

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

---

Facoltà di Ingegneria

A.A. 2009/10

**Corso di Disegno Tecnico Industriale**

per i Corsi di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica e  
in Ingegneria dell'Energia

**Elementi di Disegno di Macchine:**

- imbiettamenti
- elementi di trasmissione del moto
- ruote dentate e ingranaggi
- cuscinetti

Docente: Gianmaria Concheri

E-mail: [gianmaria.concheri@unipd.it](mailto:gianmaria.concheri@unipd.it)

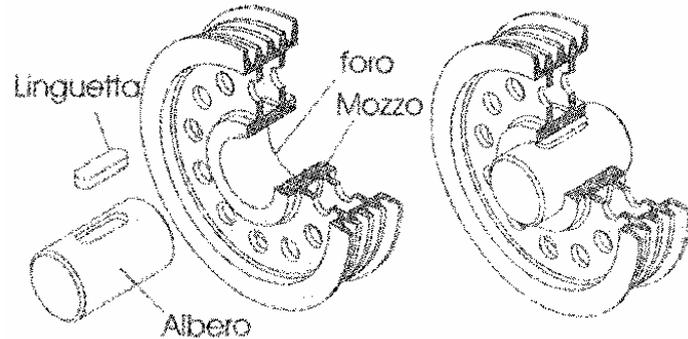
Tel. 049 8276739



## Elementi di macchine: Collegamenti albero - mozzo

### Requisiti:

- evitare la rotazione reciproca  
 => **trasmettere momento torcente**
- evitare la traslazione reciproca
- assicurare centraggio o riferimento
- sicurezza contro smontaggio spontaneo o spostamento oltre un certo limite



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

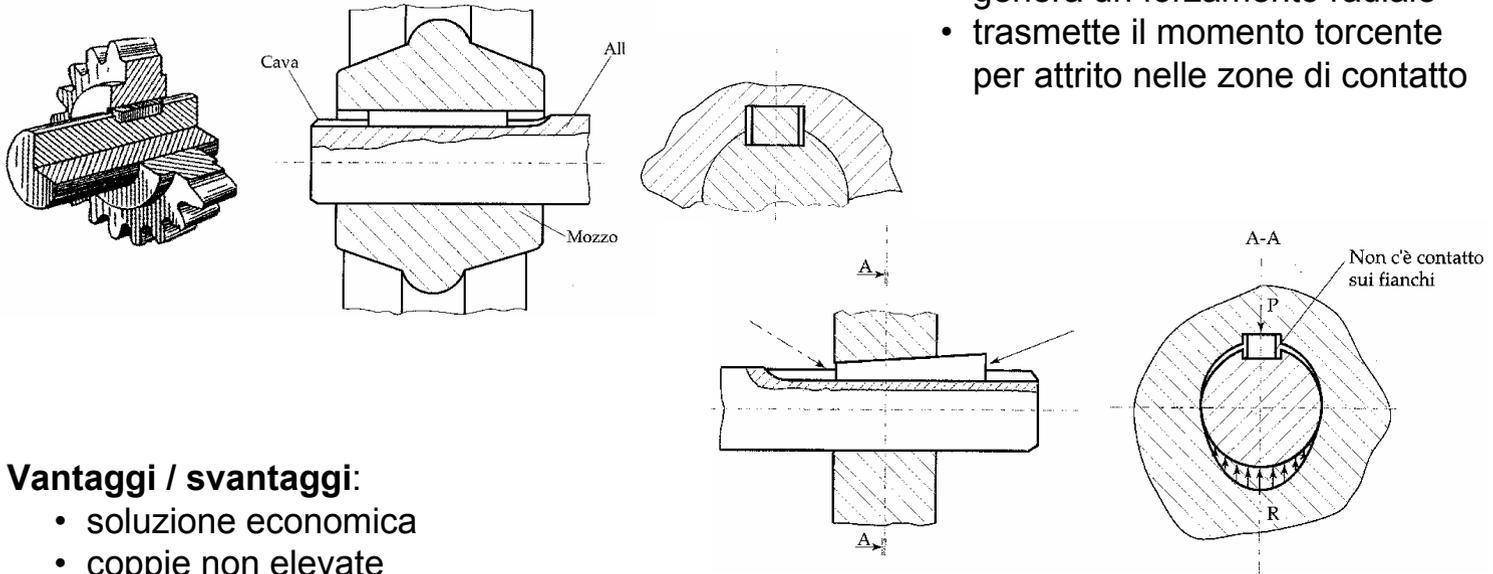
## Collegamenti albero – mozzo: Chiavette

**Chiavetta:** prisma a sezione rettangolare con larghezza costante e spessore decrescente (~1:100)



**CUNEO:**

- si incastra sulle cave di albero e mozzo
- genera un forzamento radiale
- trasmette il momento torcente per attrito nelle zone di contatto



**Vantaggi / svantaggi:**

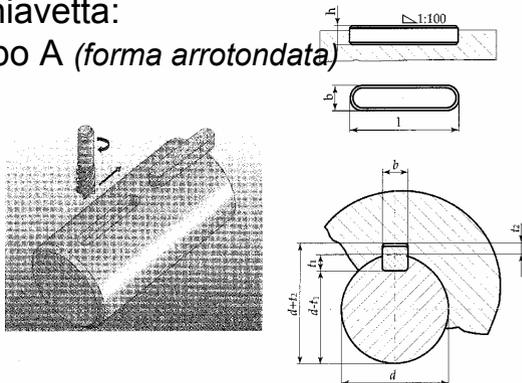
- soluzione economica
- coppie non elevate
- il mozzo è eccentrico rispetto all'albero (per effetto del forzamento)
- velocità di rotazione basse

# Collegamenti albero – mozzo: Chiavette

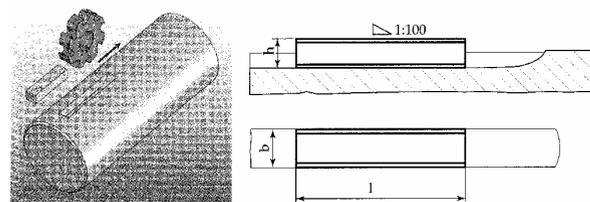
Tipologie:

Chiavetta:

Tipo A (forma arrotondata)



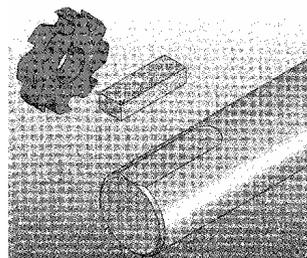
Tipo B (forma diritta)



Cave per forma diritta:  
lunghezza doppia della chiavetta

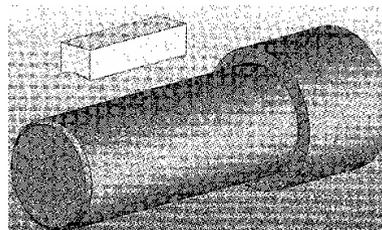
Chiavetta ribassata

(coppia trasmissibile:  $\frac{1}{2}$  di una chiavetta normale)



Chiavetta ribassata concava

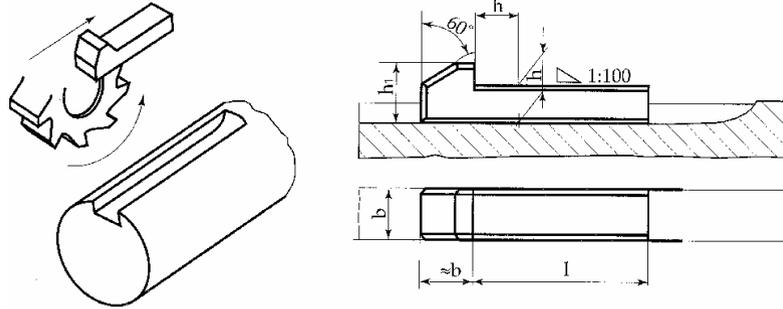
(coppia trasmissibile:  $\frac{1}{3}$  di una chiavetta normale)



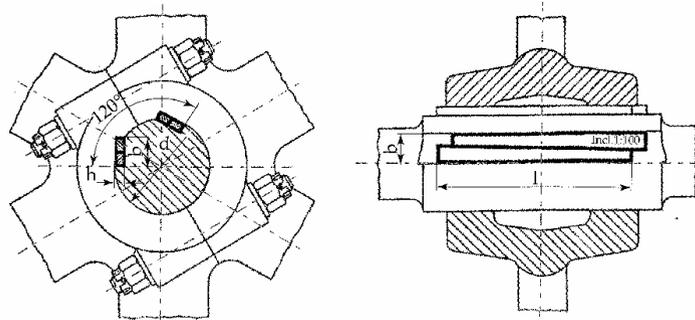
## Collegamenti albero – mozzo: Chiavette

Altre tipologie:

Chiavetta con nasello:



Chiavette tangenziali:



**Designazione:**

*Forma – larghezza x altezza x lunghezza – Norma di riferimento*

Es: **Chiavetta A – 8 x 7 x 56 – UNI 6607**

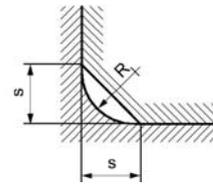
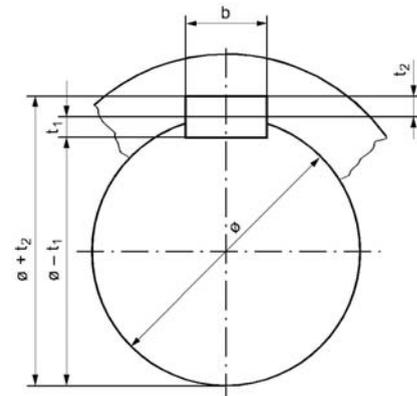
# Collegamenti albero – mozzo: Chiavette

Diametro albero	Sezione b x h	CHIAVETTA		NAS	CAVA		Raggio di arrofondamento
		Sezione h x h	Sezione h x h	Altezza nasello	Profondità Albero	Profondità Mozzo	
da 6 fino a 8	2 x 2	da 6 fino a 20		–	2	1,2	0,5
oltre 8 fino a 10	3 x 3	da 6 fino a 36	0,16 ÷ 0,25	–	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		8	5	3	1,7
oltre 17 fino a 22	6 x 6	da 14 fino a 70	0,25 ÷ 0,40	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 30 fino a 38	10 x 8	da 22 fino a 110		12	10	5	2,4
oltre 38 fino a 44	12 x 8	da 28 fino a 140		12	12	5	2,4
oltre 44 fino a 50	14 x 9	da 36 fino a 180	0,40 ÷ 0,60	14	14	5,5	2,9
oltre 50 fino a 58	16 x 10	da 45 fino a 180		16	16	6	3,4
oltre 58 fino a 65	18 x 11	da 50 fino a 200		18	18	7	3,4
oltre 65 fino a 75	20 x 12	da 56 fino a 220		20	20	7,5	3,9
oltre 75 fino a 85	22 x 14	da 63 fino a 250		22	22	9	4,4
oltre 85 fino a 95	25 x 14	da 70 fino a 280	0,60 ÷ 0,80	22	25	9	4,4
oltre 95 fino a 110	28 x 16	da 80 fino a 320		25	28	10	5,4
oltre 110 fino a 130	32 x 18	da 90 fino a 360		28	32	11	6,4
oltre 130 fino a 150	36 x 20	da 100 fino a 400		32	36	12	7,1
oltre 150 fino a 170	40 x 22	da 110 fino a 400	1,00 ÷ 1,20	36	40	13	8,1
oltre 170 fino a 200	45 x 25	da 125 fino a 400		40	45	15	9,1
oltre 200 fino a 230	50 x 28	da 140 fino a 400		45	50	17	10,1
oltre 230 fino a 260	56 x 32	da 160 fino a 400		50	56	20	11,1
oltre 260 fino a 290	63 x 32	da 180 fino a 400	1,60 ÷ 2,00	50	63	20	11,1
oltre 290 fino a 330	70 x 36	da 200 fino a 400		56	70	22	13,1
oltre 330 fino a 380	80 x 40	da 220 fino a 400		63	80	25	14,1
oltre 380 fino a 400	90 x 45	da 250 fino a 400	2,50 ÷ 3,00	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:

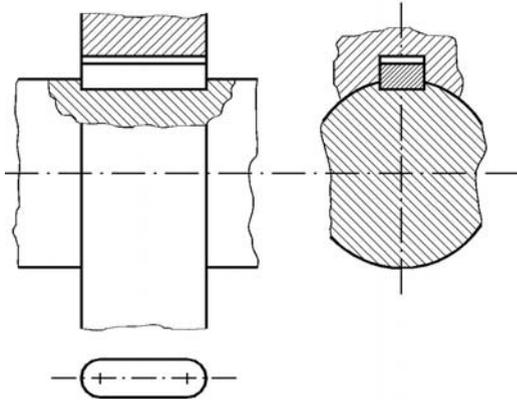
- per la chiavetta, h 9 su b, h 11 su h (h 9 fino a d = 22)
- per la cava, D 10 su b, su t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> <sup>+0,1</sup> fino a d = 17, <sup>+0,2</sup> fino a d = 110, <sup>+0,3</sup> per d oltre 110.
- per la lunghezza l: per l sino a 28 mm <sup>0</sup>/<sub>-0,2</sub> mm per la chiavetta e <sup>+0,2</sup> mm per la cava; per l oltre 28 sino a 80 mm <sup>0</sup>/<sub>-0,3</sub> mm per la chiavetta e <sup>+0,3</sup> per la cava;
- per l oltre 80 mm <sup>0</sup>/<sub>-0,5</sub> mm per la chiavetta e <sup>+0,5</sup> mm per la cava.



Spigoli smussati:  
 ➔ per evitare  
 forzamenti con gli  
 arrofondamenti di  
 raccordo del  
 fondo delle cave.

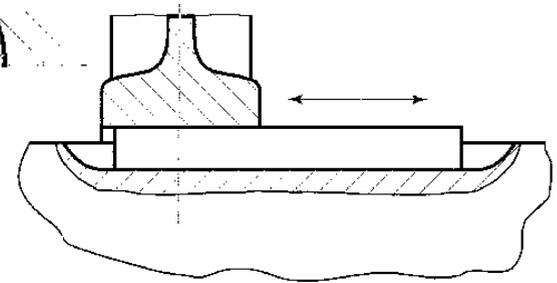
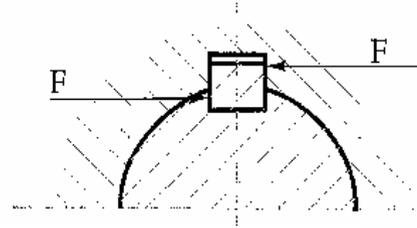
## Collegamenti albero – mozzo: Linguetta

**Linguetta:** prisma a sezione rettangolare costante



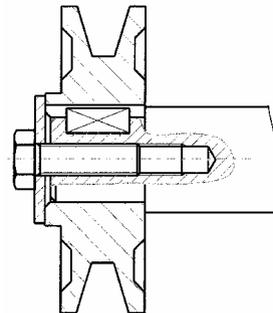
**PARALLELEPIPEDO:**

- accoppiamento preciso sui fianchi
- non genera un forzamento radiale
- trasmette il momento torcente per taglio sui fianchi



**Vantaggi / svantaggi:**

- soluzione meno economica (delle chiavette) in conseguenza delle lavorazioni precise
- coppie elevate
- velocità di rotazione elevate
- non vincola la traslazione relativa tra albero e mozzo in direzione assiale (bisogna vincolare: vedi figura a fianco)

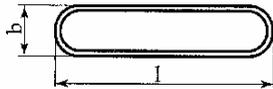


# Collegamenti albero – mozzo: Linguette

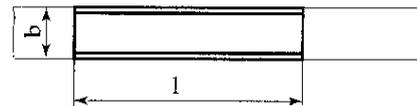
Tipologie:

- Linguetta:

Tipo A (forma arrotondata)

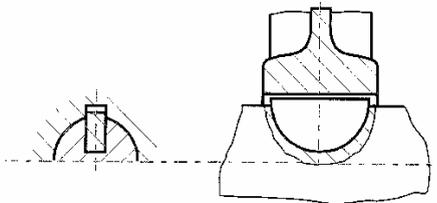


Tipo B (forma diritta)

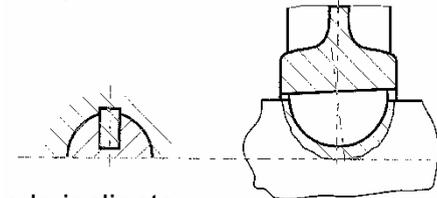


- Linguetta ribassata

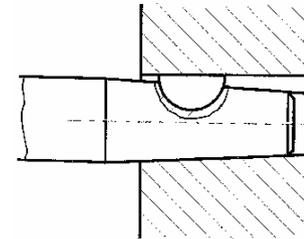
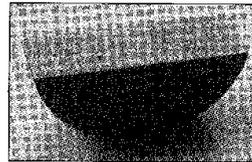
- Linguetta a disco:



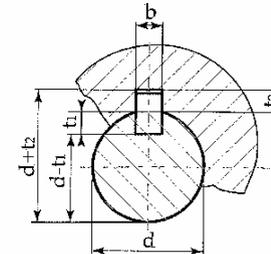
con fondo parallelo all'asse



con fondo inclinato



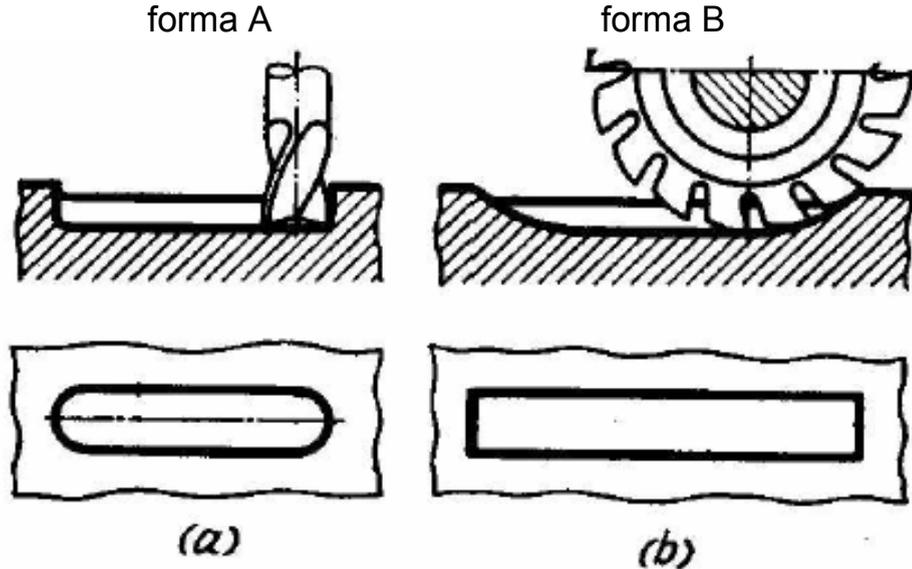
Soprattutto per estremità  
d'albero coniche



## Collegamenti albero – mozzo: Linguetto

Linguetto: lavorazione delle sedi

Sull'albero:

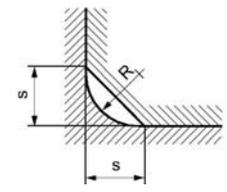
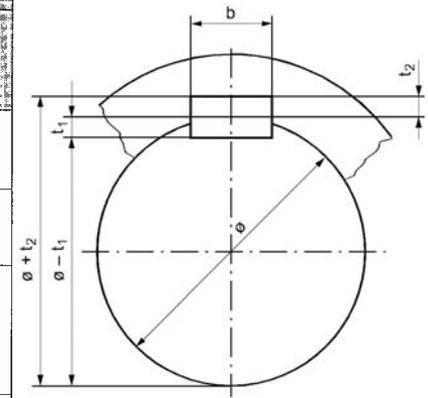


**N.B.: Sedi di forma diversa**  
**Fig. 9. Machining of keyways in shafts**

Sul mozzo: la cava si realizza mediante brocciatura

# Collegamenti albero – mozzo: Linguette

LINGUETTA		CAVA					
Diametro albero d	Sezione b x h	Lunghezza L	Smusso s	Larghezza b	Profondità Albero	Profondità Mozzo	Raggio di arrotondamento
da 6 fino a 8	2 x 2	da 6 fino a 20	0,16 ÷ 0,25	2	1,2	1	0,08 ÷ 0,16
oltre 8 fino a 10	3 x 3	da 6 fino a 36		3	1,8	1,4	
oltre 10 fino a 12	4 x 4	da 8 fino a 45		4	2,5	1,8	
oltre 12 fino a 17	5 x 5	da 10 fino a 56		5	3	2,3	
oltre 17 fino a 22	6 x 6	da 14 fino a 70	0,25 ÷ 0,40	6	3,5	2,8	0,16 ÷ 0,25
oltre 22 fino a 30	8 x 7	da 18 fino a 90		8	4	3,3	
oltre 30 fino a 38	10 x 8	da 22 fino a 110		10	5	3,3	
oltre 38 fino a 44	12 x 8	da 28 fino a 140		12	5	3,3	
oltre 44 fino a 50	14 x 9	da 36 fino a 160	0,40 ÷ 0,60	14	5,5	3,8	0,25 ÷ 0,40
oltre 50 fino a 58	16 x 10	da 45 fino a 180		16	6	4,3	
oltre 58 fino a 65	18 x 11	da 50 fino a 200		18	7	4,4	
oltre 65 fino a 75	20 x 12	da 56 fino a 220		20	7,5	4,9	
oltre 75 fino a 85	22 x 14	da 63 fino a 250	0,60 ÷ 0,80	22	9	5,4	0,40 ÷ 0,60
oltre 85 fino a 95	25 x 14	da 70 fino a 280		25	9	5,4	
oltre 95 fino a 110	28 x 16	da 80 fino a 320		28	10	6,4	
oltre 110 fino a 130	32 x 18	da 90 fino a 360		32	11	7,4	
oltre 130 fino a 150	36 x 20	da 100 fino a 400	1,00 ÷ 1,20	36	12	8,4	0,70 ÷ 1,00
oltre 150 fino a 170	40 x 22	da 110 fino a 400		40	13	9,4	
oltre 170 fino a 200	45 x 25	da 125 fino a 400		45	15	10,4	
oltre 200 fino a 230	50 x 28	da 140 fino a 400		50	17	11,4	
oltre 230 fino a 260	56 x 32	da 160 fino a 400	1,60 ÷ 2,00	56	20	12,4	1,2 ÷ 1,6
oltre 260 fino a 290	63 x 32	da 180 fino a 400		63	20	12,4	
oltre 290 fino a 330	70 x 36	da 200 fino a 400		70	22	14,4	
oltre 330 fino a 380	80 x 40	da 220 fino a 400		80	25	15,4	
oltre 380 fino a 440	90 x 45	da 250 fino a 400	2,50 ÷ 3,00	90	28	17,4	2,0 ÷ 2,5
oltre 440 fino a 500	100 x 50	da 280 fino a 400		100	31	19,5	



Smussi: vedi chiavette

Lunghezze unificate, come in tab. I. Tolleranze su b, h ed l della linguetta come in tab. I. Per la larghezza b della cava si possono prevedere accoppiamenti liberi (H 9 sull'albero, D 10 sul mozzo), incerti (N 9 albero, J 9 mozzo) o bloccati (P 9 su entrambi). Per le profondità t si ha +0,1/0 per d fino a 22, +0,2/0 fino a 130, +0,3/0 oltre.

## Designazione:

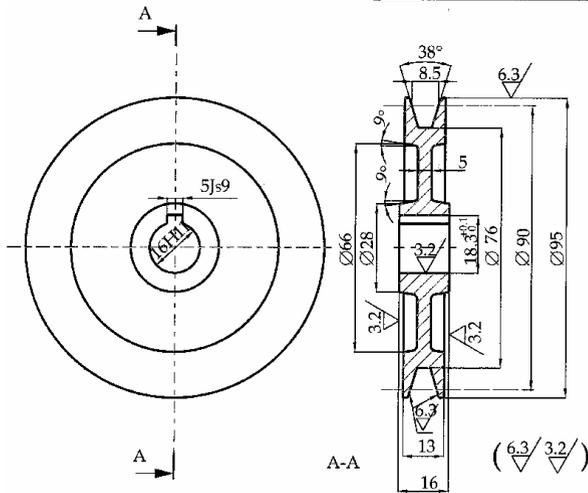
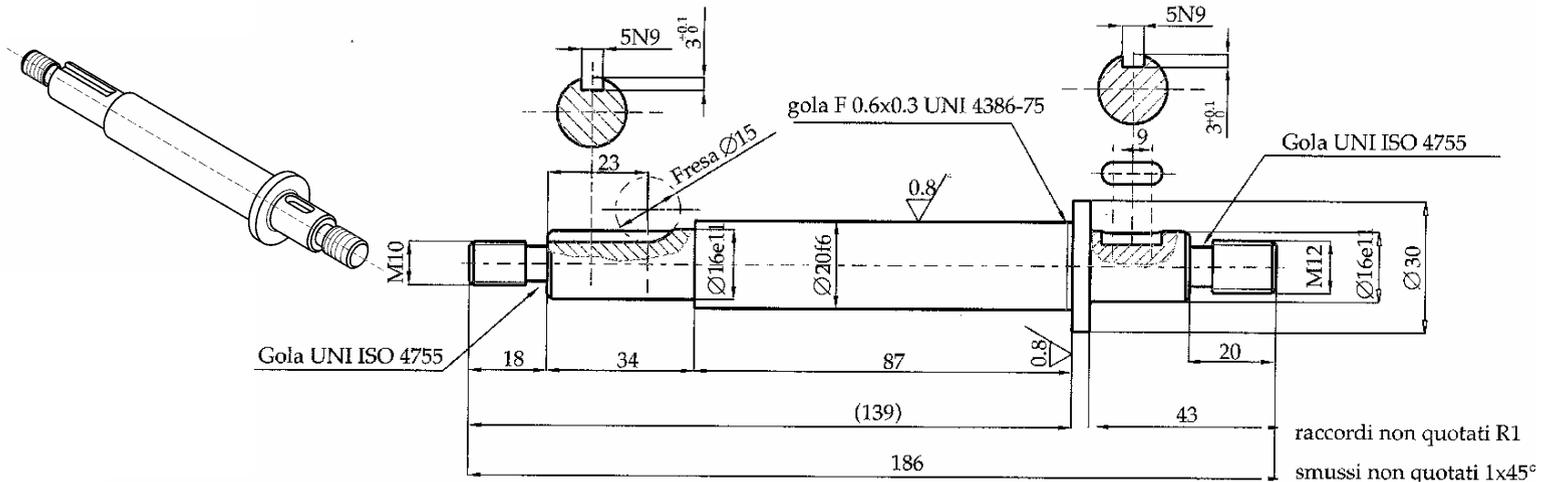
Forma – larghezza x altezza x lunghezza – Norma di riferimento

Es: **Linguetta A – 22 x 14 x 140 – UNI 6604-69**



## Collegamenti albero – mozzo: Linguette

Esempio di quotatura di un albero con sedi per linguette:

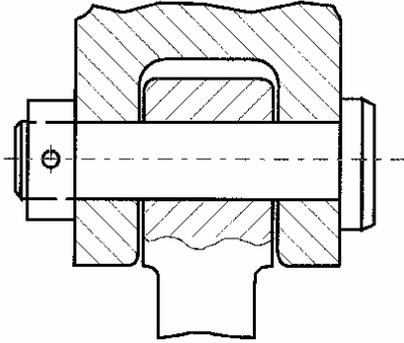


Esempio di quotatura di una puleggia il cui mozzo presenta una sede per linguetta:

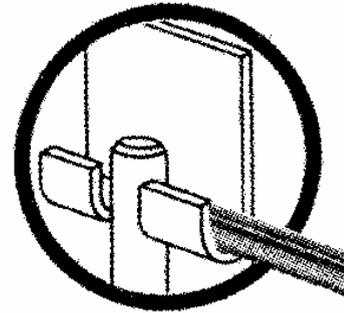
# Spine e Perni

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

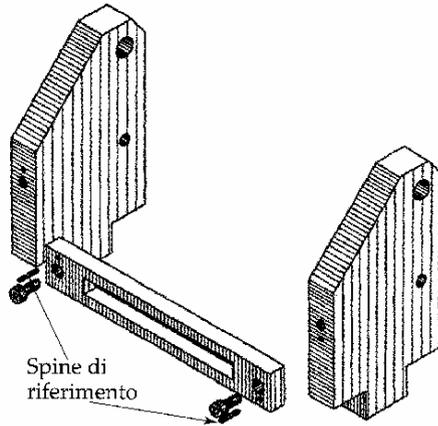
- Fulcro



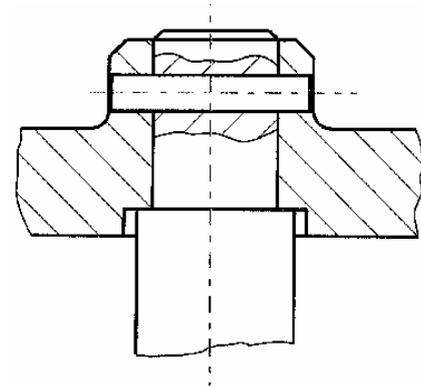
- Arresto



- Centraggio



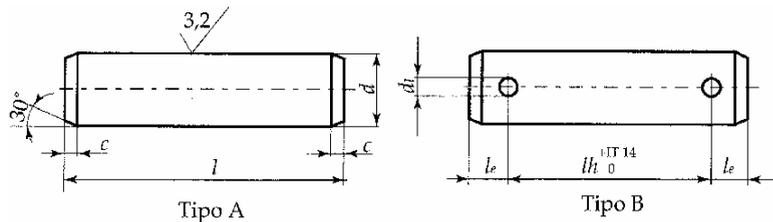
- Collegamento



# Spine e Perni

## Spine cilindriche:

- Perni per cerniere
- Collegamento tra alberi e manicotti o collari
- Blocco per scorrimenti o rotazioni
- Trasmissione di limitati momenti torcenti (in fori diametrali, meno costose delle linquette)



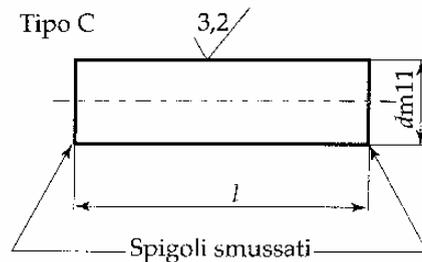
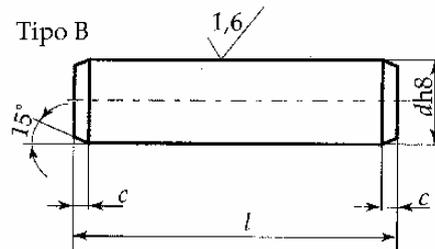
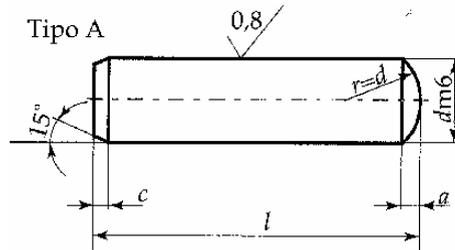
Perni senza testa  
UNI EN 22340

d	d <sub>h</sub>	c	l <sub>e</sub>	l
h 11		max	min	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.

# Spine e Perni

## Spine cilindriche non temprate UNI EN ISO 2338



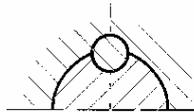
d	a	c	l
0,6	0,08	0,12	2 ÷ 6
0,8	0,1	0,16	2 ÷ 8
1	0,12	0,2	4 ÷ 10
1,2	0,16	0,25	4 ÷ 12
1,5	0,2	0,3	4 ÷ 16
2	0,25	0,35	6 ÷ 20
2,5	0,3	0,4	6 ÷ 24
3	0,4	0,5	8 ÷ 30
4	0,5	0,63	8 ÷ 40
5	0,63	0,8	10 ÷ 50
6	0,8	1,2	12 ÷ 60
8	1	1,6	14 ÷ 85
10	1,2	2	18 ÷ 100
12	1,6	2,5	22 ÷ 140
16	2	3	24 ÷ 180
20	2,5	3,5	35 min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

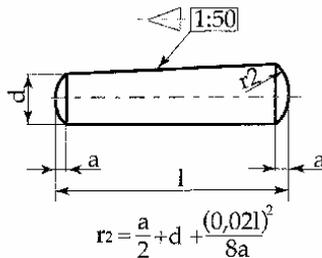
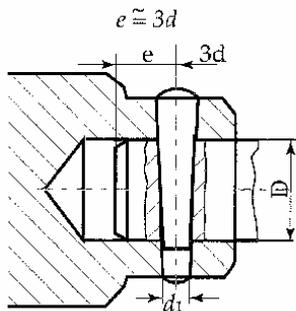
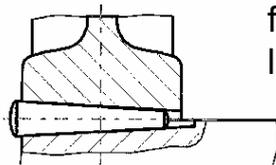
# Spine e Perni

## Spine coniche:

- conicità 1:50;
- definite dal diametro minore  
(=  $\emptyset$  di foratura delle sedi, poi alesate con alesatore conico)
- sono inserite per una lunghezza  $\geq \emptyset$
- senza giuoco nelle sedi



Spina conica per trasmissione del moto con forzamento longitudinale



Collegamento con spina conica  
UNI EN 22339

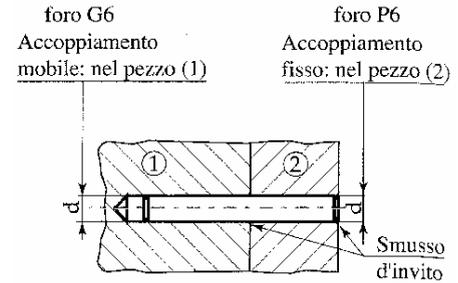
d h 10	a	e	nom. l
0,6	0,08	0,12	4 ÷ 8
0,8	0,1	0,16	5 ÷ 12
1	0,12	0,2	6 ÷ 16
1,2	0,16	0,25	6 ÷ 20
1,5	0,2	0,3	8 ÷ 24
2	0,25	0,35	10 ÷ 40
2,5	0,3	0,4	10 ÷ 40
3	0,4	0,5	12 ÷ 45
4	0,5	0,63	14 ÷ 55
5	0,63	0,8	18 ÷ 60
6	0,8	1,2	22 ÷ 90
8	1	1,6	22 ÷ 120
10	1,2	2	26 ÷ 160
12	1,6	2,5	30 ÷ 180
16	2	3	40 min.
20	2,5	3,5	45 "
25	3	4	50 "
30	4	5	55 "
40	5	6,3	60 "
50	6,3	8	65 "

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.

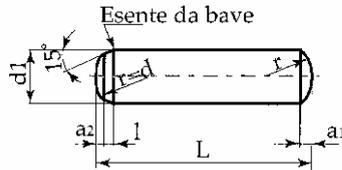
# Spine e Perni

## Spine di riferimento:

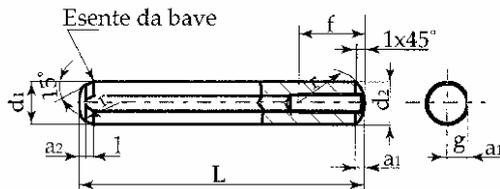
- Posizionamento preciso dei pezzi collegati mediante viti e bulloni
- Sono rettificate (IT6) e stabiliscono:
  - un accoppiamento con interferenza con un componente;
  - un accoppiamento scorrevole (giuoco) preciso con l'altro componente.



Esecuzione A  
(per fori passanti)



Esecuzione B  
(per fori ciechi)  
solo per  $d1 \geq 8$  mm



d	a	c	h		l
			min	max	
1	0,12	0,5	-	-	3 ÷ 10
1,5	0,2	0,6	0,2	0,6	4 ÷ 16
2	0,25	0,8	0,2	0,6	5 ÷ 20
2,5	0,3	1	0,3	0,7	6 ÷ 24
3	0,4	1,2	0,3	0,8	8 ÷ 30
4	0,5	1,4	0,4	0,9	10 ÷ 40
5	0,63	1,7	0,4	1	12 ÷ 50
6	0,8	2,1	0,4	1,1	14 ÷ 60
8	1	2,6	0,5	1,3	18 ÷ 80
10	1,2	3	0,6	1,4	22 min
12	1,6	3,8	0,6	1,6	26 "
16	2	4,6	0,8	1,8	40 "
20	2,5	6	0,8	2	50 "

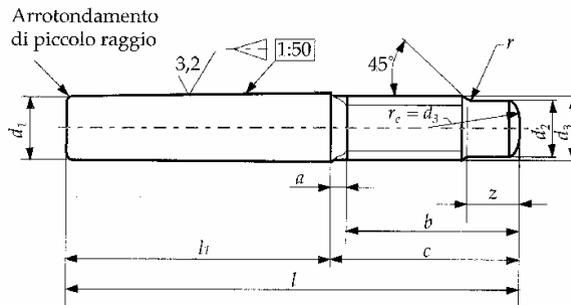
Lunghezze l unificate: 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 50; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; poi con incrementi di 20 in 20 mm.

Spine cilindriche  
temperate  
UNI EN ISO 8734

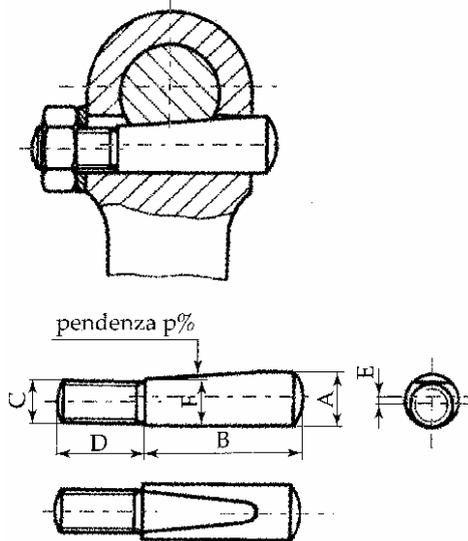
# Spine e Perni

Altre spine:

- Spine coniche con codolo filettato



- Chiavette coniche con spianatura, tipo "Velo" (per pedivelle)

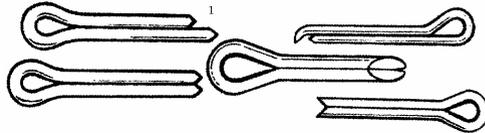


# Spine e Perni

## Copiglie

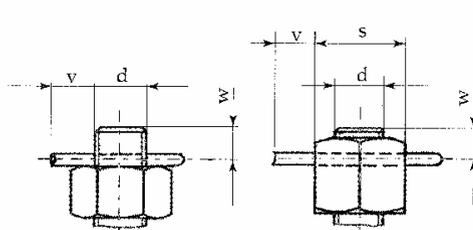
- collegamenti per piccoli sforzi
- dispositivi di arresto

Costituite da un filo a sezione semicircolare, ripiegato in modo che le due sezioni affiancate formino un cerchio.

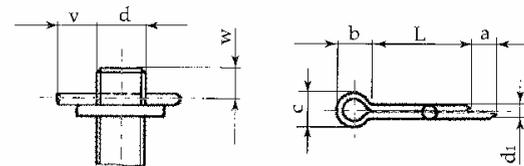


D (diametro foro passante)	L	d	g max	b	C
0,6	4 ÷ 12	0,4 ÷ 0,5	1,6	2	0,9 ÷ 1
0,8	5 ÷ 16	0,6 ÷ 0,7	1,6	2,4	1,2 ÷ 1,4
1	6 ÷ 20	0,8 ÷ 0,9	1,6	3	1,6 ÷ 1,8
1,2	8 ÷ 25	0,9 ÷ 1	2,5	3	1,7 ÷ 2
1,6	8 ÷ 32	1,3 ÷ 1,4	2,5	3,2	2,4 ÷ 2,8
2	10 ÷ 40	1,7 ÷ 1,8	2,5	4	3,2 ÷ 3,6
2,5	12 ÷ 50	2,1 ÷ 2,3	2,5	5	4 ÷ 4,6
3,2	14 ÷ 63	2,7 ÷ 2,9	3,2	6,4	5,1 ÷ 5,8
4	18 ÷ 80	3,5 ÷ 3,7	4	8	6,5 ÷ 7,4
5	22 ÷ 100	4,4 ÷ 4,6	4	10	8 ÷ 9,2
6,3	32 ÷ 125	5,7 ÷ 5,9	4	12,6	10,3 ÷ 11,8
8	40 ÷ 160	7,3 ÷ 7,5	4	16	13,1 ÷ 15
10	45 ÷ 200	9,3 ÷ 9,5	6,3	20	16,6 ÷ 19

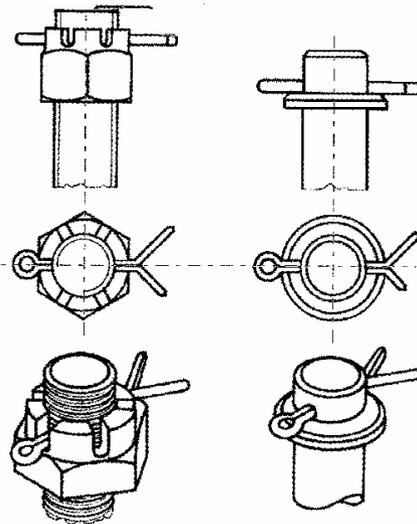
Serie lunghezze L = 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36 - 40 - 45 - 50 - 56 - 63 - 71 - 80 - 90 - 100 - 112 - 125 - 140 - 160 - 180 - 200 - 224 - 250 - 280.  
- La lunghezza delle copiglie deve essere della misura immediatamente superiore alla somma d + v (per dadi a intagli: s + v).



Applicazioni per viti e dadi



Applicazioni per perni



APPLICAZIONI SU VITE E DADI				APPLICAZIONI SU PERNI		
d	g	w	d	h	a	v
oltre	fino a	min	oltre	fino a		
-	2,5	3	-	2	3	3
2,5	3,5	2	2	3		
3,5	4,5	4	2,3	3	4	4
4,5	5,5	5	2,6	4	5	5
5,5	7		3,25	5	6	
7	9	6	4	6	8	6
9	11		5	8	9	
11	12		6	9	12	
12	14		6,5	12	17	8
14	16	8	7			
16	20		8			
20	22		9			
22	27	10	10	17	23	10
27	33		11,5			
33	39	12	12,5	23	29	12
39	45		15			
45	56	14	16	29	44	14
56	60		18,5			
60	68	16	19,5	44	69	16
68	80		19,5			

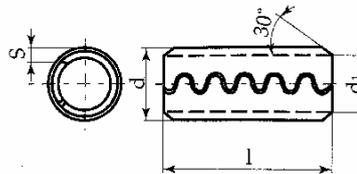
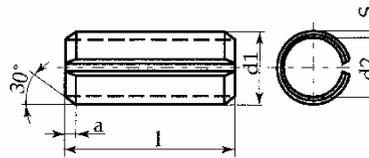
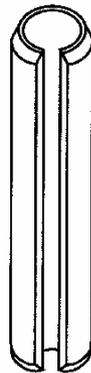
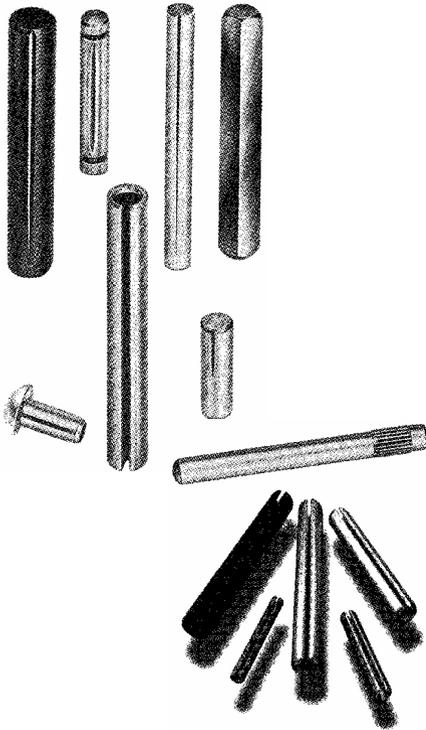
# Spine e Perni

## Spine elastiche:

Costruite in acciaio per molle.

In condizioni libere hanno un diametro maggiore di quello del foro in cui vanno inserite:

- assorbono vibrazioni senza allentarsi
- richiedono lavorazioni meno accurate dei fori (no alesatura)



Spine tagliate  
(es. UNI 6874 – UNI EN ISO 13337)

Altre tipologie:

- spine a spirale (es. UNI EN ISO 8750)
- spine ad intagli (es. UNI EN ISO 8740)

d nom.	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	s	a	d vite pass.	Lunghezza nom. l
2	2,3	1,9	0,2	0,35	-	4 ÷ 30
2,5	2,8	2,3	0,25	0,45	-	4 ÷ 30
3	3,3	2,7	0,3	0,5	-	4 ÷ 40
3,5	3,8	3,1	0,35	0,6	-	4 ÷ 40
4	4,4	3,4	0,5	0,7	-	4 ÷ 50
4,5	4,8	3,8	0,5	0,8	3	4 ÷ 50
5	5,4	4,4	0,75	1,6	-	5 ÷ 80
6	6,4	4,9	0,75	1,6	4	10 ÷ 100
8	8,5	7	1	2	6	10 ÷ 120
10	10,5	8,5	1	2	-	10 ÷ 160
12	12,5	10,5	1,5	2	-	10 ÷ 180
14	14,5	11,5	1,5	2	-	10 ÷ 180
16	16,5	13,5	1,5	2	12	10 ÷ 200
18	18,5	15	1,75	2	14	10 ÷ 200
20	20,5	16,5	2	2	-	10 ÷ 200
21	21,5	17,5	2	2	16	14 ÷ 200
25	25,5	21,5	2	3	20	14 ÷ 200
28	28,5	23,5	2,5	3	22	14 ÷ 200
30	30,5	25,5	2,5	3	24	14 ÷ 200
32	32,5	27,5	2,5	3	-	20 ÷ 200
35	35,5	28,5	3,5	3	27	20 ÷ 200
38	38,5	30,5	4	4	-	20 ÷ 200
40	40,5	32,5	4	4	30	20 ÷ 200
45	45,5	37,5	4	4	36	20 ÷ 200
50	50,5	40,5	5	4	39	20 ÷ 200

Lunghezze unificate: 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - (14) - 16 - (18) - 20 - (22) - 24 - 26 - (28) - (30) - 32 - (36) - 40 - (45) - 50 - (55) - 60 - (65) - 70 - (75) - 80 - (85) - 90 - (95) - 100 - 120 - 140 - 160 - 180 - 200.

Tolleranze su d1: + 0,1/0 fino a 2,8, + 0,2/0 fino a 5,4, + 0,3/0 fino a 16,5, + 0,4/0 da 18 in poi.

# Accoppiamenti Scanalati

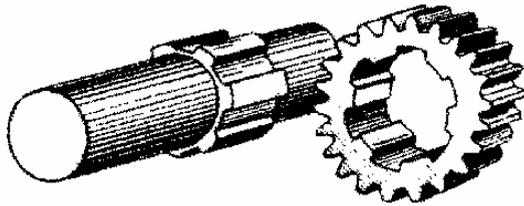
In caso di:

- alberi troppo piccoli
- momenti torcenti elevati
- eventuale necessità di ingranamento sotto carico



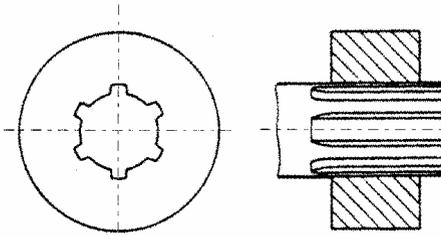
**Profili scanalati** (no linguette)

*Sono equivalenti ad alberi con più linguette ricavate di pezzo con l'albero stesso.*

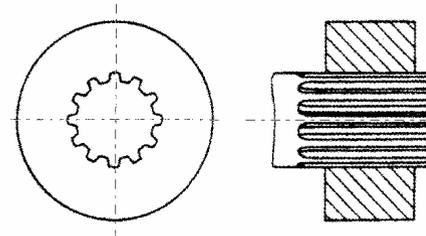


Tipologie:

scanalature a fianchi paralleli



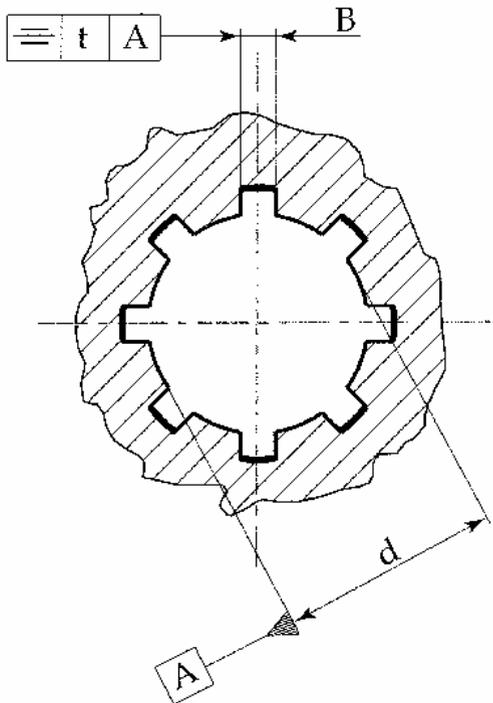
scanalature ad evolvente



# Accoppiamenti Scanalati

## Scanalatura a fianchi paralleli (UNI 8953):

- caratterizzata da più sporgenze (sull'albero) e cave (nel mozzo) longitudinali, diritte a sezione rettangolare
- accoppiamento centrato sulla superficie interna (diametro nominale)



d	Serie LEGGERA		Serie MEDIA	
	N x d x D	B	N x d x D	B
11	-	-	6 x 11 x 14	3
13	-	-	6 x 13 x 16	3,5
16	-	-	6 x 16 x 20	4
18	-	-	6 x 18 x 22	5
21	-	-	6 x 21 x 25	5
23	6 x 23 x 26	6	6 x 23 x 28	6
26	6 x 26 x 30	6	6 x 26 x 32	6
28	6 x 28 x 32	7	6 x 28 x 34	7
32	8 x 32 x 36	6	8 x 32 x 38	6
36	8 x 36 x 40	7	8 x 36 x 42	7
42	8 x 42 x 46	8	8 x 42 x 48	8
46	8 x 46 x 50	9	8 x 46 x 54	9
52	8 x 52 x 58	10	8 x 52 x 60	10
56	8 x 56 x 62	10	8 x 56 x 65	10
62	8 x 62 x 68	12	8 x 62 x 72	12
72	10 x 72 x 78	12	10 x 72 x 82	12
82	10 x 82 x 88	12	10 x 82 x 92	12
92	10 x 92 x 98	14	10 x 92 x 102	14
102	10 x 102 x 108	16	10 x 102 x 112	16
112	10 x 112 x 120	18	10 x 112 x 125	18

Tolleranze di simmetria sulla dimensione B corrispondenti a IT7, con riferimento all'asse del cilindro di diametro d.

### Designazione

Si indicano nell'ordine i valori N x d x D della tabella, in cui N è il numero di scanalature. Nella designazione si usano le seguenti sigle:  
 albero scorrevole = S  
 albero fisso = F  
 mozzo trattato dopo brocciatura = T  
 mozzo non trattato dopo brocciatura = NT

### Esempi

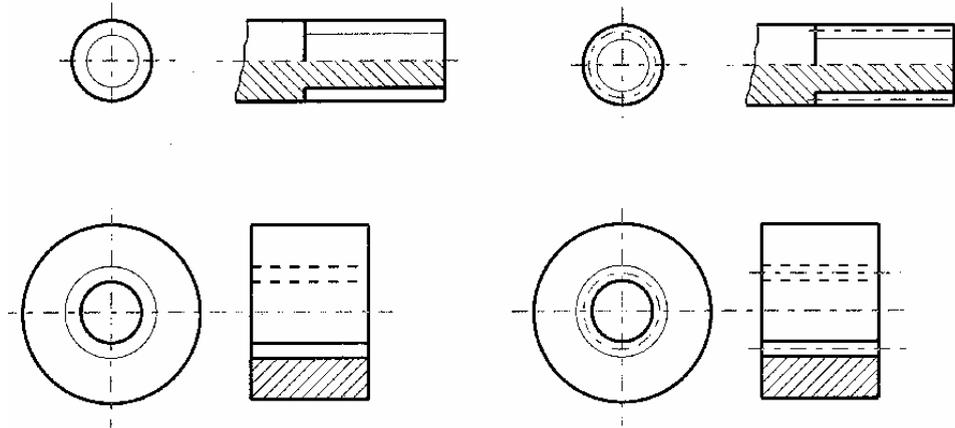
ALBERO con 8 denti sul diametro interno d = 62 e con diametro esterno D = 68, montato scorrevole sotto carico: Albero UNI 8953 - 8 x 62 x 68 SC  
 MOZZO con 8 scanalature sul diametro interno d = 62 e con diametro di fondo scanalature D = 68, non trattato dopo brocciatura: Mozzo UNI 8953 - 8 x 62 x 68 NT  
 ACCOPIAMENTO tra l'albero e il mozzo precedenti: Albero/mozzo UNI 8953 - 8 x 62 x 68 SC/NT

# Accoppiamenti Scanalati

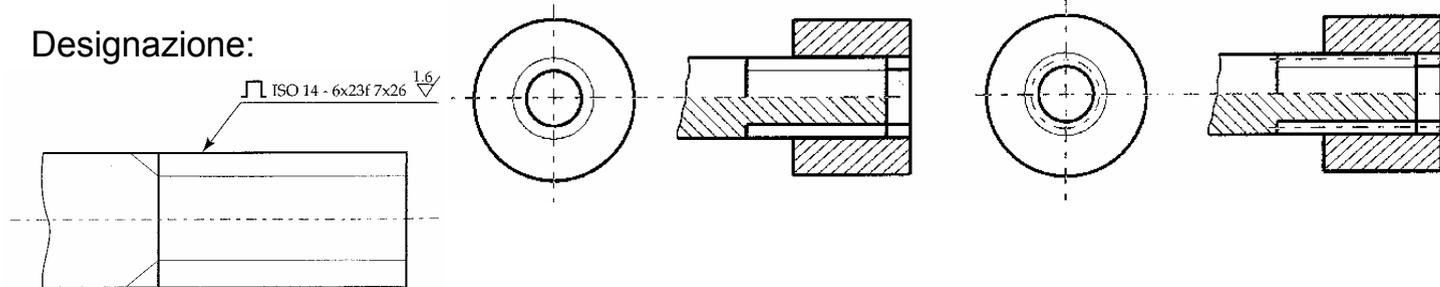
Rappresentazione:

a) Fianchi rettilinei 

b) Fianchi ad evolvente 



Designazione:



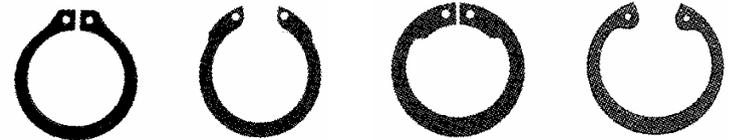
 norma – num.profilo x Ø interno + tolleranza x Ø esterno

 ISO 14 - 6x23f 7x26

# Anelli di Sicurezza e Arresto

## = Anelli elastici

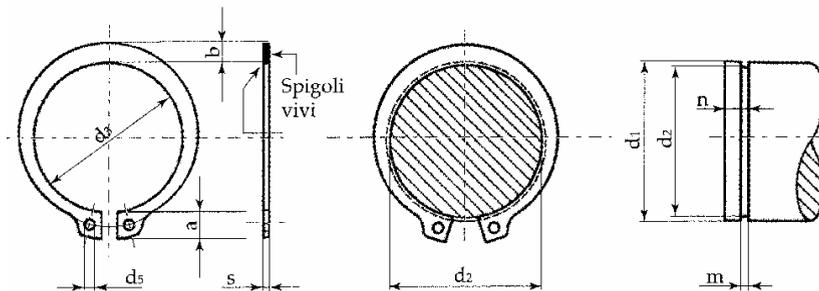
- materiale: acciaio per molle
- aperti per un breve tratto circonferenziale
- $\varnothing_{INT}$  leggermente minore di quello dell'albero su cui va montato
- $\varnothing_{EST}$  leggermente maggiore di quello del foro in cui va montato



➔ *la deformazione elastica blocca l'anello in posizione.*

## Anelli elastici tipo Seeger

- vanno collocati in apposite cave per alberi:

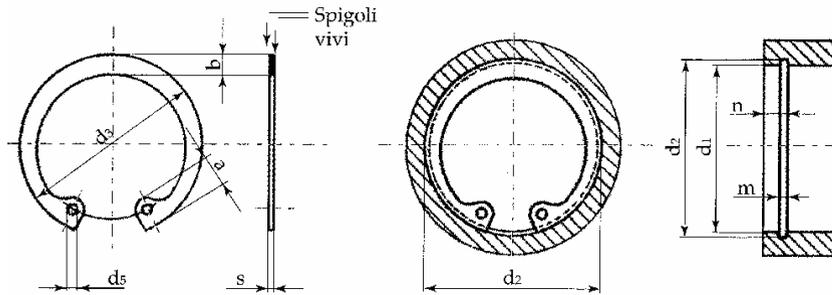


Indicazione designazione	Anello				Alloggiamento			Carico assiale max. N
	$\varnothing$	$\varnothing_{max}$	$\varnothing_{min}$	$\varnothing$	$\varnothing$	$n$	$n$	
3	0,4	1,9	0,8	2,7	2,8	0,5	0,3	230
4		2,2	0,9	3,7	3,8			300
5	0,6	2,5	1,1	4,7	4,8	0,7		380
6	0,7	2,7	1,3	5,6	5,7	0,8	0,45	700
7		3,1	1,4	6,5	6,7			800
8	0,8	3,2	1,5	7,4	7,6	0,9		1200
9			1,7	8,4	8,6		0,6	1380
10				9,3	9,6			1530
11		3,3	1,8	10,2	10,5		0,7,5	2100
12				11	11,5			2300
13	1			11,9	12,4	1,1		3000
14		3,4	2	12,9	13,4		0,9	3250
15		3,5	2,1	13,8	14,3		1,1	4000
16		3,6	2,2	14,7	15,2			4900
17		3,7	2,3	15,7	16,2		1,2	5200
18		3,8	2,4	16,5	17			6900
19		3,9	2,5	17,5	18			7250
20		4	2,6	18,5	19		1,5	7700
21	1,2	4,1	2,7	19,5	20	1,3		8050
22		4,2	2,8	20,5	21			8450
24		4,4	3	22,2	22,9			10100
25				23,2	23,9		1,7	10600
26		4,5	3,1	24,2	24,9			11000
28		4,7	3,2	25,9	26,6			15000
29		4,8	3,4	26,9	27,6		2,1	15600
30	1,5	5	3,5	27,9	28,6	1,6		16200
32		5,2	3,6	29,6	30,3		2,6	21000
34		5,4	3,8	31,5	32,3			22200
35		5,6	3,9	32,2	33			26700
36			4	33,2	34		3	27600
38		5,8	4,2	35,2	36			29100
40	1,75	6	4,4	36,5	37,5	1,95		38100
42		6,5	4,5	38,5	39,5		3,8	40000
45		6,7	4,7	41,5	42,5			43000
48		6,9	5	44,5	45,5			46000

Tolleranze: su s, h 11, su m, H 13; su  $d_2$  h 11 fino a  $d_2 = 17$ , h 12 per diametri maggiori.

# Anelli di Sicurezza e Arresto

Anelli Seeger (continua)  
per fori:



Indicazione per la designazione	Anello				Alloggiamento		Carico assiale max N
	s	a max	b	d	m H13	n min	
8	0,8	2,4	1,1	8,7	8,4	0,9	1280
9		2,5	1,3	9,8	9,4	0,6	1440
10		3,2	1,4	10,8	10,4		1600
11		3,3	1,5	11,8	11,4	0,75	1760
12		3,4	1,7	13	12,5		2400
13		3,6	1,8	14,1	13,6	0,9	3140
14		3,7	1,9	15,1	14,6		3360
15		3,7	2	16,2	15,7	1,1	4220
16	1	3,8	2	17,3	16,8		5150
17		3,9	2,1	18,3	17,8	1,2	5470
18				19,5	19		7250
19		4,1	2,2	20,5	20	1,5	7640
20			2,3	21,5	21		7800
21		4,2	2,4	22,5	22	1,8	8100
22		2,5	2,5	23,5	23		8350
24		4,4	2,6	25,9	25,2	1,3	11600
25		4,5	2,7	26,9	26,2		12000
26		4,7	2,8	27,9	27,2	2,1	12500
28	1,2	2,9	2,9	30,1	29,4		13300
30		4,8	3	32,1	31,4	2,6	13700
31		5,2	3,1	33,4	32,7		13800
32			3,2	34,4	33,7	3	13900
34		5	3,3	36,5	35,7		23200
35			3,4	37,8	37	1,6	26900
36	1,5		3,5	38,8	38		26400
37		5,5	3,6	39,8	39	1,85	27100
38			3,7	40,8	40		28200
40		5,8	3,9	43,5	42,5	3,8	40500
42		5,9	4,1	45,5	44,5		42500
45	1,75	6,2	4,3	48,5	47,5	1,85	43100
47			4,4	50,5	49,5		43500
48		6,4	4,5	51,5	50,5		43200

Tolleranze: h 11 su s; H 13 su m; H 11 su d, fino a d<sub>1</sub> = 19, H 12 per diametri maggiori.

## Trasmissione del moto

---

Alberi {  
Estremità d'albero  
Gole di scarico

Collegamenti fra alberi {  
Collegamenti articolati (*giunti cardanici*)  
Giunti: rigidi / elastici  
Frizioni

Supporti {  
Cuscinetti a strisciamento  
Cuscinetti a rotolamento

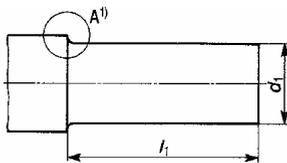
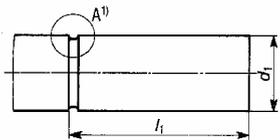
Trasmissioni {  
Cinghie: piane/ trapezoidali  
Funi – catene, catene a rulli  
Ruote di frizione  
Ruote dentate: Cilindriche: a denti dritti / elicoidali  
Coniche: a denti dritti / elicoidali  
Ruota elicoidale – vite senza fine



# Estremità d'albero

Estremità d'albero cilindriche e coniche con conicità 1:10 (UNI ISO 775)

Estremità cilindriche:



Diametro $d_1$		Lunghezza $l_1$	
nominale	tolleranza <sup>2)</sup>	serie lunga	serie corta
6 7	j6	16	—
8 9	j6	20	—
10 11	j6	23	20 <sup>3)</sup>
12 14	j6	30	25 <sup>3)</sup>
16 18 19	j6	40	28
20 22 24	j6	50	36
25 28	j6	60	42
30 32 35 38	j6 k6	80	58
40 42 45 48 50 55 56	k6 m6	110	82
60 63 65 70 71 75	m6	140	105
80 85 90 95	m6	170	130

Estremità d'albero lunghe

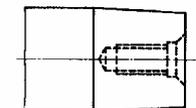
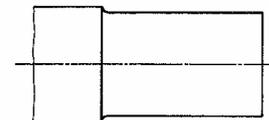
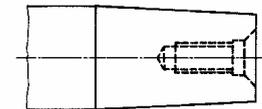
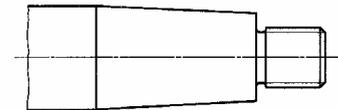
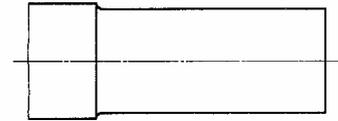
Estremità d'albero corte

Cilindrica

Coniche

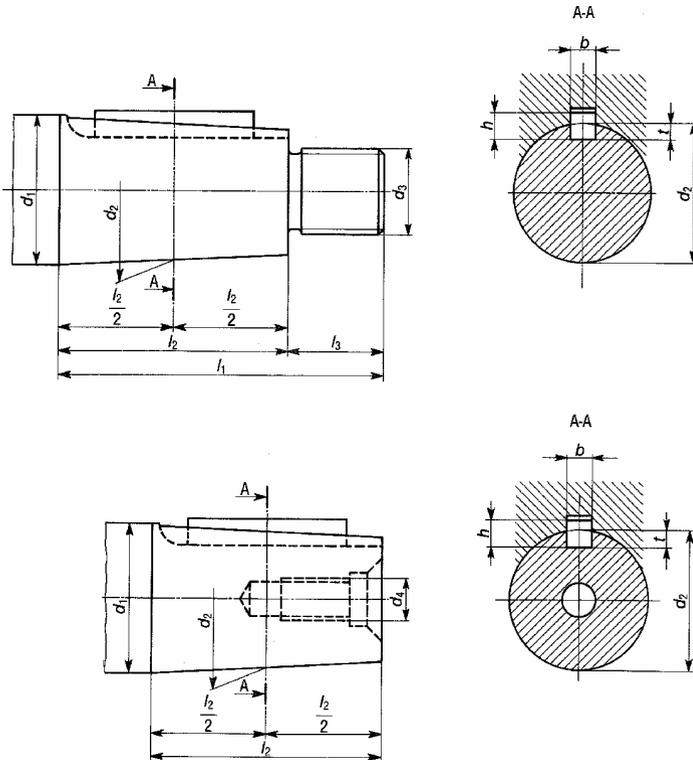
Cilindrica

Coniche



# Estremità d'albero

Estremità coniche 1:10 (serie lunga,  $\text{Ø} \leq 220 \text{ mm}$ ):



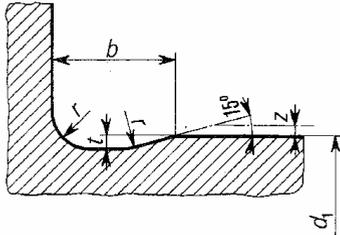
Dia- metro $d_1$	Lunghezze			Collegamento con linguetta			Filettatura estremità (codolo) $d_3$	Filettatura interna <sup>6)</sup> $d_4$
	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$d_2$	$b \times h$	$t$		
6 7	16	10	6	5,5 6,5	—	—	M4 M4	—
8 9	20	12	8	7,4 8,4	—	—	M6 M6	—
10 11	23	15 <sup>7)</sup>	8	9,25 10,25	— 2 x 2	— 1,2	M6 M6	— —
12 14	30	18 <sup>7)</sup>	12	11,1 13,1	2 x 2 3 x 3	— 1,2 1,8	M8 x 1 M8 x 1	— M4 M4
16 18 19	40	28	12	14,6 16,6 17,6	3 x 3 4 x 4 4 x 4	— 1,8 2,5 2,5	M10 x 1,25 M10 x 1,25 M10 x 1,25	— M4 M5 M5
20 22 24	50	36	14	18,2 20,2 22,2	4 x 4 4 x 4 5 x 5	— 2,5 2,5 3	M12 x 1,25 M12 x 1,25 M12 x 1,25	— M6 M6 M6
25 28	60	42	18	22,9 25,9	5 x 5 5 x 5	— 3 3	M16 x 1,5 M16 x 1,5	— M8 M8
30 32 35 38	80	58	22	27,1 29,1 32,1 35,1	5 x 5 6 x 6 6 x 6 6 x 6	— 3 3,5 3,5 3,5	M20 x 1,5 M20 x 1,5 M20 x 1,5 M24 x 2	— M10 M10 M10 M12
40 42 45	110	82	28	35,9	10 x 8	5	M24 x 2	M12
42				37,9	10 x 8	5	M24 x 2	M12
45				40,9	12 x 8	5	M30 x 2	M16
48				43,9	12 x 8	5	M30 x 2	M16
50				45,9	12 x 8	5	M36 x 3	M16
55				50,9	14 x 9	5,5	M36 x 3	M20
56	51,9	14 x 9	5,5	M36 x 3	M20			

# Gole di scarico

Gole di scarico per parti da rettificare (UNI 4386):

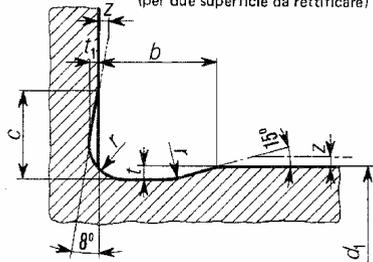
**Forma E**

(per una superficie da rettificare)



**Forma F**

(per due superficie da rettificare)

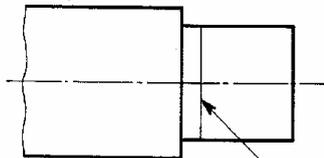


Indicazione per la designazione	Forma	r	t $+0,1$ 0	b	c	t <sub>1</sub> $+0,05$ 0
E 0,1 x 0,1	E	0,1	0,1	0,5	—	—
E 0,2 x 0,1	E	0,2	0,1	1	—	—
E 0,4 x 0,2	E	0,4	0,2	2	—	—
E 0,6 x 0,2	E	0,6	0,2	2	—	—
E 0,6 x 0,3	E	0,6	0,3	2,5	—	—
E 1 x 0,4	E	1	0,4	4	—	—
E 1 x 0,2	E	1	0,2	2,5	—	—
E 1,6 x 0,3	E	1,6	0,3	4	—	—
E 2,5 x 0,4	E	2,5	0,4	5	—	—
E 4 x 0,5	E	4	0,5	7	—	—
F 0,1 x 0,1	F	0,1	0,1	0,5	0,8	0,1
F 0,2 x 0,1	F	0,2	0,1	1	0,9	0,1
F 0,4 x 0,2	F	0,4	0,2	2	1,1	0,1
F 0,6 x 0,2	F	0,6	0,2	2	1,4	0,1
F 0,6 x 0,3	F	0,6	0,3	2,5	2,1	0,2
F 1 x 0,4	F	1	0,4	4	3,2	0,3
F 1 x 0,2	F	1	0,2	2,5	1,8	0,1
F 1,6 x 0,3	F	1,6	0,3	4	3,1	0,2
F 2,5 x 0,4	F	2,5	0,4	5	4,8	0,3
F 4 x 0,5	F	4	0,5	7	6,4	0,3

Gola*	Diametro d <sub>1</sub>
E 0,1 x 0,1	fino a 1,6
E 0,2 x 0,1	oltre 1,6 fino a 3
E 0,4 x 0,2	oltre 3 fino a 10
E 0,6 x 0,2	oltre 10 fino a 18
E 0,6 x 0,3	oltre 18 fino a 80
E 1 x 0,4	oltre 80
E 1 x 0,2	oltre 18 fino a 50
E 1,6 x 0,3	oltre 50 fino a 80
E 2,5 x 0,4	oltre 80 fino a 125
E 4 x 0,5	oltre 125
F 0,1 x 0,1	fino a 1,6
F 0,2 x 0,1	oltre 1,6 fino a 3
F 0,4 x 0,2	oltre 3 fino a 10
F 0,6 x 0,2	oltre 10 fino a 18
F 0,6 x 0,3	oltre 18 fino a 80
F 1 x 0,4	oltre 80
F 1 x 0,2	oltre 18 fino a 50
F 1,6 x 0,3	oltre 50 fino a 80
F 2,5 x 0,4	oltre 80 fino a 125
F 4 x 0,5	oltre 125

## Rappresentazione e designazione

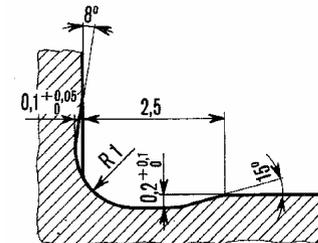
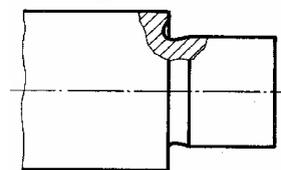
schematica:



Gola F 1 x 0,2 UNI 4386-75

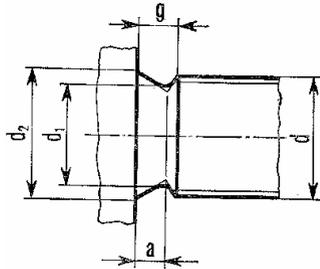
Gola F 1 x 0,2 UNI 4386-75

dettagliata:

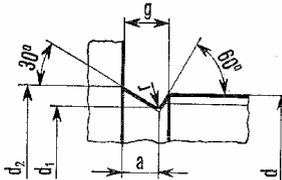


# Gole di scarico

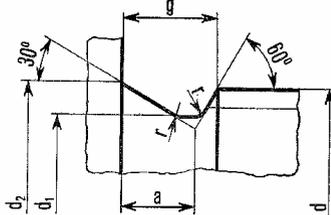
Gole di scarico sottotesta per guarnizioni, per filettature esterne metriche ISO (UNI 5711)



Particolare gola di scarico per filettature con passo  $\leq 1,5\text{ mm}$



Particolare gola di scarico per filettature con passo  $> 1,5\text{ mm}$



Passo <b>P</b>	<b>a</b>	<b>d<sub>1</sub></b> h12	<b>d<sub>2</sub></b>	<b>g</b> H14	<b>r</b>	Diametro di filettatura <b>d</b>	
						a passo grosso	a passo fine
0,75	1,6	$d - 1,25$	$d_1 + 1,70$	2	0,20	4,5	$6 \div 11$
0,8		$d - 1,40$	$d_1 + 1,70$			5	—
1	2	$d - 1,70$	$d_1 + 2,20$	2,5	0,30	6 - 7	$8 \div 30$
1,25	2,5	$d - 2,10$	$d_1 + 2,60$	3,1	0,45	8 - 9	$10 \div 14$
1,5	3	$d - 2,45$	$d_1 + 2,90$	3,7	0,65	10 - 11	$12 \div 80$
1,75	4	$d - 2,80$	$d_1 + 3,60$	4,8		12	—
2		$d - 3,20$	$d_1 + 3,60$	4,9	14 - 16	$18 \div 150$	
2,5	5	$d - 3,80$	$d_1 + 4,30$	6,1	0,80	18 - 20 - 22	—
3	6	$d - 4,65$	$d_1 + 5,20$	7,3	0,90	24 - 27	$30 \div 250$
3,5	7	$d - 5,25$	$d_1 + 5,80$	8,5	1,20	30 - 33	—
4	8	$d - 6,05$	$d_1 + 6,70$	9,7	1,30	36 - 39	$42 \div 300$
4,5	9	$d - 6,65$	$d_1 + 7,80$	10,9		42 - 45	—
5		$d - 7,30$	$d_1 + 7,80$	11,1	48 - 52	—	
5,5	11	$d - 8,00$	$d_1 + 9,30$	13,3	1,70	56 - 60	—
6		$d - 8,80$	$d_1 + 9,30$	13,5		64 - 68	$70 \div 300$

I valori di **a** corrispondono alle dimensioni in punta degli utensili unificati e ne condizionano la scelta.

Tolleranze: h12, H14

# Collegamenti tra alberi

Il collegamento può avvenire mediante:

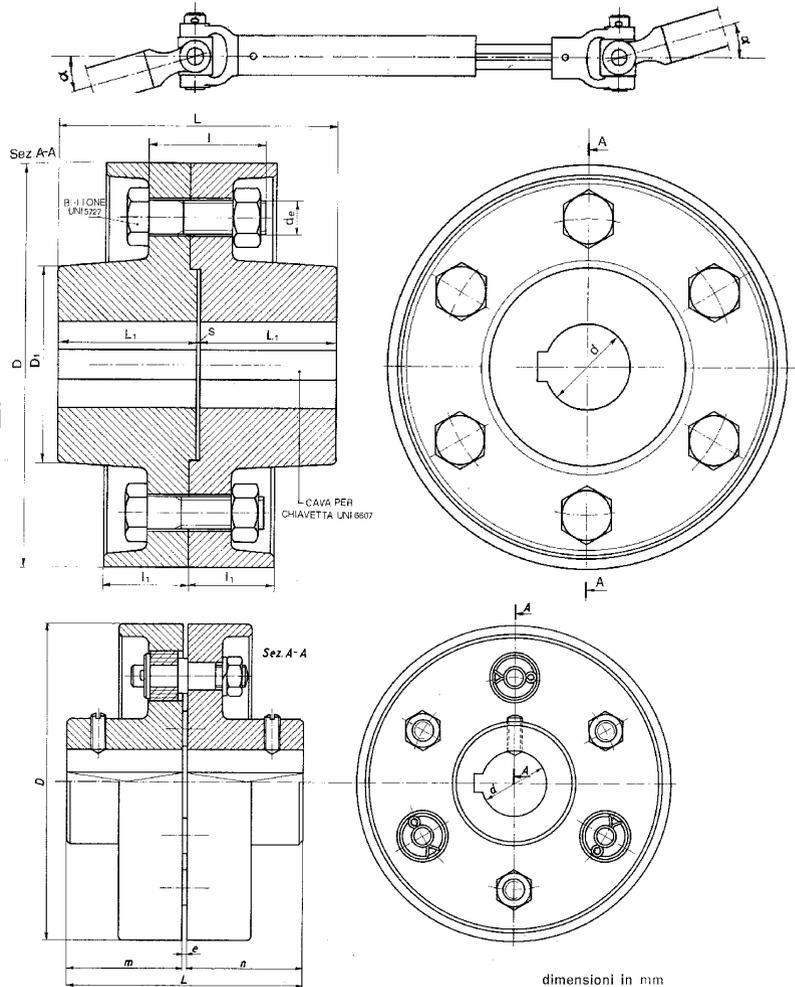
- giunti articolati (cardanici):  
*trasmissione tra assi formanti un angolo notevole o paralleli ma distanti*
- giunti rigidi:  
*trasmissione tra assi perfettamente coassiali*

es. giunto a dischi

- giunti elastici:  
*permettono lievi disallineamenti e assorbono urti*

es. giunto a pioli rivestiti in gomma

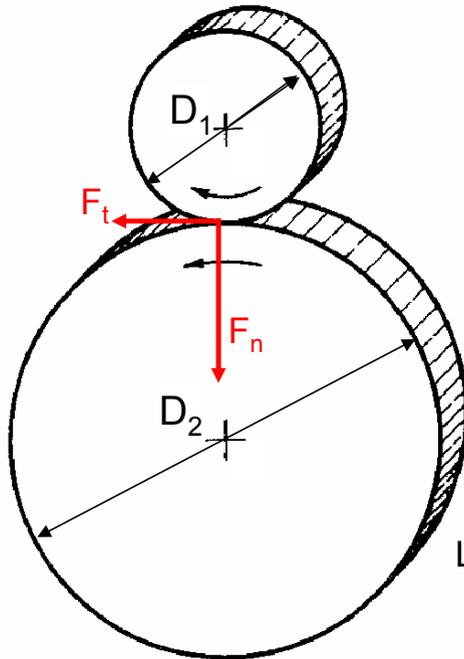
Inoltre: giunti di sicurezza, frizioni, ecc.



# Elementi di macchine: ruote dentate

Trasmissione del moto:  
principio di funzionamento delle ruote di frizione

ruota conduttrice



ruota condotta

Velocità tangenziale:  $\omega_1 * D_1/2 = \omega_2 * D_2/2$

Rapporto di trasmissione:  $i = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2$   
 $= D_2 / D_1$

Trasmissione della coppia per attrito:  
 $F_t \text{ max: } f * F_n$

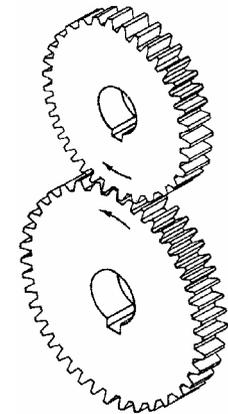
Valori del coefficiente  
d'attrito statico  $f$  (lubrificato):

acciaio – acciaio: 0,10

legno – legno: 0,16 – 0,20

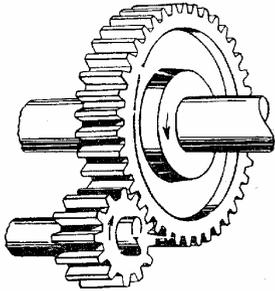
Limiti: - coppia trasmissibile limitata  
- possibile slittamento

Soluzione: trasmissione mediante ingranaggi

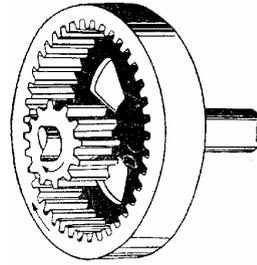


# Elementi di macchine: ruote dentate

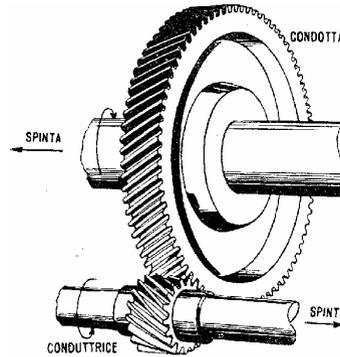
Tipologie di ingranaggi:



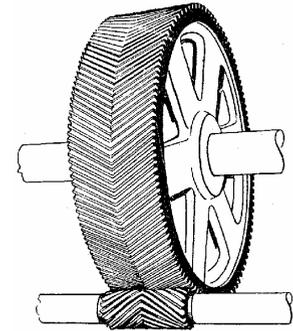
ingranaggio esterno con ruote cilindriche a denti dritti



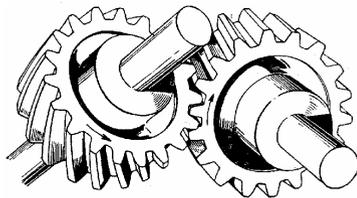
ingranaggio interno con ruote cilindriche a denti dritti



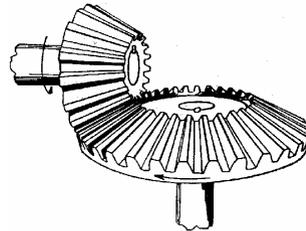
ingranaggio esterno con ruote cilindriche a denti elicoidali



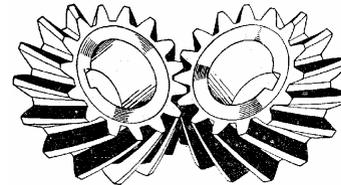
ingranaggio esterno con ruote cilindriche a denti bi-elicoidali



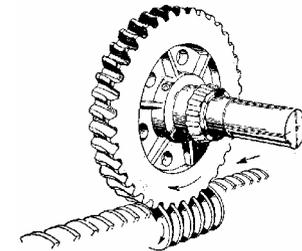
ingranaggio esterno con ruote cilindriche a denti elicoidali per assi sghembi



ingranaggio esterno con ruote coniche a denti dritti



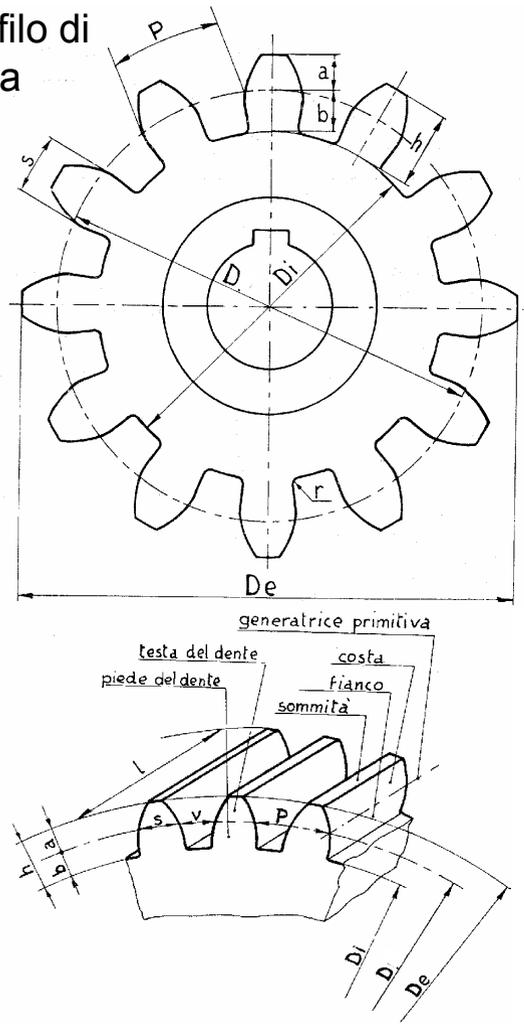
ingranaggio esterno con ruote coniche a denti elicoidali



Coppia vite senza fine – ruota elicoidale

## Elementi di macchine: 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

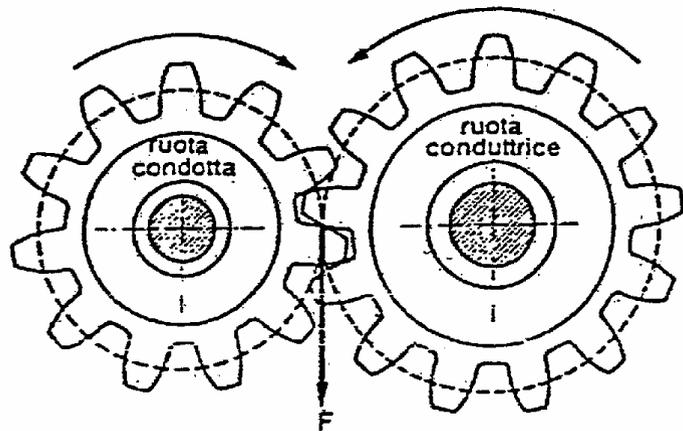
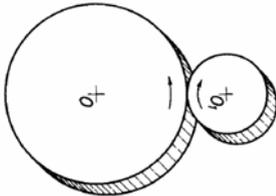
$b$  = dedendum

$z$  = numero di denti

$m$  = modulo della dentatura

## Elementi di macchine: ruote dentate

Principio di funzionamento  
di un ingranaggio



L'ingranaggio si comporta come una coppia di ruote di frizione aventi diametri corrispondenti ai diametri primitivi delle ruote dentate.

Condizione di ingranamento:

passo ruota 1 = passo ruota 2

$$P_1 = \pi * D_1 / z_1 = P_2 = \pi * D_2 / z_2$$

Da cui:

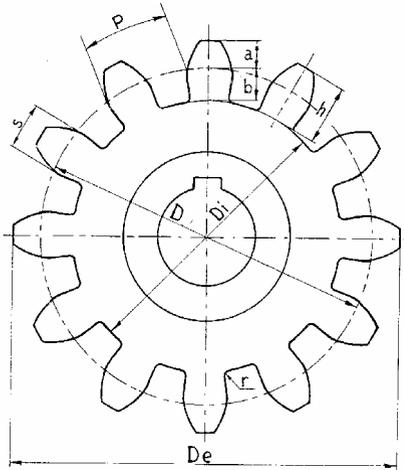
$$i = D_2 / D_1 = z_1 / z_2$$

Il passo è un numero irrazionale (per colpa di  $\pi$ ).  
Per identificare due ruote che possono ingranare  
assieme invece del passo si utilizza il "modulo":

$$m = P / \pi = D / z$$

## Elementi di macchine: ruote dentate

Determinazione del modulo di una ruota dentata



In base al dimensionamento modulare, si pone:

addendum:  $a = m$

dedendum:  $b = 7/6 * m$

Diametro esterno:  $De = D + 2 * a = D + 2 * m$

Dalla definizione di modulo:

$$D = m * z$$

Per cui, sostituendo:  $De = m * (z + 2)$

Da cui:  $m = De / (z + 2)$

Valori di moduli raccomandati per ruote cilindriche e coniche (da UNI 6586) in mm:

Col. 1	Col. 2
0,5	
	0,75
1	
	1,125
1,25	
	1,375

Col. 1	Col. 2
1,5	
	1,75
2	
	2,25
2,5	
	2,75

Col. 1	Col. 2	Col. 3
3		
		3,25
	3,5	
		3,75
4		
	4,5	

Col. 1	Col. 2	Col. 3
5		
	5,5	
6		
		6,5
	7	
8		

## Elementi di macchine: ruote dentate

Angolo di pressione  $\theta$

$$F_t = F \cdot \cos \theta$$

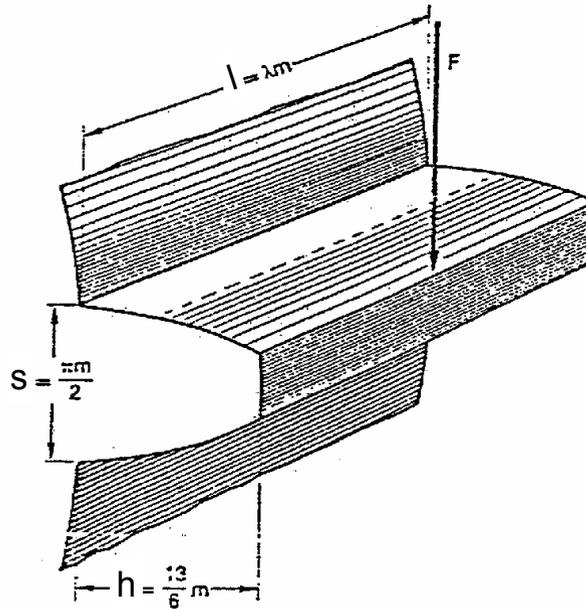
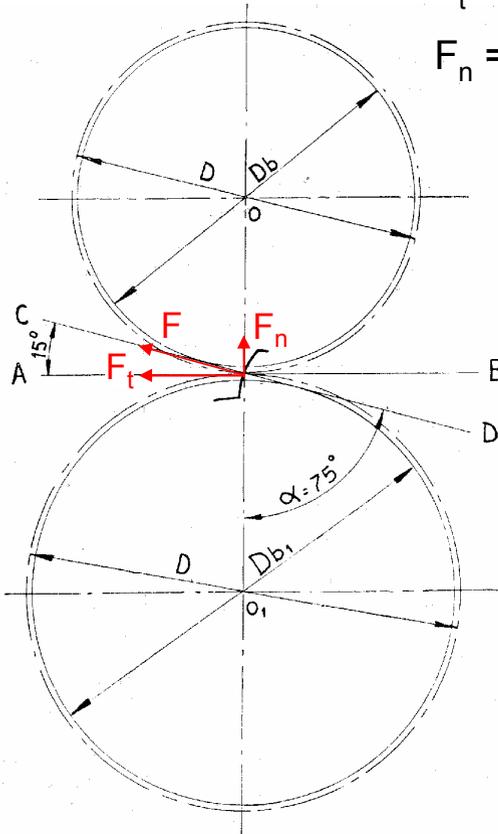
$$F_n = F \cdot \sin \theta$$

Dimensioni del dente:

larghezza del dente:  $l = \lambda \cdot m$   
( $\lambda =$  coefficiente:  $6 \leq \lambda \leq 16$ )

spessore del dente:  $s = \pi \cdot m / 2$

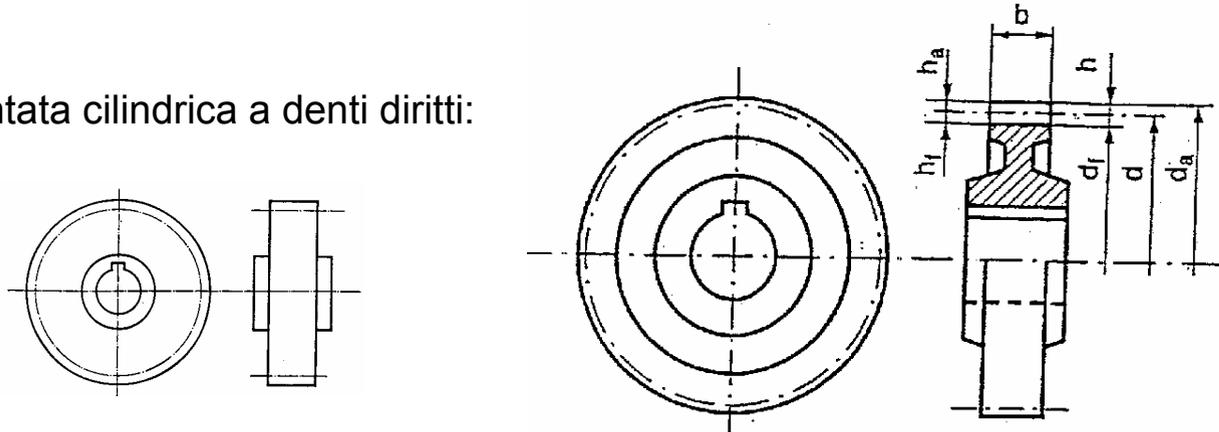
altezza del dente:  $h = 13/6 \cdot m$



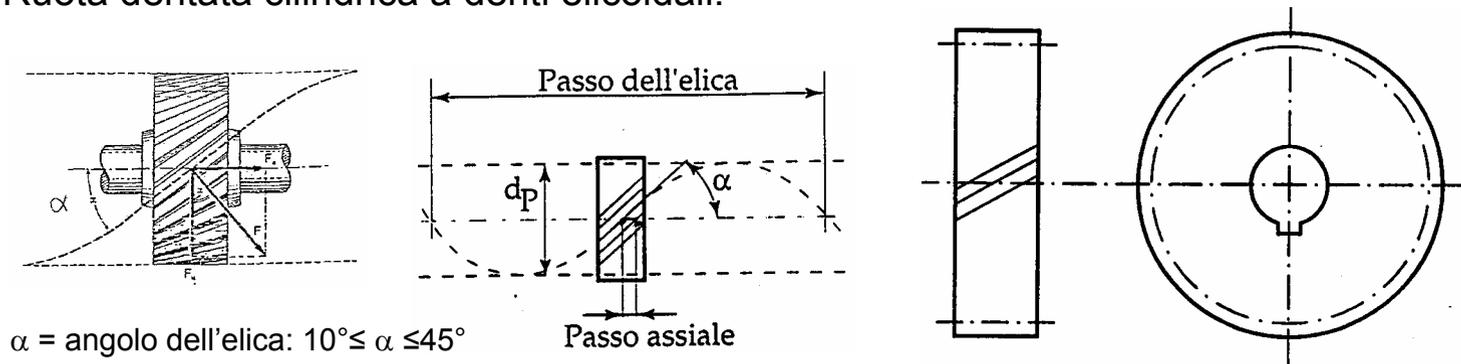
# Elementi di macchine: ruote dentate

## Rappresentazione convenzionale di ruote dentate:

Ruota dentata cilindrica a denti dritti:



Ruota dentata cilindrica a denti elicoidali:



# Elementi di macchine: ruote dentate

Rappresentazione convenzionale di ingranaggi:

ingranaggio a ruote cilindriche:

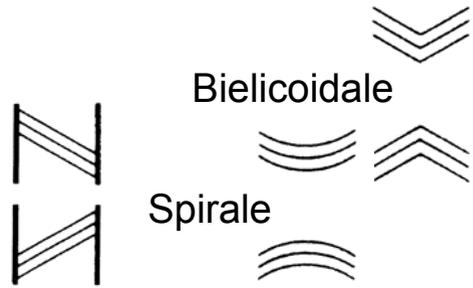
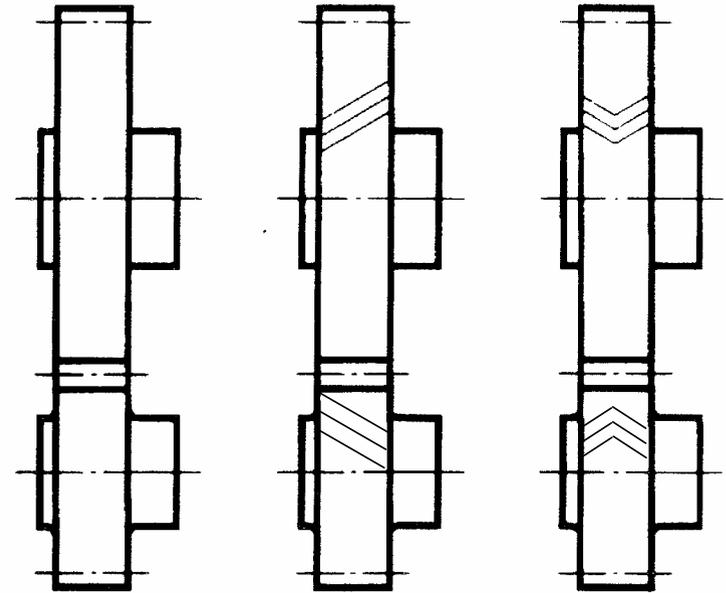
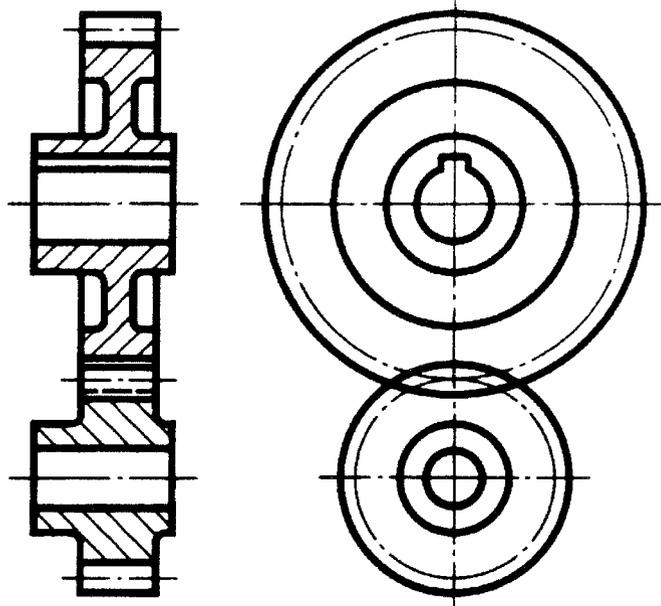
A denti dritti

Elicoidale destra

Elicoidale sinistra

Bielicoidale

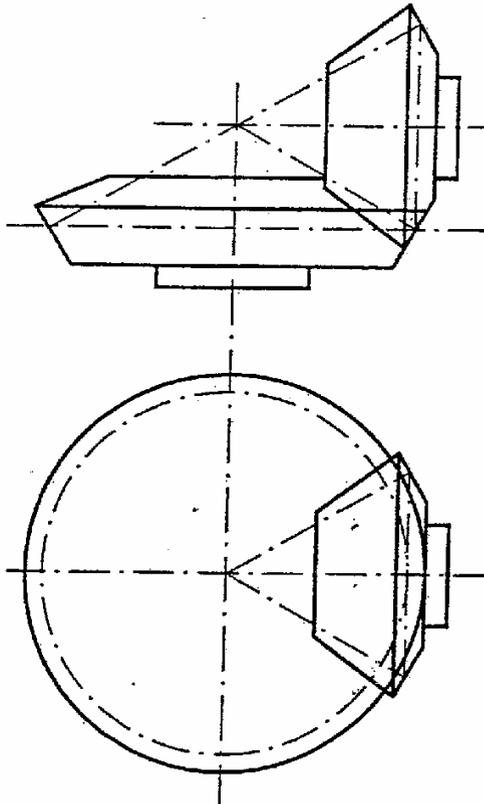
Spirale



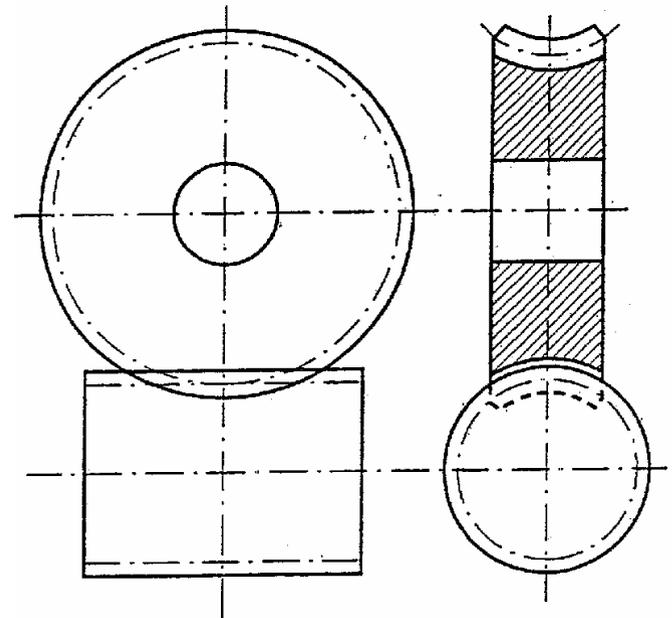
## Elementi di macchine: ruote dentate

### Rappresentazione convenzionale di ingranaggi:

ingranaggio a ruote coniche:



ruota a denti elicoidali – vite senza fine:



## Elementi di macchine: ruote dentate

### Esercizio di trasmissione del moto con ruote dentate:

Dati due assi paralleli con rapporto di trasmissione:  $i = n_1 / n_2$   
e interasse:  $IN$

determinare i diametri primitivi  $D_1$  e  $D_2$  delle ruote.

Risulta:

- $i = n_1 / n_2 = D_2 / D_1$
- $D_1 / 2 + D_2 / 2 = IN$

Da cui:  $D_2 = 2 * IN - D_1$

Sostituendo in A.:

$$2 * IN - D_1 = i * D_1$$

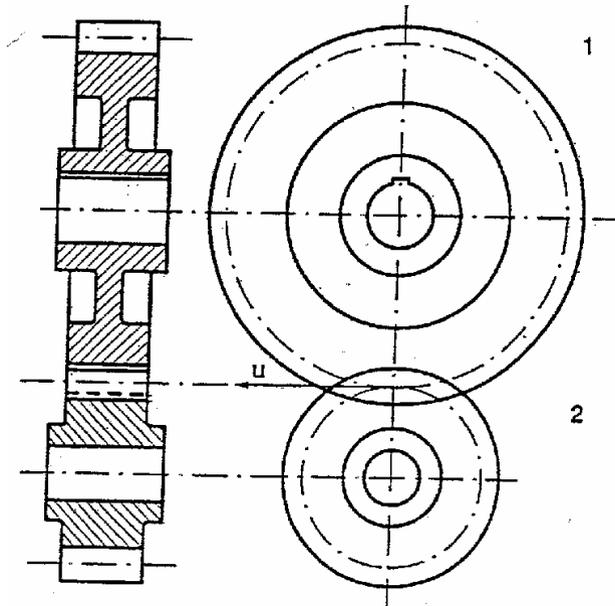
$$D_1 + i * D_1 = 2 * IN$$

$$D_1 * (1 + i) = 2 * IN$$

E quindi:

$$D_1 = (2 * IN) / (1 + i)$$

$$D_2 = i * D_1$$

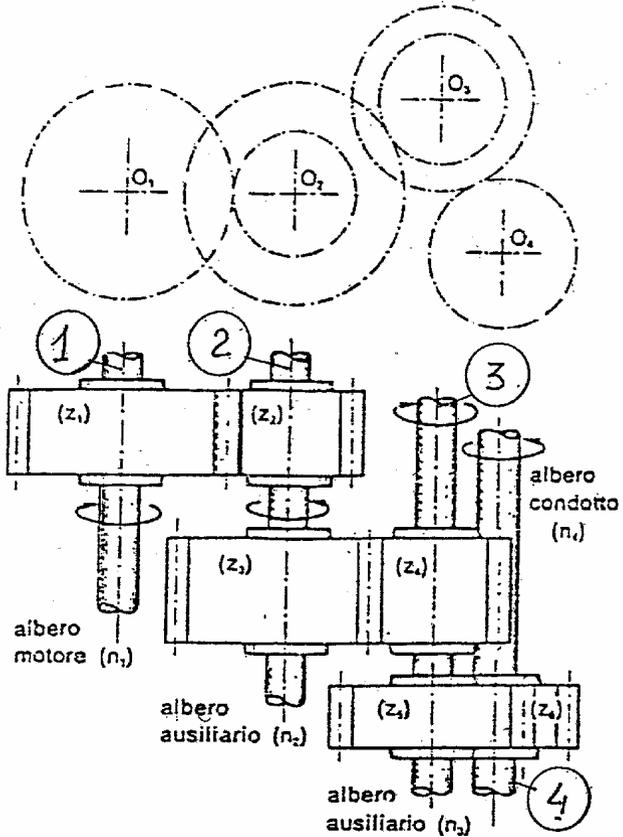


# Elementi di macchine: ruote dentate

Rotismi:

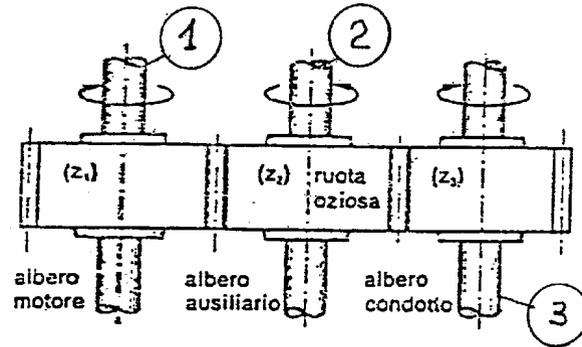
rotismo ordinario:

$$i = z_1/z_2 * z_3/z_4 * z_5/z_6$$

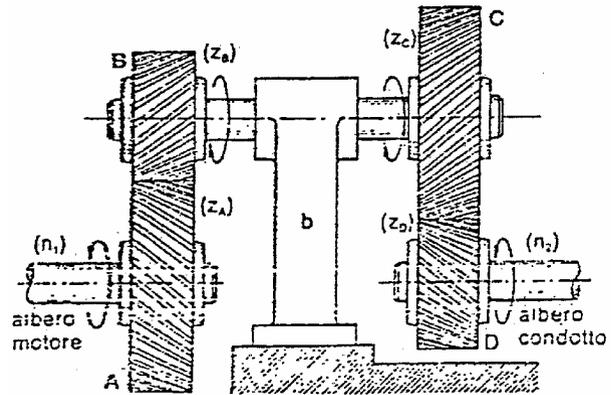


rotismo ordinario con ruota oziosa:

$$i = z_1/z_2 * z_2/z_3 = z_1 / z_3$$



rotismo ordinario con braccio fisso:



## Elementi di macchine: cuscinetti

*Elementi funzionali destinati a sorreggere gli elementi rotolanti e a vincolarne la posizione degli assi.*

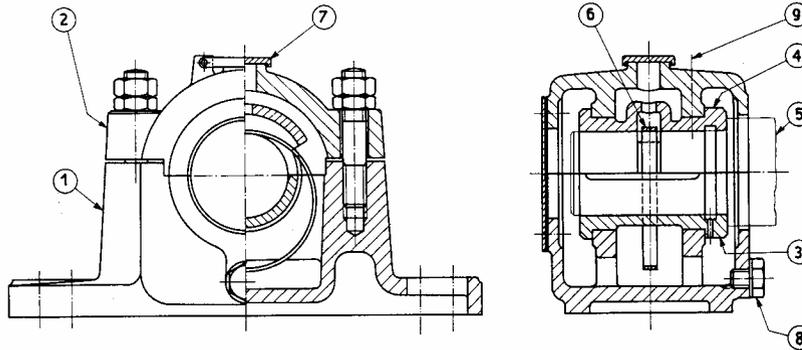
Classificabili in due famiglie:

- Cuscinetti a strisciamento (o radenti)
- Cuscinetti a rotolamento (o volventi)

Inoltre si differenziano per la direzione del carico a cui sono in grado di opporsi:

- Radiale
- Assiale
- Obliqua

### Cuscinetti a strisciamento (o radenti)

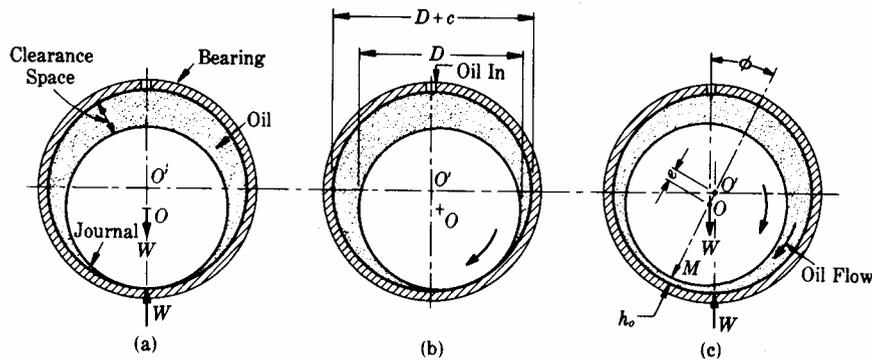


# Elementi di macchine: cuscinetti

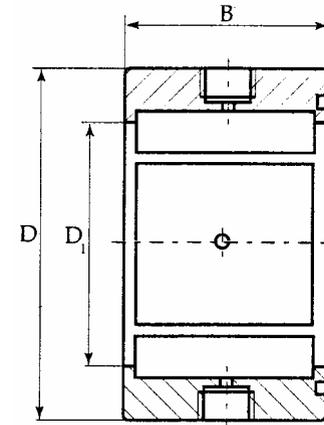
Contatto tra superfici nei cuscinetti radenti:

- attrito a secco
- con lubrificazione:
  - lubrificante senza funzioni portanti
  - lubrificante con funzioni portanti:
    - a sostegno idrodinamico
    - a sostegno idrostatico

Principio di funzionamento di un cuscinetto idrodinamico:



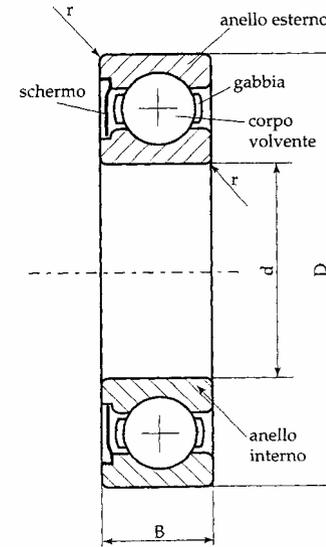
Cuscinetto idrostatico:



## Elementi di macchine: cuscinetti

### Cuscinetti a rotolamento (o volventi):

Elementi caratteristici di un cuscinetto volvente:



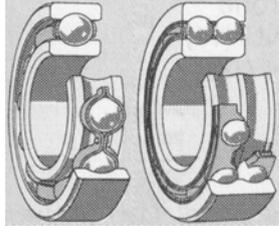
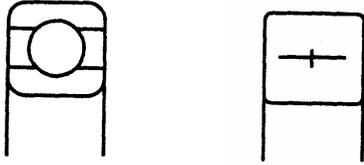
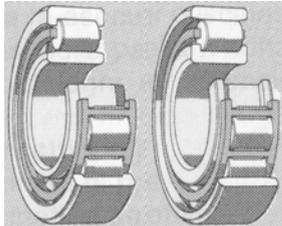
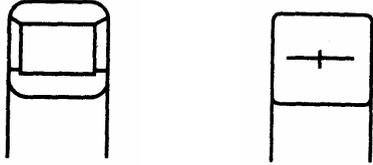
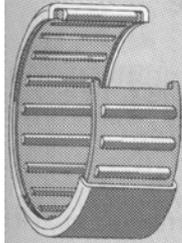
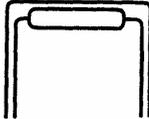
Classificabili in base a:

- geometria del corpo volvente (a sfere, rulli, ecc.)
- direzione del carico (radiale, assiale, obliquo)
- possibilità di compensare o meno disallineamenti (orientabili / rigidi)

## Elementi di macchine: cuscinetti

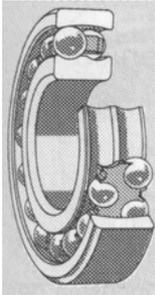
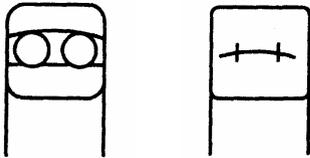
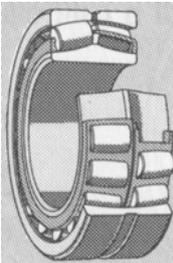
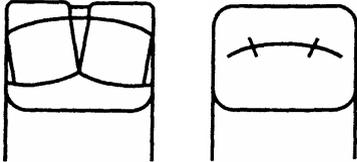
### Esempi di cuscinetti volventi

#### *Cuscinetti rigidi per carichi radiali:*

Rigido a sfere		
Rigido a rulli		
Rigido a rullini senza anello interno		

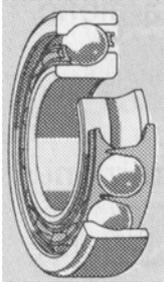
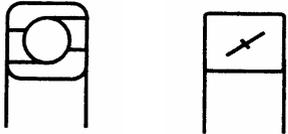
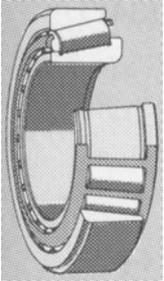
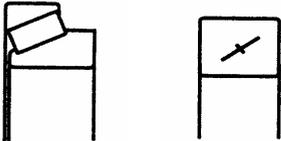
## Elementi di macchine: cuscinetti

### *Cuscinetti orientabili per carichi radiali*

<p>Orientabile a due corone di sfere</p>		
<p>Orientabile a due corone di rulli</p>		

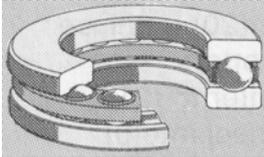
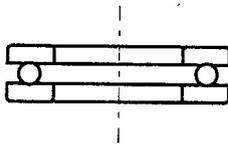
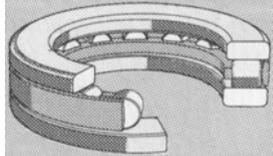
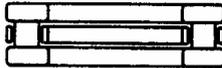
## Elementi di macchine: cuscinetti

### *Cuscinetti per carichi obliqui*

A sfere		
A rulli conici		

# Elementi di macchine: cuscinetti

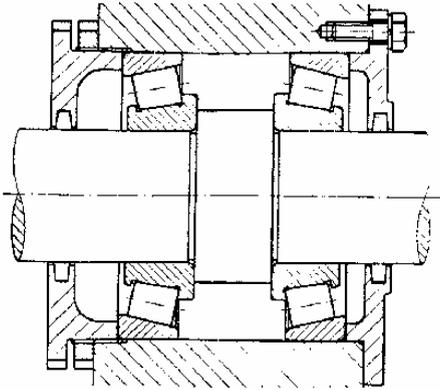
## *Cuscinetti per carichi assiali*

A sfere			
A rulli			

## Elementi di macchine: cuscinetti

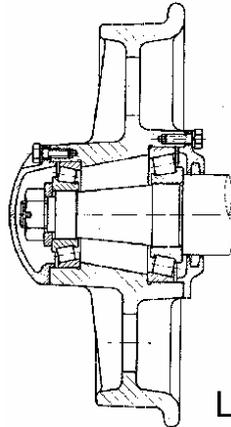
Montaggio di cuscinetti per spinte oblique:

Montaggio a X:



Utilizzato in genere per alberi rotanti rispetto alla sede  
Meno rigido alla inflessione dell'albero

Montaggio ad O:

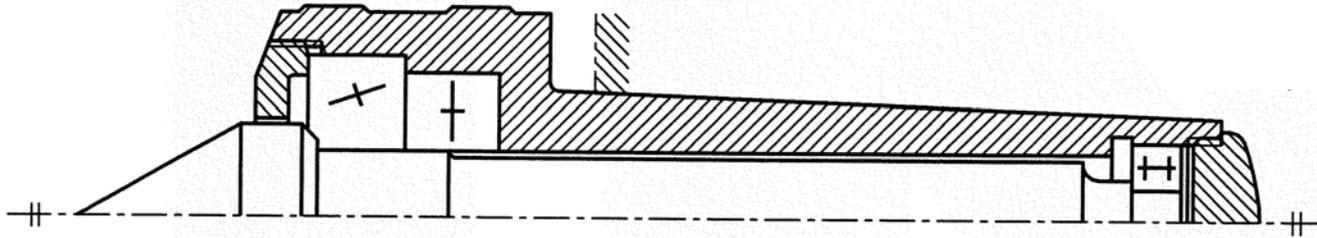


Utilizzato in genere quando la sede ruota rispetto ad un  
albero  
Più rigido all'inflessione dell'albero

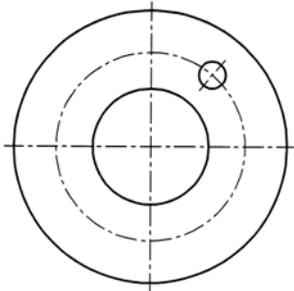
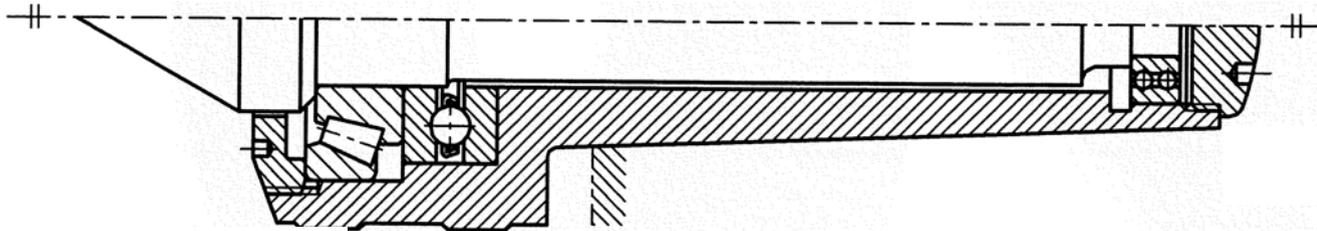
La registrazione preferibilmente avviene sugli anelli non rotanti

## Elementi di macchine: cuscinetti

Rappresentazione semplificata



Illustrazione



Nella rappresentazione perpendicolare all'asse del cuscinetto, i corpi volventi possono essere rappresentati come un cerchio indipendentemente da forma e dimensioni reali