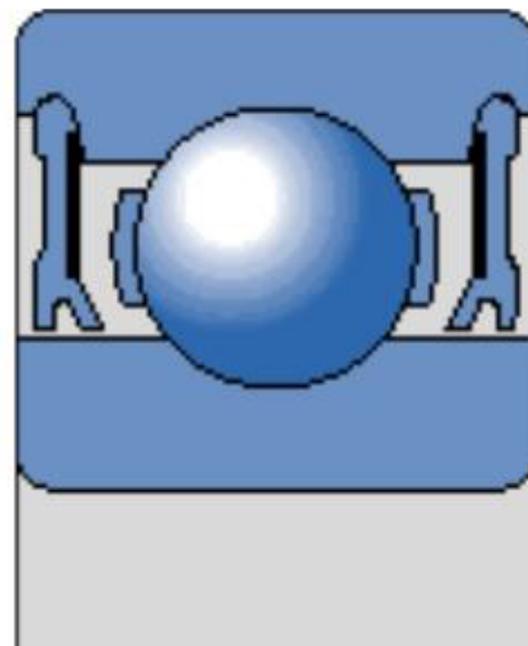
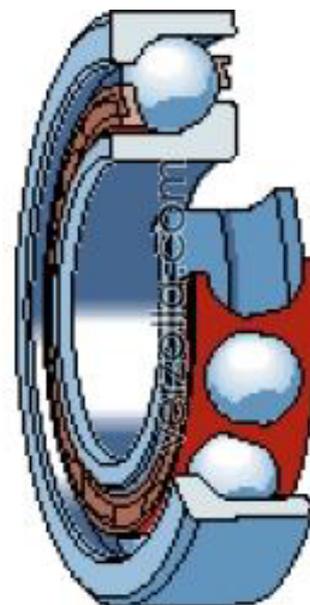
# Cuscinetti

- Hanno lo scopo di permettere la rotazione relativa di un componente (albero) rispetto ad un altro (supporto-alloggiamento) evitando lo strisciamento circonferenziale grazie al rotolamento di corpi volventi (sfere o rulli).



# Cuscinetti

- Sono formati da:
  - Anello interno (solidale all'albero)
  - Anello esterno (solidale al supporto)
  - Una o più corone di corpi volventi (sfere o rulli) che rotolano sulle piste ricavate sugli anelli
  - Una gabbia rotante che mantiene in posizione i corpi volventi
  - Eventuali guarnizioni o schermi di protezione



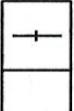
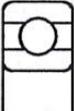
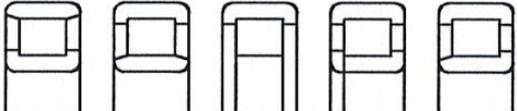
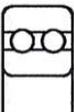
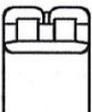
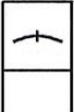
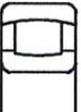
# Cuscinetti

- Tipi di cuscinetti (in relazione alla modalità di trasferimento del carico):
  - Radiali
  - Assiali
  - Combinati
  - ...

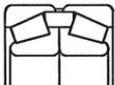


# Cuscinetti - rappresentazione

prospetto 3 Cuscinetti a sfere ed a rulli

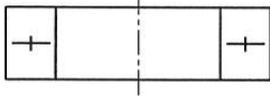
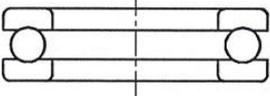
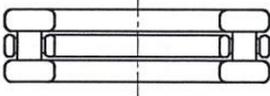
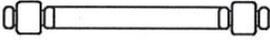
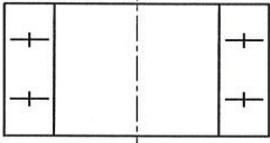
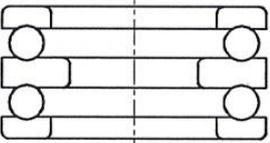
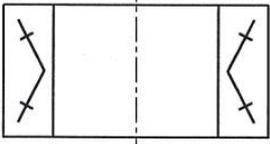
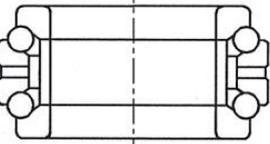
Rappresentazione semplificata specifica		Applicazione	
		Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli
		Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>	Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>
3.1		 Cuscinetto radiale a sfera, ad una corona ISO 15, ISO 8443 Cuscinetto "inserto" ISO 9628	 Cuscinetto a rulli cilindrici, ad una corona ISO 15
3.2		 Cuscinetto radiale a sfere, a due corone ISO 15	 Cuscinetto a rulli cilindrici, a due corone ISO 15
3.3			 Cuscinetto orientabile a rulli, ad una corona ISO 15
1) Disegno incompleto, solo per informazione. 2) Se disponibile.			
segue nella pagina successiva			

# Cuscinetti - rappresentazione

Rappresentazione semplificata specificata		Applicazione	
		Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli
		Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>	Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>
continua dalla pagina precedente			
3.4		 Cuscinetto orientabile a sfere, a due corone ISO 15	 Cuscinetto orientabile a rulli, a due corone ISO 15
3.5		 Cuscinetto obliquo a sfere, ad una corona ISO 582	 Cuscinetto a rulli conici, a contatto obliquo, ad una corona ISO 355
3.6		 Cuscinetto a sfere, non separabili, a contatto obliquo a due corone	
3.7		 Cuscinetto obliquo a sfere, a due corone, anello interno in due pezzi	
3.8			 Cuscinetto a rulli conici, a due corone, anello interno in due pezzi ISO 355
1) Disegno incompleto, solo per informazione. 2) Se disponibile.			

# Cuscinetti - rappresentazione

prospetto 6 Cuscinetti assiali

	Rappresentazione semplificata specifica	Applicazione	
		Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli o rullini
		Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>	Illustrazione <sup>1)</sup> e riferimento <sup>2)</sup>
6.1		 Cuscinetto assiale a sfere, a semplice effetto ISO 104	 Cuscinetto assiale a rulli, a semplice effetto   Gabbia assiale a rullini   Gabbia assiale a rulli
6.2		 Cuscinetto assiale a sfere, a doppio effetto ISO 104	
6.3		 Cuscinetto assiale a sfere, a contatto obliquo	

