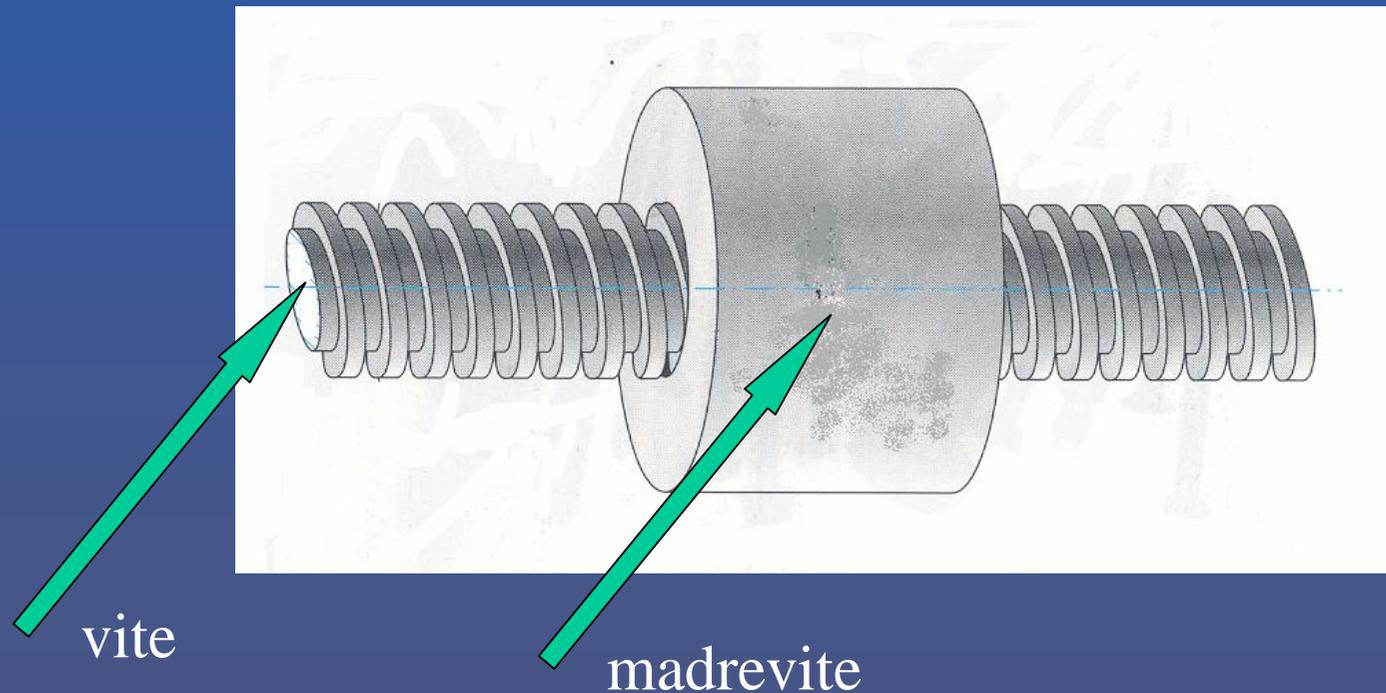


ARGOMENTI DELLA LEZIONE

- ü Definizioni principali
- ü Classificazione delle filettature
- ü Lavorazione delle filettature
- ü Tolleranze sulle filettature
- ü Accoppiamenti filettati

Definizioni principali

Si definisce *filettatura* un risalto a sezione costante, *filetto*, avvolto ad elica sulla superficie esterna di un elemento cilindrico (o conico), la *vite*, o sulla superficie interna di elemento analogo, la *madrevite*.



I collegamenti filettati sono accoppiamenti classificabili come: *smontabili*, *diretti* (o *indiretti*) e *graduabili*.

Elementi principali di una filettatura

Dal punto di vista funzionale invece le filettature si suddividono in due principali tipologie:

• di collegamento

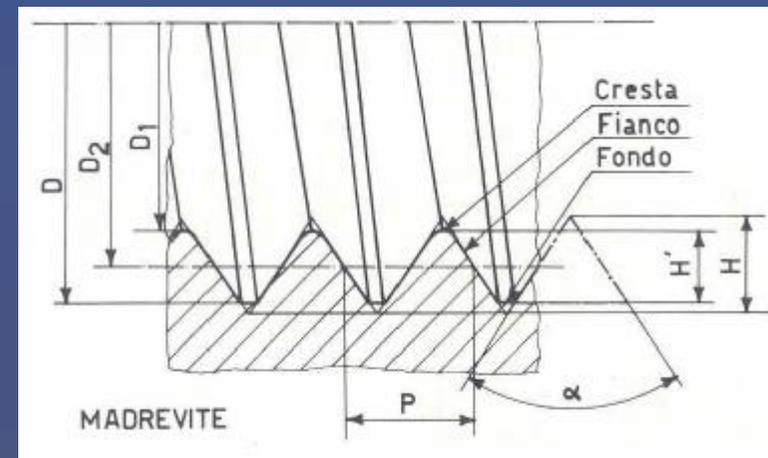
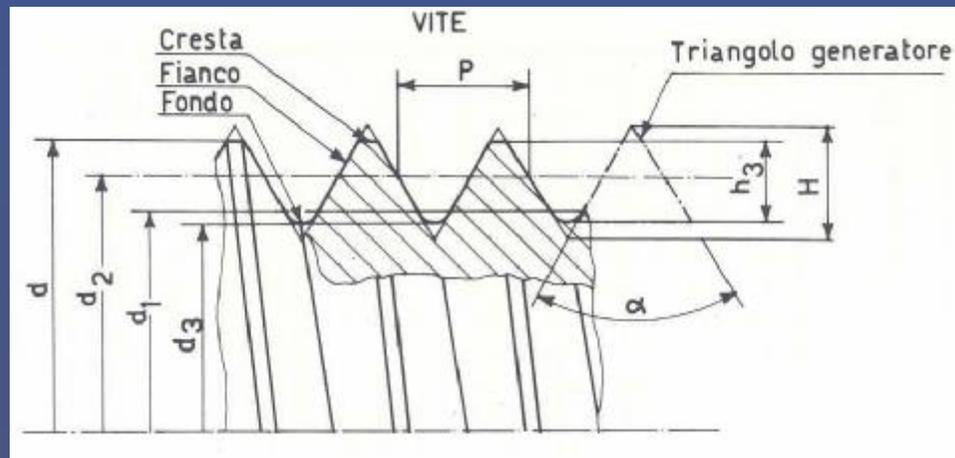
• di manovra

Dal punto di vista geometrico (ma anche costruttivo) gli elementi fondamentali per la definizione delle filettature sono:

• forma del profilo

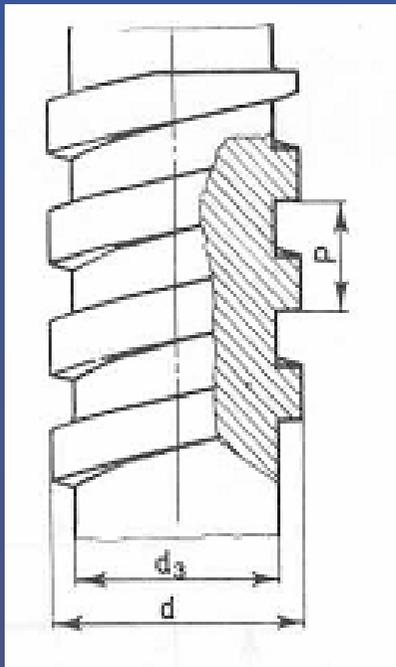
• passo (e/o passo apparente)

• diametro nominale

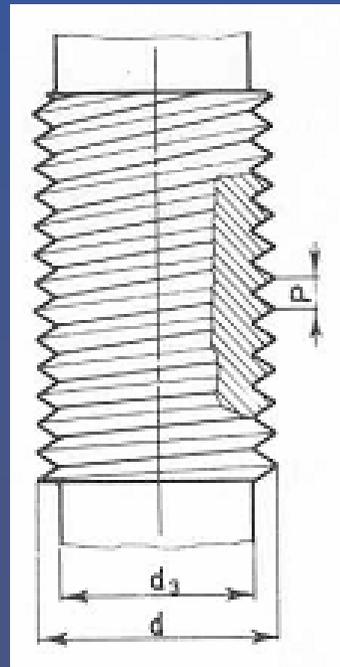


Elementi principali di una filettatura: forma del profilo

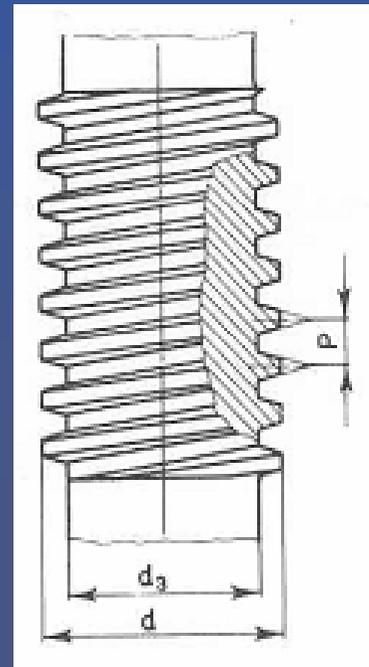
Se il profilo generatore *di base* si muove mantenendosi ortogonale all'asse della filettatura si avranno profili *a pane rettangolare* se l'angolo è diverso da 90° a *a pane triangolare*. In base alla forma del profilo si avranno viti a profilo rettangolare, nel primo caso, e viti triangolari, trapezie, ecc. nel secondo.



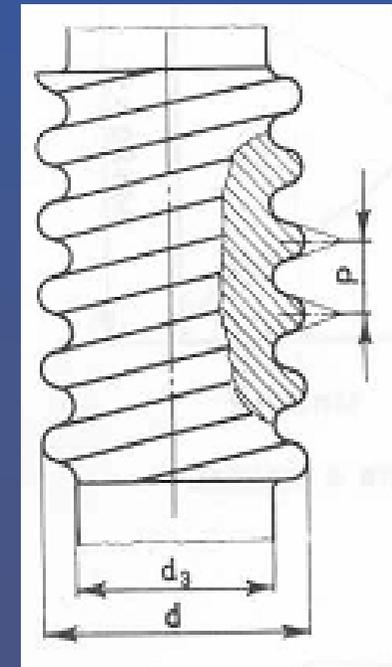
rettangolare



triangolare



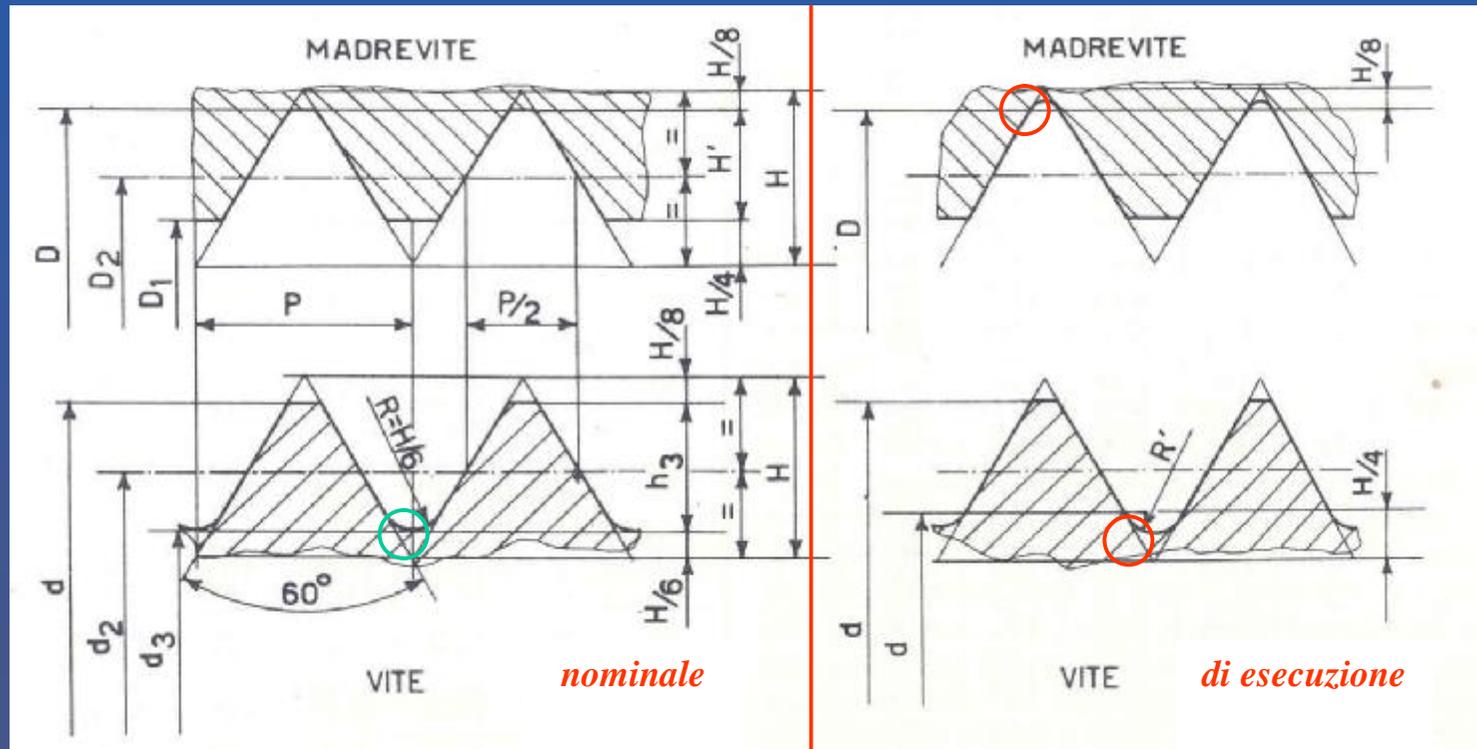
trapezio



circolare

Elementi principali di una filettatura: forma del profilo

Il profilo di *base* può differire da quello *nominale*, usato per caratterizzare la filettatura, per via di troncature ed arrotondamenti e quest'ultimo differisce da quello di esecuzione per via di inevitabili imperfezioni costruttive.



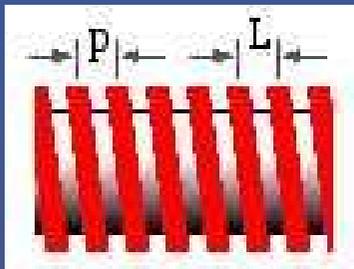
Il profilo base della madrevite (triangolare) coincide con quello nominale; quello di esecuzione si discosta per via di un arrotondamento sul fondo al disopra di D .

Il profilo base della vite (triangolare) differisce da quello nominale per il raggio di raccordo $R=H/6$ utile per ridurre effetti d'intaglio; quello di esecuzione si discosta per via di un diverso raggio di arrotondamento sul fondo.

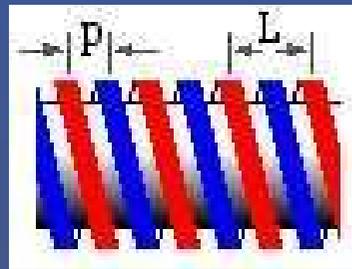
Elementi principali di una filettatura: passo

Si definisce *passo*, la distanza, misurata in direzione assiale tra due punti omologhi di un filetto; essa è proporzionale all'altezza, H , del filetto. Se si avvolgono contemporaneamente più filetti aventi stessa geometria si avranno le viti a *più principi*. In tal caso il passo della filettatura (*passo effettivo o avanzamento*), L , è pari al passo del filetto (*passo apparente*), p , moltiplicato il numero di principi.

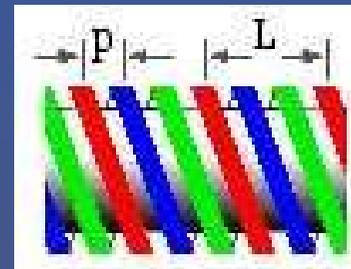
un principio



due principi



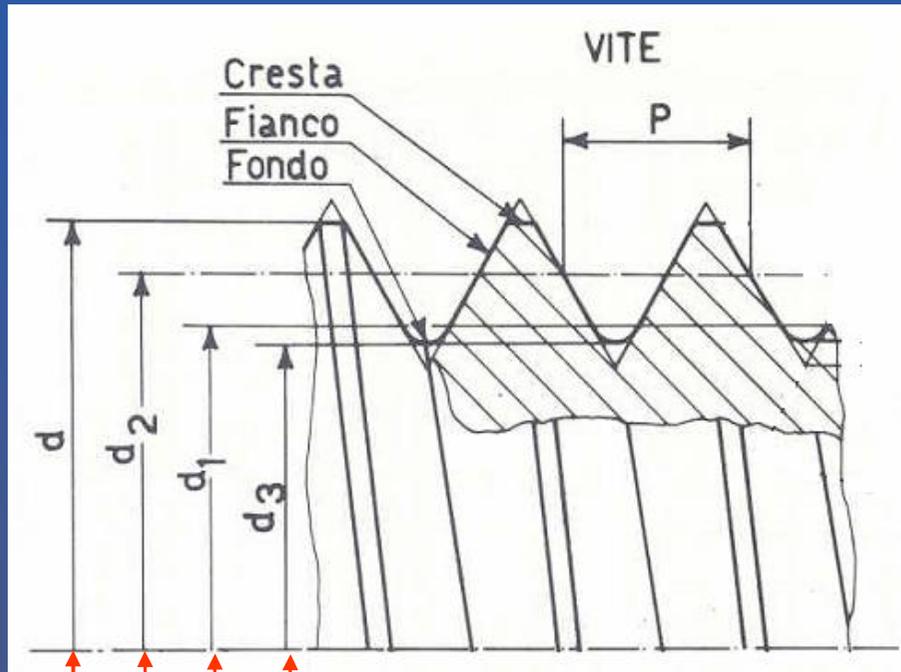
tre principi



Le filettature a più principi permettono di avere avanzamenti elevati senza tuttavia pregiudicare la resistenza della vite poiché non si riduce il diametro di nocciolo (vedi slide successiva).

Elementi principali di una filettatura: diametro nominale

Il diametro nominale coincide (tranne che per le filettature gas) con il diametro esterno d (D), della vite (madrevite).



d_3 = diametro di nocciolo
 d_1 = diametro inizio raccordo
 d_2 = diametro medio
 d = diametro esterno

La sezione resistente di una vite dipende dai diametri di nocciolo e medio secondo la relazione:

$$S_R = \frac{p}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Elementi principali di una filettatura: angolo dell'elica media e lunghezza di avvvitamento

Le viti si definiscono *destrorse* quando, durante l'avvitamento, la vite ruota in senso orario; *sinistrorse* nel caso contrario.

L'angolo di inclinazione dell'elica α_m (convenzionalmente quella media) è legato al passo p , mediante la relazione:

$$\tan(\alpha_m) = \frac{p}{p \times d_m}$$

Nelle viti di collegamento tale angolo è di pochi gradi (2÷5) al fine di evitare fenomeni di svitamento spontaneo ($\alpha < \rho$ con ρ angolo d'attrito).

Da notare che per garantire l'efficacia di un collegamento filettato è sufficiente avere una *lunghezza d'accoppiamento*, misurata in direzione assiale, pari a 1÷1.5 volte il diametro nominale. Valori superiori non aumentano la resistenza del collegamento.

Classificazione delle filettature

Gli elementi caratterizzanti le filettature sono:

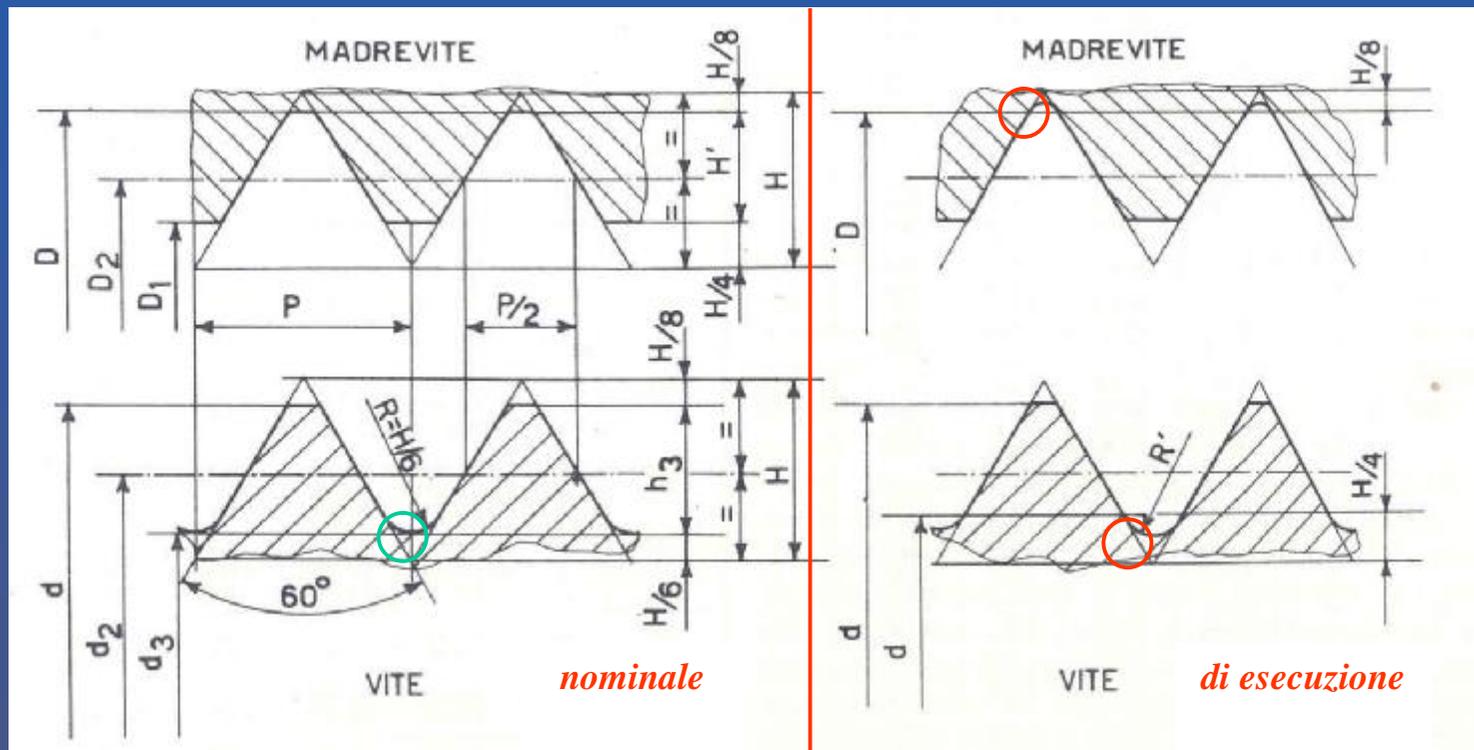
- ü la forma del **profilo**;
- ü i valori dei **diametri nominali**;
- ü i valori dei **passi** (per dato diametro);
- ü le **tolleranze** di lavorazione;

I tipi di filetti unificati sono:

- ü filettature metrica ISO;
- ü filettature Whitworth;
- ü filettature gas;
- ü filettature trapezia;
- ü filettature a denti di sega;
- ü filettature speciali;

Filettature metriche ISO: profilo

Il profilo generatore è un triangolo equilatero con lato pari al passo della filettatura e base parallela all'asse.



Il profilo base della madrevite (triangolare) coincide con quello nominale; quello di esecuzione si discosta per via di un arrotondamento sul fondo al disopra di D .

Il profilo base della vite (triangolare) differisce da quello nominale per il raggio di raccordo $R=H/6$ utile per ridurre effetti d'intaglio; quello di esecuzione si discosta per via di un diverso raggio di arrotondamento sul fondo.

Filettature metriche ISO: diametri, passi e designazione

I valori dei diametri ed i relativi passi sono riportati in tabella (estratto). Si notano tre classi di diametri (a, b, c) cui corrispondono un passo grosso ed uno o più passi fini. Va data la preferenza alla serie *a* poi alla *b* ed infine alla *c*.

Diametri			Filettature				Diametri			Filettature					
Colonne			Passo grosso	Passo fine			Colonne			Passo grosso	Passo fine				
a	b	c					a	b	c						
1,6			0,35	0,2				52		5	1,5	2	3	4	
	1,8		0,35	0,2					55	–	1,5	2	3	4	
2			0,4	0,25				56		5,5	1,5	2	3	4	
	2,2		0,45	0,25					58	–	1,5	2	3	4	
2,5			0,45	0,35					60		5,5	1,5	2	3	4
3			0,5	0,35					62	–	1,5	2	3	4	
	3,5		0,6	0,35				64		6	1,5	2	3	4	
4			0,7	0,5					65	–	1,5	2	3	4	
	4,5		0,75	0,5					68		6	1,5	2	3	4
5			0,8	0,5					70	–	1,5	2	3	4	6
	5,5		–	0,5				72		–	1,5	2	3	4	6

Designazione di elementi unificati (cioè contenuti nelle tabelle di riferimento)

ü *M 56* (filettatura metrica ISO con diametro nominale 56 mm e passo grosso)

ü *M 56 × 4* (filettatura metrica ISO con diametro nominale 56 mm e passo fine 4 mm)

Designazione di elementi non unificati (cioè non contenuti nelle tabelle di riferimento)

ü *56 × 6 M* (filettatura metrica ISO con diametro nominale 56 mm e passo fine 4 mm)

Filettature Whitworth: caratteristiche

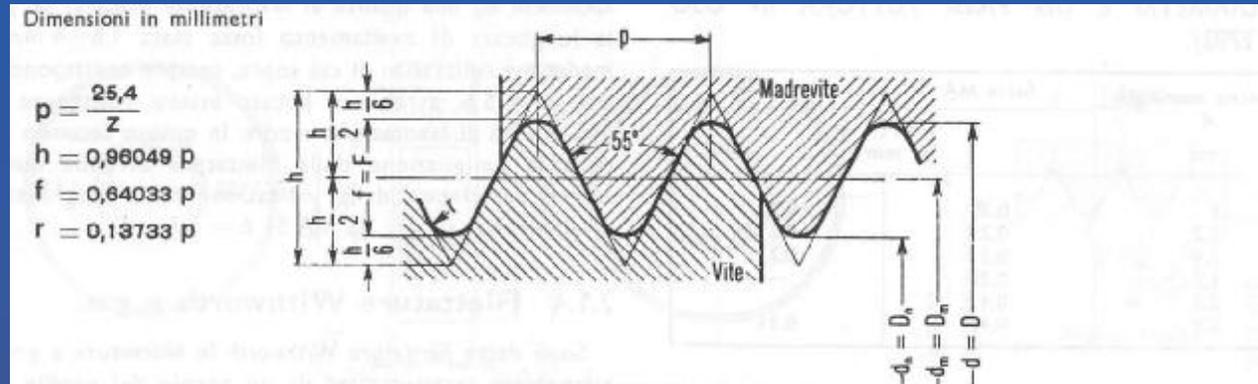
Il profilo generatore è un triangolo con angolo del profilo di 55° . Sia il fondo che la cresta del filetto sono raccordati sia sulla vite che sulla madrevite. Le dimensioni sono espresse in pollici e sue frazioni.

Designazione

$\ddot{U} 1\frac{1}{4} W$ (unificata)

$\ddot{U} 1\frac{1}{4} \times 8W$ (non unificata)

Il passo della Whitworth è maggiore del passo grosso della metrica. I filetti sono ben sviluppati ed è utile per collegare elementi con basse resistenze (leghe leggere per esempio).



Esempio di designazione di una filettatura Whitworth, avente $d = 38,100 \text{ mm}$:

$1\frac{1}{2} W$

Indicazione per la designazione	Diametro esterno di vite e di madrevite $d = D$	Diametro medio di vite e di madrevite $d_m = D_m$	Diametro di nocciolo di vite e di madrevite $d_n = D_n$	Sezione di nocciolo mm^2	Passo p	Numero di filetti per pollice Z	Profondità di filettatura f	Raggio di arrotondamento r
$1/4$	6,350	5,537	4,724	17,5	1,270	20	0,813	0,17
$5/16$	7,938	7,034	6,130	29,5	1,411	18	0,904	0,19
$3/8$	9,525	8,508	7,491	44,1	1,588	16	1,017	0,22
$7/16$	11,112	9,950	8,788	60,7	1,814	14	1,162	0,25
$1/2$	12,700	11,344	9,988	78,4	2,117	12	1,356	0,29
$5/8$	15,875	14,396	12,917	131	2,309	11	1,479	0,32
$3/4$	19,050	17,424	15,798	196	2,540	10	1,626	0,35
$7/8$	22,225	20,418	18,611	272	2,822	9	1,807	0,39
1	25,400	23,367	21,334	357	3,175	8	2,033	0,44
$1\frac{1}{8}$	28,575	26,251	23,927	450	3,629	7	2,324	0,50
$1\frac{1}{4}$	31,750	29,426	27,102	577	3,629	7	2,324	0,50
$1\frac{3}{8}$	34,925	32,214	29,503	684	4,233	6	2,711	0,58
$1\frac{1}{2}$	38,100	35,389	32,678	839	4,233	6	2,711	0,58

Filettature gas: caratteristiche

Sono derivate dalle filettature Whitworth differenziandosi da queste per i passi che sono più fini e trovano impiego nelle tubazioni di gas (da cui il nome). La designazione unificata è convenzionale poiché riferita al diametro del tubo sul quale era usata quella filettatura. Le Norme UNI ISO 228 e UNI ISO 7 prevedono due tipi di filettature: *non a tenuta stagna* (vite e madrevite sono cilindriche) ed *a tenuta stagna* (vite conica e madrevite cilindrica o conica).

Esempi di designazione

Filettature gas non a tenuta stagna

Designazione (UNI ISO 228/1)

Filettatura interna: **G 1 1/4**

Filettatura esterna: **G 1 1/4 A**

A = classe di tolleranza (A o B)

Filettature gas a tenuta stagna

Designazione (UNI ISO 7)

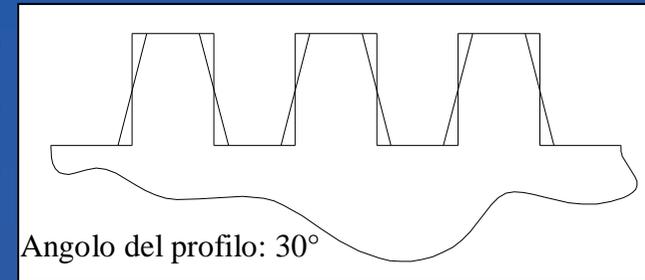
Filettatura interna cilindrica: **Rp 1 1/4**

Filettatura interna conica: **Rp 1 1/4**

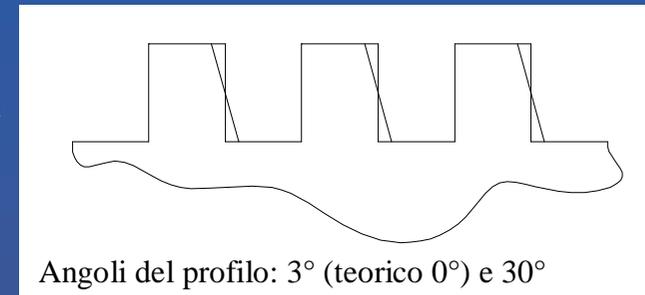
Filettatura esterna conica: **R 1 1/4**

Filettature trapezie e a dente di sega: caratteristiche

Le filettature trapezie sono utilizzate come viti comando grazie al maggior rendimento (vedi avanti); a pari passo e diametro esterno presentano una sezione del filetto all'incastro maggiore di quelle a pane rettangolare.



Le filettature a dente di sega rispetto alle trapezie hanno il vantaggio di avere un lato poco inclinato ($\sim 3^\circ$) e pertanto un rendimento maggiore (a condizione che il contatto tra i filetti avvenga sui questi fianchi



Esempi di designazione

Tr 50 × 8 ; filettatura trapezia con diametro nominale di 50 mm e passo 8 mm.

Tr 50 × 24 (P8) LH; filettatura trapezia sinistra (Left Hand) a 3 principi ($24/8=3$)

80 SgN 2 fil sin; filettatura a denti di sega con diametro nominale 80 mm a 2 filetti sinistra

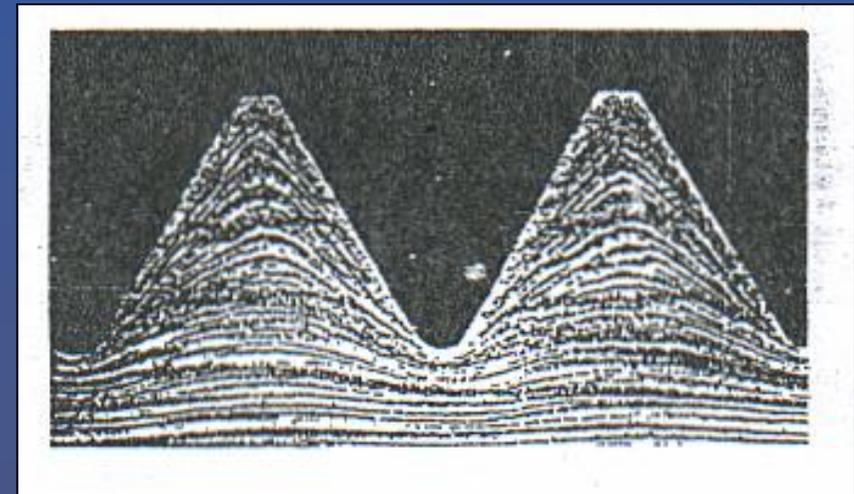
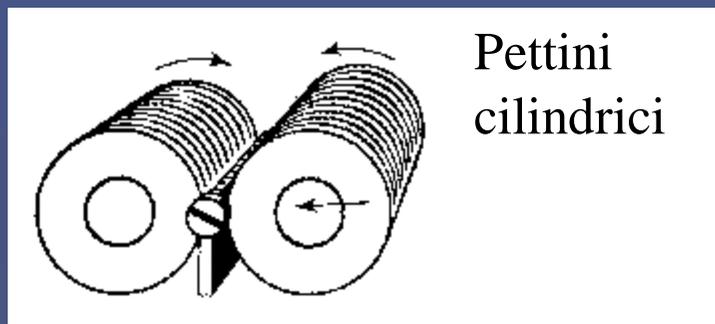
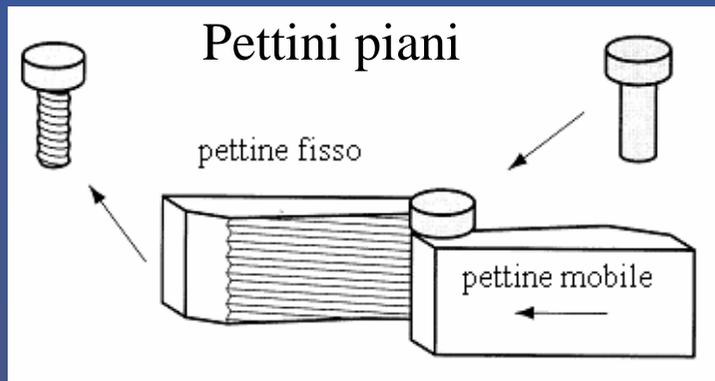
Lavorazione delle filettature per deformazione plastica

Le filettature possono essere realizzate sostanzialmente con due differenti tecniche:

ü *per deformazione plastica*

ü per asportazione di truciolo

La formatura a freddo per *deformazione plastica* permette di lavorare solo filettature su *esterni* e poco si presta quando i materiali da lavorare sono ad elevata resistenza e/o è richiesta una precisione notevole. Grazie all'incrudimento indotto dal processo il filetto risulta più resistente all'usura e alla fatica meccanica.



Orientamento della struttura fibrosa

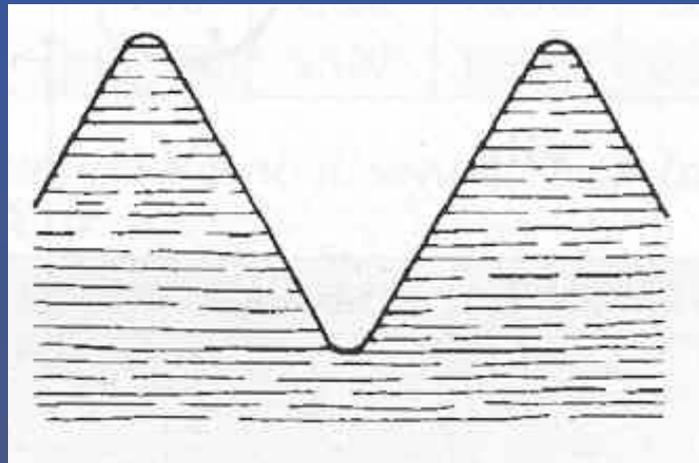
Lavorazione delle filettature per asportazione di truciolo

Le filettature possono essere realizzate sostanzialmente con due differenti tecniche:

ü per deformazione plastica

ü *per asportazione di truciolo*

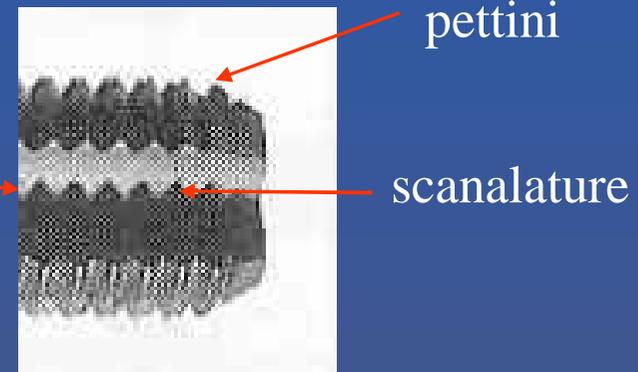
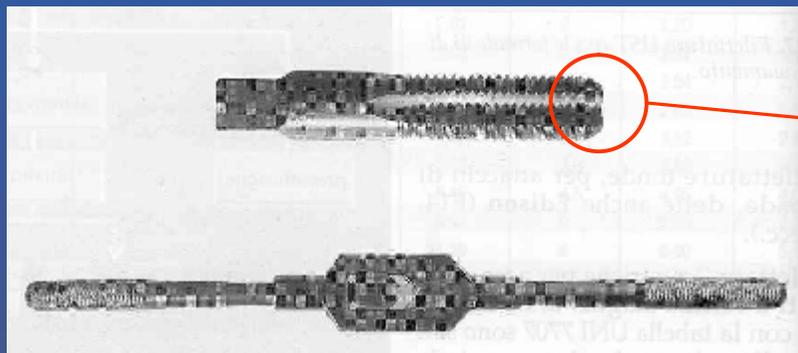
Le lavorazioni per asportazione di truciolo vengono di norma eseguite mediante *maschi e filiere*, *fresatura* (quando sia richiesta elevata precisione), *tornitura*.



Poiché con le tecniche per asportazione di truciolo le fibre vengono “*tagliate*” e non “*compattate*” come nel caso precedente, le caratteristiche meccaniche degli elementi così ottenuti sono, in generale inferiori.

Lavorazione delle filettature mediante maschi e filiere

I maschi sono utensili costituiti da un corpo cilindrico munito di pettini filettatori. Per garantire la fuoriuscita del truciolo sono presenti delle scanalature (rettilinee o elicoidali). La prima parte del maschio è conica sia per favorire l'imbocco che per ridurre le sollecitazioni di taglio. Mediante il giramaschio si applica la coppia necessaria per l'esecuzione della lavorazione.

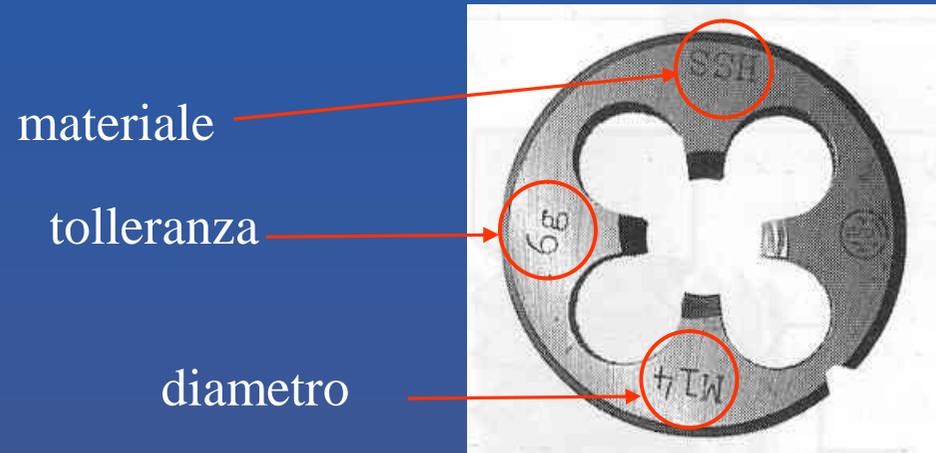


In figura è rappresentato un maschio (con il relativo giramaschio)

Il foro su cui eseguire la maschiatura deve avere un diametro leggermente superiore a quello di nocciolo della vite corrispondente. Nel caso di filettature su materiali molto duri, per data filettatura si utilizza la corrispondente *serie* costituita da un maschio sbozzatore (~50% di asportazione, uno intermedio (~30%) ed uno finitore (~20%).

Lavorazione delle filettature mediante maschi e filiere

Le filiere permettono la realizzazione di filettature su barre avente diametro pari a quello nominale della vite da realizzare.



Sulla filiera sono stampigliate (vedi figura a lato), il materiale con il quale è realizzato l'utensile (HSS – High Speed Steel), la tolleranza di lavorazione (6g) e ovviamente il diametro nominale della vite (M14).

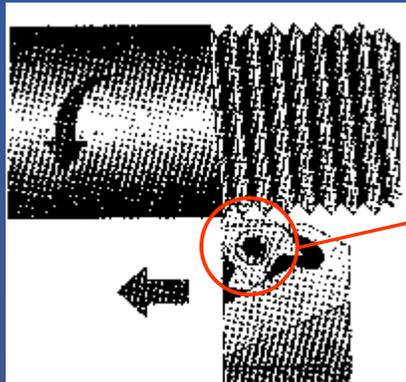


In figura è rappresentata una filiera (con la relativa girafiliera).

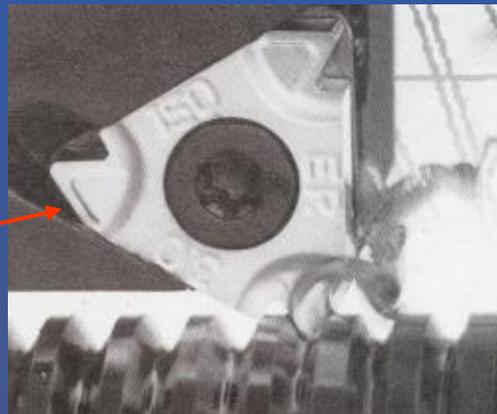
La finitura superficiale non è elevata ed inoltre la necessità di svitare l'utensile al termine dell'operazione può causare danni ai filetti.

Lavorazione delle filettature mediante tornitura

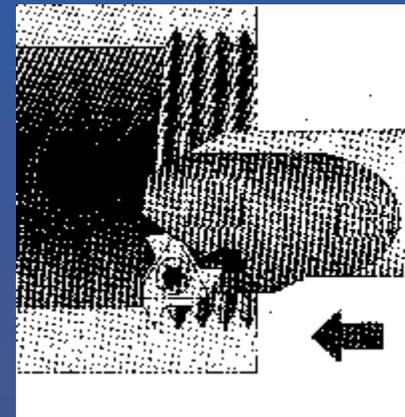
Le filettature al tornio sono sempre eseguite in più passate il numero delle quali dipende da molti fattori (materiali, forma del profilo, caratteristiche del tornio, ecc.). Per tale ragione è necessario predisporre opportune *gole di scarico* (UNI 5709) per permettere il disimpegno dell'utensile tra una passata e l'altra.



Tornitura esterna



Utensile ad inserto



Tornitura interna

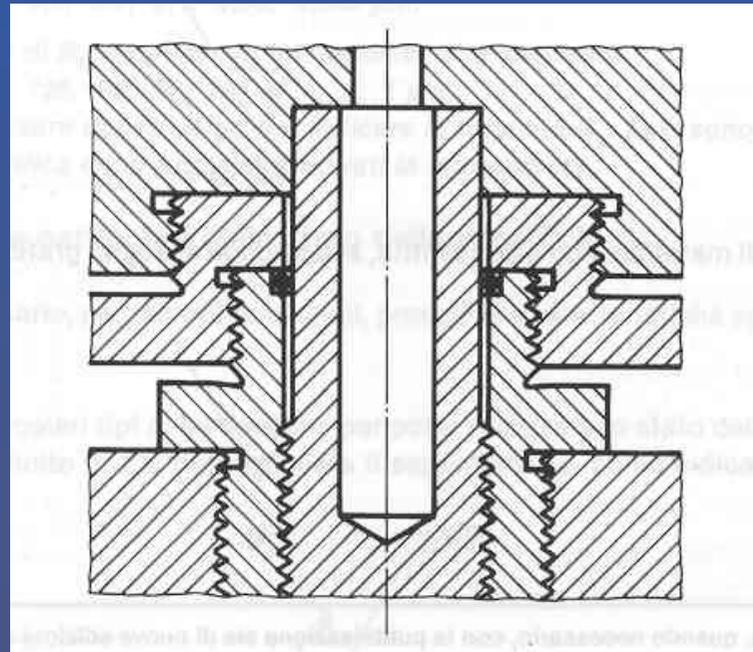
La finitura superficiale è quella delle lavorazioni di tornitura. Oggigiorno le filettature vengono eseguite mediante utensili ad inserto che non richiedono il ripristino periodico dei taglienti.

Rappresentazione di elementi filettati secondo UNI 3978

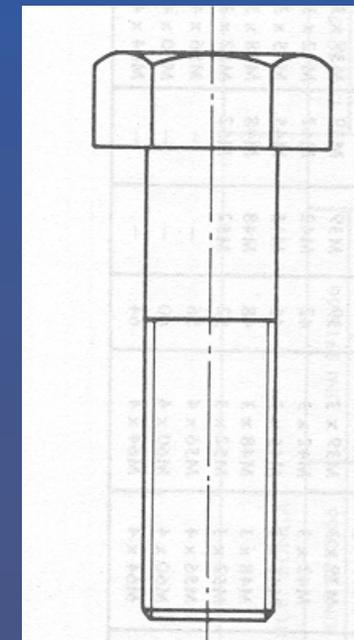
La rappresentazione degli elementi filettati può essere realizzata in maniera illustrativa o schematica. Questa è preferita per la rapidità d'esecuzione tranne i casi di particolare complessità e difficoltà nella chiarezza della rappresentazione. In alcuni casi si può anche rappresentare il solo asse con linee di richiamo per la designazione.



vite reale



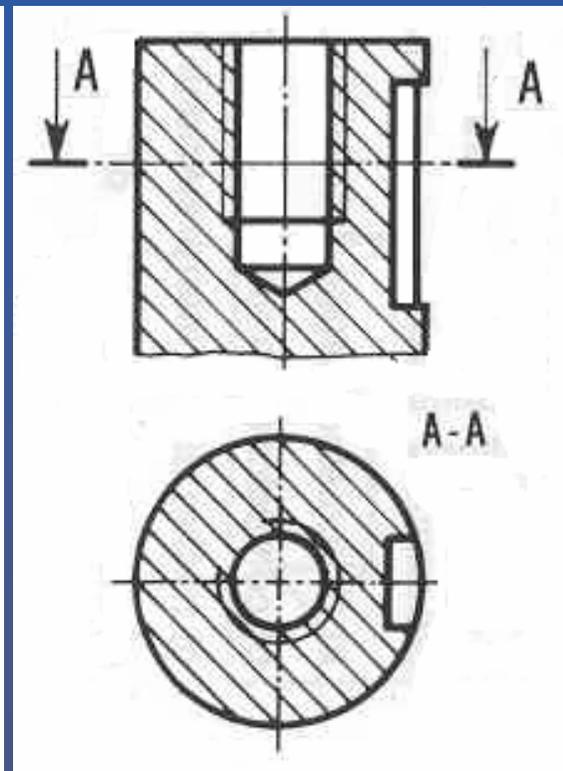
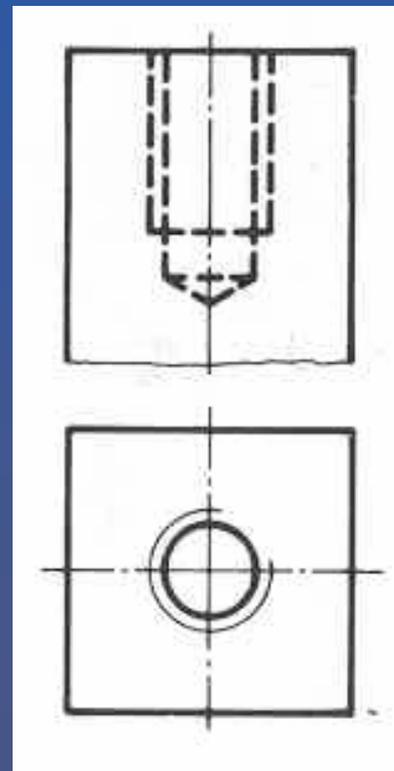
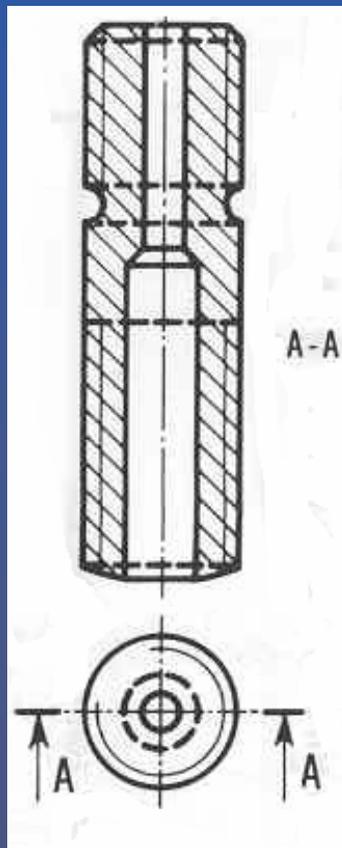
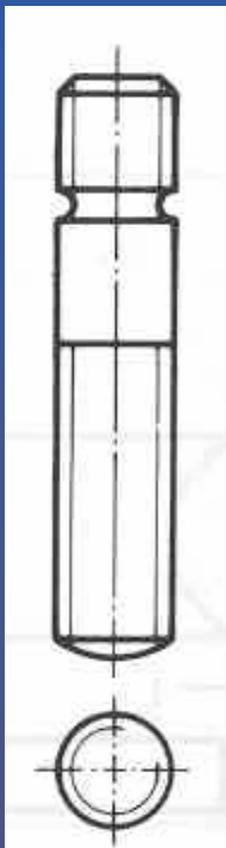
illustrativa



schematica

Rappresentazione di elementi filettati secondo UNI 3978

La rappresentazione degli elementi filettati può essere realizzata in maniera illustrativa o schematica. Questa è preferita per la rapidità d'esecuzione tranne i casi di particolare complessità e difficoltà nella chiarezza della rappresentazione. In alcuni casi si può anche rappresentare il solo asse con linee di richiamo per la designazione.

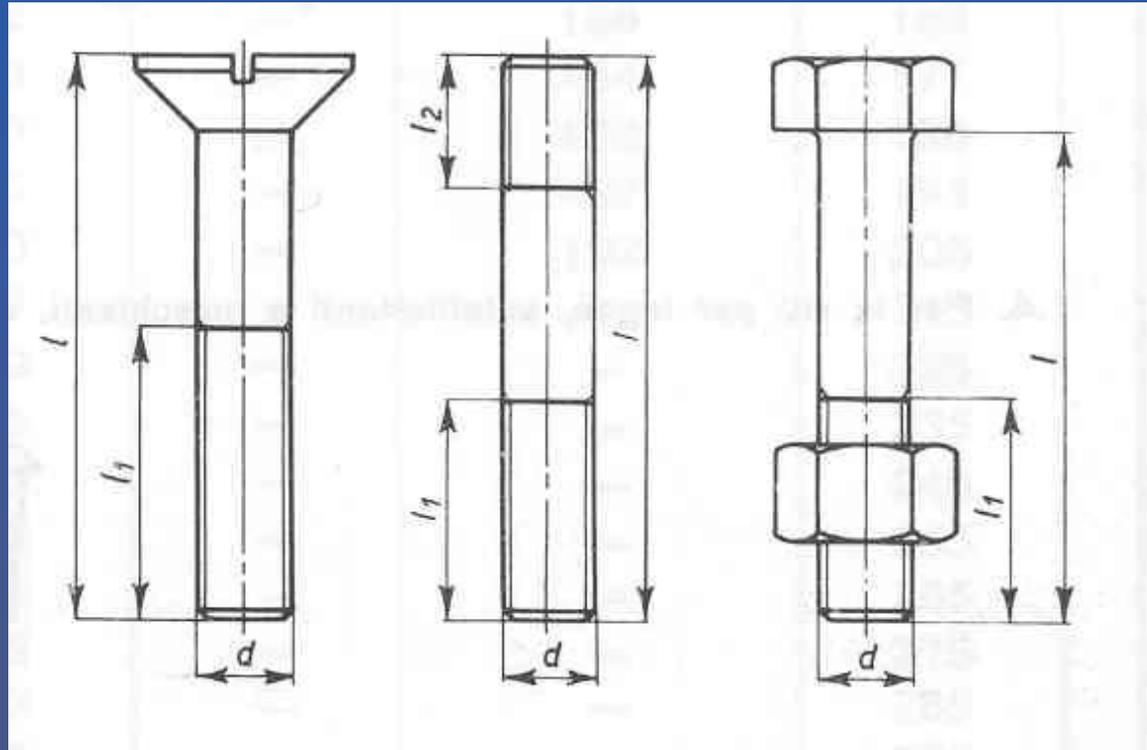


Vista e sezione di un elemento filettato maschio

Vista e sezione di un elemento filettato femmina

Quotatura di elementi filettati

La quotatura degli elementi filettati deve tenere in considerazione gli aspetti funzionali al collegamento filettato.



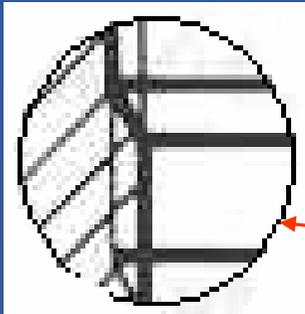
l indica la lunghezza del gambo

l_1 ed l_2 indicano le lunghezze delle porzioni filettate

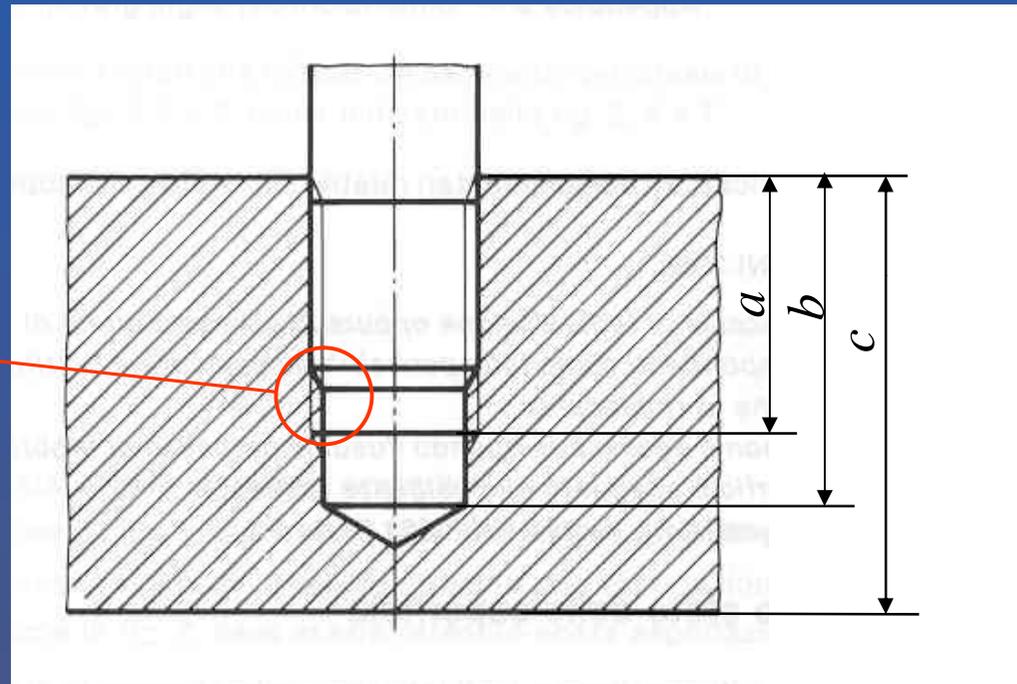
d indica il diametro della vite

Rappresentazione di collegamenti filettati

La rappresentazione e la quotatura di collegamenti filettati deve tenere in considerazione aspetti funzionali al collegamento stesso.



Il tratteggio della parte filettata della madrevite si estende sino al foro.



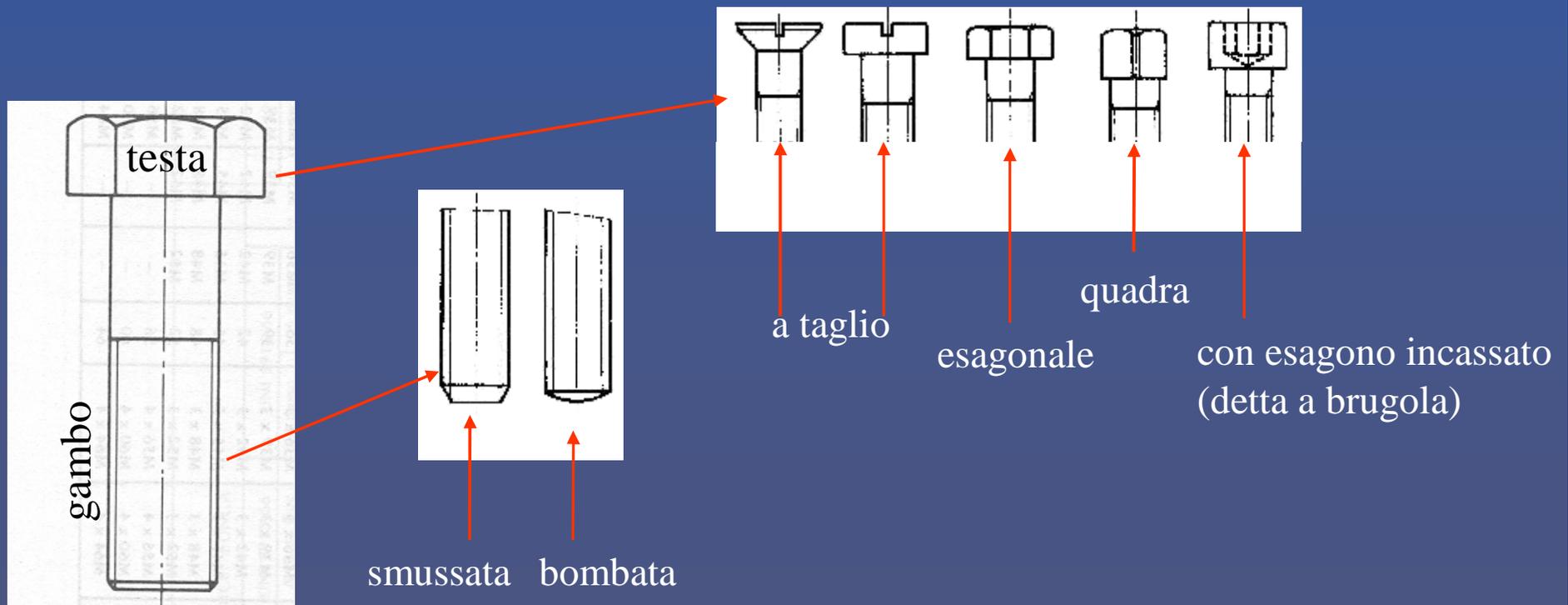
- a* lunghezza del tratto utile di filettatura
- b* profondità del foro
- c* profondità dell'elemento

Collegamenti filettati: generalità

I collegamenti filettati sono utilizzati pressoché in tutti i settori dell'ingegneria. Nell'ambito della meccanica rivestono particolare interesse quelli ottenuti mediante *vite*, vite e dado (*bullone*) e *prigioniero*.

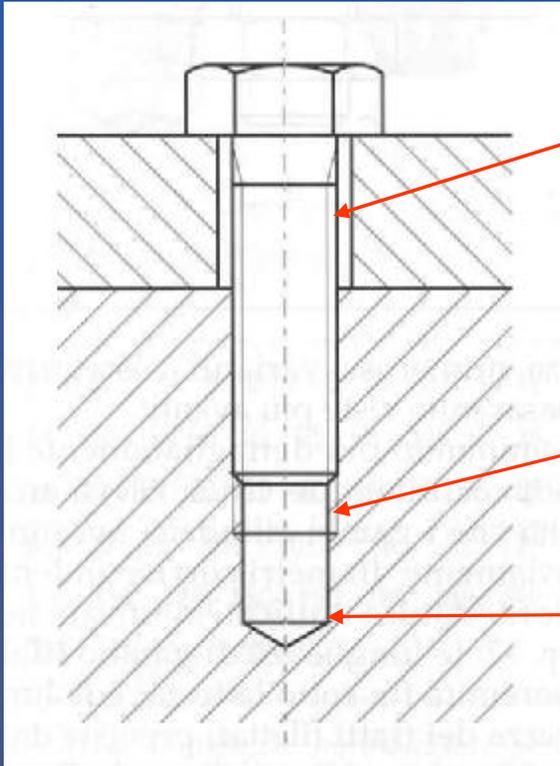
vite

Si indica genericamente con il termine di vite un *gambo* cilindrico tutto o parzialmente filettato provvisto ad una estremità di mezzi atti a consentirne l'afferraggio per l'avvitamento, solitamente consistenti in una *testa* di forma varia.



Collegamenti filettati mediante vite mordente

Collegamento mediante *vite mordente*



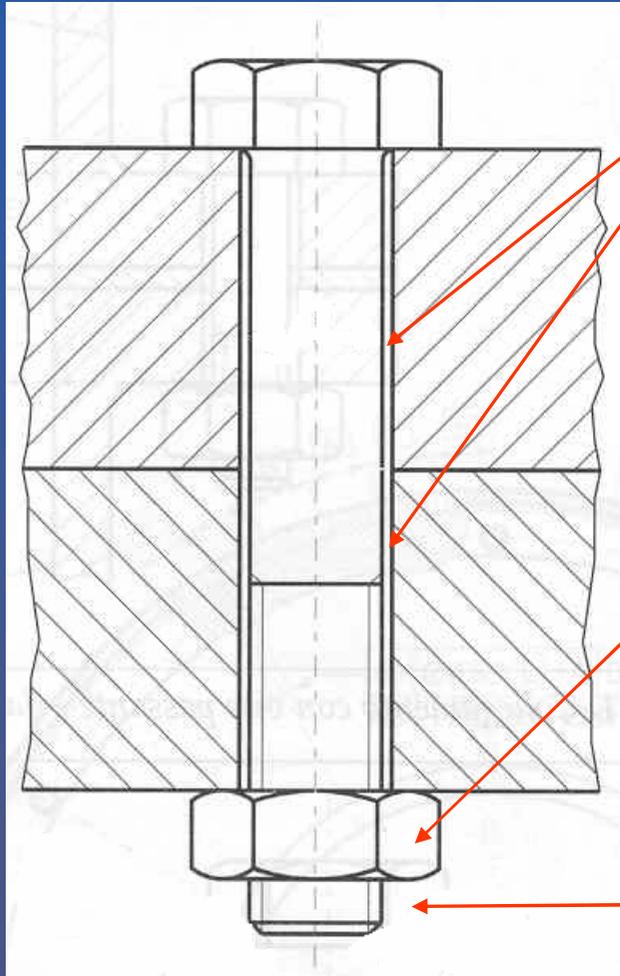
Il foro sull'elemento superiore è maggiore di quello della vite per consentire un agevole inserimento della stessa.

Il tratto utile di filettatura si estende oltre la fine della vite

Il foro sull'elemento inferiore si estende oltre il tratto utile di filettatura.

Collegamenti filettati mediante bullone

L'insieme di una vite ed un dado da origine al collegamento denominato *bullone*



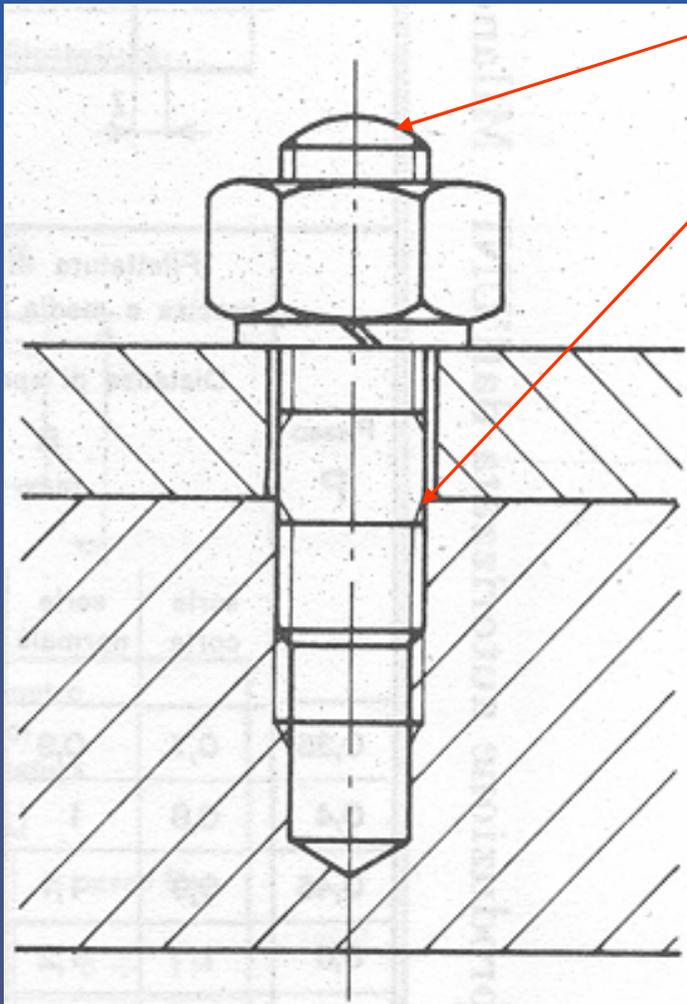
I fori sui due (o più) elementi sono di diametro maggiore della vite per consentire un agevole inserimento della stessa ed evitare che questa possa lavorare a taglio.

Esistono diverse tipologie di dadi i più comuni sono del tipo *alto*, *normale* e *basso*, per i quali il rapporto tra l'altezza ed il diametro, H/D , vale rispettivamente ~ 1 , ~ 0.8 , ~ 0.5 .

L'estremità della vite deve sporgere oltre il dado

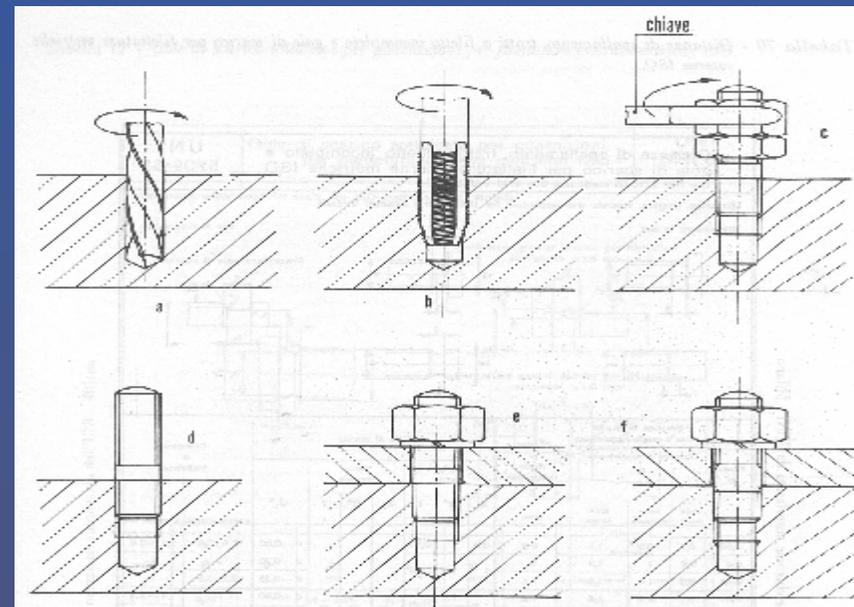
Collegamenti filettati mediante prigioniero

Si tratta di elementi cilindrici filettati da entrambe le parti (è dunque assente la testa) e sono costituiti da radice, che si avvita a fondo con forzamento in un foro e dal gambo che sporgendo permette il serraggio mediante dado.



Il gambo ha estremità bombata.

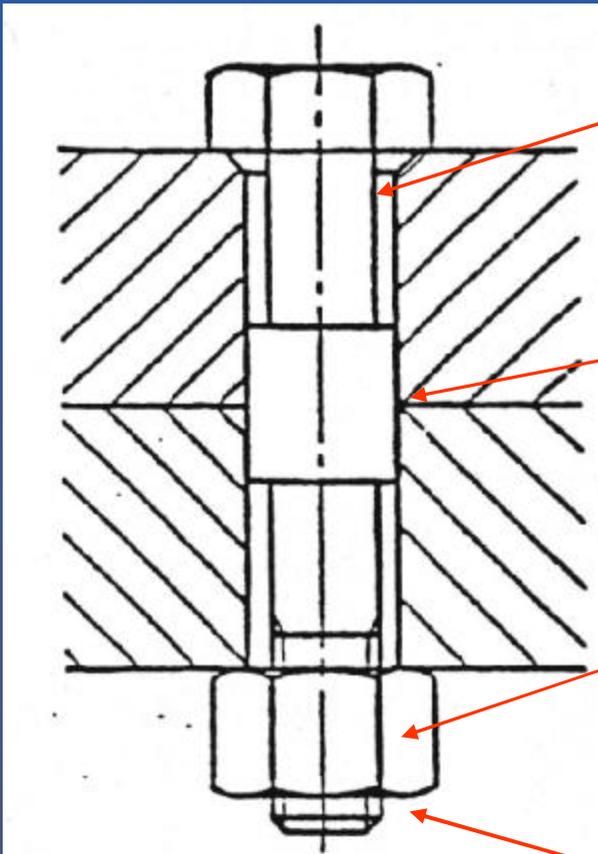
La radice (smussata) è avvitata sino ai filetti incompleti.



Sequenza di operazioni per l'esecuzione di un collegamento con prigioniero.

Collegamenti filettati mediante vite calibrata

Quando occorre una guida precisa per il collegamento filettato si usano le viti calibrate.



Il gambo della vite ha un diametro inferiore rispetto al foro

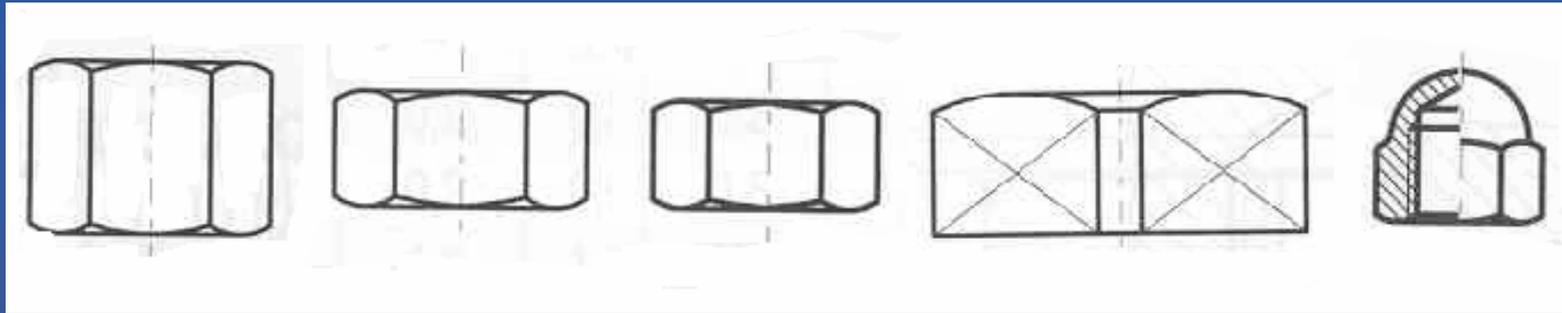
Il tratto cilindrico centrale ha diametro pari a quello del foro (a meno delle tolleranze)

Esistono diverse tipologie di dadi i più comuni sono del tipo *alto*, *normale* e *basso*, per i quali il rapporto tra l'altezza ed il diametro, H/D , vale rispettivamente ~ 1 , ~ 0.8 , ~ 0.5 .

L'estremità della vite deve sporgere oltre il dado

Tipologie di dadi

Il dado è un elemento con foro filettato utilizzato per realizzare collegamenti mediante bullone o prigioniero.



alto

normale

basso

quadro

a calotta

Da utilizzare per serraggio forte mediante mezzi di manovra (chiavi a forchetta, a tubo, ecc.)



zigrinato

con alette

Si serrano a mano e dunque per collegamenti poco impegnativi

Mezzi anti svitamento spontaneo

Quando a causa di vibrazioni, urti, fenomeni termici si perde il contatto tra i filetti della vite e della madrevite, può verificarsi un allentamento del collegamento che può portare anche allo scioglimento dello stesso. Per evitare ciò si possono adottare due metodi:

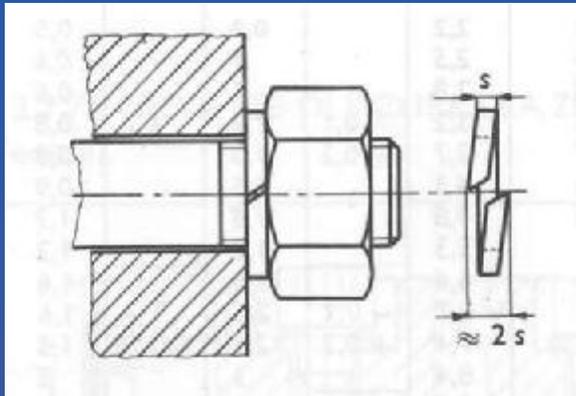
- *mantenere i filetti sempre a contatto (garanzia di trazione)*
- *impedire la rotazione relativa tra vite e madrevite (mediante ostacolo)*

Nel primo caso è ridotto il rischio di allentamento ma non eliminato. Infatti i metodi si basano sulle reazioni elastiche tra gli elementi a contatto. Se viene meno il contatto viene meno l'azione del dispositivo.

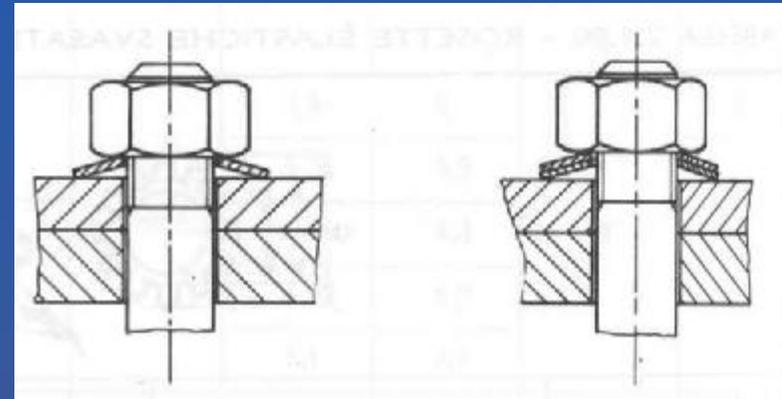
Nel secondo caso il dispositivo di arresto essendo costituito da un ostacolo garantisce una sicurezza assoluta potendosi sciogliere il collegamento solo previa smontaggio.

Mezzi anti svitamento spontaneo di tipo elastico

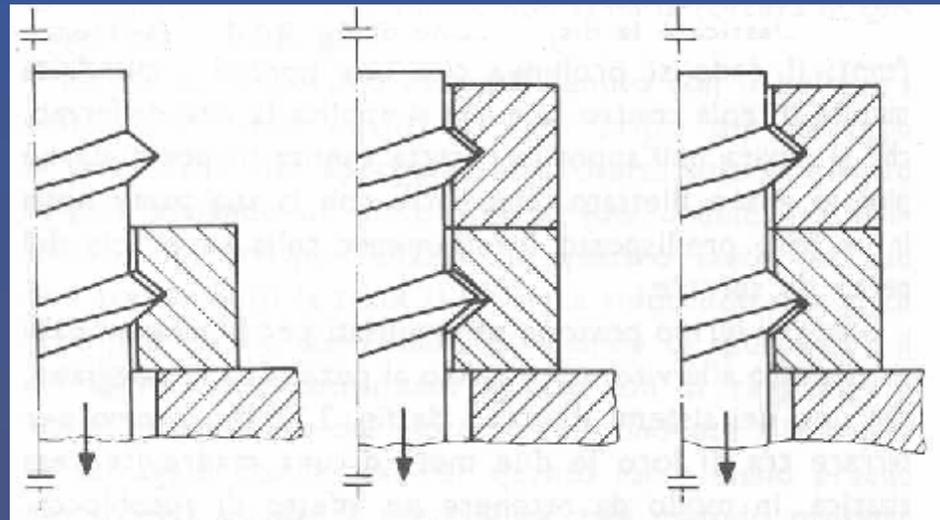
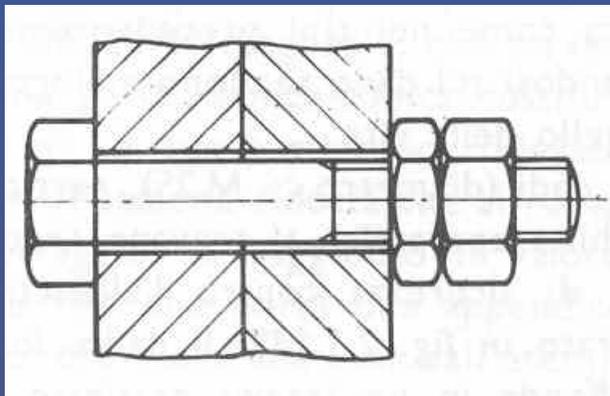
rosetta elastica



molle a tazza singola ed in parallelo



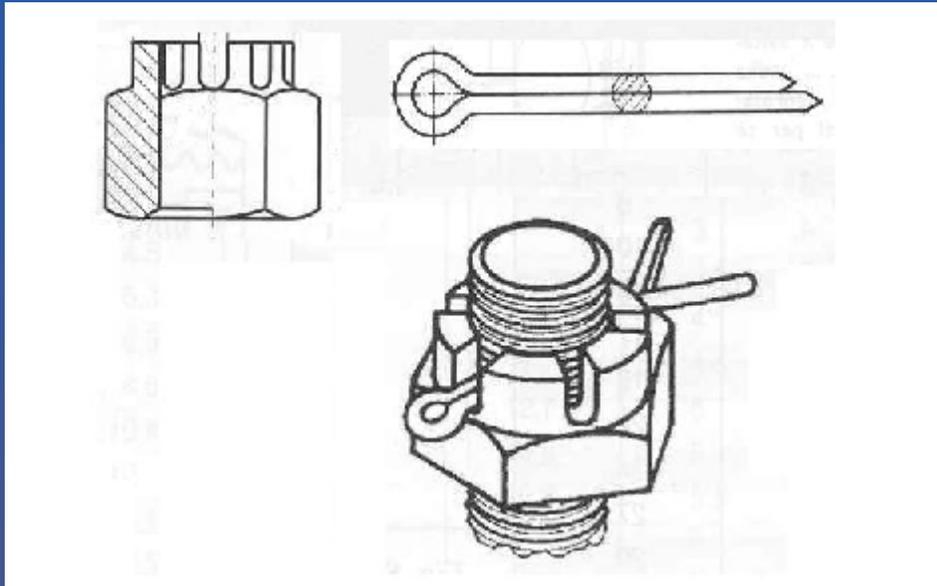
controdado



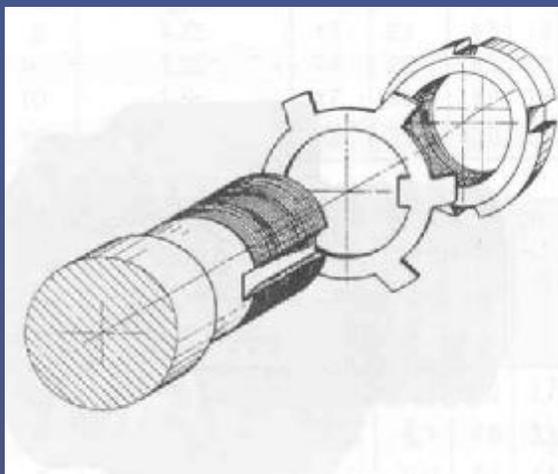
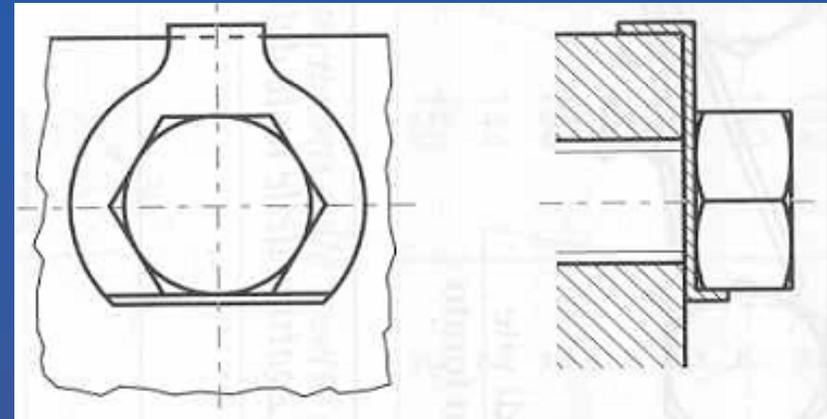
Da notare come in assenza del controdado il contatto tra vite e dado avvenga sui fianchi inferiori; avvitando il controdado vi sarà un valore di carico per cui i fianchi dei filetti del dado non sono più a contatto con quelli della vite; aumentando ancora il serraggio si inverte il contatto

Mezzi anti svitamento spontaneo di tipo meccanico

L'insieme di un dado intagliato ed una copiglia permettono di definire un ostacolo allo svitamento del collegamento filettato

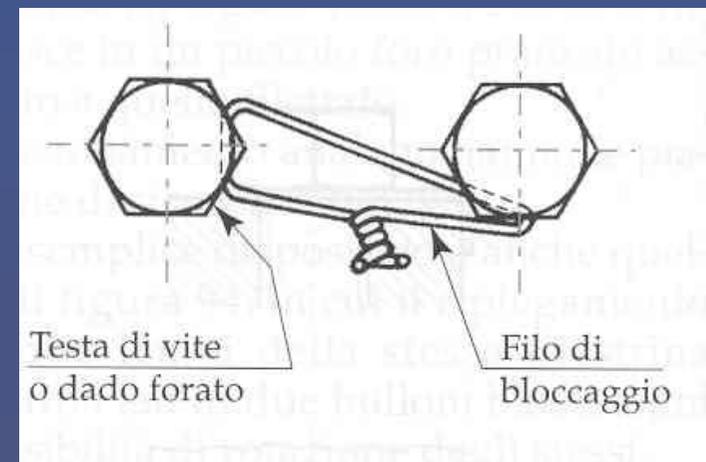


Un esempio di applicazione della rosetta di sicurezza



rosetta di sicurezza per ghiera

legatura



Cenni sulle viti di comando

Nelle viti di collegamento ciò che interessa è la stabilità dell'accoppiamento; sarà dunque opportuno scegliere filettature con angoli di inclinazione dell'elica inferiori all'angolo d'attrito al fine di evitare l'autosvitamento. Nelle viti di manovra, essendo delle macchine che trasformano il moto rotatorio in moto traslatorio, riveste invece un'importanza fondamentale il rendimento della macchina.

Il rendimento è definito da:

$$h = \frac{\tan(\alpha)}{\tan(\alpha + \rho')}$$

$$\text{dove } \rho' = \frac{\rho}{\cos(\beta)}$$

Avendo indicato con:

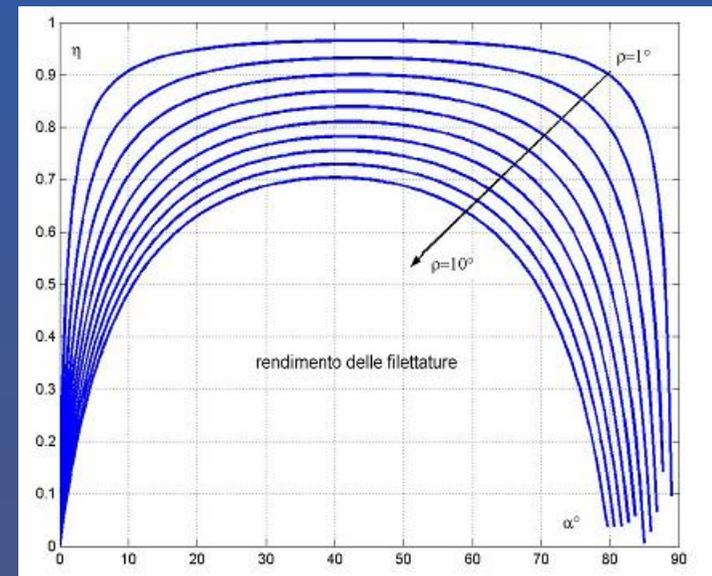
α l'angolo d'inclinazione dell'elica media,

ρ l'angolo d'attrito per filetti rettangolari

β il semiangolo al vertice del filetto

ρ' l'angolo d'attrito fittizio

Per aumentare il rendimento si può ridurre il coefficiente d'attrito (ad esempio lubrificando), scegliere valori di α elevati (non oltre i 10-15 gradi) e bassi di β (viti rettangole, trapezie o a denti di sega).



Cenni sulle viti di comando

Nelle viti di collegamento ciò che interessa è la stabilità dell'accoppiamento; sarà dunque opportuno scegliere filettature con angoli di inclinazione dell'elica inferiori all'angolo d'attrito al fine di evitare l'autosvitamento. Nelle viti di manovra, essendo delle macchine che trasformano il moto rotatorio in moto traslatorio, riveste invece un'importanza fondamentale il rendimento della macchina.

In alternativa, e per applicazioni importanti, si possono utilizzare le viti a circolazione di sfere le quali, basano il loro funzionamento non più sul concetto di attrito radente ma su quello di attrito volvente, permettono di incrementare il rendimento (non più definito dalla relazione precedente).

