

Corso di Disegno Tecnico Industriale
per il Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica e
in Ingegneria Meccatronica

Elementi di Disegno di Macchine:

- collegamenti filettati
- altri collegamenti smontabili

Docente: Gianmaria Concheri
E-mail: gianmaria.concheri@unipd.it
Tel. 049 8276739



COLLEGAMENTI

Classificazione dei COLLEGAMENTI

PRIMA
CLASSIFICAZIONE

Collegamenti smontabili →

Es.: Sistema di
montaggio della ruota di
bicicletta sulla forcella

permettono di separare agevolmente e senza produrre
danneggiamenti due o più pezzi accoppiati: viti, bulloni, perni,
spine, chiavette, linguette, giunti, profili scanalati,

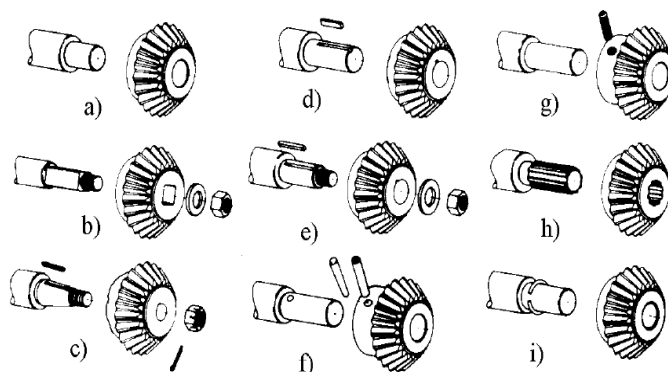
Collegamenti fissi →

Es.: Sistema di
montaggio dei tubi
componenti il telaio della
bicicletta

non permettono la separazione dei pezzi accoppiati senza produrre
danneggiamenti o rotture delle zone di giunzione: saldature,
accoppiamenti forzati, chiodature, ...



COLLEGAMENTI: classificazione



Tipi di collegamento per l'accoppiamento *albero - ruota dentata*:

SMONTABILI: b) con estremità prismatica e codolo filettato; c) su estremità conica con dado o ghiera di forzamento; d) con chiavetta; e) con linguetta; f) con spina trasversale; g) con grano di pressione; h) con accoppiamento scanalato

FISSI: a) forzato (per interferenza); i) per brasatura o saldatura.

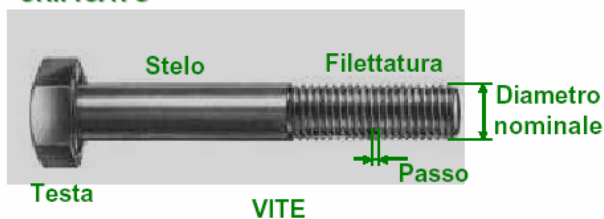


Filettature

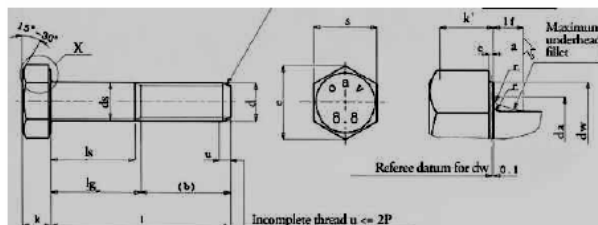
Definizioni: (UNI ISO 5408-89)

Filettatura: *risalto elicoidale continuo e di sezione uniforme su una superficie cilindrica.*

I collegamenti più comuni sono fatti con le **VITI**. La vite è un componente **UNIFICATO**

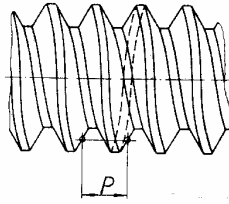


DADO

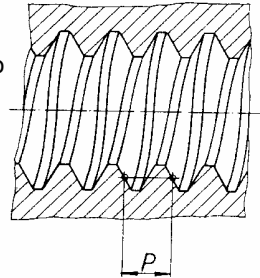


Filettature

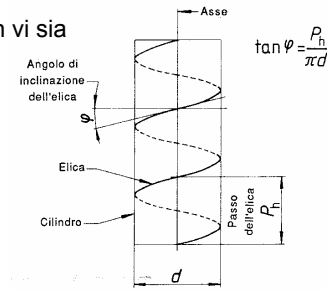
Vite (risalto sulla superficie esterna):



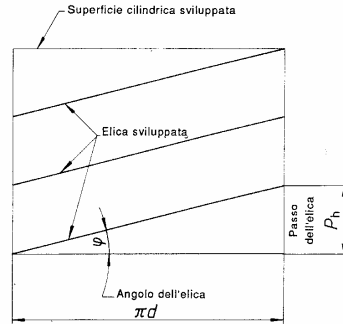
Madrevite (risalto sulla superficie interna):



Condizione perché non vi sia svitamento spontaneo:

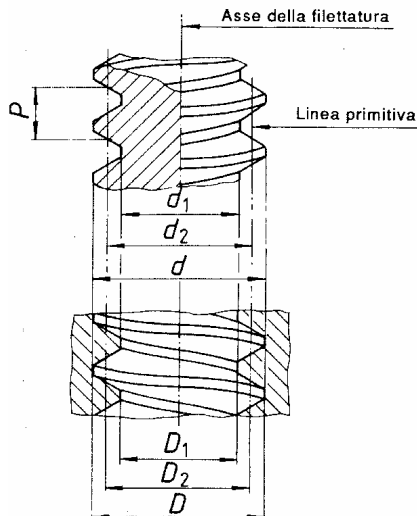


$$\tan \varphi = \frac{P_h}{\pi d}$$



Filettature

Altre definizioni:



Passo (P): distanza tra due punti omologhi su due profili successivi.

Diametro esterno (d o D):

vite: diametro del cilindro tangente le creste del filetto

madrevite: diametro del cilindro tangente i fondi del filetto

Diametro di nocciolo (d1 o D1):

vite: diametro del cilindro tangente i fondi del filetto;
madrevite: diametro del cilindro tangente le creste del filetto

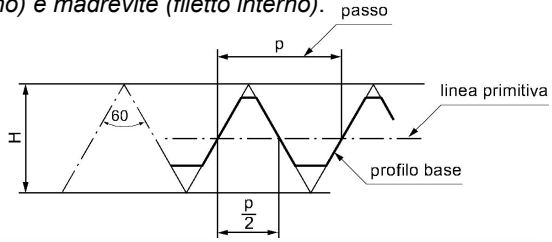
Lunghezza di presa: lunghezza assiale lungo la quale sono a contatto due filettature accoppiate.



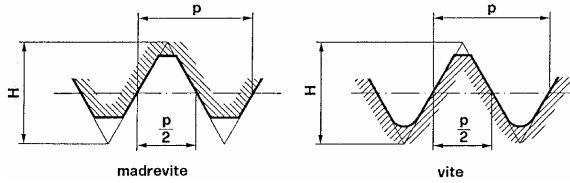
Filettature

Profilo base: *profilo teorico, su un piano assiale, definito da elementi geometrici teorici comuni a vite (filetto esterno) e madrevite (filetto interno).*

Triangolo generatore: *triangolo da cui si ottengono forma e dimensioni del profilo base (nel caso di filettature metriche ISO è equilatero).*



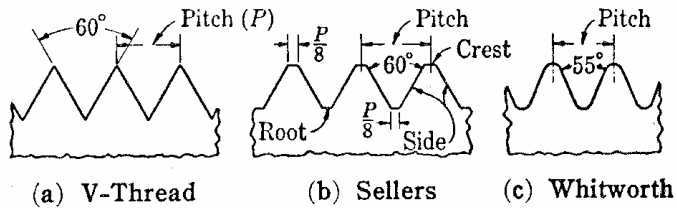
Profilo nominale: *profilo cui si fa riferimento per il calcolo e rispetto cui vengono determinate le dimensioni limite.*



Madrevite:
profilo nominale = profilo di base



Evoluzione degli standard delle filettature



Sellers: proposta nel 1864 (standard negli USA per lungo tempo)
Whitworth: proposta nel 1841 (standard in Gran Bretagna)



Filettature unificate

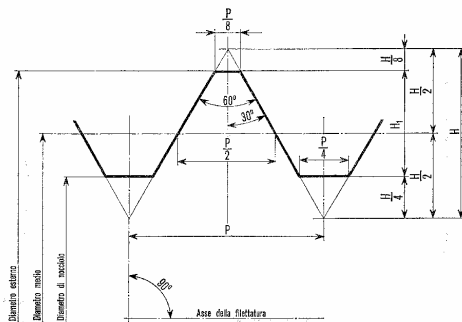
FILETTATURE	GEOMETRIA DEL FILETTO	NORMA	SIMBOLO
Metriche ISO	Triangolo equilatero	UNI 4533-64	M
Whitworth	Triangolo isoscele con angolo al vertice pari a 55°	UNI 2708-45	W
di tubazioni (ex Gas)	Triangolo isoscele con angolo al vertice pari a 55°	UNI ISO 7/1-84 UNI ISO 228/1-03	R (R _D , R _C) G
Trapezie	Trapezio isoscele con angolo al vertice di 30°	UNI ISO 2901-78	Tr



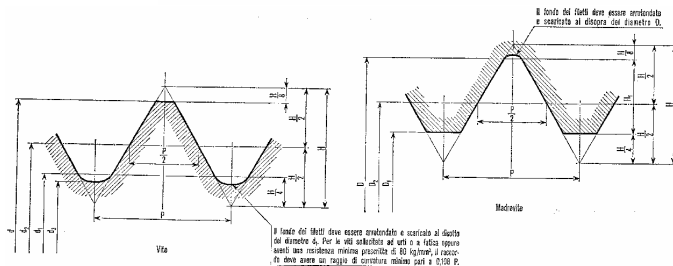
Filettature unificate

Filettature metriche ISO:

Profilo di base:



Profilo esecutivo:



Filettature unificate

Filettature metriche ISO:

Diametro nominale [mm]	Passo grosso [mm]	Passo fine [mm]		
2	0.35			
3	0.5	0.35		
4	0.7	0.5		
5	0.8	0.5		
6	1	0.75		
8	1.25	1	0.75	
10	1.5	1.25	1	0.75
12	1.75	1.5	1.25	1
16	2	1.5	1	
...		

Esempi di designazione:

Passo grosso: M6 (passo = 1 mm)

Passo fine: M6 x 0.75 (passo = 0.75 mm)



Filettature

Filettatura:

Esempio di designazione di una vite:

Vite **UNI 5737** **M12** x **80** - **8.8**

↑ Norma di riferimento
↑ Diametro nominale
↑ Lunghezza parte filettata
↑ Classe

d	3 nom	e nom	e1	e2	per-1 % ISO	per-1 % ISO	per-1 % ISO
1.6	2.2	2.7	4.3	5.1	3	-	-
2	4	4.8	5.5	6.3	10	-	-
2.5	4.8	5.6	6.3	7.1	10.5	-	-
3	5	5.8	6.5	7.3	11	-	-
3.5	5.5	6.3	7.1	7.9	12	-	-
4	6	6.9	7.7	8.5	13	-	-
4.5	7	7.7	8.5	9.3	14	-	-
5	8	8.8	9.6	10.4	15	-	-
6	10	11.5	13.1	14.7	18	-	-
7	11	12.7	14.5	16.1	20	-	-
8	13	15	17	18.5	22	-	-
10	17	19.6	22	24.5	26	30	-
12	19	21.9	24	26.5	30	35	-
14	23	26.4	29	31	34	40	-
16	24	27.7	30	33	38	44	57
18	27	31.2	34	37	42	48	61
20	30	34.6	38	41	46	52	65
22	32	36.9	40	43	50	56	69
24	34	39.4	42	45	54	60	73
27	41	47.1	50	53	62	68	79
30	46	52.1	56	59	66	72	85
33	50	57.1	61	64	70	76	91
36	55	62.1	66	69	74	80	97
39	60	67.1	71	74	78	84	103
42	65	72.1	76	79	82	88	109
45	70	77.1	81	84	86	92	115
48	75	82.1	86	89	90	96	121
52	80	87.1	91	94	94	100	127
56	85	92.1	96	99	98	104	133
60	90	97.1	101	104	102	108	139
64	95	102.1	106	109	106	112	145
68	100	107.1	111	114	110	116	151
72	105	112.1	116	119	114	120	157
76	110	117.1	121	124	118	124	163
80	115	122.1	126	129	122	128	169
85	120	127.1	131	134	126	132	175
90	130	137	141	144	130	136	181
95	140	147	151	154	140	146	187
100	150	157	161	164	150	156	193

lunghezze di gambo l

2-2.5-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-14-16-18-20-22-25-28-30-32-35-38-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-95-100-105-110-115-120-125-130-140



Filettature unificate

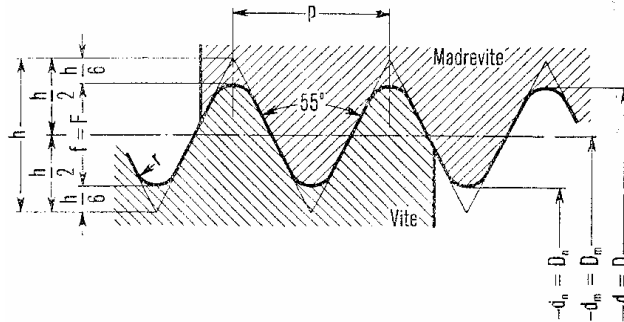
Filettature Whitworth:

$$p = \frac{25,4}{Z}$$

$$h = 0,96049 p$$

$$f = 0,64033 p$$

$$r = 0,13733 p$$



Esempio di designazione: **1 1/2 W** (diametro nominale = 1.5")



Filettature unificate

Filettature di tubazioni (ex GAS):

Profilo di base analogo a quello delle filettature Whitworth

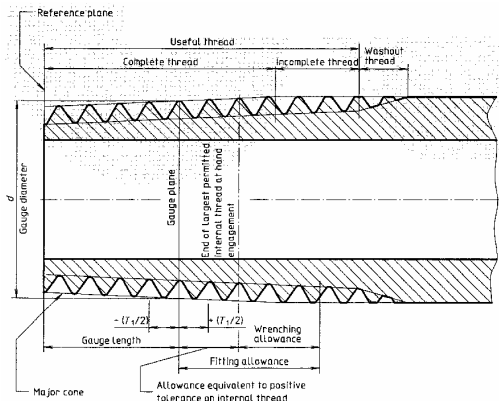
Dal diametro nominale 1" in poi, il numero di filetti è costante (= 11)

2 diversi tipi:

Filettature di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto UNI ISO 7/1-03:

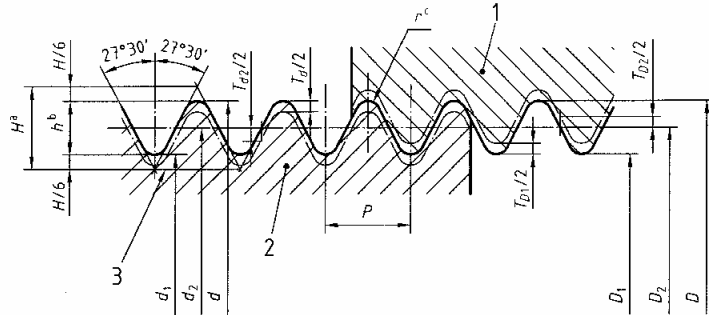
- interna cilindrica o conica ;
- esterna conica.

Filettatura:	UNI 339-66 (scaduta)	UNI ISO 7/1:
interna cilindrica	Gj 1 1/2	Rp 1 1/2
interna conica	Gc 1 1/2	Rc 1 1/2
esterna conica	Gc 1 1/2	R 1 1/2



Filettature unificate

Filettature di tubazioni per accoppiamento non a tenuta sul filetto UNI ISO 228/1-03

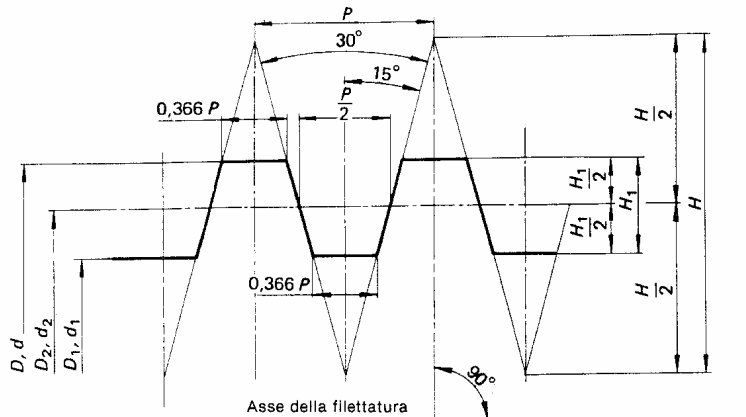


Filettatura:	UNI 338-66 (scaduta)	UNI ISO 228/1:
interna (cilindrica)	G 1 1/2	G 1 1/2
esterna (cilindrica)	G 1 1/2	G 1 1/2 A (classe di tolleranza A) G 1 1/2 B (classe di tolleranza B)



Filettature unificate

Filettature metriche trapezoidali ISO

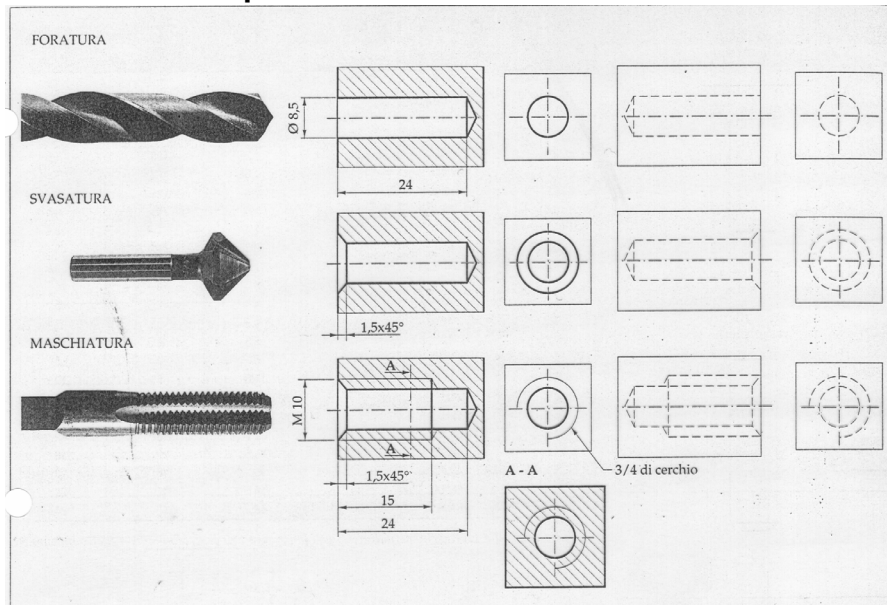


Designazione:

Tr Diametro nominale × Passo dell'elica [(Passo del profilo)] [LH]
Tr 40 × 7
Tr 40 × 14 (P7) LH filettatura trapezia sinistra a 2 filetti



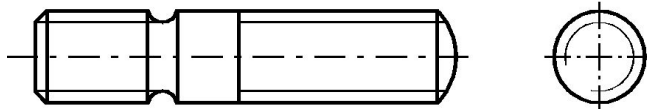
Procedimento per la realizzazione di un foro cieco filettato



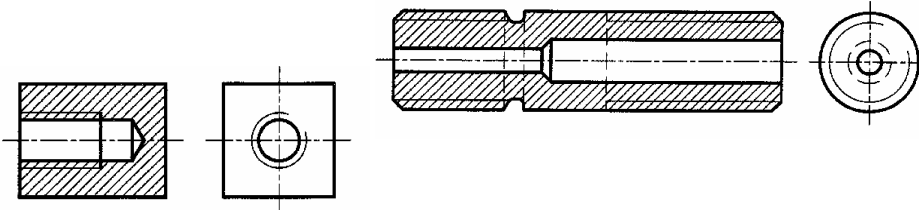
Rappresentazione convenzionale delle filettature

UNI EN ISO 6410:98

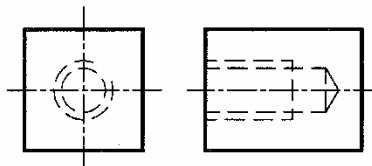
Filettature in vista



Filettature in sezione:

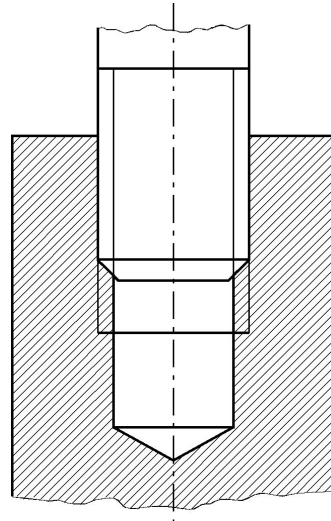
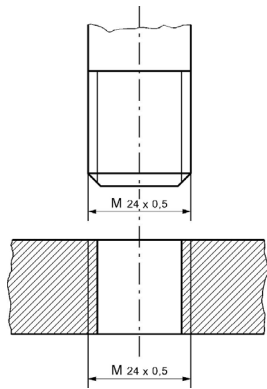


Filettature non in vista:



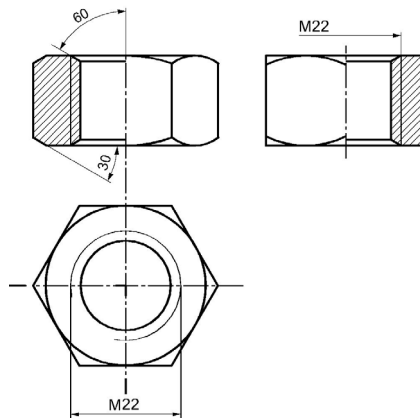
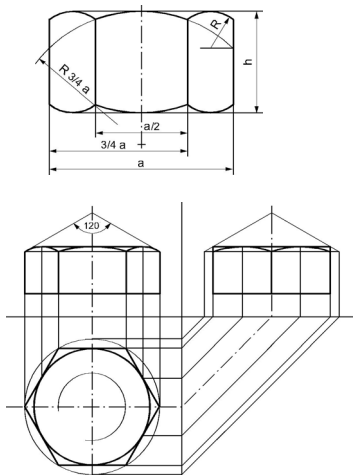
Rappresentazione convenzionale delle filettature

Accoppiamento vite-madrevite



Rappresentazione convenzionale delle filettature

Teste di viti e dadi



Elementi filettati: viti

- Testa:**
- esagonale
 - esagono incassato
 - con intaglio (impieghi non gravosi)

Viti a testa con intaglio filettatura metrica ISO. Categoria A

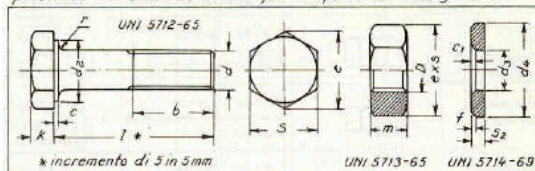
Rappresentazione	denomin.	filett. passo	d	Design UNI	Mate. nale
	a testa cilindrica	grosso 1,6-12 fine 8-12		$d \times l$ UNI 6107-67	acciaio per classi: 4-5-5.3-6G UNI 3340-65 o altro materiale
	a testa cilindrica con calotta	grosso 1,6-12 fine 8-12		$d \times l$ UNI 6108-67	
	a testa svasata piana	grosso 1,6-12 fine 6-12		$d \times l$ UNI 6109-67	
	a testa svasata con calotta	grosso 1,6-12 fine 8-12		$d \times l$ UNI 6110-67	
	a testa cilindrica forata con calotta	grosso 1,6-10 fine 8-10		$d \times l$ UNI 6111-67	



Elementi filettati: viti e dadi

Dadi

Viti a testa esagonale larga, dadi esagonali larghi, rosette e piastrelle ad alta resistenza per carpenteria - Categoria A.

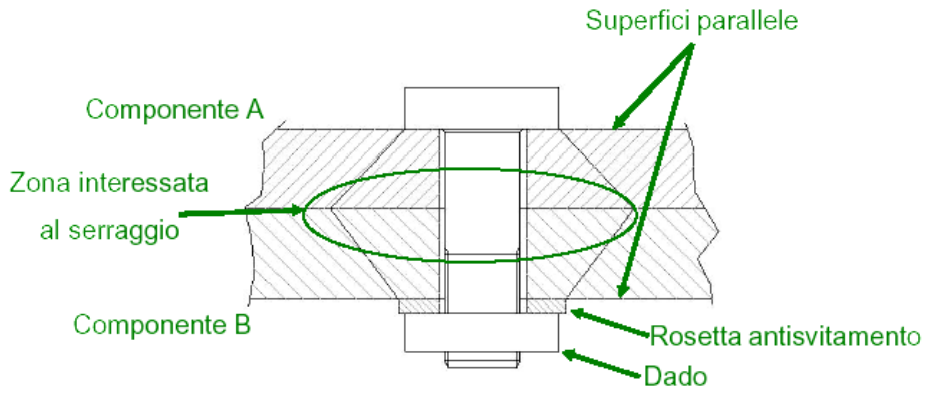


Dadi	Rappresentazione	D filettat.	passo	Rif UNI	Cat.	Materiali
esagonali alti (impieghi speciali)		3-68	grosso	5587-68	A	4D-5D-5S-6S-8G-non ferrosi
		8-80	fine			
esagonali normali		3-68	grosso	5588-65	A	4D-5D-5S-6S-8G-non ferrosi
		8-80	fine			
esagonali bassi		6-52	grosso	5589-65	A	4D-5D-5S-6S-8G-non ferrosi
		8-125	fine			
esagonali sottili	 	1,6-10	grosso	5590-65	A	4D-5S-non ferrosi



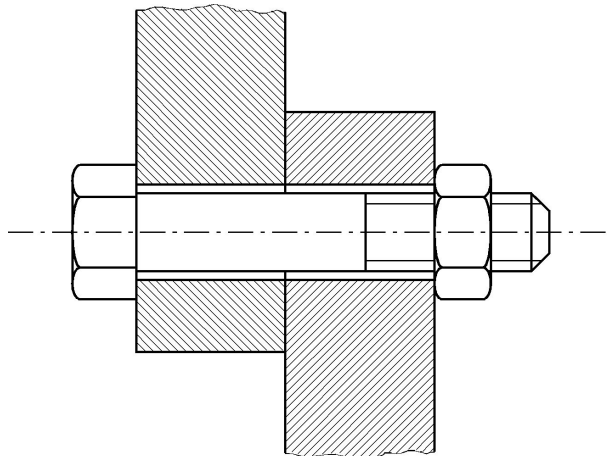
Collegamenti filettati

Collegamento mediante bullone



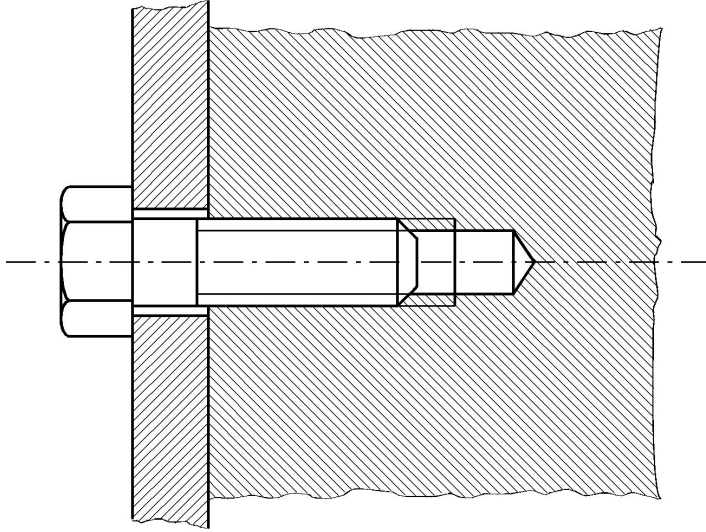
Collegamenti filettati

Collegamento mediante bullone



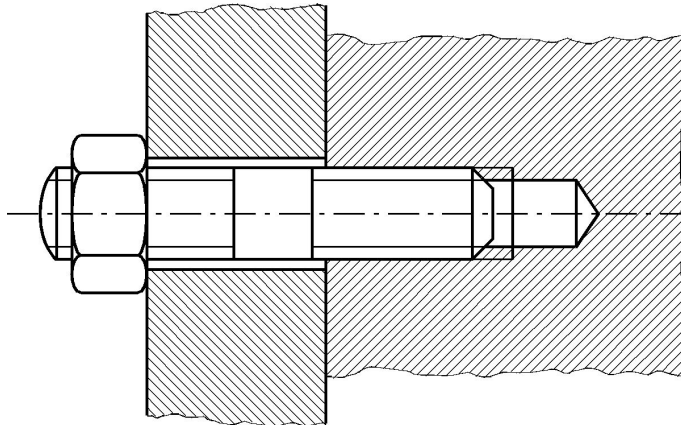
Collegamenti filettati

Collegamento con vite mordente



Collegamenti filettati

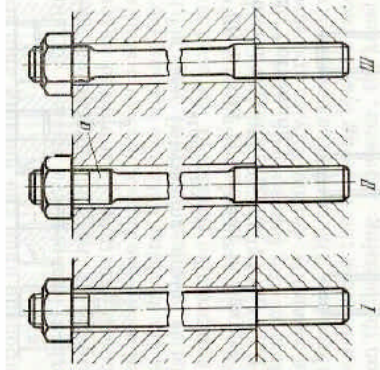
Collegamento con prigionieri



Collegamenti filettati

Collegamento con prigionieri

Il prigioniero è un componente filettato **NON** unificato quindi è fabbricato ad hoc: possono anche "riferire" un componente meccanico ad un altro (es.: monoblocco e testata di un motore)

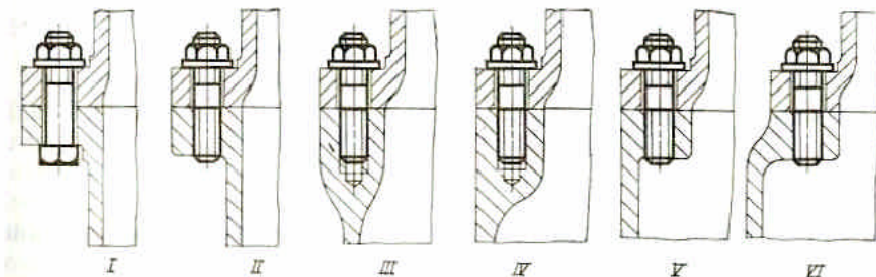


La parte a destra viene serrata nella base fino a snervamento, la parte a sinistra permette lo smontaggio



Collegamenti filettati

Tipi di collegamento:



- I vite passante (come riferimento)
- II – VI con prigionieri e varie soluzioni costruttive Es.: se c'è fluido in II – III – IV basta una guarnizione, in V – VI bisogna tenere conto che la filettatura (normalmente) non è in grado di sigillare

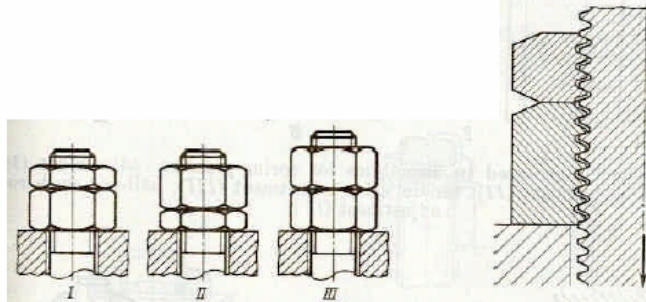


Collegamenti filettati

Problema: quando il collegamento è soggetto a vibrazioni o carichi variabili, le viti tendono a **ruotare** e quindi il collegamento si allenta.

Si usano dispositivi che impediscono il fenomeno:

➤ **1** Dado e controdado:

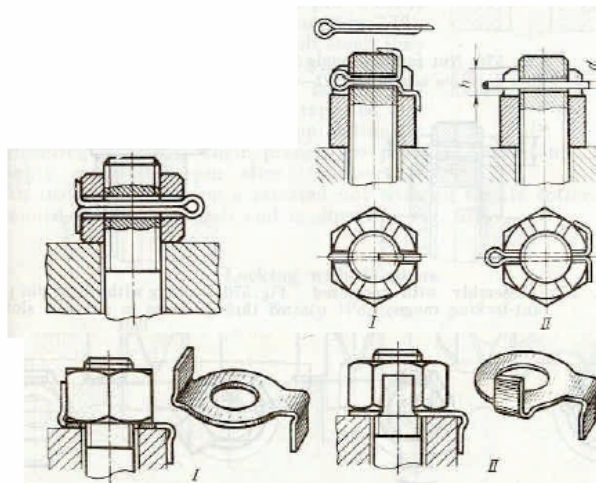


Il controdado assicura comunque un tiro sul gambo della vite e quindi una forza d'attrito che impedisca la rotazione



Collegamenti filettati

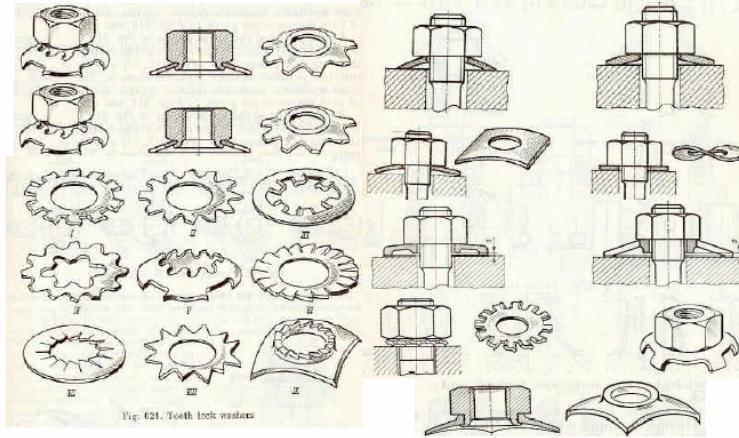
➤ **2** Dadi con spine o rosette



Collegamenti filettati

Dispositivi antisvitamento

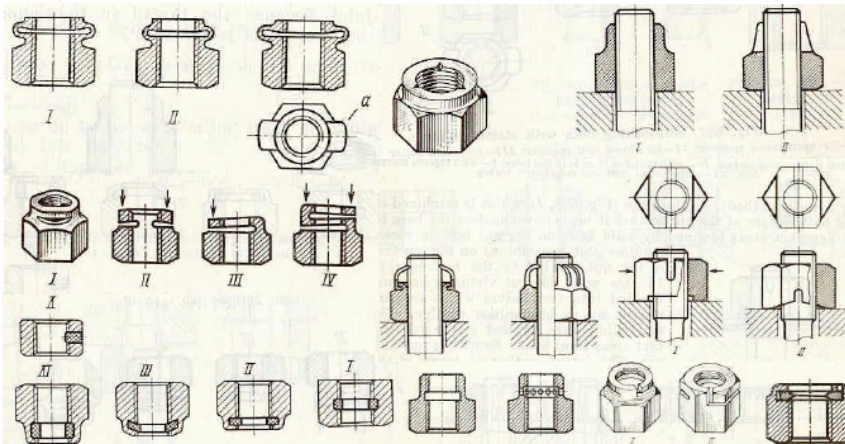
- 3 Rosette elastiche: la rosetta è molto elastica e consente quindi una forza d'attrito quasi costante anche per rotazioni non trascurabili della testa



Collegamenti filettati

Dispositivi antisvitamento

- 4 Dadi autobloccanti: materiale ad elevatissimo attrito

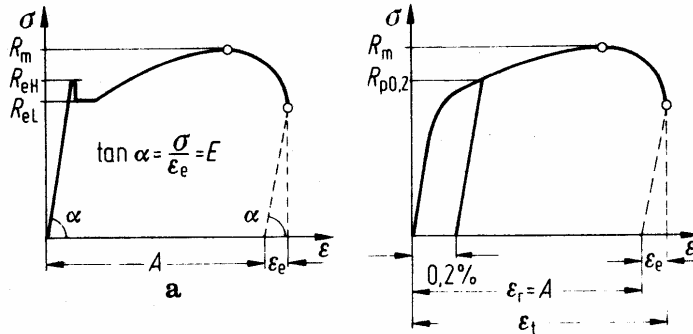


Cenni su dimensionamento e resistenza dei materiali

Come determino la resistenza di un materiale?

Caratterizzazione mediante **prova di trazione**:

diagramma tensione (carico unitario) vs. allungamento ($\Delta L / L$)

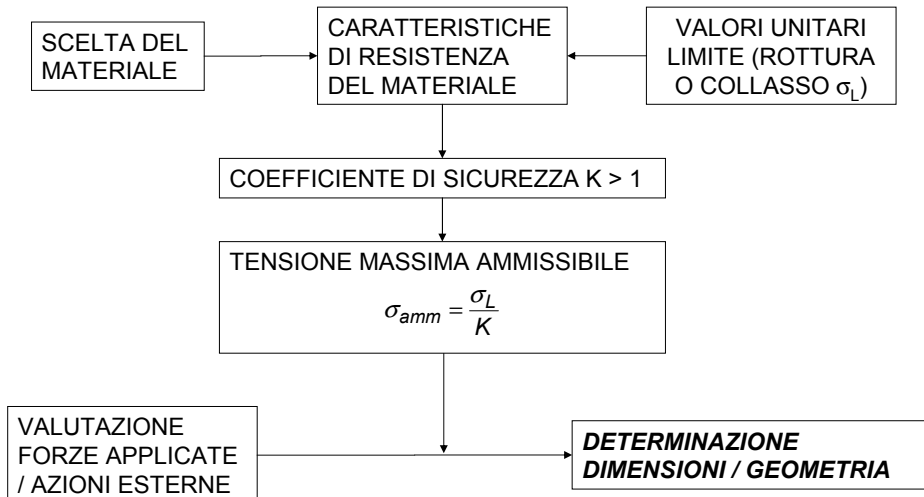


- a: materiale con limite di snervamento caratteristico R_{eL}
b: materiale con limite di snervamento convenzionale $R_{p0.2}$



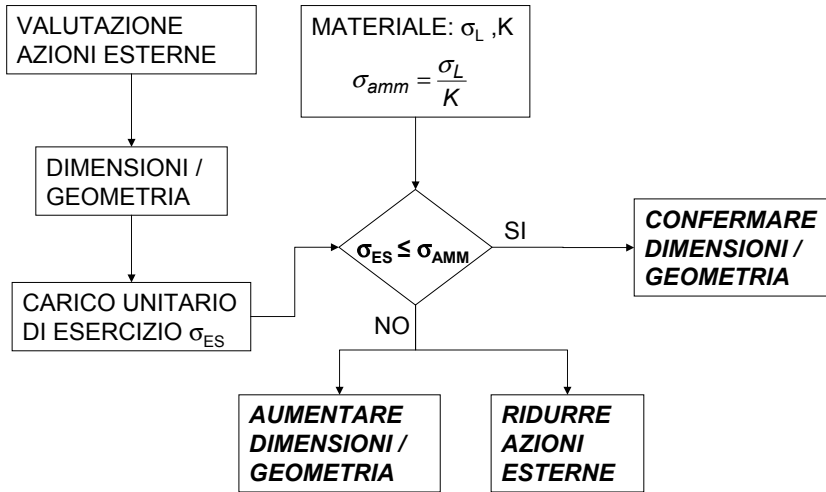
Cenni su dimensionamento e resistenza dei materiali

A) PROGETTO



Cenni su dimensionamento e resistenza dei materiali

B) VERIFICA



Designazione della resistenza degli elementi di collegamento

Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento in acciaio (UNI EN ISO 898-1:2001)

Simbolo di resistenza: X.Y

X = 1/100 del valore nominale del carico di rottura (Rm) in N/mm²

Y = 10 volte il rapporto tra carico nominale unitario di snervamento (ReL), (oppure carico unitario di scostamento dalla proporzionalità, Rp0,2) ed il carico nominale unitario di rottura (Rm, nom) = rapporto di snervamento.

Esempio:

classe 3.6 => carico nominale unitario di rottura (Rm, nom) = 3 x 100 = 300 N/mm²

carico nominale unitario di snervamento (ReL) = 6 / 10 x 300 = 180 N/mm²

classe 8.8 => carico nominale unitario di rottura (Rm, nom) = 8 x 100 = 800 N/mm²

carico nominale unitario di scostamento dalla proporzionalità (Rp0,2) = 8 / 10 x 800 = 640 N/mm²

Carico unitario nominale di rottura $R_{m, nom}$ N/mm ²	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
7										
8										
9						6.8				12.9
10								10.9		
12				5.8			9.8 ^{b)}			
14							8.8			
16			4.8							
18										
20				5.6						
22										
25			4.6							
30	3.6									

Relazione tra carichi unitari di snervamento e di rottura			
Secondo numero del simbolo	.6	.8	.9
Carico unitario di snervamento $R_{eL}^{a)}$			
Carico unitario nominale di rottura $R_{m, nom}^{a)}$ × 100 %	60	80	90
oppure			
Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità $R_{p0,2}^{b)}$			
Carico unitario nominale di rottura $R_{m, nom}^{b)}$ × 100 %			

Nota - Benché nella presente parte della ISO 898 vengano specificate numerose classi di resistenza, ciò non significa che tutte le classi siano adatte per tutti i prodotti. Informazioni supplementari sull'applicazione delle classi di resistenza vengono fornite nelle norme di prodotto relative. Per prodotti non normalizzati si raccomanda di scegliere, il più strettamente possibile, una classe di resistenza uguale a quella già prevista per prodotti similari normalizzati.

a) Vale unicamente per diametri nominali di filettatura $d \leq 16$ mm.

b) Si applicano i valori nominali indicati nel prospetto 3.



Collegamenti albero-mozzo

Il problema da risolvere è: trasmettere potenza tra albero e ruota (e viceversa).
Quindi bisogna trovare un tipo di collegamento adatto.

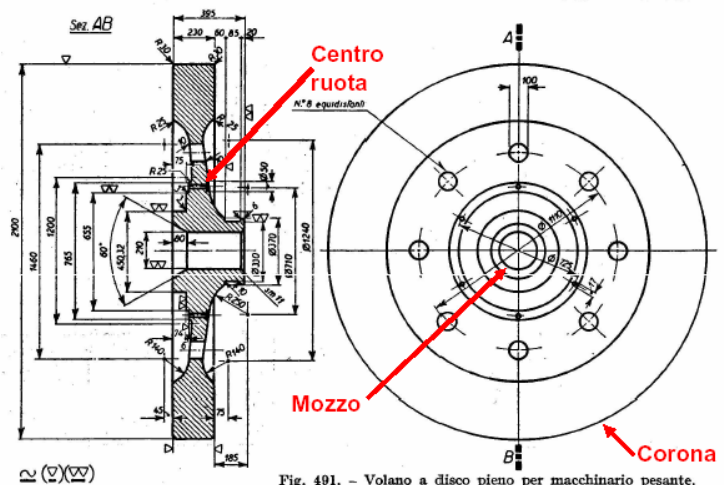
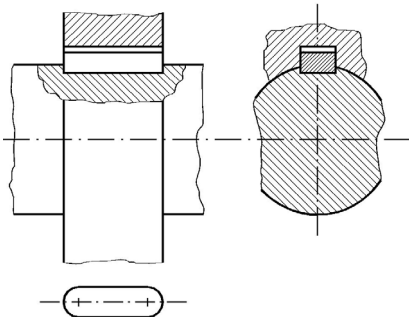


Fig. 491. - Volano a disco pieno per macchinario pesante.



Collegamenti albero-mozzo

Linguette unificate



Linguette ribassate UNI 7510						
Rappresentazione		Design.		Applicazione		
Forma B		B	b x h x l	UNI	7510	
Forma A		A	b x h x l	UNI	7510	
Diametro albero d		Linguetta		Cassa		Tolleranze su l:
b	h	l	s	t ₁	t ₂	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
12-17	5 x 3	10 + 88	3	1,8	1,8	10-12-14-16-18-20-22-
17-22	6 x 4	16 + 70	3	2,5	1,8	23-28-32-36-40-45-
22-30	8 x 5	18 + 90	4	3	2,5	50-56-63-70-80-90-
30-36	10 x 6	22 + 110	5	3,5	2,8	100-110-120-140-160-
36-44	12 x 6	28 + 140	12	3,5	2,8	180-200-220-250-280-
44-50	14 x 6	36 + 160	16	3,5	2,8	320-360-400
50-56	16 x 7	45 + 180	16	4	3,5	Tolleranze su l:
56-68	18 x 7	50 + 200	18	4	3,5	fino a 28 mm - 3 ^a ling.
68-77	20 x 8	56 + 230	30	5	3,5	28-36 mm - 4 ^a ling.
77-85	22 x 9	63 + 250	20	5,5	3,6	> 28 x 80 mm - 5 ^a ling.
85-95	25 x 9	70 + 280	0,80	25	3,6	0,80
95-110	28 x 10	80 + 300	28	6	4,2	0,80
110-130	32 x 11	80 + 340	32	7	4,4	0,80
130-150	36 x 12	100 + 400	36	7,5	4,8	0,80

* Tolleranze: cassa larghezza b; accoppiamento fibro, albero N3, mozzo D10
 " " " " " incerto albero N3, mozzo J5,9
 " " " " " bloccato albero e mozzo Pa
 " " " " " profondità t₁t₂ ±0,1 (d ≤ 50 mm)
 " " " " " ±0,2 (d > 50 - 100 mm)

Materiale: acciaio con R = 550 N/mm² allo stato finito. Prezzo accordo può essere indicato la qualità e lo stato di fornitura del materiale.
 La relazione fra diametro dell'albero e sezione della chiave, indicata in tabella deve essere strettamente osservata.
 Queste linguette sono impiegate per estremità d'albero e in casi particolari di utilizzazione come ad esempio per motivi d'ingombro limitato, per alberi cavi e per mozzi a parete sottile. Esse trasmettono solo parte del momento torcente che l'albero pieno può sopportare.
 In caso di particolari esigenze, le forme A e B possono anche essere combinate: una estremità arrotondata e l'altra dritta. In tal caso il simbolo della forma è C.
 Esempio designazione linguetta ribassata forma B (dritta), sez b x h = 20 x 8 mm, l = 125 mm:
 Linguetta B 20 x 8 x 125 UNI 7510



Collegamenti albero-mozzo

Linguette: principio di funzionamento

La forza passa nella linguetta (che quindi lavora sui fianchi); la ruota è libera di scorrere assialmente: di ciò va tenuto conto nel progettare questo collegamento

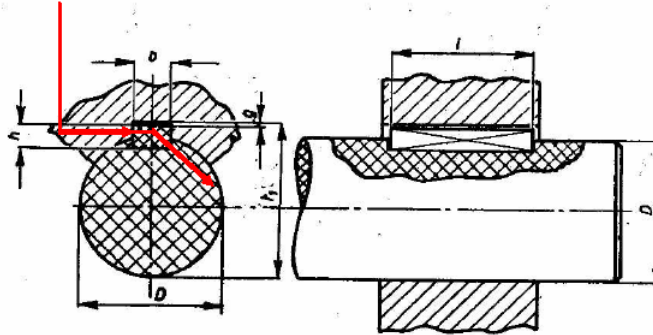


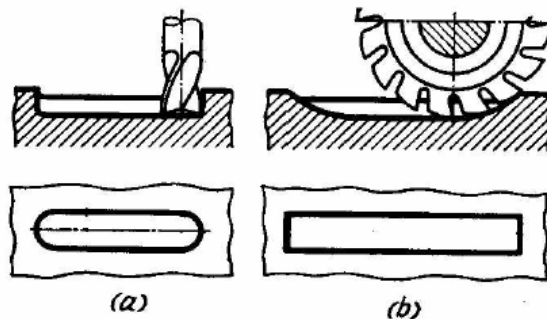
Fig. 434. – Collegamento a linguetta.



Collegamenti albero-mozzo

Linguette: lavorazione delle sedi

Sull'albero:



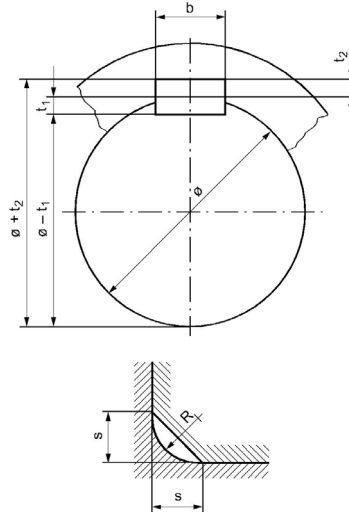
N.B.: Sedi di forma diversa
Fig. 9. Machining of keyways in shafts

Sul mozzo si realizza la cava per brocciatura



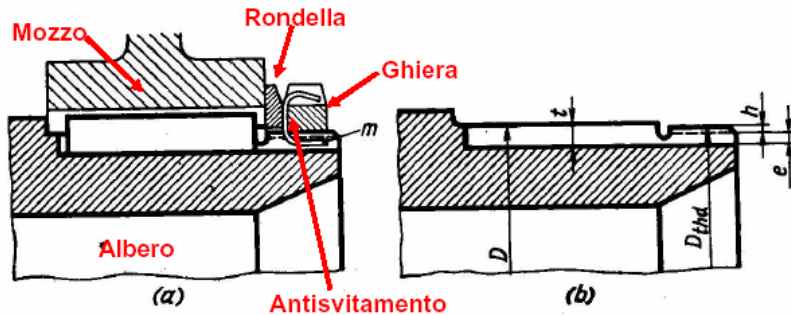
Collegamenti albero-mozzo

Lingette: lavorazione delle sedi



Collegamenti albero-mozzo

Lingette: modalità di montaggio



Il mozzo della ruota deve essere montato in modo che non scorra assialmente: quindi una faccia deve andare a battuta con un risalto e l'altra a contrasto con una ghiera filettata che, con il serraggio, costringe il mozzo contro lo spallamento (risalto).

N.B.: anche le ghiera sono unificate



Collegamenti albero-mozzo

Chiavette: principio di funzionamento

