

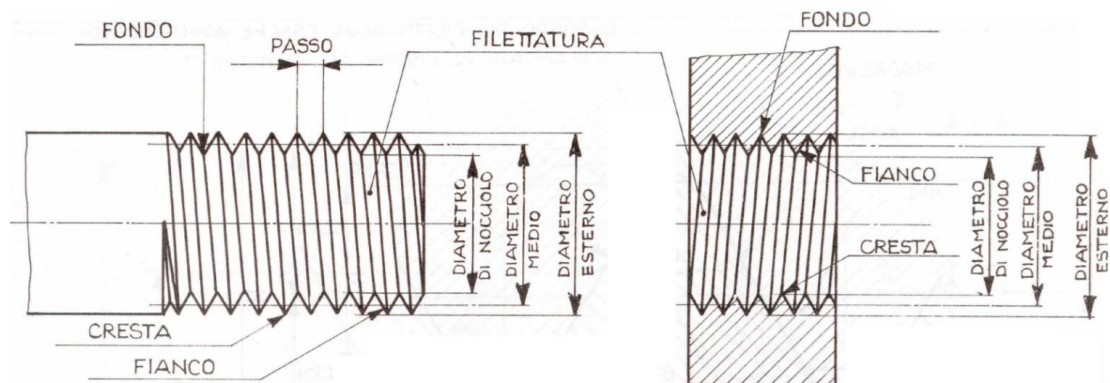
CAPITOLO 8 – FILETTATURE

1.DEFINIZIONI FONDAMENTALI

Il collegamento smontabile più usato è quello mediante elementi filettati.

Una filettatura è costituita da un risalto (filetto) che si avvolge ad elica sulla superficie esterna di un elemento cilindrico o conico (vite) o sulla superficie interna di un elemento analogo (madrevite).

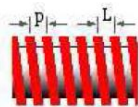
Vite e madrevite costituiscono un accoppiamento: le parti piene della vite si inseriscono nelle parti vuote della madrevite. La rotazione relativa dei due elementi provoca uno scorrimento assiale degli stessi.



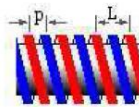
Gli elementi che definiscono la filettatura sono:

- **II PROFILO** della filettatura è individuato dall'intersezione della superficie filettata con un piano contenente l'asse dell'elemento filettato. Si distinguono i seguenti:
 - Profilo ideale: rappresenta la figura geometrica che caratterizza la filettatura (si hanno dunque filettature triangolari, trapezie, a dente di sega, a profilo tondo...);
 - Profilo nominale: differisce dal precedente per la presenza di eventuali troncature e arrotondamenti sulla cresta e sul fondo dei filetti;
 - Profilo di esecuzione: è quello effettivamente realizzato nella pratica.
- **II PASSO DEL PROFILO** è la distanza fra due creste consecutive di una filettatura.
- **II PASSO DELLA FILETTATURA (o AVANZAMENTO al giro)** rappresenta lo scorrimento assiale relativo di vite e madrevite a fronte di una rotazione relativa dei due elementi attorno all'asse comune di 360° . Si distinguono:
 - Filettature a un solo principio, dove il passo coincide con l'avanzamento;
 - Filettature a più principi dove l'avanzamento è pari al passo apparente moltiplicato per il numero di principi (passo effettivo)

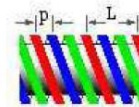
$P = \text{passo (pitch)}$, $L = \text{avanzamento (lead)}$



Filettatura ad un principio
(avanzamento = passo)



Filettatura a due principi
(avanzamento = $2 \times \text{passo}$)



Filettatura a tre principi
(avanzamento = $3 \times \text{passo}$)

- **DIAMETRO NOMINALE** che coincide (ad eccezione delle filettature a gas) con il diametro esterno della vite (ovvero quello misurato in corrispondenza delle creste) e con il corrispondente diametro della madrevite (misurato in corrispondenza dei fondi)
- **DIAMETRO DEL NOCCIOLO** è quello misurato sul fondo dei filetti della vite e sulla cresta dei filetti della madrevite.
- **DIAMETRO MEDIO**, è quello misurato sulla generatrice intermedia tra cresta e fondo;

- **SENSO DI AVVITAMENTO:** una filettatura si dice DESTRA O SINISTRA secondo che, nella rotazione in senso orario del filettato maschio, detto vite, rispetto all'elemento filettato femmina detto MADREVITE, la vite si allontani o avvicini all'osservatore. Normalmente le vite usate sono destre (a un solo principio) quindi con avvvitamento in senso orario e svtimento in senso antiorario.
- **ELICA MEDIA**, data dall'intersezione del filetto col cilindro di diametro medio.
- **L'ANGOLO D'INCLINAZIONE DELL'ELICA MEDIA α** , definito, per filettature cilindriche, come l'angolo formato dalla tangente all'elica media con un piano perpendicolare all'asse ($\tan \alpha = p/\pi d$). Tale angolo per evitare l'allentamento spontaneo della filettatura è minore dell'angolo di attrito ($\alpha < 5^\circ$).

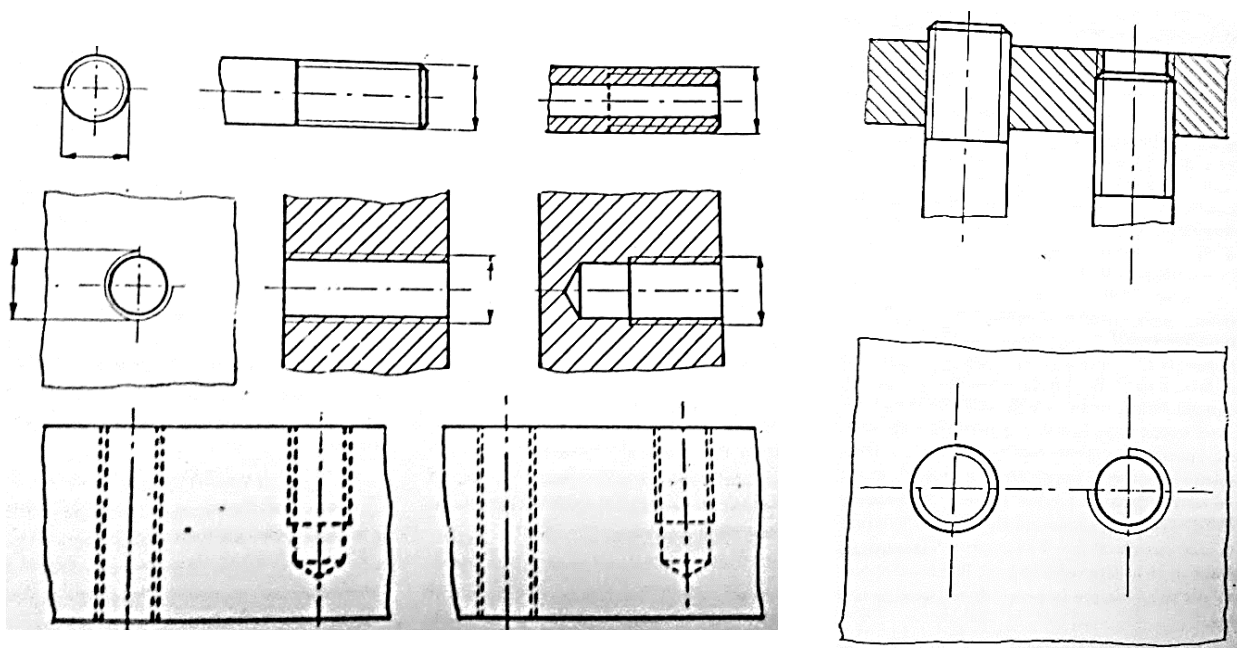
Le filettature possono essere:

- DI FORZA, se devono collegare tra loro due pezzi;
- DI MANOVRA, se devono trasformare il moto di rotazione di uno degli elementi della filettatura in moto traslatorio, lungo l'asse della filettatura, dell'altro.

2.RAPPRESENTAZIONE DELLE FILETTATURE

Nel disegno le creste sono sostituite da rappresentazioni schematiche, con le seguenti regole:

- Una linea grossa indica la cresta dei filetti, una linea fine il fondo; la distanza tra le linee deve essere approssimativamente uguale all'altezza del filetto.
- Nelle viste e nelle sezioni di prospetto **la cresta del filetto e la fine del tratto utile del filetto sono rappresentate con linea continua grossa**, e il **fondo del filetto con linea continua fine**.
- Per le filettature non in vista la cresta e il fondo del filetto devono essere indicate con linea a tratti grossa o fine.
- I filetti incompleti non devono essere rappresentati, salvo nel caso abbiano importanza funzionale e allora si rappresentano con due trattini inclinati.
- In pianta la circonferenza rappresentante la cresta è disegnata con linea continua grosso, mentre il fondo con linea continua fine limitata a $\frac{3}{4}$ della circonferenza. Lo smusso, se coincide col fondo del filetto non viene indicato.
- Nella rappresentazione di elementi filettati in condizioni di montaggio si seguono le regole già viste con l'accorgimento che, nel tratto di sovrapposizione, la vite copre la madrevite. Inoltre il tratteggio di campitura della sezione deve terminare in corrispondenza della cresta del filetto.



3.SISTEMI DI FILETTATURE

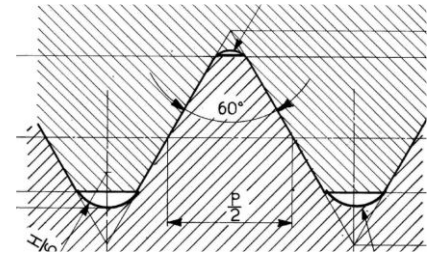
Un sistema di filettature è costituito da un insieme di norme che determinano:

1. La forma del filetto;
2. Il significato e i valori unificati dei diametri nominali scelti per viti e madreviti;
3. I valori unificati del passo in relazione e quelli dei diametri;
4. Le tolleranze di lavorazione

Tutti i sistemi di filettatura che verranno descritti rappresentano filettature DESTRE A UN SOLO PRINCIPIO. In situazioni diverse la designazione di ognuna dovrà essere completata con l'indicazione del numero dei principi e del senso sinistro dell'elica (es: 60 T_pN 2fil sin.=filettatura trapezia normale di diametro 60mm, sinistra a due principi).

3.1 FILETTATURA METRICA ISO A PROFILO TRIANGOLARE

Il profilo della filettatura è un triangolo equilatero smussato sulla cresta e raccordato sul fondo. Queste filettature come le altre triangolari sono di forza, perché a parità di passo un filetto a sezione triangolare ha una sezione d'incastro maggiore rispetto agli altri tipi di filetti e può quindi sopportare sforzi maggiori.



Il sistema di filettature metriche ISO definisce un insieme di diametri nominali unificati divisi in tre gruppi (a,b,c). Nella progettazione sono da preferirsi quelli del gruppo a.

A ciascun valore di diametro nominale è associato un valore di passo grosso e uno o più valori di passi fini; sono consigliate per ogni diametro le filettature a passo grosso visto che quelle a passo fine costano molto. Nella scelta del passo si deve ricordare che al fine di ottenere un'utilizzazione ottimale di un collegamento di forza filettato è opportuno che siano sempre in presa almeno sette o otto filetti.

In funzione del passo tramite le formule riportate in tabella UNI 4535 si ricavano tutte le altre dimensioni della filettatura quali diametro medio, profondità dei filetti, diametro di nocciolo (in figura).

La designazione di un elemento filettato viene fatta mediante la lettera M seguita dal diametro nominale, dal segno x e dal passo (nelle filettature a passo grosso viene omissa) (M20x2=filettatura metrica a passo fine 2mm di diametro nominale 20mm).

Esempi:

Filettatura metrica ISO **unificata a passo grosso: M 10** (passo = 1,5 mm)

Filettatura metrica ISO **unificata a passo fine: M 10 x 1** (passo = 1 mm)

APPROFONDIMENTO SU TOLLERANZE Nella realizzazione di un elemento filettato si possono commettere errori sul passo, sull'angolo del profilo e sui vari diametri. Il sistema di tolleranze ISO fissa per il diametro esterno, medio e di nocciolo degli elementi filettati particolari campi di tolleranza in funzione della dimensione della filettatura (diametro e passo), della qualità della lavorazione (precisa, media, grossolana) della lunghezza di avvitamento (S corta, N normale, L lunga) e del gioco minimo sul diametro medio.

3.2 FILETTATURA METRICA A TENUTA STAGNA

Sono caratterizzate da due tipi di filettature che si accoppiano senza gioco tra la cresta e il fondo del filetto e ciò permette la tenuta stagna anche per fluidi in pressione:

- Filettatura metrica esterna conica: il cui profilo differisce da quella metrica a profilo triangolare per la conicità (la madrevite diventa sempre più stretta) e la diversa troncatura su cresta e fondo del filetto (troncatura totale non smussa);
- Filettatura metrica interna cilindrica (uguale alla triangolare metrica).

La designazione è del tipo: **M-diametronominale-x-passo-conica**(o nulla nel secondo caso).

Esempio: M 18X1.5 conica= filettatura metrica esterna conica a profilo triangolare.

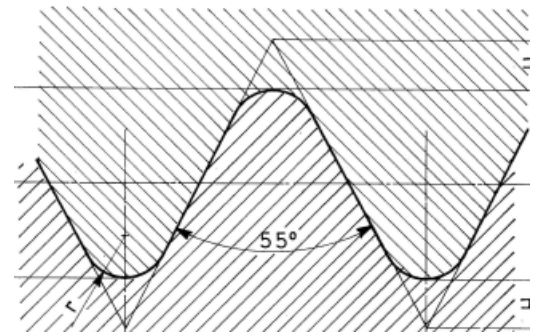
3.3 FILETTATURA WHITWORTH

La sezione del filetto è un triangolo isoscele di angolo 55° raccordato sulla cresta e sul fondo. Si usa principalmente nei paesi anglosassoni.

In queste filettature, a differenza delle metriche ISO, esiste uno solo valore unificato del passo (a parità di diametro è maggiore del passo grosso ISO).

Sono designate facendo seguire al diametro nominale della filettatura (in pollici) la lettera W.

Esempio: $1 \frac{1}{2} W$ = filettatura whitworth con diametro 28.1 mm



3.4 FILETTATURA GAS

La sezione del filetto è uguale a quella whitworth ma a parità di diametro il passo della gas è minore. Si usano per tubazioni e raccorderie nelle costruzioni di circuiti idraulici, pneumatici e oleodinamici.

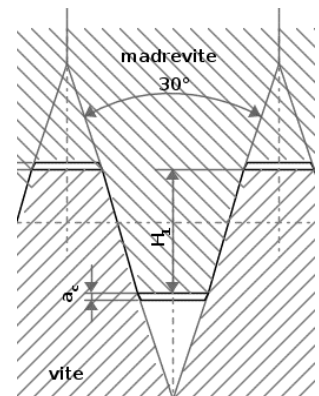
Si dividono in:

- NON A TENUTA STAGNA: la designazione si ottiene facendo seguire alla lettera G la misura del diametro nominale del tubo sul quale la filettatura viene eseguita in pollici.
- A TENUTA STAGNA: il maschio ha forma conica con conicità $1/16$, che il passo è misurato secondo l'asse di filettatura e il triangolo generatore del filetto disposto con l'altezza perpendicolare all'asse della filettatura. Questa filettatura viene designata come quella cilindrica, salvo l'interposizione tra la lettera G e il diametro nominale del tubo, della lettera j per la filettatura interna cilindrica e c per quella esterna conica.

3.5 FILETTATURA TRAPEZIA

La sezione del suo filetto è un trapezio isoscele e l'angolo tra i due fianchi del filetto è 30° ; si divide in normale, fine e grossa. Queste filettature, sono quelle più resistenti e di più facile costruzione e vengono utilizzate per organi di manovra. La minore inclinazione dei fianchi del filetto (15° contro 30° della metrica) conferiscono ad essa un rendimento maggiore e oppongono una minore resistenza allo spostamento assiale degli elementi dell'accoppiamento.

La designazione è del tipo: diametro nominale-Tp-N(normale)/F(fine)/g(grossa)

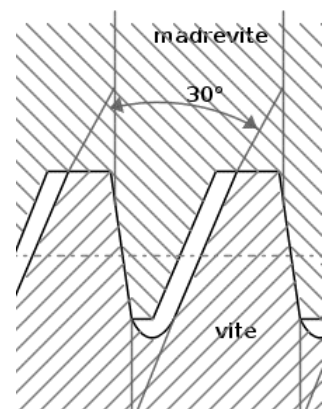


3.6 FILETTATURA DENTE DI SEGA

La sezione del suo filetto è un trapezio coi lati obliqui inclinati uno di 30° l'altro di 3° .

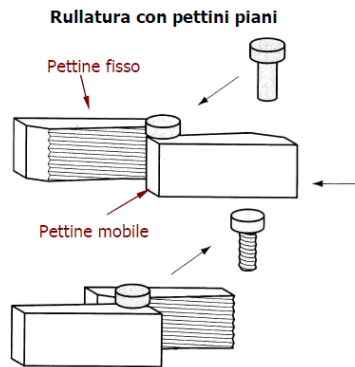
Si comportano in un verso come quella metrica (di forza) e nell'altro come quelle a filetto quadro (di manovra). Ciò permette di usarle quando si voglia accoppiare a una buona resistenza una manovra con poco sforzo in un verso.

La designazione è del tipo: diametro nominale-Sg-N/F

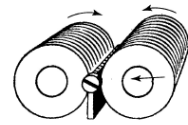


4.ESECUZIONE DELLE FILETTATURE

RULLATURA Per la fabbricazione in serie si usa il metodo della rullatura, che consiste nell'ottenere i filetti rullando il cilindro da filettare fra due matrici di forma opportuna e ottenendo i solchi per deformazione plastica. Con questo processo si realizzano elementi filettati maschio.



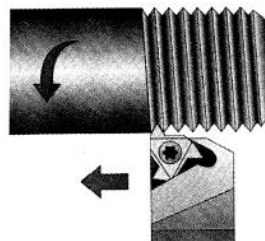
Rullatura con pettini cilindrici



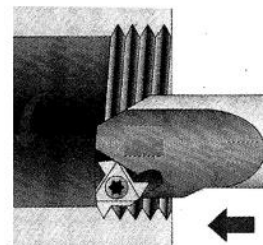
MASCHI E FILIERE Con la maschiatura è possibile filettare fori semplici usando un utensile detto "maschio o giramaschio". Con la filettatura si possono filettare elementi cilindrici tramite l'utilizzo dell'utensile chiamato "filiera o girafiliera".



TORNITURA Con il tornio è possibile eseguire filettature esterne e interne.

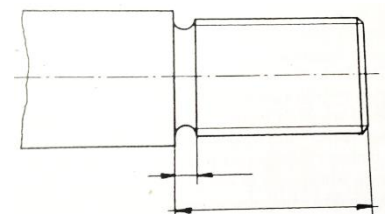


Filettatura esterna

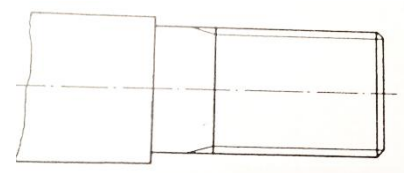


Filettatura interna

Qualunque sia il metodo utilizzato resta sempre una parte di filetto incompleto per una lunghezza almeno due volte il passo. Quando non si desidera che ciò avvenga bisogna eseguire un apposito scarico di lavorazione di dimensioni opportune prima di filettare il pezzo.



Quando il tratto da filettare termina con uno spallamento al tratto a filetto incompleto bisogna aggiungere un'ulteriore distanza che impedisca all'utensile di battere contro lo spallamento stesso.



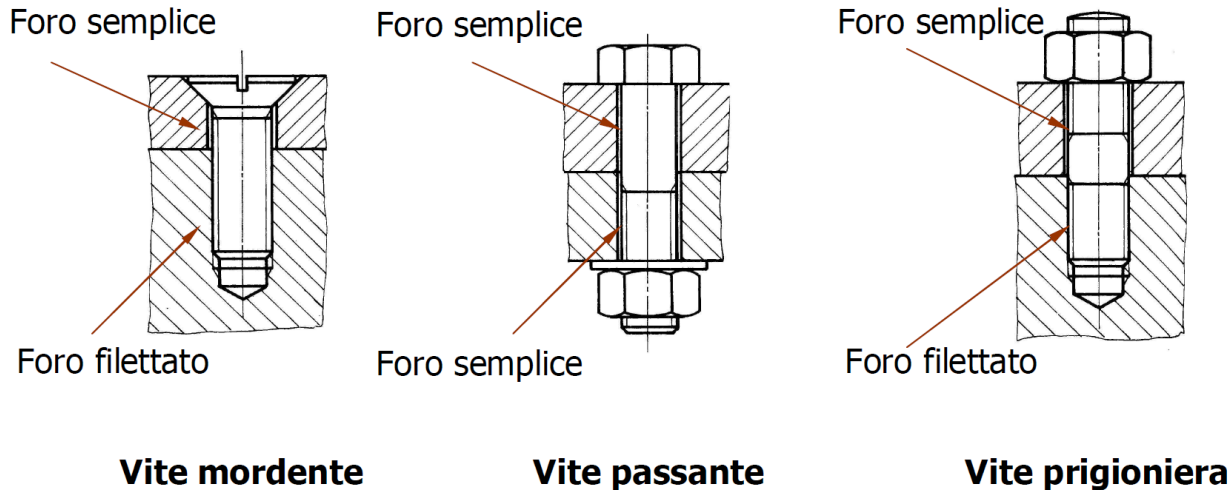
Le gole di scarico (interne e esterne) e la distanza antisbattimento sono unificate sul libro nelle tabelle.

5.BULLONERIA

Di essa fanno parte vari elementi filettati che mediante l'accoppiamento vite madrevite formano collegamenti scomponibili.

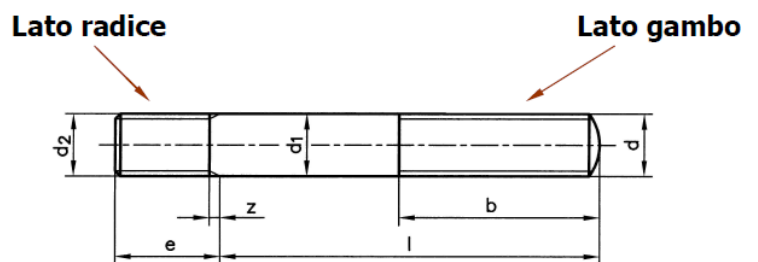
1.COLLEGAMENTI FILETTATI

Le soluzioni costruttive per il collegamento attraverso organi filettati possono essere classificate in 3 gruppi:



2.COLLEGAMENTO CON VITE PRIGIONIERA

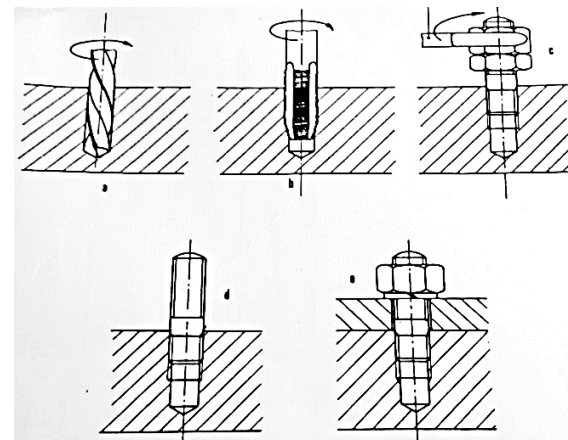
La vite prigioniera è un elemento cilindrico filettato alle estremità. Una parte viene forata in un foro filettato e prende il nome di RADICE, l'altra rimane sporgente ed è destinata a ricevere un dado e prende il nome di GAMBO. Il lato radice è riconoscibile perché smussato, mentre il lato del gambo termina con una calotta sferica.



Questo collegamento si effettua tutte le volte che non è possibile accedere a entrambi i lati degli elementi da unire, o il particolare filettato è troppo spesso e non si possa eseguire un foro passante. Inoltre l'impiego del prigioniero è necessario quando il materiale in cui va a inserirsi è troppo tenero e frequenti smontaggi potrebbero logorare la filettatura.

Fasi di collegamento di due particolari con un prigioniero:

1. La piastra inferiore viene forata con una punta elicoidale per una conveniente profondità;
2. Si procede alla filettatura con un maschio, la quale deve finire prima della fine del foro, per non far sbattere il maschio sul fondo del foro (bisogna guardare i dati di UNI 5710).
3. Il lato radice del prigioniero viene inserito nel foro e stretto mediante l'uso di un dado e controdado mediante l'uso di una chiave sul dado superiore. Questo forzamento avviene perché si fa interferire il tratto a filetto incompleto (+largo) della radice del prigioniero col filetto completo della madrevite deformandolo elasticamente e deformandosi a sua volta.
4. Ottenuto il forzamento si tolgono i due dadi e si inserisce nella sua posizione la piastra superiore preventivamente forata con una punta di diametro maggiore al prigioniero (secondo i dati nella tabella 8.13). Si effettua il collegamento mediante un dado serrante sul gambo e una rondella.



Diametro di filettatura d	Diametro del foro passante D			Diametro di filettatura d	Diametro del foro passante D		
	fine H12	Serie media H13	grossol. H14		fine H12	Serie media H13	grossol. H14
1	1.1	1.2	1.3	36	37	39	42
1.2	1.3	1.4	1.5	39	40	42	45
1.4	1.5	1.6	1.8	42	43	45	48
1.6	1.7	1.8	2	45	46	48	52
1.8	2	2.1	2.2	48	50	52	55
2	2.2	2.4	2.6	52	54	56	60

Osservazioni:

- Nella scelta del prigioniero bisogna ricordare che la lunghezza della parte non filettata deve essere minore della piastra superiore, altrimenti potrebbe sporgere e impedire l'avvitamento del dado.
- La parte del prigioniero sporgente dalla piastra inferiore può essere un ostacolo allo smontaggio in quanto la piastra superiore può essere tolta solo alzandola e non facendola scorrere lateralmente.
- Rispetto a un collegamento con bullone è più costoso perché se si spana una filettatura devi buttare via tutto, mentre nel bullone solo dado e vite

L'unificazione divide i prigionieri in quelli a radice corta, media, lunga e extra lunga, adatti per materiali con resistenza decrescente (nella lunghezza della radice è compreso il tratto a filetto incompleto). Il loro dimensionamento è riportato nella tabella a fianco.

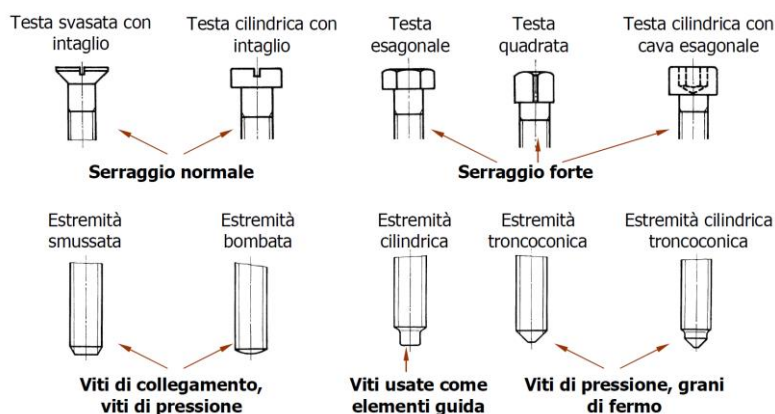
v₁ secondo UNI 947 (2^a Ed.)
z secondo UNI 5709-65

Esempi di designazione: Prigioniero Md x l UNI 5909-66
Prigioniero Md x p x l UNI 5915-66
Prigioniero Md x p/Md₂ x l UNI 5919-66

A RADICE CORTA					A RADICE MEDIA													
UNI 5909-66		UNI 5910-66		e	UNI 5911-66		UNI 5912-66		UNI 5913-66		e	d ₂	l*	b				
A passo grosso sul gambo d	A passo grosso sulla radice d ₂	A passo fine sul gambo d	A passo fine sulla radice d ₂		A passo grosso sul gambo d	A passo grosso sulla radice d ₂	A passo fine sul gambo d	A passo fine sulla radice d ₂	A passo grosso sul gambo d	A passo grosso sulla radice d ₂				h 12	h 13	l ≤ 125	l ≤ 200	l > 200
6g	-	6g	-	+1T16 0	6g	-	6g	-	6g	-	+1T16 0	h 12	h 13			l ≤ 125	l ≤ 200	l > 200
M3	M3	-	-	3	M3	M3	-	-	-	-	4,5	3	da 10	30	12	-	-	-
M4	M4	-	-	4	M4	M4	-	-	-	-	6	4	10	40	14	-	-	-
M5	M5	-	-	5	M5	M5	-	-	-	-	7	5	12	50	16	-	-	-
M6	M6	-	-	6	M6	M6	-	-	-	-	9	6	14	70	18	-	-	-
		-	-	7	M7	M7	-	-	-	-	10	7	16	70	20	-	-	-
		-	-				-	-	M8 x l	M8	12	8	18	100	22	-	-	-
		-	-				-	-										

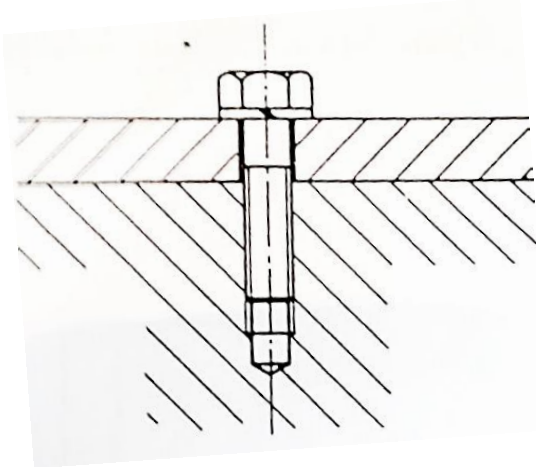
3.COLLEGAMENTO MEDIANTE VITI

Una vite è un elemento cilindrico, parzialmente o totalmente filettato, che può terminare con un'estremità con una testa appropriata (più comune tra le viti è quella esagonale) la quale consente l'applicazione di un attrezzo (chiave, ciacciavite, brugola) per serrare o allentare il collegamento; l'altra estremità termina con una delle forme previste in tabella UNI 947 (rullata, smussata, bombata, cilindrica, conica...). Le viti senza testa vengono chiamati GRANI FILETTATI.

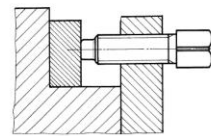


Per quanto riguarda il collegamento mediante vite, per la preparazione dei fori si procede come con il prigioniero. Non si ha forzamento della parte a filetto incompleto nella piastra filettata. Questo collegamento è più economico del precedente e quindi è da preferirsi tutte le volte che non ci siano problemi di resistenza a usura delle lastre e bisogna fare frequenti smontaggi e rimontaggi.

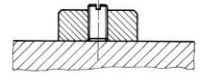
Le viti possono essere usate anche come elementi di fermo cioè come elementi che impediscono lo scorrimento di due pezzi fra loro.



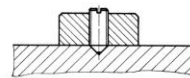
Nelle **viti di pressione** la vite esercita una forza impedendo il mutuo scorrimento dei due pezzi. Il **grano di fermo** può funzionare in maniera analoga ovvero può alloggiare su un opportuno incavo. Il **grano di guida** consente lo scorrimento di un pezzo lungo un'opportuna scanalatura ricavata sull'altro.



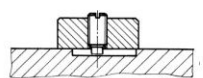
Vite di pressione



Grano di pressione



Grano di fermo



Grano di guida

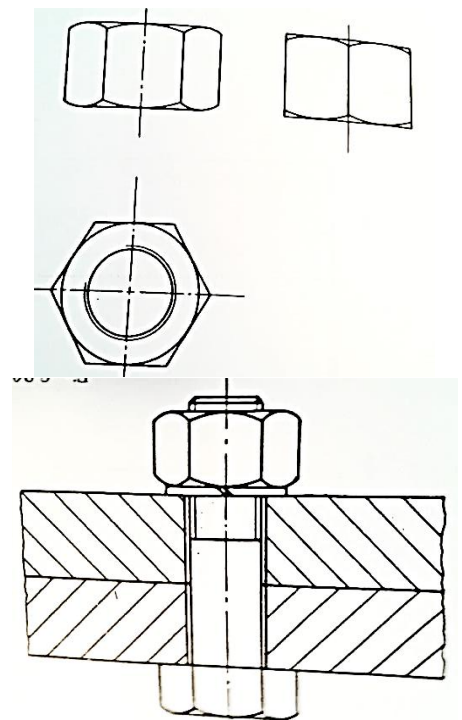
4.COLLEGAMENTO CON BULLONE

I dadi sono elementi filettati internamente costituiti, nella loro forma più semplice da un prisma a base esagonale (o quadrata) e da un foro filettato centrale (esistono tuttavia forme più complesse, come i dadi esagoni ciechi, zigrinati, a corna, ad alette...)

Il dado esagonale può essere alto, normale o basso a seconda che l'altezza sia uguale al diametro, 0.8 diametro o 0.5 diametro. Ci sono anche dadi con intagli che si usano quando, per mezzo di copiglie o spine, si voglia impedire l'allentamento del collegamento. Vengono dimensionati in tabella in base al diametro interno della filettatura.

L'insieme di una vite e un dado prende il nome di bullone. Il collegamento mediante bullone è rappresentato in figura. Si nota che i fori di entrambe le piastra da collegare non sono filettati e sono dimensionati in base alla norma UNI ISO 273 che abbiamo visto prima.

Questo collegamento è il meno costoso ed è quello da preferirsi.



5.VITI AUTOFILETTANTI

Sono usate per collegamenti di lamierini o lamiere di acciaio dolce di spessore da 0.4 a 5.2 mm, e hanno la capacità di filettare esse stesse i fori in cui vengono applicate. Quelle a estremità conica possono essere usate senza foro di preparazione se la lamiera è abbastanza sottile. Le varie tipologie di questa vite sono unificate in UNI 6948.

6. NORME DI CLASSIFICAZIONE PER BULLONERIA IN ACCIAIO

La designazione degli elementi di bulloneria unificati è riportata specificatamente nella tabelle relative a ciascun elemento ma generalmente segue la seguente tabella:

	Denominazione	Riferimento norma	Caratteristiche filettatura	Eventuale lunghezza sotto testa	Altre caratteristiche (es. classe res.)
1)	Vite	ISO 4014	M 10 x 0,5	x 60	- 8.8
2)	Dado	ISO 4032	M 20 x 2		- 10
3)	Prigioniero	UNI 5911	M 10	x 50	- 8.8

1) Vite a testa esagonale con filettatura metrica a passo fine, M 10, lunghezza (sotto testa) 60 mm, classe di resistenza 8.8

2) Dado esagonale normale con filettatura metrica a passo fine M 24 x 2, acciaio di classe 10

3) Prigioniero a radice media con filettatura a passo grosso M 10, lunghezza 50 mm, classe di resistenza 8.8

La bulloneria in acciaio è divisa in due categorie **in funzione delle tolleranze di lavorazione**.

- La categoria A che prevede tolleranze di grado A sulle parti non filettate e qualità di lavorazione media sulle parti filettate;
- La categoria C che prevede tolleranze di grado C sulle parti non filettate e qualità di lavorazione grossolana su quelle filettate.

È divisa anche in classi di resistenza in **funzione delle caratteristiche meccaniche** del materiale (tabella).

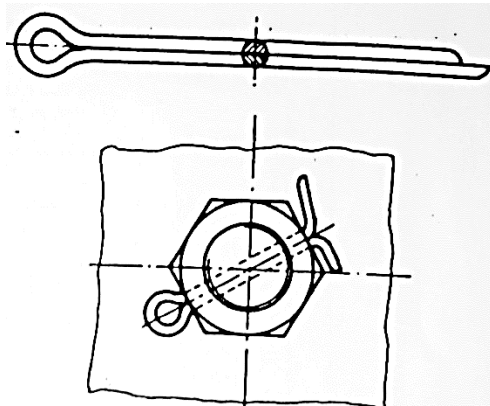
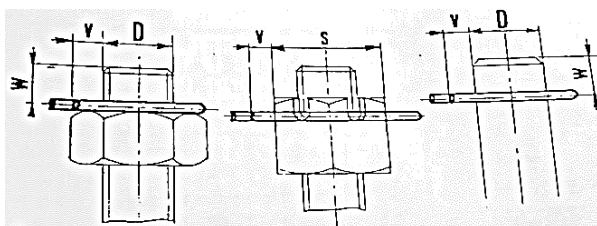
L'indicazione della categoria e della classe di resistenza si esegue aggiungendo alla designazione convenzionale, nell'ordine e separati da un trattino, i simboli relativi alla categoria e alla classe di resistenza (es: vite M8x1x20 UNI 5932-C-4.8).

Gli elementi di bulloneria vengono marcati con un contrassegno costituito dal simbolo della classe di resistenza e del marchio di fabbrica.

7. DISPOSITIVI ANTISVITAMENTO

In presenza di vibrazioni i collegamenti realizzati mediante elementi filettati sono soggetti ad allentarsi. Si possono allora usare:

1. **COPIGLIA:** si realizza forando dado e vite e inserendo nel foro una copiglia, una spina conica o una spina cilindrica elastica. Questo espediente ha però l'inconveniente di non assicurare, dopo smontaggio e successivo rimontaggio, l'allineamento del foro sul dado con quello della vite, ed è necessario ogni volta adoperare una nuova vite.
La situazione migliora utilizzando i dadi esagonali con intagli.



2. **ROSETTE:** Quando le vibrazioni non sono molto forti è comune l'impiego di rosette elastiche in acciaio ad elevato limite di elasticità (le più usate sono le rosette Grower o quelle dentellate).
3. **CONTRODADO:** Si sovrappone al dado un secondo dado (controdado) in modo che il forzamento elastico fra i due aumenti l'attrito fra i filetti della vite e della madrevite.
4. **FIBRA O NYLON:** Esistono dadi e viti autobloccanti muniti a un'estremità di un anello (dadi) o di un blocchetto (viti) di fibra o nylon, che nell'avvitamento, si deforma e forzando contro i filetti impedisce l'allentamento.

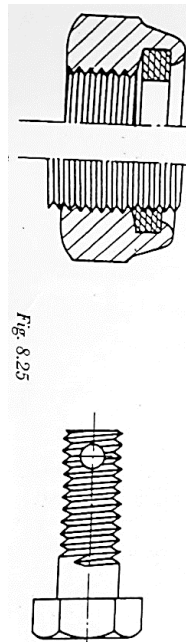
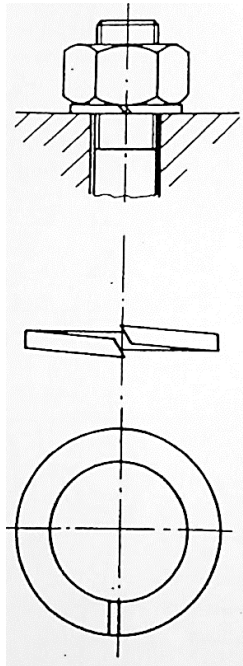
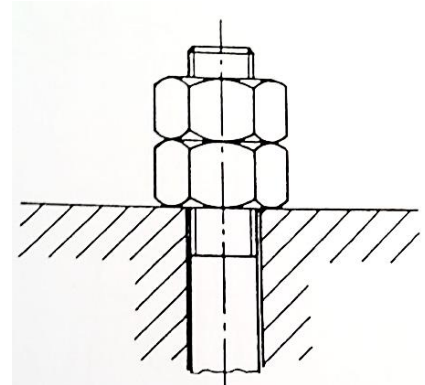


Fig. 8.25



5. **PIASTRINE DI FERMO:** sono piastrine i cui bordi sono uno su una faccia del dado, l'altro su una superficie fissa appartenente al pezzo collegato.
6. **PIASTRINE PIANE:** Qualora il foro passante sia molto maggiore del gambo della vite (o ad asola) o quando il materiale degli elementi da collegare sia tenero si usa interporre fra la testa della vite, o il dado, e la superficie dei pezzi delle rosette o piastrine piane allo scopo di distribuire lo sforzo su di una superficie maggiore.

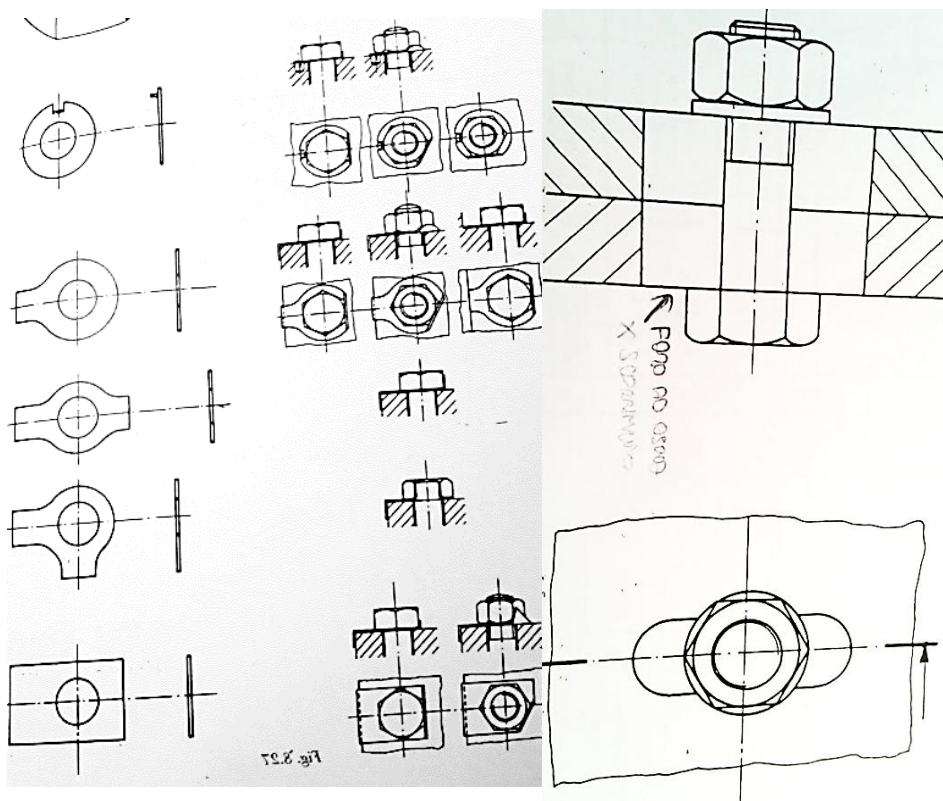


Fig. 8.26