

INFORMAZIONI TECNICHE SUGLI ELEMENTI DI FISSAGGIO

1 Elementi di fissaggio in acciaio per l'ambito di temperatura compreso tra -50°C e $+150^{\circ}\text{C}$

- 1.1 Materiali per elementi di fissaggio
- 1.2 Caratteristiche meccaniche delle viti in acciaio
 - 1.2.1 Prova di trazione
 - 1.2.2 Carico unitario di rottura R_m (MPa)
 - 1.2.3 Carico di snervamento R_e (MPa)
 - 1.2.4 Carico di snervamento per allungamento allo 0,2%, $R_{p0,2}$ (MPa)
 - 1.2.5 Prova di trazione su viti
 - 1.2.6 Classi di resistenza
 - 1.2.7 Allungamento dopo rottura A5 (%)
 - 1.2.8 Durezza e prove di durezza
- 1.3 Classi di resistenza delle viti
 - 1.3.1 Carichi di prova
 - 1.3.2 Caratteristiche delle viti se esposte ad alte temperature
- 1.4 Classi di resistenza dei dadi
- 1.5 Accoppiamento vite - dado
 - 1.5.1 Note riguardanti i dadi in acciaio
 - 1.5.2 Resistenza all' estrazione per dadi con un'altezza nominale $\geq 0,5 d$ e $< 0,8 d$ (DIN EN 20898, parte 2)
- 1.6 Caratteristiche meccaniche di viti senza testa interamente filettate
- 1.7 Marcatura di viti e dadi
- 1.8 Tabella di conversione della filettatura (pollici/mm)

2 Elementi di fissaggio resistenti alla corrosione e agli acidi

- 2.1 Caratteristiche meccaniche
 - 2.1.1 Suddivisione delle viti in acciaio inossidabili in classi di resistenza
 - 2.1.2 Carichi di snervamento per viti con gambo parzialmente filettato
 - 2.1.3 Coppie di serraggio per viti
- 2.2 Resistenza alla corrosione degli acciai A2 e A4
 - 2.2.1 Corrosione superficiale e corrosione erosiva (crevice)
 - 2.2.2 Corrosione perforante (pitting)
 - 2.2.3 Corrosione per accoppiamento galvanico
 - 2.2.4 Tensocorrosione

- 2.2.5 Resistenza degli acciai A2 e A4 in presenza di agenti corrosivi
 - 2.2.6 Formazione di ruggine volatile
- 2.3 Marcatura di viti e dadi inossidabili

3 Informazioni sulle normative ISO - Conversione dalle normative DIN alle normative ISO

- 3.1 Informazioni generali
 - 3.1.1 Denominazione e modifiche dei prodotti
- 3.2 DIN/ISO norme aggiornate - ISO/DIN norme aggiornate
- 3.3 Modifiche DIN/ISO delle misure d' aperture di chiave
- 3.4 Conversione norme DIN/ISO
 - 3.4.1 Condizioni tecniche di fornitura e norme di base
 - 3.4.2 Viti metriche di piccole dimensioni
 - 3.4.3 Spine e perni
 - 3.4.4 Viti autofilettanti per lamiere
 - 3.4.5 Viti a testa esagonale e dadi esagonali
 - 3.4.6 Viti interamente filettate senza testa
- 3.5 Modifiche dimensionali di viti a testa esagonale e dadi esagonali

4 Produzione di viti e dadi

- 4.1 Processi di produzione
 - 4.1.1 Lavorazione a freddo (estrusione)
 - 4.1.2 Lavorazione a caldo
 - 4.1.3 Produzione per asportazione di truciolo
- 4.2 Realizzazione dei filetti
 - 4.2.1 Fibratura
- 4.3 Trattamento termico
 - 4.3.1 Bonifica
 - 4.3.2 Tempra
 - 4.3.3 Rinvenimento
 - 4.3.4 Cementazione
 - 4.3.5 Ricottura
 - 4.3.6 Deidrogenazione

5 Protezione superficiale

- 5.1 Corrosione
- 5.2 Tipi di corrosione

- 5.3 Principali tipi di rivestimenti per elementi di fissaggio
 - 5.3.1 Rivestimenti non metallici
 - 5.3.2 Rivestimenti metallici
 - 5.3.3 Altri rivestimenti
 - 5.4 Normative dei rivestimenti galvanici
 - 5.4.1 Denominazione secondo DIN EN ISO 4042
 - 5.4.2 Valori di resistenza alla corrosione dopo prova in nebbia salina DIN 50021 SS (ISO 9227)
 - 5.4.3 Sistema di denominazione secondo DIN 50979
 - 5.4.4 Denominazione dei rivestimenti galvanici
 - 5.4.5 Passivazioni
 - 5.4.6 Sigillature
 - 5.4.7 Spessori minimi dei rivestimenti e durate delle prove
 - 5.5 Normative di sistemi anticorrosivi non galvanici
 - 5.5.1 Zincatura lamellare
 - 5.5.2 Denominazione secondo DIN EN ISO di sistemi anticorrosivi non galvanici 10683
 - 5.6 Zincatura a caldo di viti secondo DIN EN ISO 10684
 - 5.6.1 Procedura e applicazioni
 - 5.6.2 Tolleranze di filettatura e sistema di denominazione
 - 5.7 Restrizione dell'uso di sostanze pericolose
 - 5.7.1 RoHS (restrizione per l'uso di sostanze pericolose)
 - 5.7.2 ELV (veicoli fuori uso)
 - 5.8 Infragilimento da idrogeno
- 6 Dimensionamento di fissaggi a vite metrici**
- 6.1 Calcolo approssimativo delle dimensioni o delle classi di resistenza delle viti secondo VDI 2230
 - 6.2 Scelta del metodo di serraggio e del tipo di esecuzione
 - 6.3 Correlazione tra classi di coefficienti di attrito e valori indicativi per differenti materiali/superfici e condizioni di lubrificazione di fissaggi a vite (secondo VDI 2230)
 - 6.4 Precarchi di montaggio per viti senza testa con gambo parzialmente filettato e filettatura metrica a passo grosso secondo VDI 2230
 - 6.5 Coppia di serraggio e forza di precarico per viti di arresto e viti flangiate con dadi secondo indicazioni del fabbricante
 - 6.6 Coppia di serraggio per viti austenitiche secondo DIN EN ISO 3506
 - 6.7 Esempio per l'utilizzo delle tabelle con forze di precarico e coppie di serraggio
 - 6.8 Corrosione d'accoppiamento/collegamento di materiali differenti
 - 6.9 Forze di taglio statiche per collegamenti con spine elastiche
 - 6.10 Consigli di costruzione
 - 6.11 Montaggio
- 7 Elementi di sicurezza**
- 7.1 Informazioni generali
 - 7.2 Cause per la perdita della forza di precarico
 - 7.3 Funzione
 - 7.3.1 Prevenzione dell'allentamento
 - 7.3.2 Prevenzione dello svitamento
 - 7.3.3 Bloccaggio antiperdita
 - 7.4 Meccanismo di azione degli elementi di sicurezza
 - 7.4.1 Elementi di sicurezza inefficaci
 - 7.4.2 Elementi di sicurezza antiperdita
 - 7.5 Misure per il bloccaggio delle viti
 - 7.5.1 Allentamento
 - 7.5.2 Autosvitamento
- 8 Costruzioni in acciaio**
- 8.1 Collegamenti HV per costruzioni in acciaio
 - 8.2 Viti HV, dadi e rondelle
 - 8.3 Suggerimenti per il montaggio e la verifica dei collegamenti HV secondo DIN 18800-1 e DIN EN 1993-1-8
 - 8.3.1 Collegamenti HV secondo DIN 18800-1 (2008)
 - 8.3.2 Collegamenti HV secondo DIN EN 1993-1-8
 - 8.4 Montaggio
 - 8.4.1 Montaggio e verifica secondo DIN 18800-7
 - 8.4.2 Montaggio secondo DIN EN 1090-2
 - 8.5 Avvisi particolari per l'impiego di set di fissaggio HV

9 Avvitamento diretto in materie plastiche e materiali metallici

- 9.1 Avvitamento diretto in materie plastiche
- 9.2 Avvitamento diretto in materiali metallici
 - 9.2.1 Viti autoformanti con filettatura metrica
 - 9.2.2 Collegamenti a vite per viti autoformanti secondo DIN 7500
 - 9.2.3 Avvitamenti diretti in metalli con viti autoformanti secondo DIN 7500
- 9.3 Viti autofilettanti per lamiera
 - 9.3.1 Assemblaggi con viti autofilettanti per lamiera
 - 9.3.2 Filettatura di viti autofilettanti per lamiera

- 10.8.6 Testa di chiusura
- 10.8.7 Testa preformata
- 10.8.8 Punto di rottura prestabilito

10 Tecniche di rivettatura

- 10.1 Tipi di rivetti
 - 10.1.1 Rivetti pieni
 - 10.1.2 Rivetti forati
 - 10.1.3 Rivetti tubolari
 - 10.1.4 Rivetti a espansione
 - 10.1.5 Rivetti semiforati
 - 10.1.6 Rivetto forato a due componenti
 - 10.1.7 Rivetti a strappo
- 10.2 Consigli d'applicazione
 - 10.2.1 Assemblaggio di materiali duri con materiali morbidi
 - 10.2.2 Distanza tra i bordi e i collegamenti
- 10.3 Terminologia e parametri meccanici
- 10.4 Applicazione di rivetti a strappo
- 10.5 Dadi rivettati
 - 10.5.1 Applicazione di dadi rivettati
 - 10.5.2 Forme speciali di dadi rivettati
- 10.6 Viti rivettate
- 10.7 Trouble shooting
 - 10.7.1 Zona di serraggio troppo grande
 - 10.7.2 Zona di serraggio troppo piccola
 - 10.7.3 Foro troppo grande
 - 10.7.4 Foro troppo piccolo
- 10.8 Glossario
 - 10.8.1 Rivetto cieco a bicchiere
 - 10.8.2 Zona di serraggio
 - 10.8.3 Rivetto a strappo multigrip
 - 10.8.4 Diametro della boccola del rivetto
 - 10.8.5 Lunghezza della boccola del rivetto

1. ELEMENTI DI FISSAGGIO IN ACCIAIO PER L'AMBITO DI TEMPERATURA COMPRESO TRA -50° C E +150° C

1.1 Materiali per elementi di fissaggio

Il materiale impiegato è di primaria importanza per la qualità degli elementi di fissaggio (viti, dadi e accessori). Nel caso in cui il materiale impiegato non sia conforme, l'elemento di fissaggio da esso costruito non è più in grado di soddisfare i requisiti richiesti.

Tali norme determinano il materiale da utilizzare, la marcatura, le caratteristiche delle parti finite nonché le prove e i metodi di prova di tali parti.

I differenti materiali impiegati per le varie classi di resistenza sono elencati nella seguente tabella 1.

Principali norme vigenti per viti e dadi:

- DIN EN 20898 parte 1 (ISO 898 parte 1) per viti, caratteristiche meccaniche degli elementi di fissaggio in acciaio al carbonio e in acciaio legato
- DIN EN 20898 parte 2 (ISO 898 parte 2) per dadi, caratteristiche meccaniche degli elementi di fissaggio

Classe di resistenza	Materiale e trattamento termico	Composizione chimica (analisi di colata %) ^a					Temperatura di rinvenimento ° C
		C		P	S	B ^b	
		min.	max.	max.	max.	max.	
4.6 ^{c,d}	Acciaio al carbonio o acciaio al carbonio con additivi	-	0,55	0,050	0,060	non specificato	-
4.8 ^d							
5.6 ^c		0,13	0,55	0,050	0,060		
5.8 ^d		-	0,55	0,050	0,060		
6.8 ^d		0,15	0,55	0,050	0,060		
8.8 ^f	Acciaio al carbonio con additivi (p. es. boro o Mn o Cr), temprato e rinvenuto oppure	0,15 ^e	0,40	0,025	0,025	0,003	425
	Acciaio al carbonio, temprato e rinvenuto oppure	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Acciaio legato, temprato e rinvenuto ^g	0,20	0,55	0,025	0,025		
9.8 ^f	Acciaio al carbonio con additivi (p. es. boro o Mn o Cr), temprato e rinvenuto oppure	0,15 ^e	0,40	0,025	0,025	0,003	425
	Acciaio al carbonio, temprato e rinvenuto oppure	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Acciaio legato, temprato e rinvenuto ^g	0,20	0,55	0,025	0,025		
10.9 ^f	Acciaio al carbonio con additivi (p. es. boro o Mn o Cr), temprato e rinvenuto oppure	0,20 ^e	0,55	0,025	0,025	0,003	425
	Acciaio al carbonio, temprato e rinvenuto oppure	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Acciaio legato, temprato e rinvenuto ^g	0,20	0,55	0,025	0,025		

Classe di resistenza	Materiale e trattamento termico	Composizione chimica (analisi di colata %) ^a					Temperatura di rinvenimento
		C		P	S	B ^b	°C
		min.	max.	max.	max.	max.	min.
12.9 ^{f, h, i}	Acciaio legato, temprato e rinvenuto ^g	0,30	0,50	0,025	0,025	0,003	425
12.9 ^{f, h, i}	Acciaio al carbonio con additivi (p. es. boro o Mn o Cr o molibdeno), temprato e rinvenuto	0,28	0,50	0,025	0,025	0,003	380

^a In caso di arbitrato è determinante l'analisi del prodotto.
^b Il contenuto di boro può raggiungere lo 0,005%, a condizione che il boro non efficace venga controllato dall'aggiunta di titanio e/o alluminio.
^c Al fine di raggiungere la desiderata duttilità delle viti incrudite a freddo con classi di resistenza 4.6 e 5.6 può risultare necessario un trattamento termico del filo metallico impiegato per l'incrudimento oppure della vite già incrudita.
^d Per queste classi di resistenza è ammissibile l'impiego di acciaio automatico con i seguenti tenori massimi di zolfo, fosforo e piombo: zolfo 0,34%; fosforo 0,11 %; piombo 0,35%.
^e L'acciaio al carbonio contenente boro, il cui contenuto di carbonio è inferiore allo 0,25% (analisi di colata), deve avere un contenuto minimo di manganese dello 0,6% per la classe di resistenza 8.8 e dello 0,7% per le classi di resistenza 9.8 e 10.9.
^f I materiali per queste classi di resistenza devono avere sufficiente temprabilità, in modo da garantire che in condizione temprata, prima del rinvenimento, il contenuto di martensite nella porzione filettata della struttura del nocciolo sia pari circa al 90%.
^g L'acciaio legato deve contenere per lo meno le specificate quantità minime di uno dei seguenti elementi di lega: cromo 0,30%, nichel 0,30%, molibdeno 0,20%, vanadio 0,10%. Se vengono prescritte combinazioni di due, tre o quattro elementi con tenori di lega inferiori a quelli sopra elencati, il valore limite da applicare per la classificazione è pari al 70% della somma dei valori limiti singoli sopra indicati.
^h Per la classe di resistenza 12.9/12.9 non è ammesso uno strato bianco arricchito di fosforo, rilevabile tramite prova metallografica. Questo deve essere verificato mediante un idoneo metodo di prova.
ⁱ In caso d'impiego della classe di resistenza 12.9/12.9 bisogna agire con prudenza considerando l'idoneità del produttore, le modalità di montaggio e le condizioni d'uso. Particolari condizioni ambientali possono condurre a una tenso corrosione sia delle viti non rivestite sia di quelle rivestite.

1.2 Caratteristiche meccaniche delle viti in acciaio

Questo capitolo offre una breve panoramica dei metodi utilizzati per definire e determinare le caratteristiche meccaniche delle viti. In questo contesto vengono illustrati i parametri e le dimensioni nominali più ricorrenti.

1.2.1 Prova di trazione

Mediante la prova di trazione vengono determinati importanti parametri delle viti come il carico unitario di rottura R_m , il limite di snervamento R_e , il limite di allungamento allo 0,2%, $R_{p0,2}$ e l'allungamento dopo rottura A5 (%). A tale scopo si distingue tra "Prova di trazione con provette tornite" e "Prova di trazione su viti intere" (DIN EN ISO 898, parte 1).

1.2.2 Carico unitario di rottura R_m (MPa)

Il carico unitario di rottura (R_m) indica il carico/lo sforzo di trazione necessario per portare a rottura la vite. Essa è determinata dalla forza massima e dalla rispettiva sezione. La rottura delle viti sottoposte a pieno carico deve aver luogo soltanto nel gambo o nella filettatura e non nella zona di transizione tra la testa e il gambo.

Carico unitario di rottura del gambo cilindrico (viti tornite o intere):

$$R_m = \text{massima forza di trazione/superficie sezione trasversale} = F/S_0 \text{ [MPa]}$$

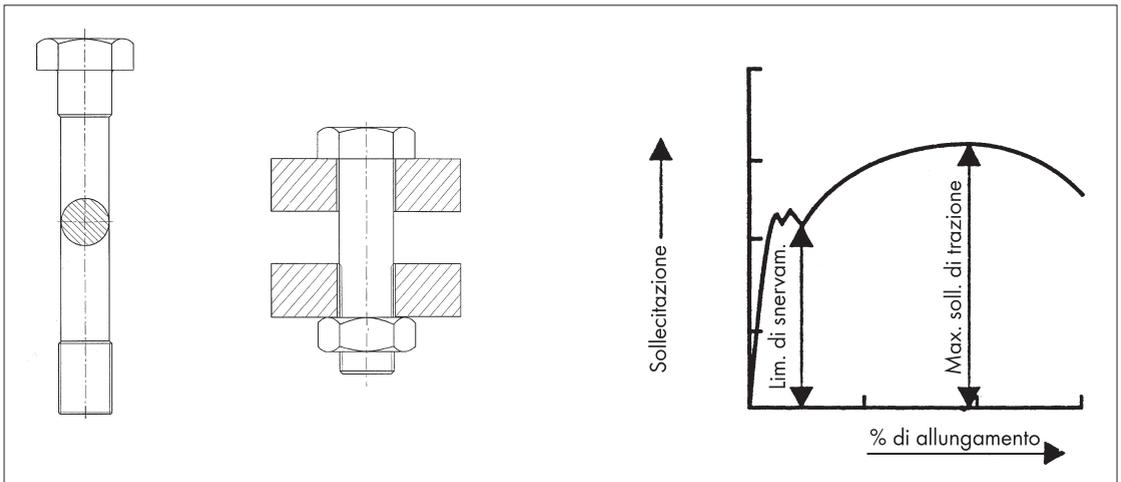
Carico/Sforzo unitario di rottura della filettatura:

$$R_m = \text{massima forza di trazione/sezione resistente} = F/A_s \text{ [MPa]}$$

A_s sezione resistente nominale

1.2.3 Carico di snervamento R_e (MPa)

Ai sensi della DIN EN ISO 898, parte 1, l'esatto carico di snervamento può essere determinato soltanto su provette tornite. Il carico di snervamento rappresenta il limite fino al quale è possibile allungare un campione soggetto a carico di trazione senza causare una permanente deformazione. Esso rappresenta la transizione tra campo elastico e campo plastico. La figura C mostra la curva qualitativa di una vite 4.6 (acciaio duttile) secondo il diagramma sollecitazione - allungamento.



Prova di trazione su
vite tornita
Fig. A

Prova di trazione su
vite intera
Fig. B

Diagramma (qualitativo) della sollecitazione-
deformazione di una vite con classe di resistenza 4.6
Fig. C

1.2.4 1.2.4 Carico di snervamento per allungamento allo 0,2%, $R_{p0,2}$ (MPa)

Il carico di snervamento $R_{p0,2}$ viene determinato riferendosi al cosiddetto carico di snervamento equivalente, poiché la maggior parte degli acciai bonificati non presenta un'evidente fase di passaggio dallo stato elastico allo stato plastico. Il limite di allungamento dello 0,2%, $R_{p0,2}$, indica la sollecitazione necessaria per ottenere un allungamento permanente pari al 0,2%. La figura D mostra la curva qualitativa della sollecitazione di una vite 10.9 nel diagramma sollecitazione-deformazione.

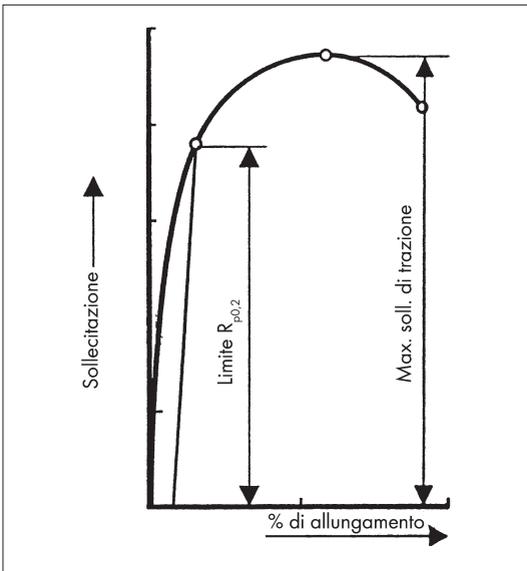


Diagramma (qualitativo) della sollecitazione-deformazione di una vite con classe di resistenza 10.9 Fig. D

1.2.5 Prova di trazione su viti intere

Oltre alla prova di trazione su provette tornite è anche possibile eseguire una prova meno laboriosa su viti intere. Questa prova viene eseguita bloccando la testa e la filettatura di una vite nel dispositivo di afferraggio. Con questa prova possono essere determinati soltanto il carico unitario di rottura R_m , l'allungamento a rottura A_f e il carico di snervamento allo 0,0048 d (R_{pf}), poiché, a differenza della prova con provetta proporzionale, il rapporto tra lunghezza e diametro della provetta non è sempre uguale.

Carico di snervamento allo 0,0048 d R_{pf} (MPa) secondo capitolo 9.3 della ISO 898-1 2009-08.

1.2.6 Classi di resistenza

Le viti vengono contraddistinte in base alle classi di resistenza, per cui è possibile calcolare in modo molto semplice il carico unitario di rottura R_m e il limite di snervamento R_e (o anche il carico di snervamento allo 0,2%, $R_{p0,2}$).

Esempio:

vite 8.8

1. Calcolo per determinare R_m : moltiplicare per 100 la prima cifra. $\rightarrow R_m = 8 \times 100 = 800$ MPa
La prima cifra corrisponde a 1/100 della resistenza a rottura espressa in MPa.
2. Calcolo per determinare R_e opp. $R_{p0,2}$:

la prima cifra viene moltiplicata con la seconda e il risultato moltiplicato a sua volta per 10 corrisponde al limite di snervamento R_e opp. al limite di allungamento dello 0,2%, $R_{p0,2}$ $\rightarrow R_e = (8 \times 8) \times 10 = 640$ MPa.

1.2.7 Allungamento dopo rottura A5 (%)

L'allungamento dopo rottura è un importante parametro per la valutazione della duttilità di un materiale e viene determinato incrementando il carico fino alla rottura della vite. Esso viene determinato su viti tornite con tratto utile normato (provetta proporzionale) - (eccezione: viti resistenti alla corrosione e agli acidi, gruppo di acciaio A1-A5). L'allungamento plastico permanente è indicato in percentuale e viene calcolato in base alla seguente formula:

$$A5 = (L_u - L_0) / L_0 \times 100\%$$

L_0 lunghezza iniziale $L_0 = 5 \times d_0$

L_u lunghezza dopo la rottura

d_0 diametro iniziale del tratto utile

Esempio di una provetta normata

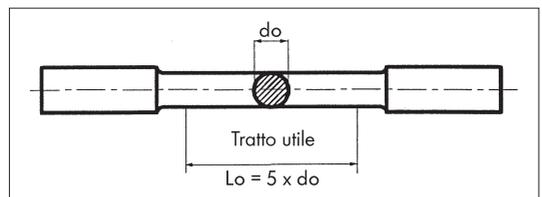


Fig. E

1.2.8 Durezza e prove di durezza

Definizioni:

La durezza è la resistenza opposta da un corpo alla penetrazione da parte di un altro corpo più duro.

I più importanti metodi di prova della durezza sono i seguenti:

Metodo di prova	durezza Vickers HV DIN EN ISO 6507	Durezza Brinell HB DIN EN ISO 6506	Durezza Rockwell HRC DIN EN ISO 6508
Indentatore	Piramide	Sfera	Cono

La prova secondo il metodo Vickers considera l'intero ambito di durezza delle viti.

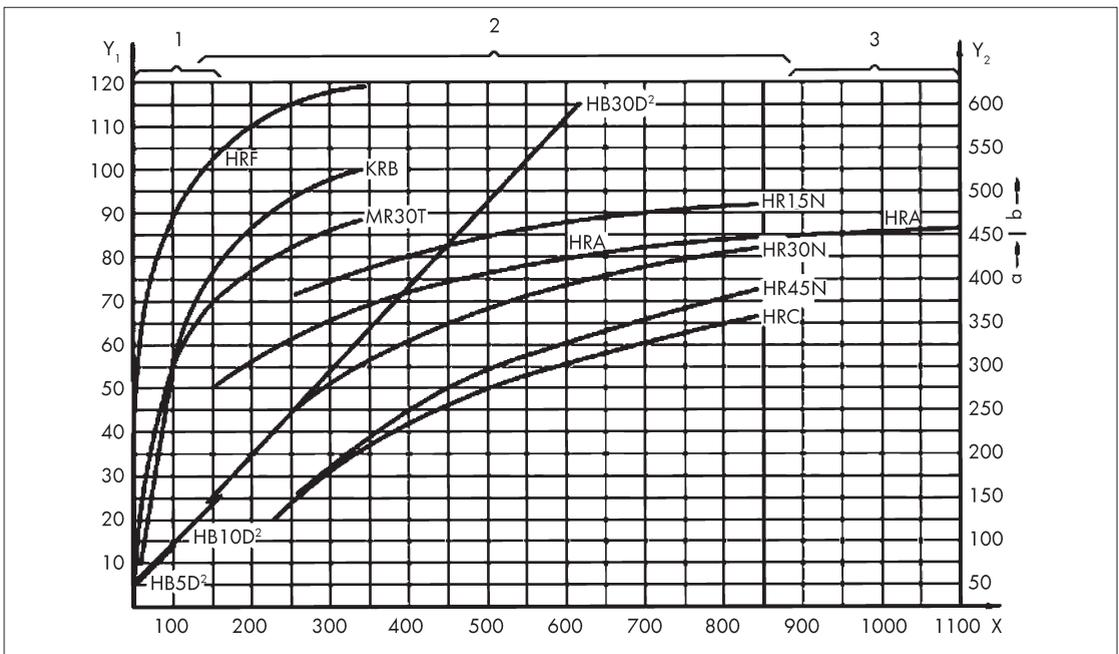
Confronto dei valori di durezza

Il diagramma riportato in figura F si riferisce agli acciai e permette il confronto dei valori di durezza secondo DIN EN ISO 18265. Tale tabella serve come punto di riferimento, poiché un esatto confronto dei risultati è possibile soltanto applicando lo stesso metodo e sotto identiche condizioni.

1.3 Classi di resistenza delle viti

Le classi di resistenza descrivono le caratteristiche meccaniche e microstrutturali di viti e dadi. Nella tabella 2 vengono riportate 9 classi di resistenza, ognuna con le sue caratteristiche, come ad esempio carico unitario di rottura, durezza, carico di snervamento, allungamento dopo rottura ecc.

Diagramma comparativo tra varie scale di durezza e la scala Vickers



Legenda:

X Durezza Vickers HV 30

Y₁ Durezza Rockwell

Y₂ Durezza Brinell

1 Zona durezza per metalli non ferrosi

2 Zona durezza per acciai

3 Zona durezza per metalli duri

a Durezza Brinell, determinata con sfera in acciaio (HBS)

b Durezza Brinell, determinata con cono in metallo duro (HBW)

Fig. F: estratto della normativa DIN EN ISO 18265

Caratteristiche meccaniche e microstrutturali delle viti

N°	Caratteristica meccanica o microstrutturale	Classe di resistenza											
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/ 12.9		
							d ≤ 16 mm ^a	d > 16 mm ^b	d ≤ 16 mm				
1	Carico unitario di rottura, R_m , MPa	nom. ^c	400		500		600		800		900	1.000	1.200
		min.	400	420	500	520	600	800	830	900	1.040	1.220	
2	Carico di snervamento minimo, R_{el}^d , MPa	nom. ^c	240	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-
		min.	240	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Carico di snervamento allo 0,2%, $R_{p0,2}$, MPa	nom. ^c	-	-	-	-	-	640	640	720	900	1.080	
		min.	-	-	-	-	-	640	660	720	940	1.100	
4	Carico di snervamento allo 0,004 8 d per viti intere, R_{pI} , MPa	nom. ^c	-	320	-	400	480	-	-	-	-	-	-
		min.	-	340 ^e	-	420 ^e	480 ^e	-	-	-	-	-	-
5	Sollecitazione sotto carico di prova, S_p^f , MPa	nom.	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970	
		Rapporto durezza di prova $S_{p,nonf}/R_{el,min}$ oppure $S_{p,nonf}/R_{p0,2,min}$ oppure $S_{p,nonf}/R_{pI,min}$	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	
6	Percentuale di allungamento dopo rottura di una provetta tornita, A, %	min.	22	-	20	-	-	12	12	10	9	8	
7	Strizione percentuale dopo rottura di una provetta tornita, Z, %	min.	-	-	-	-	-	52	-	48	48	44	
8	Allungamento a rottura di una vite, A_f (vedere anche appendice C)	min.	-	0,24	-	0,22	0,20	-	-	-	-	-	
9	Prova all'urto sulla testa della vite	Nessuna rottura											
10	Durezza Vickers, HV $F \geq 98N$	min.	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385	
		max.	220 ^g					250	320	335	360	380	435
11	Durezza Brinell, HBW $F = 30 D^2$	min.	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366	
		max.	209 ^g					238	304	318	342	361	414
12	Durezza Rockwell, HRB	min.	67	71	79	82	89	-					
		max.	95,0 ^g					-					
	Durezza Rockwell, HRC	min.	-					22	23	28	32	39	
		max.	-					32	34	37	39	44	
13	Durezza superficiale, HV 0,3	max.	-					h			h _i	h _j	
14	Profondità della zona non decarburata della filettatura, E, mm	min.	-					1/2H ₁			2/3H ₁	3/4H ₁	
	Profondità di decarburazione nella filettatura, G, mm	max.	-					0,015					
15	Perdita di durezza dopo nuovo rinvenimento (tempra), HV	max.	-					20					
16	Momento di rottura, M_{br} , Nm	min.	-					secondo ISO 898-7					
17	Prova di resilienza, K_V^{k1} , J	min.	-		27	-	27	27	27	27	27	m	
18	Stato della superficie secondo	ISO 6157-1 ^a										ISO 6157-3	

a Valori non validi per viti per costruzioni metalliche.

b Per viti per costruzioni metalliche $d \geq M12$.

c Valori nominali esclusivamente per la denominazione delle classi di resistenza, vedi capitolo 5.

d Nel caso in cui non fosse possibile determinare il carico di snervamento minimo Rel, è ammesso determinare il carico di snervamento allo 0,2%, $R_{p0,2}$.

e Per le classi di resistenza 4.8, 5.8 e 6.8 vengono esaminati i valori per R_{pI} min. Gli attuali valori sono riportati soltanto ai fini del calcolo del rapporto della sollecitazione di prova. Essi non sono intesi come valori di prova.

f I carichi di prova sono definiti nelle tabelle 5 e 7.

g La durezza determinata sull'estremità di una vite non deve superare il valore massimo di 250 HV, 238 HB oppure 99,5 HRC.

h La durezza superficiale dei singoli elementi non può superare più di 30 punti Vickers la durezza misurata del nocciolo, nel caso in cui sia la durezza superficiale che la durezza del nocciolo vengono misurate con HV 0,3.

i Non è ammesso un incremento della durezza superficiale oltre 390 HV.

j Non è ammesso un incremento della durezza superficiale oltre 435 HV.

k I valori vengono misurati con una temperatura di prova di -20° C, vedi 9.14.

l Valido per $d \geq 16$ mm.

m I valori per KV vengono esaminati.

n Previo accordo tra i produttori e i clienti può essere applicata la ISO 6157-1 anziché la ISO 6157-3.

Tab. 2: estratto della normativa DIN EN ISO 898-1, caratteristiche meccaniche e microstrutturali delle viti

1.3.1 Carichi di prova

Durante la prova a trazione la vite viene sottoposta per 15s ad un carico assiale di prova FP (vedi le tabelle 3 e 4). La prova si considera superata se la lunghezza iniziale della vite e la lunghezza misurata dopo la prova risultano identiche considerando una tolleranza di $\pm 12,5 \mu\text{m}$. Le seguenti tabelle risultano utili nella scelta di viti idonee.

Filettatura metrica ISO a passo grosso

Filettatura ^{a,d}	Sezione resistente nominale t $A_{s,nom}^b \text{ mm}^2$	Classe di resistenza								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/ 12.9
		Carico di prova, $F_p (A_{s,nom} \times S_p)$, N								
M3	5,03	1.130	1.560	1.410	1.910	2.210	2.920	3.270	4.180	4.880
M3,5	6,78	1.530	2.100	1.900	2.580	2.980	3.940	4.410	5.630	6.580
M4	8,78	1.980	2.720	2.460	3.340	3.860	5.100	5.710	7.290	8.520
M5	14,2	3.200	4.400	3.980	5.400	6.250	8.230	9.230	11.800	13.800
M6	20,1	4.520	6.230	5.630	7.640	8.840	11.600	13.100	16.700	19.500
M7	28,9	6.500	8.960	8.090	11.000	12.700	16.800	18.800	24.000	28.000
M8	36,6	8.240 ^c	11.400	10.200 ^c	13.900	16.100	21.200 ^c	23.800	30.400 ^c	35.500
M10	58	13.000 ^c	18.000	16.200 ^c	22.000	25.500	33.700 ^c	37.700	48.100 ^c	56.300
M12	84,3	19.000	26.100	23.600	32.000	37.100	48.900 ^d	54.800	70.000	81.800
M14	115	25.900	35.600	32.200	43.700	50.600	66.700 ^d	74.800	95.500	112.000
M16	157	35.300	48.700	44.000	59.700	69.100	91.000 ^d	102.000	130.000	152.000
M18	192	43.200	59.500	53.800	73.000	84.500	115.000	-	159.000	186.000
M20	245	55.100	76.000	68.600	93.100	108.000	147.000	-	203.000	238.000
M22	303	68.200	93.900	84.800	115.000	133.000	182.000	-	252.000	294.000
M24	353	79.400	109.000	98.800	134.000	155.000	212.000	-	293.000	342.000
M27	459	103.000	142.000	128.000	174.000	202.000	275.000	-	381.000	445.000
M30	561	126.000	174.000	157.000	213.000	247.000	337.000	-	466.000	544.000
M33	694	156.000	215.000	194.000	264.000	305.000	416.000	-	576.000	673.000
M36	817	184.000	253.000	229.000	310.000	359.000	490.000	-	678.000	792.000
M39	976	220.000	303.000	273.000	371.000	429.000	586.000	-	810.000	947.000

a La filettatura a passo grosso è sottintesa se nella designazione della filettatura non è indicato nessun passo.
b Calcolo di $A_{s,nom}$: vedere 9.1.6.1.
c Per viti con tolleranza di filettatura 6az secondo ISO 965-4, sottoposte a zincatura a caldo, sono validi valori ridotti secondo ISO 10684:2004, appendice A.
d Per viti per costruzioni metalliche 50700 N (per M12), 68800 N (per M14) e 94500 N (per M16).

Tab. 3: estratto della DIN EN ISO 898-1, carichi di prova per filettatura metrica ISO a passo grosso

Filettatura metrica ISO a passo fine

Filettatura d x P	Sezione resistente nominale † $A_{s, nom}^b$ mm ²	Classe di resistenza								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/ 12.9
		Carico di prova, $F_p (A_{s, nom} \times S_p)$, N								
M8 x 1	39,2	8.820	12.200	11.000	14.900	17.200	22.700	25.500	32.500	38.000
M10 x 1,25	61,2	13.800	19.000	17.100	23.300	26.900	35.500	39.800	50.800	59.400
M10 x 1	64,5	14.500	20.000	18.100	24.500	28.400	37.400	41.900	53.500	62.700
M12 x 1,5	88,1	19.800	27.300	24.700	33.500	38.800	51.100	57.300	73.100	85.500
M12 x 1,25	92,1	20.700	28.600	25.800	35.000	40.500	53.400	59.900	76.400	89.300
M14 x 1,5	125	28.100	38.800	35.000	47.500	55.000	72.500	81.200	104.000	121.000
M16 x 1,5	167	37.600	51.800	46.800	63.500	73.500	96.900	109.000	139.000	162.000
M18 x 1,5	216	48.600	67.000	60.500	82.100	95.000	130.000	-	179.000	210.000
M20 x 1,5	272	61.200	84.300	76.200	103.000	120.000	163.000	-	226.000	264.000
M22 x 1,5	333	74.900	103.000	93.200	126.000	146.000	200.000	-	276.000	323.000
M24 x 2	384	86.400	119.000	108.000	146.000	169.000	230.000	-	319.000	372.000
M27 x 2	496	112.000	154.000	139.000	188.000	218.000	298.000	-	412.000	481.000
M30 x 2	621	140.000	192.000	174.000	236.000	273.000	373.000	-	515.000	602.000
M33 x 2	761	171.000	236.000	213.000	289.000	335.000	457.000	-	632.000	738.000
M36 x 3	865	195.000	268.000	242.000	329.000	381.000	519.000	-	718.000	839.000
M39 x 3	1.030	232.000	319.000	288.000	391.000	453.000	618.000	-	855.000	999.000

a Calcolo di $A_{s, nom}$: vedi 9.1.6.1.

Tab. 4: estratto della DIN EN ISO 898-1, carichi di prova per filettatura metrica ISO a passo fine

1.3.2 Caratteristiche di viti esposte ad alte temperature

Nella tabella 5 vengono riportati valori indicativi di riferimento in merito alla diminuzione dei carichi di snervamento di viti collaudate ad alte temperature. Trattandosi di valori indicativi non possono essere utilizzati per prove di collaudo.

Classe di resistenza	Temperatura				
	+ 20 °C	+ 100 °C	+ 200 °C	+ 250 °C	+ 300 °C
	Carico di snervamento minimo R_{eL} oppure carico di snervamento allo 0,2%, $R_{p0,2}$ MPa				
5.6	300	250	210	190	160
8.8	640	590	540	510	480
10.9	940	875	790	745	705
12.9	1.100	1.020	925	875	825

Tab. 5: estratto della DIN EN ISO 898-1 1999-11, carico di snervamento a caldo

1.4 Classi di resistenza dei dadi

In questo caso si può rinunciare all'indicazione del carico di snervamento, per cui nella prassi la sollecitazione di prova e di conseguenza il carico di prova vengono segnalate tramite indice numerico (04 fino a 12). Una vite può essere sottoposta senza rischi a sollecitazioni a trazione che non eccedono i carichi di prova rispettivamente elencati nella tabella 6 (considerando un

adeguato accoppiamento, vedi capitolo 1.5). La classe di resistenza di dadi viene definita in base alla sollecitazione di prova su un indentatore temperato dividendo il valore per 100.

Esempio:

M6, sollecitazione di prova 600 MPa
600/100 = 6 classe di resistenza 6

Carichi di prova per filettatura metrica ISO a passo grosso (dadi)

Filettatura	Passo	Sezione resistente nominale del calibro a tampone A_s	Classe di resistenza										
			04	05	4	5	6	8	9	10	12		
			Carico di prova ($A_s \times S_p$), N										
mm	mm ²	-	-	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 2	
M3	0,5	5,03	1.910	2.500	-	2.600	3.000	4.000	-	4.500	5.700	5.800	
M3,5	0,6	6,78	2.580	3.400	-	3.550	4.050	5.400	-	6.100	7.050	7.800	
M4	0,7	8,78	3.340	4.400	-	4.550	5.250	7.000	-	7.900	9.150	10.100	
M5	0,8	14,2	5.400	7.100	-	8.250	9.500	12.140	-	13.000	14.800	16.300	
M6	1	20,1	7.640	10.000	-	11.700	13.500	17.200	-	18.400	20.900	23.100	
M7	1	28,9	11.000	14.500	-	16.800	19.400	24.700	-	26.400	30.100	33.200	
M8	1,25	36,6	13.900	18.300	-	21.600	24.900	31.800	-	34.400	38.100	42.500	
M10	1,5	58,0	22.000	29.000	-	34.200	39.400	50.500	-	54.500	60.300	67.300	
M12	1,75	84,3	32.000	42.200	-	51.400	59.000	74.200	-	80.100	88.500	100.300	
M14	2	115	43.700	57.500	-	70.200	80.500	101.200	-	109.300	120.800	136.900	
M16	2	157	59.700	78.500	-	95.800	109.900	138.200	-	149.200	164.900	186.800	
M18	2,5	192	73.000	96.000	97.900	121.000	138.200	176.600	170.900	176.600	203.500	230.400	
M20	2,5	245	93.100	122.500	125.000	154.400	176.400	225.400	218.100	225.400	259.700	294.000	
M22	2,5	303	115.100	151.500	154.500	190.900	218.200	278.800	269.700	278.800	321.200	363.600	
M24	3	353	134.100	176.500	180.000	222.400	254.200	324.800	314.200	324.800	374.200	423.600	
M27	3	459	174.400	229.500	234.100	289.200	330.550	422.300	408.500	422.300	486.500	550.800	
M30	3,5	561	213.200	280.500	286.100	353.400	403.900	516.100	499.300	516.100	594.700	673.200	
M33	3,5	694	263.700	347.000	353.900	437.200	499.700	638.500	617.700	638.500	735.600	832.800	
M36	4	817	310.500	408.500	416.700	514.700	588.200	751.600	727.100	751.600	866.000	980.400	
M39	4	976	370.900	488.000	497.800	614.900	702.700	897.900	868.600	897.900	1.035.000	1.171.000	

Tab. 6: estratto della normativa DIN EN ISO 20898-2, carichi di prova per filettatura metrica ISO a passo grosso (dadi)

Il calcolo del carico di prova FP viene calcolato come segue in base alla sollecitazione di prova S_p (DIN EN 20898 parte 2) e alla sezione resistente nominale A_s : $F_p = A_s \times S_p$

La sezione resistente nominale viene calcolata come segue:

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

Legenda dei simboli:

d_2 diametro medio della filettatura esterna (dimensione nominale) d_3 Diametro di nocciolo del profilo di fabbricazione della filettatura esterna (dimensione nominale)

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6}$$

dove

d_1 è il diametro di nocciolo del profilo di base della filettatura esterna

H è l'altezza del triangolo generatore della filettatura

1.5 Accoppiamento di viti e dadi

Regola:

Usando una vite in classe di resistenza 8.8 è necessario usare un dado appartenente anch'esso alla classe di resistenza 8.

Per evitare l'estrazione delle filettature durante un serraggio con moderni processi/tecniche di fissaggio è necessario che l'accoppiamento delle viti e dei dadi avvenga secondo suddette regole. Un tale collegamento è inoltre in grado di sopportare i carichi massimi.

Nota:

In generale i dadi di classe di resistenza superiore possono sostituire quelli di classe inferiore. Ciò è consigliabile per un fissaggio vite-dado sottoposto a carichi superiori al carico di snervamento o superiore alla sollecitazione di prova (viti a espansione).

Accoppiamento di viti e dadi (altezze nominali $\geq 0,8 D$)

Classe di resistenza del dado	Vite accoppiata				Dado	
					Tipo 1	Tipo 2
	Classe di resistenza	Gamma di filettatura		Gamma di filettatura		
4	3.6	4.6	4.8	> M16	> M16	-
5	3.6	4.6	4.8	\leq M16	\leq M39	-
	5.6	5.8		\leq M39		
6	6.8			\leq M39	\leq M39	-
8	8.8			\leq M39	\leq M39	> M16 \leq M39
9	9.8			\leq M16	-	\leq M16
10	10.9			\leq M39	\leq M39	-
12	12.9			\leq M39	\leq M16	\leq M39

Tab. 7: estratto della normativa DIN EN 20898, parte 2

1.5.1 Note riguardanti i dadi in acciaio

Usando una vite in classe di resistenza 8.8 è necessario usare un dado appartenente anch'esso alla classe di resistenza 8 o superiore. Attraverso un tale collegamento è possibile sollecitare una vite fino al carico di snervamento.

Ciò non vale usando dadi con una limitata capacità di carico - per esempio con classe di resistenza 04, 05; dadi con codici di durezza 14H, 22H. Per questi dadi valgono i carichi di prova secondo la normativa DIN EN 20898-2.

Classe di resistenza del dado	Carico unitario di prova del dado	Sollecitazione minima nella vite prima dell'estrazione, valida per accoppiamenti con viti aventi le seguenti classi di resistenza espresse in N/mm ²			
	N/mm ²	6.8	8.8	10.9	12.9
04	380	260	300	330	350
05	500	290	370	410	480

Tab. 8: estratto della normativa DIN EN 20898, parte 2

Secondo la normativa DIN 934 con marcatura 181, nonché 141, 151, 161, 191, 1101, 1121 viene definita una capacità di carico limitata per dadi. Usando una vite in classe di resistenza 8.8 ed un dado secondo DIN 934 (altezza nominale circa $0,8 x d$) il collegamento così ottenuto non può essere sollecitato in modo affidabile fino al carico di snervamento della vite. Per identificare e differenziare questi dadi vengono contrassegnati con una barra prima e dopo la cifra 8 (181) anziché con un semplice 8.

1.5.2 Resistenza all'estrazione per dadi con un'altezza nominale $\geq 0,5 d$ e $< 0,8 d$ (secondo DIN EN 20898, parte 2)

In caso di accoppiamento di dadi con viti in classe di resistenza superiore è prevedibile l'estrazione della filettatura del dado.

Il valore indicativo per la resistenza all'estrazione di seguito riportato fa riferimento alla classe di resistenza specificata.

1.6 Caratteristiche meccaniche di viti senza testa interamente filettate (secondo DIN EN ISO 898, parte 5)

Le caratteristiche meccaniche sono valide per viti senza testa interamente filettate e simili componenti filettati **non soggetti a sollecitazioni di trazione** e prodotti in acciaio legato e in acciaio non legato.

Caratteristica meccanica		Classe di resistenza ¹⁾			
		14H	22 H	33 H	45H
Durezza Vickers HV	min.	140	220	330	450
	max.	290	300	440	560
Durezza Brinell HB, F = 30 D ²	min.	133	209	314	428
	max.	276	285	418	532
Durezza Rockwell HRB	min.	75	95		
	max.	105			
Durezza Rockwell HRC	min.		30	33	45
	max.			44	53
Durezza superficiale HV 0,3			320	450	580

¹⁾ Le classi di priorità 14H, 22H e 33H non si applicano alle viti con esagono incassato.

Tab. 9: estratto normativa DIN EN ISO 898-5

1.7 Marcatura di viti e dadi

Marcatura di viti con piena capacità di carico

Viti a testa esagonale:

La marcatura di viti a testa esagonale indicante il marchio del fabbricante e le classi di resistenza è obbligatoria per tutte le classi di resistenza e con un diametro nominale della filettatura $d \geq 5$ mm.

La marcatura della vite deve essere applicata là dove la forma della vite lo consente.

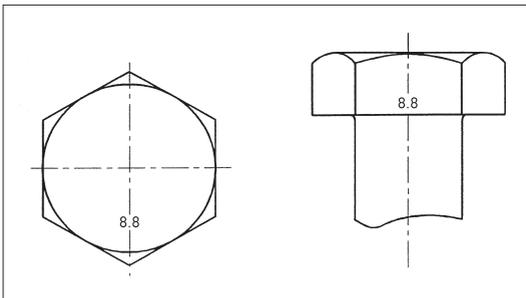


Fig. G: esempio per la marcatura di viti a testa esagonale

Viti a testa cilindrica con esagono incassato:

La marcatura di viti a testa cilindrica con esagono incassato indicante il marchio del fabbricante e le classi di resistenza è obbligatoria per le per classi di resistenza ≥ 8.8 e un diametro della filettatura $d \geq 5$ mm.

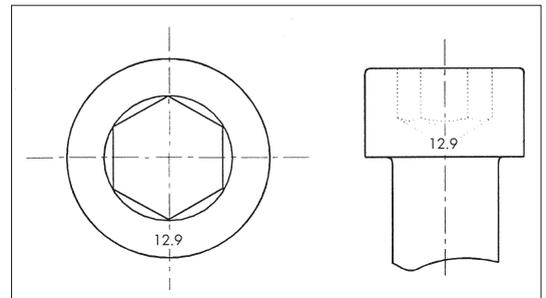


Fig. H: esempio per la marcatura di viti a testa cilindrica con esagono incassato

Marchatura di dadi

Classe di resistenza	04	05	4	5	6	8	9	10	12
Codice	04	05	4	5	6	8	9	10	12

Tab. 10: estratto normativa DIN EN 20898-2

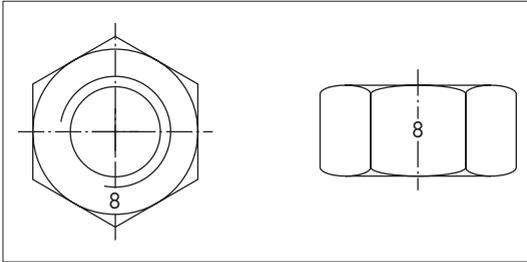


Fig. 1: esempio di marchatura con codice della classe di resistenza

La marchatura di dadi esagonali indicante il marchio del fabbricante e le classi di resistenza è obbligatoria per tutte le classi di resistenza e con una filettatura $d \geq M5$. I dadi esagonali devono essere marcati in profondità sul piano di appoggio, su una faccia laterale oppure in rilievo sullo smusso. I codici in rilievo non devono sporgere oltre il piano di appoggio del dado.

In alternativa alla marchatura indicante il codice della classe di resistenza può essere eseguita anche una marchatura basata sul sistema del quadrante orario (per ulteriori informazioni vedere la normativa DIN EN 20898, parte 2).

1.8 Tabella di conversione della filettatura (pollici/mm)

Pollici	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1.1/4"
mm	6,3	7,9	9,5	11,1	12,7	15,9	19,1	22,2	25,4	31,8

Pollici	1.1/2"	1.3/4"	2"	2.1/4"	2.1/2"	2.3/4"	3"	3.1/2"	4"	
mm	38,1	44,5	50,8	57,1	63,5	69,9	76,2	88,9	102,0	

Numero di filetti su 1" UNC/UNF

Ø in pollici	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	3/4"	
Filetti UNC	20	18	16	14	13	11	10	
Filetti UNF	28	24	24	20	20	18	16	

Tab. 11: passo UNC/UNF

Marchatura di viti con ridotta capacità di carico

In caso di viti a ridotta capacità di carico, il noto codice della classe di resistenza, per esempio 8.8, viene preceduto da uno "0". Il punto tra le cifre può essere ommesso, per cui sono possibili le varianti "08.8" e "088". Tale marchatura è ammessa per tutte le classi di resistenza.

2. ELEMENTI DI FISSAGGIO RESISTENTI ALLA CORROSIONE E AGLI ACIDI

2.1 Caratteristiche meccaniche

Per viti e dadi in acciaio inossidabile si applica la normativa DIN EN ISO 3506. I tipi di acciai inossidabili disponibili vengono suddivisi in tre gruppi: austenitici, ferritici e martensitici, dei quali quello maggiormente utilizzato è l' austenitico.

I gruppi di acciaio e le classi di resistenza vengono designati mediante una sequenza di quattro caratteri alfanumerici.

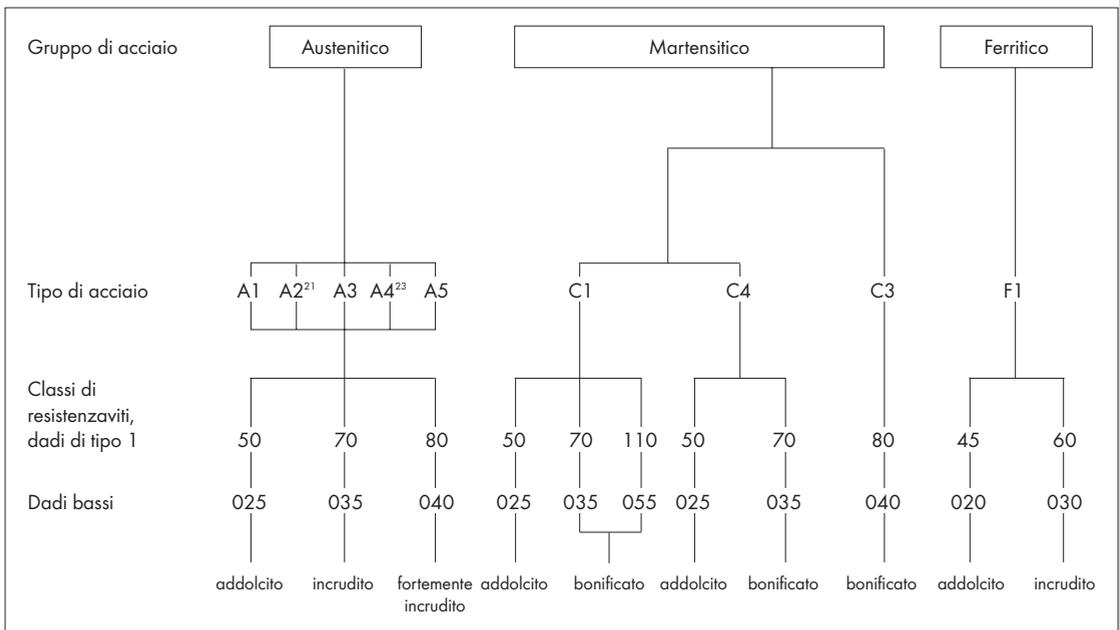
Esempio:

A2-70

A Acciaio austenitico

2 Tipo di lega compreso nel gruppo A

70 Carico unitario di rottura di almeno 700 MPa, incrudito



Caratteristiche distintive degli acciai di tipo austenitico (secondo ISO 3506)

Gruppo di acciaio	Composizione chimica in % (valori massimi, salvo ulteriori specificazioni).								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
A1	0,12	1	6,5	0,2	0,15-0,35	16-19	0,7	5-10	1,75-2,25
A2	0,1	1	2	0,05	0,03	15-20	-	8-19	4
A3	0,08	1	2	0,045	0,03	17-19	-	9-12	1
A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16-18,5	2-3	10-15	4
A5	0,08	1	2	0,045	0,03	16-18,5	2-3	10,5-14	1

A3 e A5 stabilizzati contro la corrosione intercristallina mediante additivi (titanio, niobio o tantalio).

Composizione chimica di acciai austenitici (secondo ISO 3506)

Principali acciai inossidabili e la loro composizione

	Denominazione del materiale	Materiale n°	C %	Si ≤ %	Mn ≤ %	Cr %	Mo %	Ni %	Altri %
A1	X 8 Cr Ni S 18-9	1.4305	≤ 0,10	1,0	2,0	17,0 ÷ 19,0	-	8 ÷ 10	S 0,15 ÷ 0,35
A2	X 5 Cr Ni 1810	1.4301	≤ 0,07	1,0	2,0	17,0 ÷ 20,0	-	8,5 ÷ 10	-
	X 2 Cr Ni 1811	1.4306	≤ 0,03	1,0	2,0	17,0 ÷ 20,0	-	10 ÷ 12,5	-
	X 8 Cr Ni Ti 19/10	1.4303	≤ 0,07	1,0	2,0	17,0 ÷ 20,0	-	10,5 ÷ 12	-
A3	X 6 Cr Ni Ti 1811	1.4541	≤ 0,10	1,0	2,0	17,0 ÷ 19,0	-	9,0 ÷ 11,5	Ti ≥ 5 X % C
A4	X 5 Cr Ni Mo 1712	1.4401	≤ 0,07	1,0	2,0	16,5 ÷ 18,5	2,0 ÷ 2,5	10,5 ÷ 13,5	-
	X 2 Cr Ni Mo 1712	1.4404	≤ 0,03	1,0	2,0	16,5 ÷ 18,5	2,0 ÷ 2,5	11 ÷ 14	-
A5	X 6 Cr Ni Mo Ti 1712	1.4571	≤ 0,10	1,0	2,0	16,5 ÷ 18,5	2,0 ÷ 2,5	10,5 ÷ 13,5	Ti ≥ 5 X % C

Tab. 15: principali acciai inossidabili e la loro composizione chimica

Acciaio di tipo A1

L'acciaio del tipo A1 viene usato specificamente per lavorazioni per asportazione di truciolo. Dato l'elevato contenuto di zolfo, gli acciai di questo tipo sono meno resistenti alla corrosione rispetto agli acciai con un normale contenuto di zolfo.

Acciaio di tipo A2

Acciai del tipo A2 sono quelli più utilizzati tra gli acciai inossidabili. Essi vengono usati per la produzione di arredamento da cucina e per attrezzature per l'industria chimica. Gli acciai appartenenti a questa classe non sono idonei per l'uso in combinazione ad acidi non ossidanti e liquidi contenenti cloruri, p. es. in piscine o acqua marina.

Acciaio di tipo A3

Acciai del tipo A3 sono acciai inossidabili stabilizzati mediante elementi in lega come il titanio, niobio o tantalio e con le stesse caratteristiche degli acciai A2 (resistenti alla corrosione intercristallina, p. es. dopo saldatura).

Acciaio di tipo A4

Gli acciai del tipo A4 sono „acciai resistenti agli acidi“ legati con il molibdeno che garantiscono un'elevata resistenza alla corrosione. Acciai di questo tipo vengono usati nell'ambito dell'industria della cellulosa. Questo tipo di acciaio è stato infatti sviluppato per l'uso con acidi solforici bollenti (per questo la definizione come acciaio „resistente agli acidi“). Entro determinati limiti è adatto anche per ambienti clorurati. Inoltre gli acciai del tipo A4 trovano sovente applicazione nell'industria alimentare e in cantieri navali.

Acciaio di tipo A5

Gli acciai di tipo A5 sono acciai stabilizzati e „resistenti agli acidi“ con caratteristiche uguali a quelli degli acciai del tipo A4 (vedi anche A3).

2.1.1 Suddivisione delle viti in acciaio inossidabile in classi di resistenza

Nella normativa DIN EN ISO 3506 vengono raggruppati i diversi tipi di acciaio consigliati per gli elementi di fissaggio. Prevalentemente viene usato acciaio austenitico A2. In caso di elevata sollecitazione corrosiva vengono invece usati acciai al cromo-nichel del tipo A4. La progettazione di fissaggi a vite tramite elementi in acciaio austenitico deve avvenire in base alle classi di resistenza riportati nella tabella 17.

Caratteristiche meccaniche di viti in acciaio appartenente al gruppo austenitico

Gruppo di acciaio	Tipo di acciaio	Classe di resistenza	Gamma diametri	Viti		
				Carico unitario di rottura $R_m^{1)}$ MPa min.	Carico di snervamento allo 0,2% $R_{p0,2}^{1)}$ MPa min.	Allungamento dopo rottura $A^{2)}$ mm min.
Austenitico	A1, A2, A3, A4 e A5	50	≤ M39	500	210	0,6 d
		70	< M24 ³⁾	700	450	0,4 d
		80	< M24 ³⁾	800	600	0,3 d

¹⁾ La sollecitazione di trazione è calcolata con riferimento alla sezione resistente (vedere appendice A oppure DIN EN ISO 3506-1).
²⁾ L'allungamento dopo rottura deve essere misurato, secondo 6.2.4, sulla rispettiva lunghezza della vite e non sulle provette tornite. d è il diametro nominale.
³⁾ Le caratteristiche meccaniche di elementi di collegamento con diametro nominale della filettatura d > 24 mm devono essere concordate tra gli utilizzatori e i fabbricanti. Su tali elementi devono essere contrassegnati il tipo di acciaio e la classe di resistenza conformemente a questa tabella.

Tab. 16: estratto della DIN EN ISO 3506-1

Ai sensi della normativa DIN EN ISO 3506-1, il carico di snervamento $R_{p0,2}$ viene definito mediante una prova di trazione su viti intere, poiché le caratteristiche costruttive vengono ottenute in parte attraverso la lavorazione a freddo.

2.1.2 Carichi di snervamento per viti con gambo parzialmente filettato

Gli acciai austenitici al cromo-nichel non sono temprabili.

L'aumento del carico di snervamento può essere raggiunto soltanto attraverso l'incrudimento in seguito ad una deformazione a freddo (p. es. rullatura). Nella tabella 17 vengono riportati i carichi limite dello snervamento per viti con gambo parzialmente filettato secondo DIN EN ISO 3506.

Diametro nominale	Carichi al limite dello snervamento validi per acciai austenitici secondo DIN EN ISO 3506A2 e A4 in N	
	50	70
M5	2.980	6.390
M6	4.220	9.045
M8	7.685	16.470
M10	12.180	26.100
M12	17.700	37.935
M16	32.970	70.650
M20	51.450	110.250
M24	74.130	88.250
M27	96.390	114.750
M30	117.810	140.250

Tab. 17: carichi al limite dello snervamento validi per viti senza testa con gambo parzialmente filettato secondo DIN EN ISO 3506.

2.1.3 Valori di riferimento delle coppie di serraggio per viti: vedere capitolo 6.6

2.2 Resistenza alla corrosione degli acciai A2 e A4

Gli acciai inossidabili e resistenti agli acidi del tipo A2 e A4 rientrano nella categoria di materiali con una protezione „attiva“ alla corrosione.

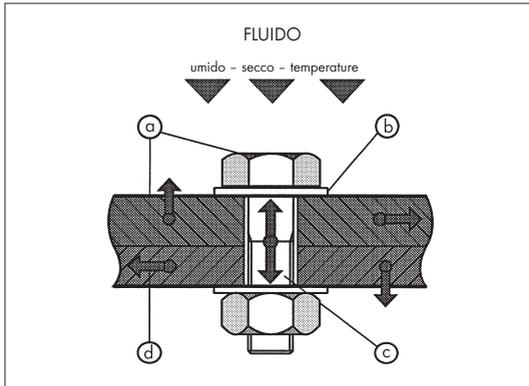
Gli acciai inossidabili contengono almeno un 16% di cromo (Cr) e sono resistenti agli agenti ossidanti. Aumentando il contenuto di cromo (Cr) e aggiungendo ulteriori elementi in lega come il nichel (Ni), il molibdeno (Mo), il titanio (Ti) o il niobio (Nb) si aumenta la resistenza alla corrosione. Tali elementi in lega influenzano anche le caratteristiche meccaniche.

Altri elementi di lega, come l'azoto (N) vengono aggiunti esclusivamente per ottimizzare le caratteristiche meccaniche; oppure, come lo zolfo (S) per ottimizzare le caratteristiche delle lavorazioni per asportazione di truciolo.

Normalmente gli elementi di fissaggio in acciai austenitici non sono magnetizzabili, tuttavia in seguito alla deformazione a freddo possono avvenire lievi fenomeni di magnetismo, i quali però non pregiudicano la resistenza alla corrosione. La magnetizzazione attraverso l'incrudimento può raggiungere un livello tale da consentire che l'elemento in acciaio rimanga attaccato a un magnete.

Sotto l'effetto dell'ossigeno l'acciaio inossidabile genera uno strato stabile di ossido (strato passivo). Questo strato passivo protegge il metallo dalla corrosione.

È opportuno tener presente che nella prassi si distinguono diversi tipi di fenomeni corrosivi. Di seguito vengono elencati i più ricorrenti tipi di corrosione dell'acciaio inossidabile, vedi figura K:



- a Corrosione erosiva (crevice), corrosione perforante (pitting)
- b Corrosione per accoppiamento galvanico
- c Tensocorrosione
- d Influssi meccanici

Fig. K: rappresentazione grafica dei più ricorrenti tipi di corrosione di fissaggi a vite

2.2.1 Corrosione superficiale e corrosione erosiva

La corrosione superficiale uniforme, denominata anche corrosione erosiva, causa un'omogenea erosione della superficie. Questo tipo di corrosione può essere evitato attraverso un'attenta selezione dei materiali.

Le case produttrici hanno pubblicato tabelle di resistenza basate su prove di laboratorio e contenenti informazioni sul comportamento dei vari tipi di acciaio sottoposti a differenti temperature e concentrazioni dei singoli fluidi (vedere capitolo 2.2.5).

2.2.2 Corrosione perforante

La corrosione perforante causa una erosione della superficie ed è caratterizzata dalla formazione di crateri e fori. Lo strato di passivazione viene localmente distrutto.

Il contatto di un acciaio inossidabile privo di ruggine con un agente contenente cloro può causare una corrosione perforante con intaccature a punta di spillo nel materiale. Anche le sedimentazioni di ruggine possono causare una corrosione perforante. Per questo motivo è necessario eliminare residui e sedimentazioni di ruggine pulendo regolarmente gli elementi di fissaggio.

Gli acciai austenitici come l'A2 e l'A4 sono più resistenti alla corrosione perforante rispetto agli acciai ferritici al cromo.

Suddivisione del grado di resistenza in diversi gruppi

Grado di resistenza	Valutazione	Perdita di peso in g/m ² h
A	perfettamente resistente	< 0,1
B	praticamente resistente	0,1 - 1,0
C	poco resistente	1,0 - 10
D	non resistente	> 10

Tab. 22

2.2.3 Corrosione da contatto

La corrosione per accoppiamento viene causata dal contatto metallico fra due componenti di differente composizione e la presenza di umidità in forma di elettrolito. Ciò causa la corrosione e di conseguenza la distruzione dell'elemento meno nobile.

Per prevenire la corrosione per accoppiamento è opportuno rispettare le seguenti indicazioni:

- Isolamento dei metalli nel punto di contatto, p. es. attraverso gomma, materie plastiche o vernici, al fine di evitare il flusso elettrico.
- Evitare, ove possibile, l'accoppiamento di materiali differenti, per esempio attraverso la scelta di viti, dadi e rondelle adatti ai componenti da accoppiare.

- Evitare il contatto del collegamento con un fluido ad azione elettrolitica.
→ vedi anche cap. 6.8

forti sollecitazioni meccaniche di trazione e di flessione. Anche le tensioni interne, generate dalle saldature possono causare una tensocorrosione.

2.2.4 Tensocorrosione

Questo tipo di corrosione principalmente si sviluppa su componenti utilizzati in ambienti industriali e sottoposti a

Gli acciai austenitici in ambienti clorati sono particolarmente suscettibili di tensocorrosione.

Tabella sulla resistenza chimica delle viti A2 e A4

Agente corrosivo	Concentrazione	Temperatura in °C	Grado di resistenza A2	Grado di resistenza A4
Acetone	qualsiasi	qualsiasi	A	A
Etere etilico	-	qualsiasi	A	A
Alcol etilico	qualsiasi	20	A	A
Acido formico	10%	20 bollente	A B	A A
Ammoniaca	qualsiasi	20 bollente	A A	A A
Benzina, qualsiasi tipo	-	qualsiasi	A	A
Acido benzoico	qualsiasi	qualsiasi	A	A
Benzolo	-	qualsiasi	A	A
Birra	-	qualsiasi	A	A
Acido cianidrico	-	20	A	A
Sangue	-	20	A	A
Soluzione Bonder	-	98	A	A
Cloro: gas asciutto gas umido	-	20 qualsiasi	A D	A D
Cloroformio	qualsiasi	qualsiasi	A	A
Acido cromico	10% puro 50% puro	20 bollente 20 bollente	A C B D	A B B D
Sviluppatore (fotogr.)	-	20	A	A
Acido acetico	10%	20 bollente	A A	A A
Acidi grassi	tecnica	150 180 200-235	A B C	A A A
Succhi di frutta	-	qualsiasi	A	A
Acido tannico	qualsiasi	qualsiasi	A	A
Glicerina	conc.	qualsiasi	A	A
Aria industriale	-	-	A	A
Permanganato di potassio	10%	qualsiasi	A	A
Latte di calce	-	qualsiasi	A	A
Anidride carbonica	-	-	A	A
Acetato di rame	-	qualsiasi	A	A
Nitrato di rame	-	-	A	A
Solfato di rame	qualsiasi	qualsiasi	A	A

Agente corrosivo	Concentrazione	Temperatura in °C	Grado di resistenza A2	Grado di resistenza A4
Solfato di magnesio	circa 26%	qualsiasi	A	A
Acqua di mare	-	20	A	A
Alcol metilico	qualsiasi	qualsiasi	A	A
Acido lattico	1,5% 10%	qualsiasi 20 bollente	A A C	A A A
Carbonato di sodio	saturato a freddo	qualsiasi	A	A
Idrossido di sodio	20 % 50%	20 bollente 120	A B C	A B C
Nitrato di sodio	-	qualsiasi	A	A
Perclorato di sodio	10%	qualsiasi	A	A
Oli (miner. e veget.)	saturato a freddo	qualsiasi	A	A
Acido ossalico	-	-	A	A
Petrolio	-	qualsiasi	A	A
Fenolo	10% 50%	20 bollente bollente	B C D	A C C
Petrolium	-	qualsiasi	A	A
Phenol	puro	bollente	B	A
Acido fosforico	10% 50% 80% conc.	bollente 20 bollente 20 bollente 20 bollente	A A C B D B D	A A B A C A D
Mercurio	-	fino al 50	A	A
Nitrato di mercurio	-	qualsiasi	A	A
Acido salicilico	-	20	A	A
Acido nitrico	fino al 40% 50% 90%	qualsiasi 20 bollente 20 bollente	A A B A C	A A B A C
Acido cloridrico	0,2% 2% fino al 10%	20 50 20 50 20	B C D D D	B B D D D
1% Acido solforico	fino al 70% 2,5% 5% 10% 60%	B bollente fino al 70 bollente 20 > 70 20 70 qualsiasi	A B B C B B C C D	B A C A B B C D
Acido solforoso	soluzione acquosa	20	A	A
Anidride solforosa	-	100-500 900	C D	A C
Catrame	-	caldo	A	A
Vino	-	20 e caldo	A	A

Agente corrosivo	Concentrazione	Temperatura in °C	Grado di resistenza A2	Grado di resistenza A4
Acido tartarico	fino al 10% oltre al 100% fino al 50% 75%	20 bollente 20 bollente bollente	A B A C C	A A A C C
Succo di limone	-	20	A	A
Acido citrico	fino al 10% 50%	qualsiasi 20 bollente	A A C	A A B
Soluzione di saccarosio	-	qualsiasi	A	A

La temperatura esercita un notevole influsso. Come valore critico va indicata una temperatura di 50° C.

2.2.5 Resistenza degli acciai A2 e A4 in presenza di agenti corrosivi

Nella tabella sopra riportata vengono elencati i diversi gradi di resistenza alla corrosione di acciai del tipo A2 e A4 in presenza di diversi agenti corrosivi. Pur trattandosi di valori indicativi, offrono tuttavia valide possibilità di confronto.

2.2.6 Formazione di ruggine esterna (volatile)

La ruggine esterna è formata da particelle di un acciaio al carbonio ("acciaio normale") aderenti sulla superficie inossidabile dell'acciaio e che si trasformano in ruggine sotto l'influsso dell'ossigeno.

In caso di mancata pulizia ed eliminazione delle parti interessate questa ruggine può causare un corrosione perforante elettrochimica anche sulle superfici in acciaio inossidabile.

Cause per la formazione di ruggine volatile:

- Contatto fra oggetti ossidabili e superfici in acciaio inossidabile.
- Produzione di scintille o di pulviscolo durante la lavorazioni con smerigliatrici angolari oppure durante lavori di saldatura.
- Sgocciolamento di acqua rugginosa sulle superfici in acciaio inossidabile.
- Utilizzo d'attrezzatura di lavoro precedentemente usata per la lavorazione di acciai al carbonio.

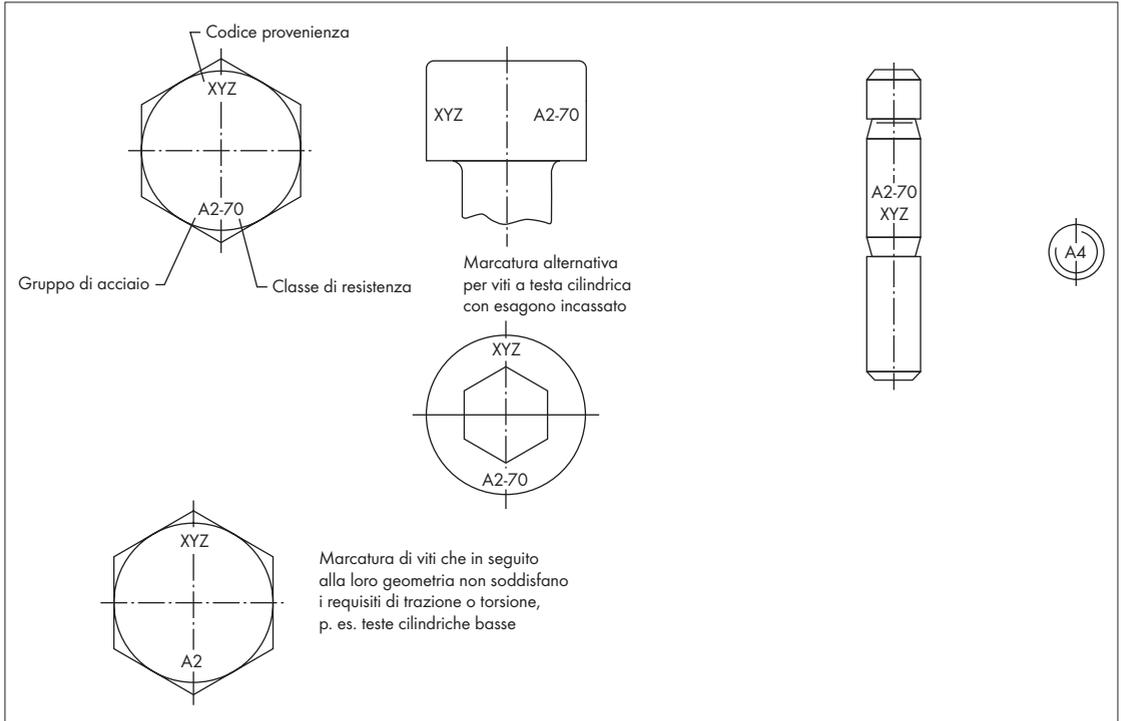


Fig. L: estratto della DIN EN ISO 3506-1

2.3 Marcatura di viti e dadi inossidabili

La marcatura di viti e dadi inossidabili deve comprendere il gruppo di acciaio, la classe di resistenza e il codice del produttore.

Marcatura di viti secondo DIN EN ISO 3506-1

Le viti a testa esagonale e le viti a testa cilindrica con cava esagonale a partire dal diametro nominale M5 devono essere munite di marcatura univoca in conformità al sistema di denominazione. Se possibile, la marcatura deve essere posizionata sulla testa della vite.

Marcatura di dadi secondo DIN EN ISO 3506-2

I dadi con diametro nominale della filettatura superiore a 5 mm devono essere munite di marcatura univoca in conformità al sistema di denominazione. La marcatura è ammessa soltanto su una superficie di contatto ed in forma di una incisione profonda. Facoltativamente è ammessa anche una marcatura sulle facce laterali del dado.

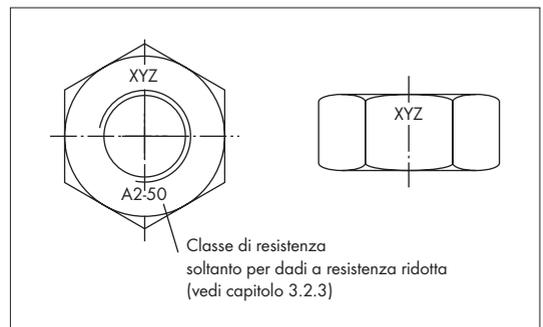


Fig. M: estratto della DIN EN ISO 3506-2

3. INFORMAZIONI SULLE NORMATIVE ISO – CONVERSIONE DALLE NORMATIVE DIN ALLE NORMATIVE ISO

3.1 Informazioni generali

La normativa tecnica consiste nell'attività di unificazione nel settore tecnico e viene attuata congiuntamente da tutte i settori interessati.

Il suo scopo consiste nell'ordinare ed uniformare i termini, i prodotti, i processi riguardanti l'ambito tecnico. Grazie a essa è possibile, p. es., ottenere soluzioni ottimali per costruzioni di ogni tipo, consentendo nel contempo di agevolare in modo estremamente significativo il sistema delle ordinazioni dei componenti necessari.

In Germania questa attività di unificazione è stata svolta dal "Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)" a livello nazionale.

A livello regionale vengono inoltre applicate le norme europee (norme EN) e a livello internazionale sussistono le norme ISO emesse dalla International Organisation for Standardisation.

Le norme nazionali (DIN) sono state o verranno ampiamente sostituite da norme internazionali/europee. Le norme DIN continueranno a sussistere soltanto per i prodotti non regolamentati attraverso le norme ISO o EN.

Le norme internazionali (ISO), istituite in conformità alle funzioni e alle finalità dell'organizzazione ISO fondata nel 1946, perseguono l'obiettivo di un'unificazione globale delle regole tecniche risultante in una semplificazione dello scambio di merci e nell'abbattimento delle barriere commerciali.

Le norme europee (EN) mirano all'armonizzazione delle regole tecniche e delle leggi del mercato comune europeo interno (UE/CEE) istituito l'1.1.1995. Le norme EN dovrebbero di principio recepire integralmente, per quanto possibile, le norme ISO già esistenti. La differenza tra le norme ISO e le norme EN consiste nel fatto che, secondo delibera del Consiglio europeo, le norme EN devono essere recepite e introdotte immediatamente e integralmente come norme nazionali dagli stati membri - revocando nel contempo le rispettive norme nazionali.

3.1.1 Denominazione e modifiche dei prodotti

L'introduzione delle norme europee viene spesso definita come un sistema poco trasparente o addirittura caotico. Un'analisi più approfondita evidenzia tuttavia che tali affermazioni si rivelano inesatte. Molte norme DIN hanno servito da base per le norme ISO in modo che le vecchie norme DIN sono state trasformate nelle nuove norme ISO.

Se una norma ISO viene recepita integralmente nelle normative nazionali, la rispettiva norma nazionale riceve una denominazione identica a quella della corrispondente norma ISO. Un dado ISO viene pertanto denominato in tutto il mondo con il codice ISO 4032-M12-8.

In realtà, in molti casi non si può parlare di una conversione da "DIN a ISO", poiché molte norme DIN sono già state recepite in passato dalle norme ISO. L'unificazione delle singole normative modifica in effetti alcune denominazioni senza però comportare sostanziali modifiche dei prodotti stessi. Nel frattempo l'incorporazione delle norme ISO nelle norme europeo (EN) prevede che al codice ISO venga addizionata la cifra 20000 (p. es. DIN EN ISO 24034). Tuttavia alcuni anni fa questo sistema di designazione è stato nuovamente abolito e sostituito dalla attuale forma di denominazione in uso "DIN EN ISO ...".

Evidentemente le modifiche del sistema di denominazioni sono alquanto spiacevoli, poiché comportano la necessità di modificare, prima o poi, la documentazione relativa ai prodotti oppure gli archivi degli ordini. Tuttavia è necessario che ci sia chiaro un aspetto basilare: quanto prima portiamo a termine l'armonizzazione delle norme europee, tanto prima potremo approfittare dell'abbattimento delle barriere commerciali e degli ostacoli di approvvigionamento in Europa.

Come già descritto, il contenuto di molte norme DIN corrisponde già alla norma ISO, poiché esse sono state introdotte in un periodo in cui la "conversione ISO" non era ancora in atto.

Nel caso della norma più importante per viti e dadi, la ISO 898-1 "Caratteristiche meccaniche di elementi di collegamento", l'europizzazione non ha causato alcuna

modifica, poiché questa norma è stata recepita integralmente e sin dall'inizio nelle normative tedesche.

Una delle più rilevanti modifiche introdotte attraverso l'unificazione delle norme ha riguardato certamente la modifica delle misure d'apertura di chiavi per tutti i prodotti esagonali.

Ciò riguarda viti e i dadi delle dimensioni M10, M12 e M14 (per le quali la misura d'apertura di chiave è stata ridotta di 1 mm) nonché della dimensione M22 (la cui misura d'apertura di chiave è aumentata di 2 mm).

Ad eccezione di queste quattro dimensioni, tutte le dimensioni sono già perfettamente identiche a quelle della norma ISO.

Ciò comporta che, per esempio, sia il dimensionamento sia le caratteristiche tecniche di una DIN 933 M16 x 50-8.8 sono assolutamente identiche a quelle di una ISO 4017 M16 x 50-8.8. In questo caso bisogna soltanto aggiornare la denominazione nella documentazione di produzione o negli archivi degli ordini.

D'altro canto la ISO ha aumentato, in linea con le recenti conoscenze tecniche, l'altezza dei dadi esagonali, poiché si è constatato che altrimenti non era più garantita la

3.2 DIN/ISO – Norme aggiornate

ISO/DIN – Norme aggiornate

DIN	ISO	DIN	ISO	DIN	ISO	ISO	DIN	ISO	DIN	ISO	DIN
1	2339	931	4014	6914	7412	1051	660/661	4036	439	8673	934
7	2338	933	4017	6915	7414	1207	84	4161	6923	8673	971
84	1207	934	4032	6916	7416	1234	94	4762	912	8674	971-2
85	1580	934	8673	6921	8102	1479	7976	4766	551	8676	961
94	1234	960	8765	6923	4161	1481	7971	7040	982	8677	603
125	7089	961	8676	6924	7040	1482	7972	7040	6924	8733	7979
125	7090	963	2009	6925	7042	1483	7973	7042	980	8734	6325
126	7091	964	2010	7343	8750	1580	85	7042	6925	8735	7979
417	7435	965	7046	7343	8751	2009	963	7045	7985	8736	7978
427	2342	966	7047	7344	8748	2010	964	7046	965	8737	7977
433	7092	971-1	8673	7346	13337	2338	7	7047	966	8738	1440
438	7436	971-2	8674	7971	1481	2339	1	7049	7981	8740	1473
439	4035	980	7042	7972	1482	2341	1434	7050	7982	8741	1474
439	4036	980	10513	7973	1483	2342	427	7051	7983	8742	1475
440	7094	982	7040	7976	1479	2936	911	7072	11024	8744	1471
551	4766	982	10512	7977	8737	4014	931	7089	125	8745	1472
553	7434	985	10511	7978	8736	4016	601	7090	125	8746	1476
555	4034	1440	8738	7979	8733	4017	933	7091	126	8747	1477
558	4018	1444	2341	7979	8735	4018	558	7092	433	8748	7344
601	4016	1471	8744	7981	7049	4026	913	7093	9021	13337	7346
603	8677	1472	8745	7982	7050	4027	914	7094	440	8750	7343
660	1051	1473	8740	7983	7051	4028	915	7412	6914	8751	7343
661	1051	1474	8741	7985	7045	4029	916	7414	6915	8752	1481
911	2936	1475	8742	7991	10642	4032	934	7416	6916	8765	960
912	4762	1476	8746	9021	7093	4034	555	7434	553	10642	7991
913	4026	1477	8747	11024	7072	4035	439	7435	417	10511	985
914	4027	1481	8752					7436	438	10512	982
915	4028	6325	8734					8102	6921	10513	980
916	4029										

resistenza all'estrazione, soprattutto quando si utilizzano moderni sistemi di serraggio. In tal caso la funzionalità, la sicurezza del fissaggio non sarebbe più garantita. Per questo motivo l'utilizzo di dadi conformi alle norme ISO è particolarmente raccomandabile.

3.3 Modifiche DIN-ISO delle misure d'apertura di chiave

Misure d'apertura di chiavi esagonali	DIN	ISO
M10	17 mm	16 mm
M12	19 mm	18 mm
M14	22 mm	21 mm
M22	32 mm	34 mm

3.4 Conversione norme DIN/ISO, modifiche generali suddivise in base agli specifici campi Norme attualmente vigenti

3.4.1 Condizioni tecniche di fornitura e norme di base

DIN (vecchia)	ISO	DIN (nuova) opp. DIN EN	Titolo	Modifiche
267 parte 20	-	DIN EN ISO 6157-2	Elementi di fissaggio, difetti di superficie, dadi	Nulla di rilevante
267 parte 21	-	DIN EN ISO 10484	Elementi di fissaggio, difetti di superficie, dadi	Nulla di rilevante
DIN ISO 225	225	DIN EN 20225	Elementi di fissaggio meccanici, viti e dadi, dimensionamento (ISO 225:1991)	N.d.r.
DIN ISO 273	273	DIN EN 20273	Elementi di fissaggio meccanici, fori passanti p. viti (ISO 273: 1991)	N.d.r.
DIN ISO 898 parte 1	898-1	DIN EN ISO 898 parte 1	Caratteristiche meccaniche di elementi di fissaggio, viti (ISO 898-1: 1988)	N.d.r.
267 parte 4	898-2	DIN EN 20898-2	Caratteristiche meccaniche di elementi di fissaggio, dadi con carichi di prova determinati (ISO 898-2: 1992)	N.d.r.
DIN ISO 898 parte 6	898-6	DIN EN ISO 898 parte 6	Caratteristiche meccaniche di elementi di fissaggio, dadi con carichi di prova determinati, filettatura a passo fine (ISO 898-6: 1988)	N.d.r.
267 parte 19	6157-1	DIN EN 26157 parte 1	Elementi di fissaggio, difetti di superficie, viti per requisiti generali (ISO 6157-1: 1988)	N.d.r.
267 parte 19	6157-3	DIN EN 26157 parte 3	Elementi di fissaggio, difetti di superficie, viti per requisiti generali (ISO 6157-3: 1988)	N.d.r.
DIN ISO 7721	7721	DIN EN 27721	Viti a testa svasata; conformazione e calibratura della testa (ISO 7721: 1983)	N.d.r.
267 parte 9	-	DIN ISO 4042	Elementi filettati - rivestimenti galvanici	N.d.r.
267 parte 1	-	DIN ISO 8992	Esigenze generali per viti e dadi	N.d.r.
267 parte 5	-	DIN EN ISO 3269	Elementi di fissaggio meccanici - collaudo di accettazione	N.d.r.
267 parte 11	-	DIN EN ISO 3506 parte 1,2,3	Elementi di fissaggio in acciaio inossidabile - condizioni tecniche di fornitura	N.d.r.
267 parte 12	-	DIN EN ISO 2702	Viti autofilettanti in acciaio lavorato a caldo - caratteristiche meccaniche	N.d.r.
267 parte 18	8839	DIN EN 28839	Caratteristiche meccaniche degli elementi di fissaggio, viti e dadi in metallo non ferroso (ISO 8839: 1986)	N.d.r.

3.4.2 Viti metriche di piccole dimensioni

DIN (vecchia)	ISO	DIN (nuova) opp. DIN EN	Titolo	Modifiche
84	1207	DIN EN 21207	Viti a testa cilindrica con intaglio; categoria A (ISO 1207:1992)	Altezza e diametro della testa, in parte
85	1580	DIN EN 21580	Viti a testa bombata con intaglio; categoria A	Altezza e diametro della testa, in parte
963	2009	DIN EN 22009	Viti a testa svasata con intaglio, forma A	Altezza e diametro della testa, in parte
964	2010	DIN EN 22010	Viti a testa svasata con calotta ed intaglio, forma A	Altezza e diametro della testa, in parte
965	7046-1	DIN EN 27046-1	Viti a testa svasata piana con impronta a croce (testa di tipo comune); categoria A, classe di resistenza 4.8	Altezza e diametro della testa, in parte
965	7046-2	DIN EN 27046-2	Viti a testa svasata piana con impronta a croce (testa di tipo comune); categoria A, classe di resistenza 4.8	Altezza e diametro della testa, in parte
966	7047	DIN EN 27047	Viti a testa svasata con calotta ed impronta a croce (testa di tipo comune); categoria A	Altezza e diametro della testa, in parte
7985	7045	DIN EN 27045	Viti a testa cilindrica ed impronta a croce; categoria A	Altezza e diametro della testa, in parte

3.4.3 Spine e perni

DIN (vecchia)	ISO	DIN (nuova) opp. DIN EN	Titolo	Modifiche
1	2339	DIN EN 22339	Spine coniche; non temprate (ISO 2339: 1986)	Lunghezza l incl. calotte
7	2338	DIN EN 22338	Spine cilindriche; non temprate (ISO 2338:1986)	Lunghezza l incl. calotte
1440	8738	DIN EN 28738	Rondelle lavorate per perni; categoria A (ISO 8738: 1986)	Diametro esterno, in parte
1443	2340	DIN EN 22340	Perni senza testa (ISO 2340:1986)	Nulla di rilevante
1444	2341	DIN EN 22341	Perni con testa (ISO 2341:1986)	Nulla di rilevante
1470	8739	DIN EN 8739	Spine cilindriche con intaglio e punta pilota (ISO 8739:1997)	Nulla di rilevante
1471	8744	DIN EN 8744	Spine conici con intaglio su tutta la lunghezza (ISO 8744:1997)	Nulla di rilevante
1472	8745	DIN EN 8745	Spine con intaglio a mezza lunghezza (ISO 8745:1997)	Nulla di rilevante
1473	8740	DIN EN 8740	Spine cilindriche con intaglio e smusso (ISO 8740:1997)	Nulla di rilevante
1474	8741	DIN EN 8741	Spine cilindriche coniche con intagli (ISO 8741:1997)	Nulla di rilevante
1475	8742	DIN EN 8742	Spine bombate con intaglio (ISO 8742:1997)	Maggiori spinte di taglio
1476	8746	DIN EN 8746	Spine a testa tonda con intaglio (ISO 8746:1997)	Nulla di rilevante
1477	8747	DIN EN 8747	Rivetti a testa svasata con intaglio (ISO 8747:1997)	Nulla di rilevante
1481	8752	DIN EN 8752	Spine elastiche con intaglio (ISO 8752:1997)	Angolo di smusso cancellato
6325	8734	DIN EN 8734	Spine cilindriche temprate e rettificate (ISO 8734:1997)	Forme A/B soppresse

DIN (vecchia)	ISO	DIN (nuova) opp. DIN EN	Titolo	Modifiche
7977	8737	DIN EN 28737	Spine coniche con gambo filettato; non temprate (ISO 8737:1986)	Nulla di rilevante
7978	8736	DIN EN 28736	Spine coniche con foro filettato, non temprate (ISO 8736:1986)	Nulla di rilevante
7979	8733	DIN EN 8733	Spine cilindriche con foro filettato; non temprate (ISO 8733:1997)	Nulla di rilevante
7979	8735	DIN EN 8735	Spine cilindriche con foro filettato; temprate (ISO 8735:1997)	Nulla di rilevante

3.4.4 Viti autofilettanti per lamiera

DIN (vecchia)	ISO	DIN (nuova) opp. DIN EN	Titolo	Modifiche
7971	1481	DIN ISO 1481	Viti autofilettanti a testa cilindrica con intaglio (ISO 1481: 1983)	Altezza e diametro della testa, in parte
7972	1482	DIN ISO 1482	Viti autofilettanti a testa svasata con intaglio	Altezza e diametro della testa, in parte
7973	1483	DIN ISO 1483	Viti autofilettanti a testa bombata svasata con intaglio	Altezza e diametro della testa, in parte
7976	1479	DIN ISO 1479	Viti autofilettanti a testa esagonale	Altezza e diametro della testa, in parte
7981	7049	DIN ISO 7049	Viti autofilettanti a testa bombata con impronta a croce	Altezza e diametro della testa, in parte
7982	7050	DIN ISO 7050	Viti autofilettanti a testa svasata con impronta a croce	Altezza e diametro della testa, in parte
7983	7051	DIN ISO 7051	Viti autofilettanti a testa bombata svasata con impronta a croce	Altezza e diametro della testa, in parte

3.4.5 Viti a testa esagonale e dadi esagonali

DIN (vecchia)	ISO	DIN (nuova) opp. DIN EN	Titolo	Modifiche
439 T1	4036	DIN EN 24036	Dado esagonale senza smusso (ISO 4036: 1979)	4 aperture di chiave
439 T2	4035	DIN EN 24035	Dado esagonale con smusso (ISO 4035: 1986)	4 aperture di chiave
555	4034	DIN EN 24034	Dadi esagonali, categoria C	Altezza dado e 4 aperture di chiave
558	4018	DIN EN 24018	Viti a testa esagonale, filettatura fino alla testa	4 aperture di chiave
601	4016	DIN EN 24016	Vite a testa esagonale con dado DIN 555	4 aperture di chiave
931	4014	DIN EN 24014	Vite a testa esagonale con gambo	4 aperture di chiave
933	4017	DIN EN 24017	Viti a testa esagonale, filettatura fino alla testa	4 aperture di chiave
934 ISO-Tipo 1	4032	DIN EN 24032	Dado esagonale con filettatura metrica a passo grosso	Altezza dado e 4 aperture di chiave
934 ISO-Tipo 1	8673	DIN EN 28673	Dado esagonale con filettatura metrica a passo fine	Altezza dado e 4 aperture di chiave
960	8765	DIN EN 28765	Viti a testa esagonale con gambo e filettatura metrica a passo fine	4 aperture di chiave
961	8676	DIN EN 28676	Viti a testa esagonale 10.9, filettatura fino alla testa	4 aperture di chiave

3.4.6 Viti interamente filettate senza testa

DIN (vecchia)	ISO	DIN (nuova) opp. DIN EN	Titolo	Modifiche
417	7435	DIN EN 27435	Viti interamente filettate senza testa con intaglio ed estremità cilindrica (ISO 7431: 1983)	Parziali dell'altezza e del diametro della testa
438	7436	DIN EN 27436	Viti interamente filettate senza testa con intaglio ed estremità a coppa (ISO 7436: 1983)	Parziali dell'altezza e del diametro della testa
551	4766	DIN EN 24766	Viti interamente filettate senza testa con intaglio ed estremità smussata (ISO 4766: 1983)	Parziali dell'altezza e del diametro della testa
553	7434	DIN EN 27434	Viti interamente filettate senza testa con intaglio e punta (ISO 7431: 1983)	Parziali dell'altezza e del diametro della testa
913	4026	DIN 913	Viti interamente filettate senza testa con esagono incassato ed estremità smussata	Parziali dell'altezza e del diametro della testa
914	4027	DIN 914	Viti interamente filettate senza testa con esagono incassato e punta	Parziali dell'altezza e del diametro della testa
915	4028	DIN 915	Viti interamente filettate senza testa con esagono incassato ed estremità cilindrica	Parziali dell'altezza e del diametro della testa
916	4029	DIN 916	Viti interamente filettate senza testa con esagono incassato ed estremità a coppa	Parziali dell'altezza e del diametro della testa

3.5 Modifiche dimensionali di viti a testa esagonale e dadi esagonali

Misura nominale d	Apertura di chiave s		Altezza dadi m min. – max.			
	DIN	ISO	DIN 555	ISO 4034 ISO-tipo 1	DIN 934	ISO 4032 (RG) 8673 (FG) ISO-tipo 1
M1	2,5	-	-	0,55-0,8	0,55-0,8	-
M1,2	3	-	-	-	0,75-1	-
M1,4	3	-	-	-	0,95-1,2	-
M1,6	3,2	-	-	-	1,05-1,3	1,05-1,3
M2	4	-	-	-	1,35-1,6	1,35-1,6
M2,5	5	-	-	-	1,75-2	1,75-2
M3	5,5	-	-	-	2,15-2,4	2,15-2,4
(M3,5)	6	-	-	-	2,55-2,8	2,55-2,8
M4	7	-	-	-	2,9-3,2	2,9-3,2
M5	8	-	3,4-4,6	4,9-5,6	3,7-4	4,4-4,7
M6	10	-	4,4-5,6	4,6-6,1	4,7-5	4,9-5,2
(M7)	11	-	-	-	5,2-5,5	-
M8	13	-	5,75-7,25	6,4-7,9	6,14-6,5	6,44-6,8
M10	17	16	7,25-8,75	8-9,5	7,64-8	8,04-8,4
M12	19	18	9,25-10,75	10,4-12,2	9,64-10	10,37-10,8
(M14)	22	21	-	12,1-13,9	10,3-11	12,1-12,8
M16	24	-	12,1-13,1	14,1-15,9	12,3-13	14,1-14,8

Misura nominale d	Apertura di chiave s		Altezza dadi m min. – max.			
(M18)	27		-	15,1-16,9	14,3-15	15,1-15,8
M20	30		15,1-16,9	16,9-19	14,9-16	16,9-18
(M22)	32	34	17,1-18,9	18,1-20,2	16,9-18	18,1-19,4
M24	36		17,95-20,05	20,2-22,3	17,7-19	20,2-21,5
(M27)	41		20,95-23,05	22,6-24,7	20,7-22	22,5-23,8
M30	46		22,95-25,05	24,3-26,4	22,7-24	24,3-25,6
(M33)	50		24,95-27,05	27,4-29,5	24,7-26	27,4-28,7
M36	55		27,95-30,05	29,4-31,9	27,4-29	29,4-31
(M39)	60		29,75-32,25	31,8-34,3	29,4-31	31,8-33,4
M42	65		32,75-35,25	32,4-34,9	32,4-34	32,4-34
(M45)	70		34,75-37,25	34,4-36,9	34,4-36	34,4-36
M48	75		36,75-39,25	36,4-38,9	36,4-38	36,4-38
(M52)	80		40,75-43,25	40,4-42,9	40,4-42	40,4-42
M56	85		43,75-46,25	43,4-45,9	43,4-45	43,4-45
(M60)	90		46,75-49,25	46,4-48,9	46,4-48	46,4-48
M64	95		49,5-52,5	49,4-52,4	49,1-51	49,1-51
>M64	-		fino a M100*6	-	fino a M100*6	-/-
Fattore altezza dadi m/d circa			≤ M4	-	-	0,8
			M5-M39	0,8	0,83-1,12	0,84-0,93
			≥ M42		~0,8	0,8
Categoria			C (grossolana)		≤ M16 = A (media) >M16 = B (media-grossolana)	
Tolleranza filettatura			7 H		6 H	
Classe di resistenza acciaio	Area interna ~M5-39		5 M16 < d ≤ M39 = 4,5		6,8,10 (ISO 8673 = Fkl. 10 ≤ M16)	
	>M39		da concordare		da concordare	
Caratteristiche meccaniche secondo norma			DIN 267 parte 4	ISO 898 parte 2 (RG) d≤M39	DIN 267 parte 4	ISO 898 parte 2 (RG) parte 6 (FG)

RG - filettatura a passo grosso, FG - filettatura a passo fine

4. PRODUZIONE DI VITI E DADI

4.1 Processi di produzione

Fondamentalmente si distinguono i due seguenti processi di produzione: La lavorazione senza asportazione di truciolo e la lavorazione per asportazione di truciolo. In caso di lavorazione senza asportazione di truciolo bisogna inoltre distinguere tra lavorazione a freddo (estruzione) e lavorazione a caldo.

Nella seguente grafica vengono raffigurati i processi di produzione:

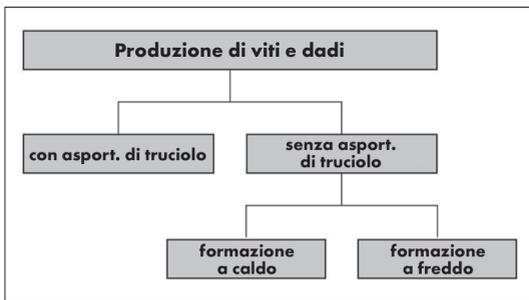


Fig. N: grafica con i diversi processi di produzione

4.1.1 Lavorazione a freddo (estruzione)

La maggior parte degli elementi di fissaggio, conformi alle attuali normative, vengono prodotti tramite lavorazione a freddo (estruzione). Principalmente questa lavorazione avviene mediante processi plurifase di ricalcatura, estrusione e riduzione o attraverso combinazioni di tali tecniche. Per questo tipo di produzione sono stati coniati i termini 'fucinatura' o 'lavorazione a freddo'.

Questo processo di lavorazione viene adottato per la produzione di lotti di elevate quantità, poiché è il più efficace dal punto di vista economico.

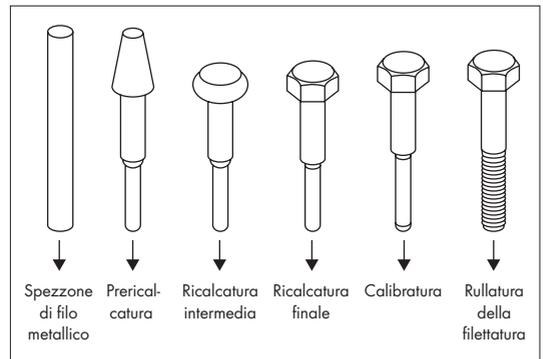
In base alle dimensioni e al grado di deformazione dell'elemento di fissaggio vengono selezionate idonee attrezzature. Più elevato è il grado di deformazione tanto più aumenta il numero delle fasi necessarie per effettuare questa deformazione. Spigoli vivi o profili sottili sono svantaggiosi per la lavorazione a freddo e causano un'elevata usura dell'utensile. La selezione e la qualità del materiale grezzo (filo metallico) svolgono un ruolo decisivo per la qualità del prodotto finale. Le bobine di

filo metallico consegnate ai produttori di viti raggiungono spesso un peso superiore a 1.000 chilogrammi.

Normalmente questo filo metallico viene fosfatato al fine di consentire una lavorazione a regola d'arte e la riduzione dell'usura dei utensili.

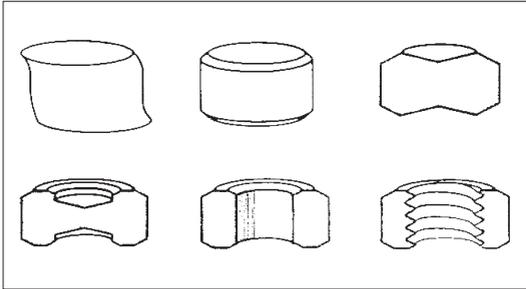
Il produttore di viti o di altri elementi di fissaggio cerca di analizzare già in fase di progettazione i vantaggi e gli svantaggi dei vari materiali con i requisiti richiesti per l'elemento di fissaggio. In merito ai materiali possiamo distinguere, a parte acciai inossidabili, anche tra acciai in lega e acciai non legati. Se p. es. bisogna ottenere un'elevata resistenza è assolutamente necessario che dopo lo stampaggio le parti vengano sottoposte ad un trattamento termico che consenta di influire miratamente sulle caratteristiche meccaniche.

Grafica sulle fasi di produzione di una vite a testa esagonale



Normalmente anche i dadi vengono prodotti tramite processi di stampaggio a freddo o a caldo. La scelta di una delle due tecniche avviene in base alle dimensioni ed alla quantità richiesta.

Grafica sulle fasi di produzione di un dado esagonale



Vantaggi della lavorazione a freddo:

- ottimale utilizzazione del materiale di fabbricazione
- rendimento particolarmente elevato
- elevata precisione dimensionale ed alta qualità della finitura superficiale
- aumento della resistenza attraverso l'incrudimento
- fibratura resistente alle sollecitazioni per elementi stampati

4.1.2 Lavorazione a caldo

Questo metodo di fabbricazione viene principalmente applicato per la produzione di elementi con diametri a partire da circa M27 o di elementi di grande lunghezza (a partire da circa 300 mm). Esso può essere inoltre preso in considerazione per una ridotta quantità di pezzi da produrre o un grado di deformazione particolarmente elevato non consentendo l'applicazione della lavorazione a freddo (estrusione).

Durante la lavorazione a caldo il materiale grezzo (normalmente materiale in barra) viene riscaldato integralmente o anche solo parzialmente fino alla temperatura di fucinatura. Questo trattamento consente la realizzazione di geometrie complesse o di gradi di deformazione eccezionalmente elevati. Una caratteristica tipica di componenti lavorati a caldo è la loro struttura superficiale rugosa. Il processo di lavorazione a caldo avviene senza incrudimento!

Vantaggi della lavorazione a caldo:

- possibilità di realizzare geometrie complesse
- adatto alla produzione di piccoli lotti
- adatto per elementi di grande diametro e lunghezza

4.1.3 Produzione ad asportazione di truciolo

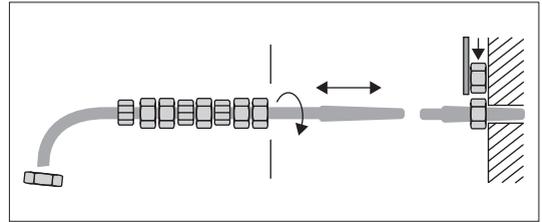
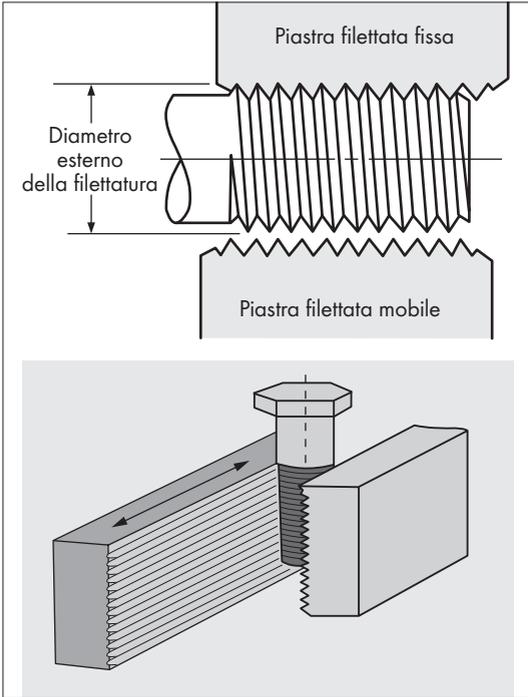
I processi principali nel ambito della lavorazione per asportazione di truciolo sono i processi di tornitura, fresatura, molatura o alesatura. La tornitura è quello più comune per la produzione di elementi di fissaggio, ma i progressi tecnici nell'ambito dello stampaggio a freddo hanno diminuito notevolmente la sua rilevanza.

La tornitura è un processo di produzione ottenuta per asportazione di truciolo. Il tagliente dell'utensile penetra nel materiale del pezzo e ne stacca la parte in eccesso (sovrametallo) formando così il profilo richiesto. Il diametro del pezzo grezzo varia in funzione al diametro massimo della componente da produrre. Normalmente viene usato materiale in barra con una lunghezza massima di 6 metri. A differenza della lavorazione a freddo o a caldo, questo metodo di fabbricazione causa una scomposizione della fibratura del materiale grezzo.

La tornitura è adatta per la produzione di piccoli lotti o per prodotti che necessitano particolari geometrie come p.es. spigoli vivi, raggi piccoli, dimensioni ridotte e misure precississime. Con questo metodo di lavorazione è possibile ottenere senza problemi superfici con una rugosità pari a Ra 0,4 o Rz 1,7. In caso di quantità elevate, il getto grezzo viene prodotto tramite estrusione a freddo per poi essere lavorato per asportazione di truciolo.

4.2 Realizzazione dei filetti

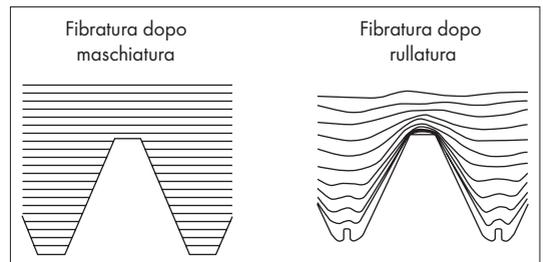
Di solito, nella produzione di massa, la filettatura delle viti viene realizzata tramite rullatura. La rullatura consiste nel far rotolare la vite tra 2 piastre filettate, di cui una è fissa e l'altra è mobile, generando così la filettatura. (vedi grafica). Questo tipo di processo consente di filettare molte centinaia di perni ogni minuto. Normalmente la realizzazione della filettatura avviene prima della bonifica. Per motivi particolari, la filettatura può essere rullata anche dopo il trattamento termico.



Maschiatura su apparecchio automatico mediante maschio a macchina

4.2.1 Fibratura

Le due immagini mostrano in modo ben evidente le differenze tra un filetto rollato e un filetto tagliato. Nel caso in cui la filettatura viene rollata il materiale viene sottoposto ad un incrudimento supplementare e la fibratura non viene interrotta. Con questo metodo il diametro iniziale del perno è pressoché identico al diametro medio. Nel caso in cui la filettatura venga tagliata il diametro iniziale del perno è identico al diametro nominale della filettatura. La maschiatura causa un'interruzione della fibratura.



Altri metodi per la realizzazione dei filetti:

Metodo a incisione

Gli utensili a rullo ruotano con un identico numero di giri e senso di rotazione. Il pezzo grezzo ruota su se stesso senza subire traslazioni assiali. Questo metodo consente la produzione di filettature con una precisione del passo eccezionalmente elevata.

Metodo continuo

Il passo della filettatura viene generato attraverso l'inclinazione assiale dei rulli. Il pezzo grezzo è soggetto ad una spinta assiale e dopo un giro completo si muove pertanto di un passo in direzione assiale. Ciò consente la realizzazione di filettature extra lunghe.

Maschiatura

Con questo metodo la filettatura viene generata mediante un maschio filettante o una filiera regolabile. Normalmente questa tecnica viene adottata solo per la produzione di un numero di viti molto ridotto oppure su elementi torniti.

Ciò cambia, tuttavia, in caso di realizzazione di filettature per dadi. In tal caso la filettatura viene realizzata mediante un maschio filettante o un maschio a macchina.

4.3 Trattamento termico

4.3.1 Bonifica

Con il termine "bonifica" si intende un insieme di trattamenti termici che consiste in una tempra seguita dal processo di rinvenimento.

La bonifica viene prescritta per viti a partire dalla classe di resistenza 8.8 secondo DIN EN ISO 898, parte 1, e per dadi secondo DIN EN 20898, parte 2, aventi classe di resistenza 05 o 8 (>M16) nonché a partire dalla classe di resistenza 10.

4.3.2 Tempra

La vite viene portata ad una determinata temperatura, mantenendola per un certo periodo. Temperatura e periodo vengono definiti in base al contenuto di carbonio

del materiale. Ciò modifica la struttura del materiale. Attraverso il successivo brusco raffreddamento (in acqua, olio ecc.) si ottiene un notevole incremento della durezza.

4.3.3 Rinvenimento

Il rinvenimento è un trattamento termico eseguito al fine di ridurre gli effetti negativi della tempra sul materiale, nel caso questo presenti eccessiva durezza e quindi fragilità.

In questo caso è necessario riscaldare nuovamente il materiale fino alla temperatura minima prescritta dalla norma. Questa operazione causa un' effettiva riduzione della durezza rispetto al precedente processo (il suo valore è però ancora superiore a quello del materiale non trattato), ottenendo però una tenacità maggiore. Per i produttori questo metodo rappresenta pertanto un importante strumento per la produzione di viti adatte a soddisfare i requisiti dettati dalla pratica.

4.3.4 Cementazione

Questo metodo viene applicato fra l'altro per la produzione di viti autofilettanti, viti per maschiatura a deformazione e viti autoperforanti. Un'elevata durezza superficiale è decisiva affinché queste viti siano in grado di generare automaticamente la loro filettatura. Il nucleo della vite è mantenuto invece duttile.

Questi tipi di viti vengono prodotti in acciai con un contenuto di carbonio tra 0,05% e 0,2%. Le viti vengono riscaldate e in combinazione con agenti carbonio cedenti (p. es. metano) si ottiene un aumento del contenuto di carbonio nelle zone superficiali. Questo processo viene chiamato cementazione. Attraverso un successivo brusco raffreddamento le zone superficiali vengono temprate. Il vantaggio di questo trattamento consiste nella possibilità di ottenere una superficie molto dura, preservando contemporaneamente una sufficiente tenacità nel nucleo della vite.

4.3.5 Ricottura

Esistono diversi metodi di ricottura, ciascuno dei quali ha differenti effetti sulla struttura e sugli stati di tensione del materiale. Un metodo particolarmente importante per gli elementi di fissaggio è la ricottura di distensione (riscaldamento per un lungo periodo a circa 600° C). L'effetto di incrudimento generato durante la deformazione a freddo

può essere annullato attraverso la ricottura di distensione. Ciò è particolarmente importante per le viti con classi di resistenza 4.6 e 5.6, per renderli più "duttili".

4.3.6 Deidrogenazione

La Deidrogenazione consiste in un trattamento termico per componenti ad alta resistenza (resistenze ≥ 1.000 MPa o durezza ≥ 320 HV) attraverso il quale si cerca di ridurre il rischio di infragilimento da idrogeno. Questo trattamento deve essere eseguito entro al massimo 4 ore dal termine del trattamento galvanico delle superfici. La temperatura minima viene definita in base alle classi di resistenza dei materiali di fabbricazione.

5. PROTEZIONE SUPERFICIALE

5.1 Corrosione

Circa il 4% del prodotto nazionale lordo di un paese industriale occidentale viene annientato dalla corrosione. Di cui circa il 25% potrebbe essere evitato applicando le conoscenze disponibili sul fenomeno della corrosione.

La corrosione consiste nella reazione di un materiale metallico con l'ambiente circostante comportando un'variazione misurabile del materiale ed influenzando sulla funzione di un componente o di un intero sistema. Nella maggior parte dei casi questa reazione è di natura elettrochimica, tuttavia può essere originata anche da processi chimici o metallo-fisici.

Chiunque può osservare gli effetti della corrosione nella vita quotidiana:

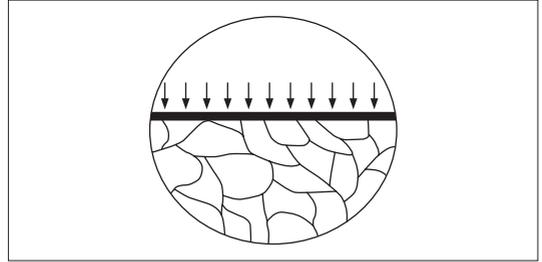
- ruggine su veicoli, ringhiere e recinti
- distruzione strisciante di opere stradali, ponti ed edifici
- perdite in tubazioni dell'acqua e condotte di riscaldamento in acciaio

La corrosione è un fenomeno inevitabile – però è possibile evitare i danni causati dalla corrosione tramite un'accurata progettazione e idonee misure di anticorrosione.

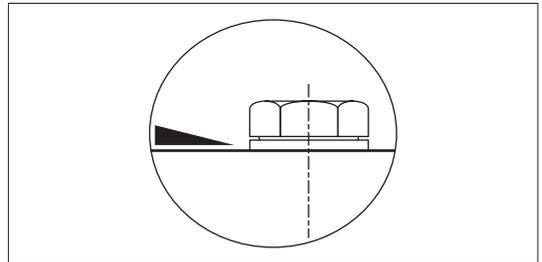
Il "sistema di anticorrosione di un fissaggio a vite" dovrebbe essere resistente alla corrosione almeno quanto le parti da fissare.

Il compito di definire le necessarie misure di protezione contro la corrosione spetta al costruttore. In questo caso è necessario considerare sia la resistenza alla corrosione del sistema sia le condizioni ambientali. Esistono diversi tipi di corrosione (tipi di corrosione: vedi DIN 50900).

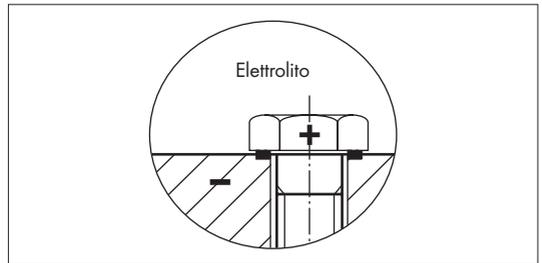
5.2 Tipi di corrosione



Corrosione superficiale



Corrosione interstiziale



Corrosione d'accoppiamento galvanico

Tassi di asportazione, valori indicativi annuali espressi in μm

Fluido	Zinco non cromatato	Ottone Ms 63	Rame CuNi 1,5 Si	Acciaio non legato non protetto
Aria di campagna	1-3	≤ 4	≤ 2	≤ 80
Aria di città	≤ 6	≤ 4	≤ 2	≤ 270
Aria industriale	6-20	≤ 8	≤ 4	≤ 170
Aria di mare	2-15	≤ 6	≤ 3	≤ 170

Tab. 1

5.3 Principali tipi di rivestimenti per elementi di fissaggio

5.3.1 Rivestimenti non metallici

Designazione	Processo	Applicazione	Resistenza alla corrosione
Oliatura	I pezzi da lavorare vengono immersi in olio	Componenti in acciaio nudo Idonea per una protezione anticorrosione di breve durata, p. es. durante il trasporto	Non definita
Brunitura	I pezzi da lavorare vengono immersi in soluzioni acide o alcaline Attraverso la reazione vengono a formarsi strati di ossido di colore (marrone)-nero Nessuna stratificazione Scopo: formano un tenue strato protettivo sulla superficie Nessun infragilimento da idrogeno	Componenti di armi Calibri e tecniche di misurazione	Prova in nebbia salina: circa 0,5 h Oli anticorrosivi possono incrementare la resistenza
Fosfatazione	Componente in acciaio in bagno di fosfati metallici oppure Camera con soluzione di fosfato metallico Strato di 5-15 μm legato al materiale fosfato di ferro/manganese/nichel/zinco	Deformazione a freddo dell' acciaio Composto con anticorrosivi Riduzione dell'usura con fosfatazione al manganese Fondo ancorante per strato di vernice (previene l'arrugginimento del sottostrato)	Prova in nebbia salina: circa 3 h Oli anticorrosivi possono incrementare la resistenza

Tab. 2

5.3.2 Rivestimenti metallici

Designazione	Processo	Applicazione	Resistenza alla corrosione
Zincatura galvanica	Deposizione metallica in bagno galvanico Post-trattamento mediante passivazione Con sigillatura opzionale	In ambienti lievemente o mediamente corrosivi, p. es. costruzioni meccaniche in generale, elettrotecnica - Limite di carico termico dipendente dal sistema: 80°C-120°C	Resistenza alla corrosione fino a 120 h contro corrosione del metallo base (corrosione rossa) durante prova in nebbia salina secondo DIN 50021 SS (ISO 9227) (in funzione del sistema e degli spessori di rivestimento)
Galvanica Strato in lega di zinco (zinco-ferro) (zinco-nichel)	Deposizione metallica in bagno galvanico Post-trattamento mediante passivazione Sigillatura opzionale	In ambienti estremamente corrosivi, p. es. per componenti nel vano motore oppure per i freni, protezione i quali la normale zincatura galvanica è inefficace contro le elevate temperature e gli effetti del sale antigelo cosparsa nei periodi invernali	Massima protezione catodica anticorrosione - già a partire da strati con uno spessore di 5 μm (importante per gli accoppiamenti) Assenza di prodotti di corrosione voluminosi con leghe zinco-nichel Resistenza alla corrosione fino a 720 h contro corrosione del metallo base (corrosione rossa) durante prova in nebbia salina secondo DIN 50021 SS (ISO 9227) (in funzione del sistema e degli spessori di rivestimento)

Designazione	Processo	Applicazione	Resistenza alla corrosione
Nichelatura galvanica	Deposizione metallica in bagno galvanico Impregnazione opzionale	In ambienti minimamente corrosivi p. es. applicazioni decorative in ambienti interni Parte integrante di un sistema pluristrato, p. es. rame-nichel-cromo	In seguito alle sue proprietà elettrochimiche il nichel non può fungere da anodo sacrificale sull'acciaio.
Cromatura galvanica	Deposizione metallica in bagno galvanico Impiegata per lo più come rivestimento su superfici nichelate Lo spessore del rivestimento di cromo è di solito compreso tra 0,2 e 0,5 µm	In ambienti minimamente corrosivi p. es. applicazioni decorative in ambienti interni Parte integrante di un sistema pluristrato, p. es. rame-nichel-cromo	In seguito alle sue proprietà elettrochimiche il cromo non può fungere da anodo sacrificale sull'acciaio.
Zincatura meccanica	La polvere metallica viene martellata sui componenti; palline di vetro fungono da "materiale d'urto". L'applicazione del rivestimento ha luogo mediante un fluido chimico, nessuna applicazione di corrente elettrica L'applicazione del rivestimento avviene a temperatura ambiente	Rondelle di sicurezza Componenti ammortizzanti ad alta resistenza (nessuno rischio di induzione di idrogeno durante il processo di rivestimento)	Resistenza alla corrosione fino a 144 h contro corrosione del metallo base (corrosione rossa) durante prova in nebbia salina secondo DIN 50021 SS (ISO 9227) (in funzione del sistema e degli spessori di rivestimento)
Zincatura a caldo	Immersione in metallo fuso Spessori min. degli strati: circa 40 µm Temperatura di processo: circa 450° C Elevata protezione anticorrosione Non adatta per viti piccole Protezione catodica anticorrosione	Elementi di collegamento per costruzioni in acciaio. Per esempio set HV Applicabile per elementi di collegamento ≥ M12	Resistenza alla corrosione per un periodo compreso tra 5 e 25 anni, a seconda delle condizioni ambientali

Tab. 3

5.3.3 Altri rivestimenti

Processo	Delucidazioni	Massima temperatura di applicazione
Nichelatura dura Veralit	Nichelatura speciale dura.	
Ottonatura	Gli strati di ottone vengono applicati principalmente per scopi decorativi. L'ottonatura di componenti acciaio viene inoltre eseguita per migliorare l'aderenza della gomma sull'acciaio.	
Ramatura	Trova applicazione come strato intermedio, ove necessario, prima della nichelatura, cromatura e argentatura. Funge da strato di rivestimento per usi decorativi.	
Argentatura	Gli strati di argento vengono applicati per fini decorativi e tecnici.	
Stagnatura	La stagnatura trova applicazione soprattutto per ottenere od ottimizzare la brasabilità (lega per brasatura dolce). Serve contemporaneamente come protezione anticorrosione. Non consente un successivo trattamento termico.	
Anodizzazione	L'ossidazione anodica crea sull'alluminio uno strato protettivo adatto per prevenire la corrosione e la formazione di macchie. Consente la realizzazione di praticamente qualsiasi tonalità adatta per fini decorativi.	
Trattamento Ruspert	Rivestimento lamellare zinco-alluminio di elevata qualità; può essere prodotto nelle più svariate tonalità. Prova in nebbia salina (DIN 50021): 500 h o 1000 h a seconda dello spessore del rivestimento.	
Brunitura (annerimento)	Procedimento chimico. Bagno a una temperatura di circa 140° C e successiva oliatura. Adatta per fini decorativi; protegge solo lievemente contro la corrosione.	
Annerimento (inossidabile)	Procedimento chimico. Può pregiudicare la resistenza alla corrosione degli acciai A1 -A5. Adatto per fini decorativi. Non adatto per applicazioni esterne.	70° C
Polyseal	Le tradizionali tecniche a immersione prevedono che venga dapprima applicato uno strato di fosfato di zinco. Dopodiché ha luogo l'applicazione di un rivestimento di protezione organico, il quale viene sottoposto a una temperatura di tempra di circa 200° C. Infine viene applicato ancora un olio antiruggine. Questo rivestimento protettivo può essere realizzato in diverse tonalità (spessore del rivestimento: circa 12 µm).	
Impregnatura	La sigillatura con cera dei micropori è adatta soprattutto per componenti nichelati e ha luogo mediante un post-trattamento in un 'dewatering fluid' additivato con cera. Sostanziale ottimizzazione della resistenza alla corrosione. La pellicola di cera è asciutta e invisibile.	

Tab. 4

5.4 Normative dei rivestimenti galvanici

5.4.1 Denominazione secondo

DIN EN ISO 4042

La denominazione secondo la normativa DIN EN ISO 4042 è il metodo più utilizzato per designare le superfici galvaniche degli elementi di fissaggio. Questa norma definisce principalmente le esigenze dimensionali degli elementi di fissaggio in acciaio e in cuprolega destinati ad essere ricoperti con un rivestimento galvanico. Essa determina gli spessori di rivestimento e fornisce suggerimenti per la riduzione del rischio d'infragilimento da idrogeno relativo a elementi di fissaggio ad elevata resistenza/durezza nonché a elementi di fissaggio con superfici temprate.

La normativa DIN EN ISO 4042 non distingue tra rivestimenti superficiali privi di cromo (VI) e quelli contenenti cromo (VI).

Esempio di siglatura

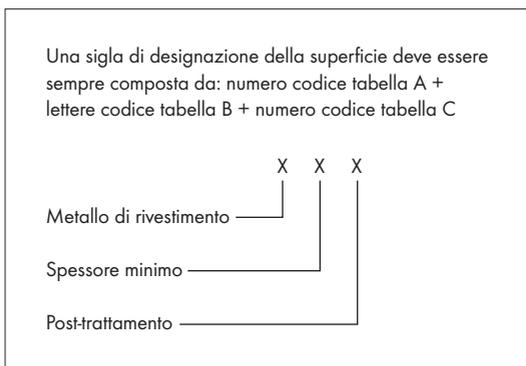


Tabella A Metallo/lega di rivestimento

Metallo/lega di rivestimento		Lettera codice
Simbolo	Elementi	
Zn	Zinco	A
Cd	Cadmio	B
Cu	Rame	C
CuZn	Rame-zinco	D
Ni b	Nichel	E
Ni b Cr r	Nichel-cromo	F
CuNi b	Rame-nichel	G
CuNi b Cr r	Rame-nichel-cromo	H
Sn	Stagno	J

Metallo/lega di rivestimento		Lettera codice
Simbolo	Elementi	
CuSn	Rame-stagno	K
Ag	Argento	L
CuAg	Rame-argento	N
ZnNi	Zinco-nichel	P
ZnCo	Zinco-cobalto	O
ZnFe	Zinco-ferro	R

Tab. 5: estratto della ISO 4042

Tabelle B Spessore minimo dei rivestimenti

Spessore minimo del rivestimento in µm		Indice
Rivestimento con 1 metallo	Rivestimento con 2 metalli diversi	
Spessore minimo di rivestimento non prescritto	-	0
3	-	1
5	2+3	2
8	3+5	3
10	4+6	9
12	4+8	4
15	5+10	5
20	8+12	6
25	10+15	7
30	12+18	8

Tab. 6: estratto dalla normativa ISO 4042

Tabella C Passivazione/cromatazione

Grado di lucidità	Passivazione attraverso cromatazione	Codice
opaco	nessun colore	A
	azzurrognolo fino a azzurrognolo iridescente	B
	giallognolo luccicante fino a giallo-marrone iridescente	C
	verde oliva fino a marrone oliva	D
brunito	nessun colore	E
	azzurrognolo fino a azzurrognolo iridescente	F
	giallognolo luccicante fino a giallo-marrone iridescente	G
	verde oliva fino a marrone oliva	H
lucido	nessun colore	J
	azzurrognolo fino a azzurrognolo iridescente	K
	giallognolo luccicante fino a giallo-marrone iridescente	L
	verde oliva fino a marrone oliva	M

Grado di lucidità	Passivazione attraverso cromatazione	Codice
superlucido	nessun colore	N
qualsiasi	come B, C o D	P
opaco	bruno-nericcio fino a nero	R
brunito	bruno-nericcio fino a nero	S
lucido	bruno-nericcio fino a nero	T
Tutti i gradi di lucidità	senza cromatazione	U

Tab. 7: estratto dalla normativa ISO 4042

5.4.2 Valori di resistenza alla corrosione dopo prova in nebbia salina DIN 50021 S5 (ISO 9227)

Processo	Definizione dello strato cromato	Colore naturale dello strato cromato	Denominazione secondo ISO 4042	Spessore nominale del rivestimento	Corrosione bianca h	Corrosione rossa h
Passivazione-scolorata	A	trasparente	A1A, A1E, A1J	3	2	12
			A2A, A2E, A2J	5	6	24
			A3A, A3E, A3J	8	6	48
Passivazione Color blu	B	Color blu iridescente	A1B, A1F, A1K	3	6	12
			A2B, A2F, A2K	5	12	36
			A3B, A3F, A3K	8	24	72
Cromatazione Color giallo	C	Color giallo iridescente	A1C, A1G, A1L	3	24	24
			A2C, A2G, A2L	5	48	72
			A3C, A3G, A3L	8	72	120
Cromatazione Color oliva	D	Color verde oliva	A1D, A1H, A1M	3	24	24
			A2D, A2H, A2M	5	72	96
			A3D, A3H, A3M	8	96	144
Cromatazione Color nero	BK	Color bruno-nericcio fino a nero	A1R, A1S, A1T	3	12	36
			A2R, A2S, A2T	5	12	72
			A3R, A3S, A3T	8	24	96

Tab. 8

5.4.3 Sistema di denominazione secondo DIN 50979

Questa norma si riferisce ai rivestimenti passivati in zinco e lega di zinco su materiali ferrosi. In questo caso vengono utilizzati elementi di lega come il nichel o il ferro (zinco/nichel, zinco/ferro).

Lo scopo primario di rivestimenti o di sistemi di rivestimento consiste nella protezione anticorrosione di componenti realizzati di materiali ferrosi.

Questa norma definisce la denominazione dei sistemi di rivestimento qui di seguito elencati e definisce sia la resistenza minima alla corrosione, sia lo spessore minimo di rivestimento in base a diversi metodi di prova.

5.4.4 Denominazione dei rivestimenti galvanici

I rivestimenti galvanici vengono realizzati in zinco o in leghe di zinco

Simbolo	Definizione
Zn	Rivestimento in zinco non legato
ZnFe	Rivestimento in lega di zinco con una frazione in massa di ferro compresa tra lo 0,3% e l'1,0%
ZnNi	Rivestimento in lega di zinco con una frazione in massa di nichel compresa tra il 12% e il 16%

Tab. 9: estratto della normativa DIN 50979

5.4.5 Passivazioni

Il termine passivazione definisce la realizzazione di strati di conversione attraverso trattamenti con idonee soluzioni esenti da Cr (VI) e ha lo scopo di migliorare la resistenza alla corrosione dei rivestimenti. È possibile realizzare passivazioni colorate.

Tipo di passivazione	Abbreviazione	Aspetto della superficie	Nota
Passivazione trasparente	An	Da scolorato fino ad una colorazione iridescente	Spesso definita come "passivazione di rivestimenti sottili"
Passivazione iridescente	Cn	Colorazione iridescente	Spesso definita come "passivazione di rivestimenti spessi"
Passivazione color nero	Fn	Color Nero	

Tab. 10: estratto della DIN 50979

5.4.6 Sigillature

Le sigillature incrementano la resistenza alla corrosione applicando strati di protezione con uno spessore di max. 2 µm e consistono in composti organici e/o inorganici esenti da Cr (VI).

Prodotti rimuovibili tramite detergenti a freddo, p. es. a base di oli, grassi, cere, non vengono considerati come sigillanti ai sensi di questa norma. L'effetto delle sigillature sulle caratteristiche funzionali del componente, come ad esempio resistenza delle zone di transizione, saldabilità, tollerabilità con materiali d'esercizio, collegamenti incollati, deve essere valutato specificamente per i rispettivi componenti. In caso di particolari esigenze di funzionalità della superficie è necessario definire sia l'utilizzo della sigillatura sia il tipo di sigillante, poiché le sigillature

comportano ad una vasta gamma di alterazioni delle superfici.

Nella maggior parte dei casi le sigillature eliminano anche i colori interferenziali generati attraverso la passivazione iridescente.

Simbolo	Descrizione
T0	Senza sigillatura
T2	Con sigillatura

Tab. 11: estratto della normativa DIN 50979

5.4.7 Spessori minimi dei rivestimenti e durate delle prove

Tipo di rivestimento superficiale protettivo	Versione	Tipo di processo	Senza corrosione del rivestimento	Durata minima della prova espressa in h Senza corrosione del materiale di base (a seconda dello spessore di rivestimento in Zn o in lega Zn)		
				5 µm	8 µm	12 µm
Rivestimento in zinco galv., passivato trasparente	Zn//An//T0	Tamburo	8	48	72	96
		Telaio	16	72	96	120
Rivestimento in zinco galv., passivato iridescente	Zn//Cn//T0	Tamburo	72	144	216	288
		Telaio	120	192	264	336
Rivestimento in zinco galv., passivato iridescente e sigillato	Zn//Cn//T2	Tamburo	120	192	264	360
		Telaio	168	264	360	480
Rivestimento in lega zinco-ferro galv., passivato iridescente	ZnFe//Cn//T0	Tamburo	96	168	240	312
		Telaio	168	240	312	384
Rivestimento in lega zinco-ferro galv., passivato iridescente e sigillato	ZnFe//Cn//T2	Tamburo	144	216	288	384
		Telaio	216	312	408	528
Rivestimento in lega zinco-nichel galv., passivato iridescente	ZnNi//Cn//T0	Tamburo	120	480	720	720
		Telaio	192	600	720	720
Rivestimento in lega zinco-nichel galv., passivato iridescente e sigillato	ZnNi//Cn//T2	Tamburo	168	600	720	720
		Telaio	360	720	720	720
Rivestimento in lega zinco-ferro galv., passivato nero e sigillato	ZnFe//Fn//T2	Tamburo	120	192	264	360
		Telaio	168	264	360	480
Rivestimento in lega zinco-nichel galv., passivato nero e sigillato	ZnNi//Fn//T2	Tamburo	168	480	720	720
		Telaio	240	600	720	720
Rivestimento in lega zinco-nichel galv., passivato nero	ZnNi//Fn//T0	Tamburo	48	480	720	720
		Telaio	72	600	720	720

Tab. 12: estratto della normativa DIN 50979

Esempi di denominazione:

Rivestimento in lega zinco-nichel su un componente in acciaio (Fe) con rivestimento locale con spessore minimo di 8 µm (8), passivazione iridescente (Cn), senza sigillatura (T0)

Fe//ZnNi8//Cn//T0

Rivestimento in lega zinco-ferro su un componente in acciaio (Fe) con rivestimento locale con spessore minimo di 5 µm (5), passivazione color nero (Fn), con sigillatura (T2)

Fe//ZnFe5//Fn//T2

5.5 Normative di sistemi anticorrosivi non galvanici

5.5.1 Zincatura lamellare

Le parti da rivestire vengono posizionate in un cestello al interno di una centrifuga immergendole nel fluido di rivestimento. Durante la centrifuga si genera uno strato protettivo pressoché omogeneo. La successiva procedura prevede la cottura dei componenti in un forno a nastro a temperature tra 150-300°C. Per riuscire a ottenere uno strato omogeneo e coprente è necessario che le parti da trattare vengano sottoposte a due cicli di rivestimento. Componenti di grandi dimensioni possono essere rivestite tramite spruzzatura del fluido di rivestimento.

Questo metodo non è adatto per componenti filettati ≤ M6 e per elementi di fissaggio con piccoli innesti interni o

profili sottili. In tal caso sono prevedibili errori dimensionali delle filettature e innesti interni non utilizzabili.

La zincatura lamellare è adatta al rivestimento di componenti ad alta resistenza. Il rischio di una induzione ad idrogeno può essere escluso adattando idonei processi di pulizia.

5.5.2 Denominazione secondo DIN EN ISO 10683 di sistemi anticorrosivi non galvanici

- **fIZn-480h** = rivestimento in zinco lamellare (fIZn), resistenza alla corrosione fino a RR 480 ore p. es. Geomet 500A, Geomet 321A, Dacromet 500A, Dacromet 320A, Delta Tone/Seal
- **fIZnL-480h** = rivestimento in zinco lamellare (fIZn), resistenza alla corrosione fino a RR 480 ore, con lubrificante integrato, p. es. Geomet 500A, Dacromet 500A
- **fIZn-480h-L** = rivestimento in zinco lamellare (fIZn), resistenza alla corrosione fino a RR 480 ore, con applicazione successiva del lubrificante p. es. Geomet 321A+VL, Dacromet 320A+VL
- **fIZnnc-480h** = rivestimento in zinco lamellare (fIZn), resistenza alla corrosione fino a RR 480 ore, senza cromato, p. es. Geomet 321A, Geomet 500A, Delta Protect, Delta Tone/Seal
- **fIZnyc-480h** = rivestimento in zinco lamellare (fIZn), resistenza alla corrosione fino a RR 480 ore, con cromato p. es. Dacromet 500A, Dacromet 320A

5.6 Zincatura a caldo delle viti secondo DIN EN ISO 10684

5.6.1 Procedura e applicazioni

Con zincatura a caldo si intende generalmente l'immersione in zinco fuso di seguito ad un pretrattamenti idoneo. Lo zinco in eccesso viene eliminato in una centrifuga, in modo tale si ottiene lo spessore ideale per un adeguata protezione alla corrosione. Di seguito gli elementi di fissaggio vengono raffreddati in un bagno d'acqua.

La zincatura a caldo è ammessa fino alla classe di resistenza 10.9. La DIN EN ISO 10684 fornisce informazioni sui processi di pretrattamento e di zincatura adatti per ottenere una riduzione del rischio di rotture per materiale prude. Soprattutto per viti appartenenti alla classe di resistenza 10.9 sono importantissime le specifiche tecniche del "Gemeinschaftsausschuss Verzinken e.V." (GAV) [Comitato congiunto degli zincatori - ass. reg.] e del "Deutscher Schraubenverband e.V. (DSV) [Associazione tedesca dei produttori di viti - ass. reg.].

Per le filettature di dimensioni superiori a M24 dovrebbe essere applicato esclusivamente il procedimento di zincatura a temperatura normale.

La filettatura di componenti con filettatura interna (p.es. dadi) viene generata dopo la zincatura.

Resistenze alla corrosione secondo DIN 50021 SS (ISO 9227) in funzione allo spessore di rivestimento

Durata di prova espressa in ore (prova in nebbia salina)	Spessore minimo di rivestimento locale (se prescritti dal committente)	
	Rivestimento con cromato (fIZnyc) µm	Rivestimento senza cromato (fIZnnc) µm
240	4	6
480	5	8
720	8	10
960	9	12

Nel caso in cui il peso del rivestimento per ogni unità di superficie venga prescritto dal committente in g/m², tale valore potrà essere convertito come segue nel rispettivo spessore di rivestimento:

- rivestimento con cromato: 4,5 g/m² corrispondono a uno spessore di 1 µm
- rivestimento senza cromato: 3,8 g/m² corrispondono a uno spessore di 1 µm

Il committente ha la facoltà di prescrivere un rivestimento con cromato (fIZnyc) o senza cromato (fIZnnc); in caso contrario vale il simbolo fIZn.

Tab. 13: estratto della normativa DIN EN ISO 10683

Le filettature di dimensioni inferiori a M12 possono comportare limitazioni della capacità di carico dei filetti accoppiati, poiché il rivestimento in zinco con il suo spessore medio di almeno 50 µm causa una riduzione della sovrapposizione dei filetti.

5.6.2 Tolleranze di filettatura e sistema di denominazione

Accoppiando viti e dadi zincati bisogna essere sicuri che lo strato di rivestimento non influisca sulla funzionalità della filettatura. Esistono due metodi diversi per garantire uno spazio sufficiente per il rivestimento di filettature su viti e dadi. In base al diametro medio del sistema di tolleranza lo spazio per il rivestimento viene progettato nella filettatura della vite oppure nella filettatura del dado. Questi due metodi non devono essere confusi tra loro. Per questo motivo è assolutamente raccomandabile acquisire interi set di elementi di fissaggio con filettature metriche e zincati a caldo. Nel settore edile ciò è addirittura prescritto attraverso rispettive norme. Una combinazione dei metodi 1 e 2 descritti nella tabella 14 comporta una riduzione della capacità di carico del collegamento o problemi durante il montaggio.

	Tolleranza di filettatura dei dadi	Tolleranza di filettatura della vite prima della zincatura
Metodo "1"	6AZ/6AX	6g/6h
Siglatra speciale	"Z" oppure "X"	nessuna
Metodo "2"	6H/6G	6az
Siglatra speciale	nessuna	"U"

Tab. 14: Sistemi di tolleranza per l'accoppiamento di viti e dadi zincati a caldo

Questa marcatura speciale deve essere applicata di seguito alla marcatura della classe di resistenza. Nella descrizione del prodotto la zincatura a caldo viene evidenziata attraverso la sigla "tZn" finale.

Esempio:

Vite a testa esagonale ISO 4014 M12x80 - 8.8U - tZn

5.7 Restrizione per l'uso di sostanze pericolose

5.7.1 RoHS (restrizione per l'uso di sostanze pericolose)

A partire dall'1 luglio 2006 elettrodomestici e apparecchi elettrici non possono contenere piombo, mercurio, cadmio, cromo esavalente, polibromodifenili (PBB) o polibromodifenileteri (PBDE).

Alcune eccezioni:

- piombo come elemento di lega in acciaio:
fino ad una percentuale di peso pari allo 0,35%
- piombo come elemento di lega in alluminio:
fino ad una percentuale di peso pari allo 0,4%
- piombo come elemento di lega in cuproleghe:
fino ad una percentuale di peso pari allo 4,0%

Sono ammissibili percentuali di peso massime dello 0,1% delle suddette sostanze (cadmio con percentuale di peso dello 0,01%) per ogni materiale omogeneo.

Si riferisce a:

- grandi e piccoli apparecchi elettrodomestici
- apparecchiature per l'informatica e per la telecomunicazioni
- apparecchi elettronici per l'intrattenimento
- corpi illuminanti
- attrezzatura elettrica ed elettronica, eccetto grandi attrezzi industriali a installazione fissa
- giocattoli
- apparecchiature per lo sport e il tempo libero
- prodotti medici
- strumenti di monitoraggio e controllo
- distributori automatici

5.7.2 ELV (direttiva sui veicoli fuori uso fino a un peso totale ammissibile di 3,5 t)

A partire dall'1 luglio 2007 i materiali e i componenti di veicoli non possono contenere piombo, mercurio, cadmio e cromo esavalente.

Alcune eccezioni:

- piombo come elemento di lega in acciaio:
fino a una percentuale di peso pari allo 0,35%
- cromo esavalente in rivestimenti anticorrosivi (fino all'1 luglio 2007)
- piombo come elemento di lega in cuproleghe:
fino a una percentuale di peso pari al 4,0%

Sono ammissibili percentuali di peso massime dello 0,1% delle suddette sostanze (cadmio con percentuale di peso dello 0,01%) per ogni materiale omogeneo, premesso che non vengano aggiunte intenzionalmente.

Si riferisce a:

tutti i veicoli con un peso totale ammissibile fino a 3,5 t

5.8 Infragilimento da idrogeno

Il rischio di una frattura fragile indotta dall'idrogeno sussiste per i componenti in acciaio rivestiti galvanicamente, aventi resistenze alla trazione $R_m \geq 1000$ MPa o durezza ≥ 320 HV e soggetti di sollecitazioni a trazione.

Un trattamento di deidrogenazione dei componenti eseguito subito dopo il processo di rivestimento contribuisce a ridurre tale rischio. Tuttavia gli attuali standard tecnologici non sono in grado di garantire completamente l'elimi-

nazione di questo rischio. Se è necessario ridurre il rischio di una frattura fragile indotta dall'idrogeno è preferibile ricorrere all'impiego di sistemi di rivestimento alternativi. In caso di componenti rilevanti ai fini della sicurezza si dovrebbe optare a favore di sistemi anticorrosivi e sistemi di rivestimento basati su procedimenti che consentono di escludere che l'idrogeno venga indotto durante l'applicazione del rivestimento, per esempio attraverso zincatura meccanica o rivestimenti in zinco lamellare.

L'utilizzatore di elementi di fissaggio conosce la funzione e le rispettive esigenze del sistema di fissaggio ed in base a questo deve scegliere un adeguato sistema di rivestimento.

6. DIMENSIONAMENTO DI FISSAGGI CON VITI METRICHE

La direttiva VDI [Associazione degli ingegneri tedeschi] 2230 emessa nel 2003 fornisce indicazioni basilari per il dimensionamento di fissaggi a vite ad alta resistenza nell'ambito dell'ingegneria meccanica.

Un fissaggio a vite viene calcolato in base al carico operativo F_b esercitato dall'esterno sul collegamento. Questo carico operativo e le successive deformazioni elastiche dei componenti generano sul singolo punto di avvvitamento un carico operativo assiale $F_{A'}$, una forza trasversale $F_{Q'}$, un momento flettente M_b ed eventualmente un momento torcente M_T . Durante questo calcolo di dimensionamento delle viti, basato sulle condizioni di carico precedentemente elencate, bisogna tener conto di una possibile perdita della forza di precarico, causata da processi di assestamento e variazioni della temperatura.

Inoltre è necessario tener presente che, secondo il metodo di montaggio scelto ed il coefficienti d'aderenza, il precarico di montaggio F_M può variare entro limiti più o meno ampi.

Per una prima selezione delle idonee dimensioni delle viti è spesso sufficiente un calcolo approssimativo.

A seconda del tipo di applicazione devono essere esaminati ulteriori criteri in conformità a quanto previsto dalla VDI 2230.

6.1 Calcolo approssimativo delle dimensioni o rispettivamente delle classi di resistenza di viti (secondo VDI 2230)

Avvalendosi delle suddette conoscenze si esegue un primo predimensionamento della vite in conformità alla seguente tabella:

1	2	3	4
Forza espressa in N	Diametro nominale in mm		
	Classe di resistenza		
	12.9	10.9	8.8
250			
400			
630			
1.000	M3	M3	M3
1.600	M3	M3	M3
2.500	M3	M3	M4

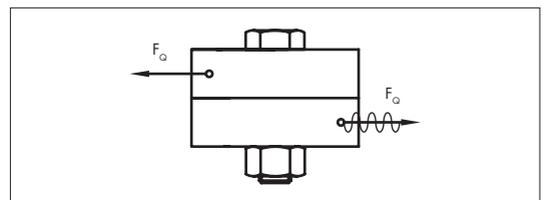
1	2	3	4
Forza espressa in N	Diametro nominale in mm		
	Classe di resistenza		
	12.9	10.9	8.8
4.000	M4	M4	M5
6.300	M4	M5	M6
10.000	M5	M6	M8
16.000	M6	M8	M10
25.000	M8	M10	M12
40.000	M10	M12	M14
63.000	M12	M14	M16
100.000	M16	M18	M20
160.000	M20	M22	M24
250.000	M24	M27	M30
400.000	M30	M33	M36
630.000	M36	M39	

Tab. 1

A Selezionare nella colonna 1 la forza immediatamente superiore al carico al quale verrà sottoposta la vite. In caso di un carico combinato (forze assiali e trasversali), per il quale è valido $F_{Amax} < F_{Qmax} / \mu_{Tmin}$, si dovrà valutare soltanto F_{Qmax} .

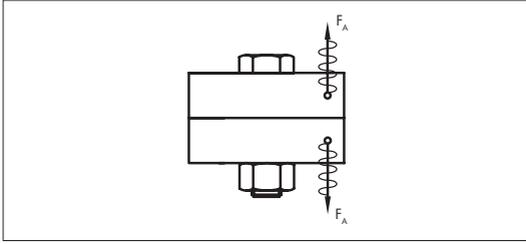
B La forza di precarico minima F_{Mmin} necessaria è rilevabile partendo da questo valore e aumentandolo in ragione del seguente numero di incrementi:

B1 Se la progettazione avviene basandosi su F_{Qmax} : quattro incrementi per forza trasversale statica o dinamica



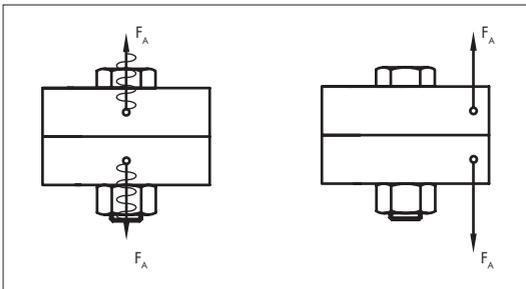
B2 Se la progettazione avviene basandosi su F_{Amax} : due incrementi per forze assiali ad azione dinamica e eccentrica

oppure



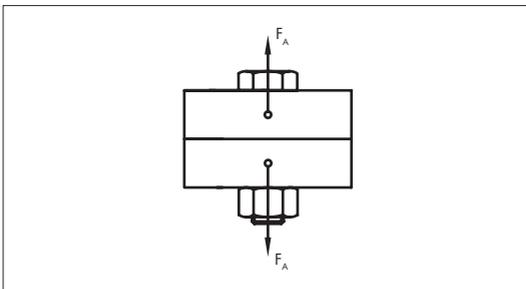
oppure

un incremento per forze assiali ad azione dinamica e centrica oppure statica ed eccentrica



oppure

nessun incremento per una forza assiale ad azione statica e centrica



C La forza massima di precarico F_{Mmax} da sopportare è rilevabile aggiungendo a questa forza F_{Mmin} : due incrementi per un serraggio della vite eseguito mediante un semplice cacciavite e regolato in base alla coppia di riserraggio

oppure

un incremento per un serraggio con chiave dinamometrica o con un avvitatore di precisione e regolato in base

alla misurazione dinamica della coppia o alla misurazione dell'allungamento della vite

oppure

nessun incremento per un serraggio con controllo dell'angolazione nella zona iperelastica o mediante controllo computerizzato del limite di snervamento

D Oltre al numero selezionato, le colonne 2 fino a 4 della tabella indicano la dimensione in mm della vite necessaria per ottenere la classe di resistenza prescelta.

Esempio:

Un collegamento viene sottoposto a sollecitazioni dinamiche ed eccentriche attraverso un carico assiale di 9.000 N (F_A).

La classe di resistenza 10.9 è già stato determinata in precedenza.

Il montaggio avviene tramite una chiave dinamometrica. A 10.000 N è carico immediatamente più grande del carico assiale secondo la colonna 1 per la forza F_A

B altri due passi nella colonna 1 in base al carico assiale ad azione eccentrico e dinamico

Letture: 25.000 N (= F_{Mmin})

C un ulteriore passo nella colonna 1 di seguito al metodo di serraggio con chiave dinamometrica

Letture: 40.000 N (= F_{Mmax})

D Per questo carico si rileva quindi la dimensione della vite M12 (colonna 3 per classe di resistenza 10.9)

6.2 Scelta del metodo di serraggio e del tipo di esecuzione

Fattore di serraggio α_A (considerando l'imprecisione di serraggio)

Tutti i metodi di serraggio possono essere leggermente imprecisi.

Ciò è causato:

- dal grande campo di variazione dell'attrito effettivamente esercitato durante il montaggio (i coefficienti di attrito necessari per il calcolo possono essere valutati soltanto molto approssimativamente)
- dalla variazioni della manipolazione con la chiave dinamometrica (p. es. serraggio rapido o lento)

Il fattore di serraggio α_A deve essere scelto in base alla possibilità di controllare i suddetti influssi.

Il calcolo deve perciò avvenire tenendo conto dei metodi di serraggio e di regolazione nonché, eventualmente, dei coefficienti di attrito secondo la seguente tabella.

Valori indicativi per il fattore di serraggio α_A

Fattore di serraggio α_A	Variabilità	Metodo di serraggio	Metodo di regolazione	Nota	
1,05 fino a 1,2	±2% fino a ±10%	Serraggio a ultrasuoni controllato attraverso l'allungamento	Tempo di trasmissione del suono	<ul style="list-style-type: none"> • Sono necessari valori di calibratura • Con $l_k/d < 2$ si deve prevedere un incremento progressivo dell'errore. • Errore minore in caso di accoppiamento meccanico diretto; errore maggiore in caso di accoppiamento indiretto 	
1,1 fino a 1,5	±5% fino a ±20%	Misurazione meccanica della lunghezza	Regolazione tramite misurazione dell'allungamento	<ul style="list-style-type: none"> • È necessario il calcolo esatto della cedevolezza elastica assiale della vite. La variabilità dipende soprattutto dalla precisione del metodo di misurazione. • Con $l_k/d < 2$ si deve prevedere un incremento progressivo dell'errore. 	
1,2 fino a 1,4	±9% fino a ±17%	Serraggio motorizzato o manuale controllato in base al limite di snervamento	Preimpostazione del relativo coefficiente di coppia - angolo di rotazione	La variabilità della forza di precarico è determinata principalmente dalla variabilità del limite di snervamento del lotto di viti impiegato per il montaggio. In questo caso le viti vengono dimensionate in base a F_{Mmin} . Tali metodi di serraggio escludono pertanto la possibilità di una configurazione delle viti per F_{Mmax} con il fattore di serraggio α_A .	
1,2 fino a 1,4	±9% fino a ±17%	Serraggio motorizzato o manuale controllato in base all'angolo di rotazione	Determinazione sperimentale della coppia di preserraggio e dell'angolo di rotazione (livelli)		
1,2 fino a 1,6	±9% fino a ±23%	Serraggio idraulico	Regolazione in base alla misurazione della lunghezza o della pressione	<ul style="list-style-type: none"> • Valori più bassi per viti lunghe ($l_k/d \geq 5$) • Valori più elevati per viti corte ($l_k/d \leq 2$) 	
1,4 fino a 1,6	±17% fino a ±23%	Serraggio controllato in base alla coppia ed eseguito mediante chiave dinamometrica, chiave con emissione di segnale o avvitatore con misurazione dinamica della coppia	Determinazione empirica delle coppie nominali di serraggio sull'elemento di raccordo filettato originale, p. es. attraverso misurazione dell'allungamento della vite	Valori più bassi: richiedono un elevato numero (p. es. 20) di prove di regolazione e controllo. È necessaria una ridotta variabilità della coppia trasmessa (p. es. ±5%).	Valori più bassi per: piccoli angoli di rotazione, ovvero collegamenti relativamente rigidi durezza relativamente bassa del controspunto
1,6 fino a 2,0 (coefficiente di attrito - categoria B)	±23% fino a ±33%	Serraggio controllato in base alla coppia ed eseguito mediante chiave dinamometrica, chiave con emissione di segnale o avvitatore con misurazione dinamica della coppia	Determinazione della coppia nominale di serraggio mediante stima del coefficiente d'attrito (condizioni delle superfici e della lubrificazione)	Valori più bassi per: chiave dinamometrica con scala di lettura e serraggio uniforme e per avvitatore di precisione Valori più elevati per: chiavi dinamometriche con dispositivo di segnalazione o con meccanismo di sgancio.	tendenti alla "corrosione", p. es. fosfatati o con sufficiente lubrificazione Valori più alti per: grandi angoli di rotazione, ovvero collegamenti relativamente cedevoli nonché filettature a passo fine elevata durezza del controspunto in combinazione con una superficie ruvida.
1,7 fino a 2,5 (coefficiente di attrito - categoria A)	±26% fino a ±43%				
2,5 fino a 4	±43% fino a ±60%	Serraggio con avvitatore a percussione o a impulsi	Regolazione dell'avvitatore in base alla coppia di riserraggio pari alla coppia di serraggio nominale (per il coefficiente di attrito stimato) più un supplemento.	Valori più bassi per: <ul style="list-style-type: none"> • un elevato numero di prove di regolazione (coppia di riserraggio) • sull'asse orizzontale della curva caratteristica dell'avvitatore • trasmissione dell'impulso priva di gioco 	

Tab. 2

A seconda delle condizioni e della lubrificazione delle superfici è necessario scegliere un differente coefficiente di attrito " μ ". Data la grande variabilità delle condizioni superficiali e degli stati di lubrificazione, la scelta del coefficiente di attrito adeguato risulta spesso difficile. Se

non si conosce l'esatto coefficiente di attrito è opportuno considerare il più basso coefficiente di attrito presumibile, in modo da evitare un sovraccarico della vite.

6.3 Correlazione tra classi di coefficienti di attrito e valori indicativi per differenti materiali/ superfici e condizioni di lubrificazione di fissaggi a vite (secondo VDI 2230)

Classe di coefficiente d'attrito	Ambito per μ_e e μ_k	Selezione di esempi tipici per	
		Materiale/superficie	Lubrificanti
A	0,04 fino a 0,10	metallo nudo bonificato-brunito fosfatato rivestimenti galv., p. es. Zn, Zn/Fe, Zn/Ni rivestimenti in zinco lamellare	lubrificanti solidi, p. es. MoS ₂ , grafite, PTFE, PA, PE, PI in vernici lubrificanti, come top-coats oppure in paste; cera fusa; dispersioni di cera
B	0,08 fino a 0,16	metallo nudo bonificato-brunito fosfatato rivestimenti galv., p. es. Zn, Zn/Fe, Zn/Ni rivestimenti in zinco lamellare leghe di Al e Mg	Lubrificanti solidi, p. es. MoS ₂ , grafite, PTFE, PA, PE, PI in vernici lubrificanti, come top-coats oppure in paste; cera fusa; dispersioni di cera grassi, oli, stato di consegna
		zincatura a caldo	MoS ₂ ; grafite; dispersioni di cera
		rivestimento organico	con lubrificante solido integrato oppure dispersioni di cera
		acciaio austenitico	lubrificanti solidi, cere, paste
C	0,14 fino a 0,24	acciaio austenitico	dispersioni di cera, paste
		metallo nudo, fosfatato	stato di consegna (lievemente oliato)
		rivestimenti galv., p. es. Zn, Zn/Fe, Zn/Ni rivestimenti in zinco lamellare sostanza adesiva	senza
D	0,20 fino a 0,35	acciaio austenitico	olio
		rivestimenti galv., p. es. Zn, Zn/Fe zincatura a caldo	senza
		rivestimenti galv., p. es. Zn/Fe, Zn/Ni acciaio austenitico leghe di Al e Mg	senza
E	$\geq 0,30$	rivestimenti galv., p. es. Zn/Fe, Zn/Ni acciaio austenitico leghe di Al e Mg	senza

Tab. 3

Si dovrebbe tentare di ottenere un coefficiente di attrito di classe B al fine di poter applicare una forza di precarico possibilmente elevata e ridurre contemporaneamente il margine di variabilità. (I valori indicati nella tabella sono validi per temperatura ambiente)

6.4 Precarichi di montaggio F_M Tab e coppie di serraggio M_A con sfruttamento del 90% del carico di snervamento delle viti R_{el} o del carico di snervamento allo 0,2% $R_{p0,2}$ per **viti senza testa con gambo parzialmente filettato** e con **filettatura metrica a passo grosso** secondo DIN ISO 262; dimensioni delle teste di viti a testa esagonale secondo DIN EN ISO 4014 fino a 4018, viti con testa esalobata secondo DIN 34800 o viti con testa cilindrica secondo DIN EN ISO 4762 e foro "medio" secondo DIN EN 20 273 (secondo VDI 2230)

Filettatura a passo grosso

Dim.	Classe di resist.	Precarichi di montaggio $F_{M,Tab}$ in kN per $\mu_G =$								Coppie di serraggio M_A in Nm per $\mu_K = \mu_G =$							
		0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,24	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,24		
M4	8.8	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	3,9	3,7	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,1	4,5		
	10.9	6,8	6,7	6,5	6,3	6,1	5,7	5,4	3,3	3,9	4,6	4,8	5,3	6,0	6,6		
	12.9	8,0	7,8	7,6	7,4	7,1	6,7	6,3	3,9	4,5	5,1	5,6	6,2	7,0	7,8		
M5	8.8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,4	6,0	4,4	5,2	5,9	6,5	7,1	8,1	9,0		
	10.9	11,1	10,8	10,6	10,3	10,0	9,4	8,8	6,5	7,6	8,6	9,5	10,4	11,9	13,2		
	12.9	13,0	12,7	12,4	12,0	11,7	11,0	10,3	7,6	8,9	10,0	11,2	12,2	14,0	15,5		
M6	8.8	10,7	10,4	10,2	9,9	9,6	9,0	8,4	7,7	9,0	10,1	11,3	12,3	14,1	15,6		
	10.9	15,7	15,3	14,9	14,5	14,1	13,2	12,4	11,3	13,2	14,9	16,5	18,0	20,7	22,9		
	12.9	18,4	17,9	17,5	17,0	16,5	15,5	14,5	13,2	15,4	17,4	19,3	21,1	24,2	26,8		
M7	8.8	15,5	15,1	14,8	14,4	14,0	13,1	12,3	12,6	14,8	16,8	18,7	20,5	23,6	26,2		
	10.9	22,7	22,5	21,7	21,1	20,5	19,3	18,1	18,5	21,7	24,7	27,5	30,1	34,7	38,5		
	12.9	26,6	26,0	25,4	24,7	24,0	22,6	21,2	21,6	25,4	28,9	32,2	35,2	40,6	45,1		
M8	8.8	19,5	19,1	18,6	18,1	17,6	16,5	15,5	18,5	21,6	24,6	27,3	29,8	34,3	38,0		
	10.9	28,7	28,0	27,3	26,6	25,8	24,3	22,7	27,2	31,8	36,1	40,1	43,8	50,3	55,8		
	12.9	33,6	32,8	32,0	31,1	30,2	28,4	26,6	31,8	37,2	42,2	46,9	51,2	58,9	65,3		
M10	8.8	31,0	30,3	29,6	28,8	27,9	26,3	24,7	36	43	48	54	59	68	75		
	10.9	45,6	44,5	43,4	42,2	41,0	38,6	36,2	53	63	71	79	87	100	110		
	12.9	53,3	52,1	50,8	49,4	48,0	45,2	42,4	62	73	83	93	101	116	129		
M12	8.8	45,2	44,1	43,0	41,9	40,7	38,3	35,9	63	73	84	93	102	117	130		
	10.9	66,3	64,8	63,2	61,5	59,8	56,3	52,8	92	108	123	137	149	172	191		
	12.9	77,6	75,9	74,0	72,0	70,0	65,8	61,8	108	126	144	160	175	201	223		
M14	8.8	62,0	60,6	59,1	57,5	55,9	52,6	49,3	100	117	133	148	162	187	207		
	10.9	91,0	88,9	86,7	84,4	82,1	77,2	72,5	146	172	195	218	238	274	304		
	12.9	106,5	104,1	101,5	98,8	96,0	90,4	84,8	171	201	229	255	279	321	356		
M16	8.8	84,7	82,9	80,9	78,8	76,6	72,2	67,8	153	180	206	230	252	291	325		
	10.9	124,4	121,7	118,8	115,7	112,6	106,1	99,6	224	264	302	338	370	428	477		
	12.9	145,5	142,4	139,0	135,4	131,7	124,1	116,6	262	309	354	395	433	501	558		
M18	8.8	107	104	102	99	96	91	85	220	259	295	329	360	415	462		
	10.9	152	149	145	141	137	129	121	314	369	421	469	513	592	657		
	12.9	178	174	170	165	160	151	142	367	432	492	549	601	692	769		
M20	8.8	136	134	130	127	123	116	109	308	363	415	464	509	588	655		
	10.9	194	190	186	181	176	166	156	438	517	592	661	725	838	933		
	12.9	227	223	217	212	206	194	182	513	605	692	773	848	980	1.092		
M22	8.8	170	166	162	158	154	145	137	417	495	567	634	697	808	901		
	10.9	242	237	231	225	219	207	194	595	704	807	904	993	1.151	1.284		
	12.9	283	277	271	264	257	242	228	696	824	945	1.057	1.162	1.347	1.502		
M24	8.8	196	192	188	183	178	168	157	529	625	714	798	875	1.011	1.126		
	10.9	280	274	267	260	253	239	224	754	890	1.017	1.136	1.246	1.440	1.604		
	12.9	327	320	313	305	296	279	262	882	1.041	1.190	1.329	1.458	1.685	1.877		
M27	8.8	257	252	246	240	234	220	207	772	915	1.050	1.176	1.292	1.498	1.672		
	10.9	367	359	351	342	333	314	295	1.100	1.304	1.496	1.674	1.840	2.134	2.381		
	12.9	429	420	410	400	389	367	345	1.287	1.526	1.750	1.959	2.153	2.497	2.787		
M30	8.8	313	307	300	292	284	268	252	1.053	1.246	1.428	1.597	1.754	2.931	2.265		
	10.9	446	437	427	416	405	382	359	1.500	1.775	2.033	2.274	2.498	2.893	3.226		
	12.9	522	511	499	487	474	447	420	1.755	2.077	2.380	2.662	2.923	3.386	3.775		
M33	8.8	389	381	373	363	354	334	314	1.415	1.679	1.928	2.161	2.377	2.759	3.081		
	10.9	554	543	531	517	504	475	447	2.015	2.322	2.747	3.078	3.385	3.930	4.388		
	12.9	649	635	621	605	589	556	523	2.358	2.799	3.214	3.601	3.961	4.598	5.135		
M36	8.8	458	448	438	427	415	392	368	1.825	2.164	2.482	2.778	3.054	3.541	3.951		
	10.9	652	638	623	608	591	558	524	2.600	3.082	3.535	3.957	4.349	5.043	5.627		
	12.9	763	747	729	711	692	653	614	3.042	3.607	4.136	4.631	5.089	5.902	6.585		
M39	8.8	548	537	525	512	498	470	443	2.348	2.791	3.208	3.597	3.958	4.598	5.137		
	10.9	781	765	748	729	710	670	630	3.345	3.975	4.569	5.123	5.637	6.549	7.317		
	12.9	914	895	875	853	831	784	738	3.914	4.652	5.346	5.994	6.596	7.664	8.562		

Tab. 5

Precarichi di montaggio $F_{M\text{Tab}}$ e coppie di serraggio M_A con sfruttamento del 90% del carico di snervamento delle viti R_{e1} o del carico di snervamento allo 0,2% $R_{p0,2}$ per viti senza testa con gambo parzialmente filettato e con filettatura metrica a passo fine secondo DIN ISO 262; dimensioni delle teste di viti a testa esagonale secondo DIN EN ISO 4014 fino a 4018, viti con testa esalobata secondo DIN 34800 o viti con testa cilindrica secondo DIN EN ISO 4762 e foro "medio" secondo DIN EN 20273 (secondo VDI 2230)

Filettatura a passo fine

Dim.	Classe di resist.	Precarichi di montaggio $F_{M\text{Tab}}$ in kN per $\mu_G =$								Coppie di serraggio M_A in Nm per $\mu_K = \mu_G =$							
		0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,24	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,24		
M8 x 1	8.8	21,2	20,7	20,2	19,7	19,2	18,1	17,0	19,3	22,8	26,1	29,2	32,0	37,0	41,2		
	10.9	31,1	30,4	29,7	28,9	28,1	26,5	24,9	28,4	33,5	38,3	42,8	47,0	54,3	60,5		
	12.9	36,4	35,6	34,7	33,9	32,9	31,0	29,1	33,2	39,2	44,9	50,1	55,0	63,6	70,8		
M9 x 1	8.8	27,7	27,2	26,5	25,9	25,2	23,7	22,3	28,0	33,2	38,1	42,6	46,9	54,4	60,7		
	10.9	40,7	39,9	39,0	38,0	37,0	34,9	32,8	41,1	48,8	55,9	62,6	68,8	79,8	89,1		
	12.9	47,7	46,7	45,6	44,4	43,3	40,8	38,4	48,1	57,0	65,4	73,3	80,6	93,4	104,3		
M10 x 1	8.8	35,2	34,5	33,7	32,9	32,0	30,2	28,4	39	46	53	60	66	76	85		
	10.9	51,7	50,6	49,5	48,3	47,0	44,4	41,7	57	68	78	88	97	112	125		
	12.9	60,4	59,2	57,9	56,5	55,0	51,9	48,8	67	80	91	103	113	131	147		
M10 x 1,25	8.8	33,1	32,4	31,6	30,8	29,9	28,2	26,5	38	44	51	57	62	72	80		
	10.9	48,6	47,5	46,4	45,2	44,0	41,4	38,9	55	65	75	83	92	106	118		
	12.9	56,8	55,6	54,3	52,9	51,4	48,5	45,5	65	76	87	98	107	124	138		
M12 x 1,25	8.8	50,1	49,1	48,0	46,8	45,6	43,0	40,4	66	79	90	101	111	129	145		
	10.9	73,6	72,1	70,5	68,7	66,9	63,2	59,4	97	116	133	149	164	190	212		
	12.9	86,2	84,4	82,5	80,4	78,3	73,9	69,5	114	135	155	174	192	222	249		
M12 x 1,5	8.8	47,6	46,6	45,5	44,3	43,1	40,6	38,2	64	76	87	97	107	123	137		
	10.9	70,0	68,5	66,8	65,1	63,3	59,7	56,0	95	112	128	143	157	181	202		
	12.9	81,9	80,1	78,2	76,2	74,1	69,8	65,6	111	131	150	167	183	212	236		
M14 x 1,5	8.8	67,8	66,4	64,8	63,2	61,5	58,1	45,6	104	124	142	159	175	203	227		
	10.9	99,5	97,5	95,2	92,9	90,4	85,3	80,2	153	182	209	234	257	299	333		
	12.9	116,5	114,1	111,4	108,7	105,8	99,8	93,9	179	213	244	274	301	349	390		
M16 x 1,5	8.8	91,4	89,6	87,6	85,5	83,2	78,6	74,0	159	189	218	244	269	314	351		
	10.9	134,2	131,6	128,7	125,5	122,3	115,5	108,7	233	278	320	359	396	461	515		
	12.9	157,1	154,0	150,6	146,9	143,1	135,1	127,2	273	325	374	420	463	539	603		
M18 x 1,5	8.8	122	120	117	115	112	105	99	237	283	327	368	406	473	530		
	10.9	174	171	167	163	159	150	141	337	403	465	523	578	674	755		
	12.9	204	200	196	191	186	176	166	394	472	544	613	676	789	884		
M18 x 2	8.8	114	112	109	107	104	98	92	229	271	311	348	383	444	495		
	10.9	163	160	156	152	148	139	131	326	386	443	496	545	632	706		
	12.9	191	187	182	178	173	163	153	381	452	519	581	638	740	826		
M20 x 1,5	8.8	154	151	148	144	141	133	125	327	392	454	511	565	660	741		
	10.9	219	215	211	206	200	190	179	466	558	646	728	804	940	1.055		
	12.9	257	252	246	241	234	222	209	545	653	756	852	941	1.100	1.234		
M22 x 1,5	8.8	189	186	182	178	173	164	154	440	529	613	692	765	896	1.006		
	10.9	269	264	259	253	247	233	220	627	754	873	985	1.090	1.276	1.433		
	12.9	315	309	303	296	289	273	257	734	882	1.022	1.153	1.275	1.493	1.677		
M24 x 1,5	8.8	228	224	219	214	209	198	187	570	686	796	899	995	1.166	1.311		
	10.9	325	319	312	305	298	282	266	811	977	1.133	1.280	1.417	1.661	1.867		
	12.9	380	373	366	357	347	330	311	949	1.143	1.326	1.498	1.658	1.943	2.185		
M24 x 2	8.8	217	213	209	204	198	187	177	557	666	769	865	955	1.114	1.248		
	10.9	310	304	297	290	282	267	251	793	949	1.095	1.232	1.360	1.586	1.777		
	12.9	362	355	348	339	331	312	294	928	1.110	1.282	1.442	1.591	1.856	2.080		
M27 x 1,5	8.8	293	288	282	276	269	255	240	822	992	1.153	1.304	1.445	1.697	1.910		
	10.9	418	410	402	393	383	363	342	1.171	1.413	1.643	1.858	2.059	2.417	2.720		
	12.9	489	480	470	460	448	425	401	1.370	1.654	1.922	2.174	2.409	2.828	3.183		

Dim.	Classe di resist.	Precarichi di montaggio $F_{M\text{Tab}}$ in kN per $\mu_G =$							Coppie di serraggio M_A in Nm per $\mu_K = \mu_G =$						
		0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,24	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,24
M27 x 2	8.8	281	276	270	264	257	243	229	806	967	1.119	1.262	1.394	1.630	1.829
	10.9	400	393	384	375	366	346	326	1.149	1.378	1.594	1.797	1.986	2.322	2.605
	12.9	468	460	450	439	428	405	382	1.344	1.612	1.866	2.103	2.324	2.717	3.049
M30 x 2	8.8	353	347	339	331	323	306	288	1.116	1.343	1.556	1.756	1.943	2.276	2.557
	10.9	503	494	483	472	460	436	411	1.590	1.912	2.216	2.502	2.767	3.241	3.641
	12.9	588	578	565	552	539	510	481	1.861	2.238	2.594	2.927	3.238	3.793	4.261
M33 x 2	8.8	433	425	416	407	397	376	354	1.489	1.794	2.082	2.352	2.605	3.054	3.435
	10.9	617	606	593	580	565	535	505	2.120	2.555	2.965	3.350	3.710	4.350	4.892
	12.9	722	709	694	678	662	626	591	2.481	2.989	3.470	3.921	4.341	5.090	5.725
M36 x 2	8.8	521	512	502	490	478	453	427	1.943	2.345	2.725	3.082	3.415	4.010	4.513
	10.9	742	729	714	698	681	645	609	2.767	3.340	3.882	4.390	4.864	5.711	6.428
	12.9	869	853	836	817	797	755	712	3.238	3.908	4.542	5.137	5.692	6.683	7.522
M39 x 2	8.8	618	607	595	581	567	537	507	2.483	3.002	3.493	3.953	4.383	5.151	5.801
	10.9	880	864	847	828	808	765	722	3.537	4.276	4.974	5.631	6.243	7.336	8.263
	12.9	1.030	1.011	991	969	945	896	845	4.139	5.003	5.821	6.589	7.306	8.585	9.669

Tab. 6

6.5 Coppie di serraggio e forza di precarico di

- viti di arresto con dadi
- viti flangiate con dadi

Con sfruttamento del 90% del carico di snervamento

delle viti Rel o del carico di snervamento allo 0,2% $R_{p0,2}$

(secondo indicazioni del produttore)

	Contro- materiale	Forze di precarico F_{vmax} (N)							Coppia di serraggio M_A (Nm)						
		M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Viti dentellate con classe di resistenza 100 e dadi con classe di resistenza 10	Acciaio $R_m < 800$ MPa	9.000	12.600	23.200	37.000	54.000	74.000	102.000	11	19	42	85	130	230	330
	Acciaio $R_m = 800 -$ 1.100 MPa	9.000	12.600	23.200	37.000	54.000	74.000	102.000	10	18	37	80	120	215	310
	Ghisa grigia	9.000	12.600	23.200	37.000	54.000	74.000	102.000	9	16	35	75	115	200	300

Valori indicativi

6.6 Coppia di serraggio per viti austenitiche – Valori indicativi secondo DIN EN ISO 3506

La coppia di serraggio necessaria per uno specifico avvvitamento in funzione del diametro nominale, del coefficiente di attrito e della classe di resistenza (FK) è rilevabile dalla seguente tabella.

Coefficiente di attrito μ_{tot} 0,10

	Forze di precarico F_{Vmax} [KN]			Coppia di serraggio M_A [Nm]		
	FK 50	FK 70	FK 80	FK 50	FK 70	FK 80
M3	0,90	1,00	1,20	0,85	1,00	1,30
M4	1,08	2,97	3,96	0,80	1,70	2,30
M5	2,26	4,85	6,47	1,60	3,40	4,60
M6	3,2	6,85	9,13	2,80	5,90	8,00
M8	5,86	12,6	16,7	6,80	14,5	19,3
M10	9,32	20,0	26,6	13,7	30,0	39,4
M12	13,6	29,1	38,8	23,6	50,0	67,0
M14	18,7	40,0	53,3	37,1	79,0	106,0
M16	25,7	55,0	73,3	56,0	121,0	161,0
M18	32,2	69,0	92,0	81,0	174,0	232,0
M20	41,3	88,6	118,1	114,0	224,0	325,0
M22	50,0	107,0	143,0	148,0	318,0	424,0
M24	58,0	142,0	165,0	187,0	400,0	534,0
M27	75,0			275,0		
M30	91,0			374,0		
M33	114,0			506,0		
M36	135,0			651,0		
M39	162,0			842,0		

Coefficiente di attrito μ_{tot} 0,20

	Forze di precarico F_{Vmax} [KN]			Coppia di serraggio M_A [Nm]		
	FK 50	FK 70	FK 80	FK 50	FK 70	FK 80
M3	0,60	0,65	0,95	1,00	1,10	1,60
M4	1,12	2,40	3,20	1,30	2,60	3,50
M5	1,83	3,93	5,24	2,40	5,10	6,90
M6	2,59	5,54	7,39	4,10	8,80	11,8
M8	4,75	10,2	13,6	10,1	21,4	28,7
M10	7,58	16,2	21,7	20,3	44,0	58,0
M12	11,1	23,7	31,6	34,8	74,0	100,0
M14	15,2	32,6	43,4	56,0	119,0	159,0
M16	20,9	44,9	59,8	86,0	183,0	245,0
M18	26,2	56,2	74,9	122,0	260,0	346,0
M20	33,8	72,4	96,5	173,0	370,0	494,0
M22	41,0	88,0	118,0	227,0	488,0	650,0
M24	47,0	101,0	135,0	284,0	608,0	810,0
M27	61,0			421,0		
M30	75,0			571,0		
M33	94,0			779,0		
M36	110,0			998,0		
M39	133,0			1.300		

Coefficiente di attrito μ_{tot} 0,30

	Forze di precarico F_{Vmax} [KN]			Coppia di serraggio M_A [Nm]		
	FK 50	FK 70	FK 80	FK 50	FK 70	FK 80
M3	0,40	0,45	0,70	1,25	1,35	1,85
M4	0,90	1,94	2,59	1,50	3,00	4,10
M5	1,49	3,19	4,25	2,80	6,10	8,00
M6	2,09	4,49	5,98	4,80	10,4	13,9
M8	3,85	8,85	11,0	11,9	25,5	33,9
M10	6,14	13,1	17,5	24,0	51,0	69,0
M12	9,00	19,2	25,6	41,0	88,0	117,0
M14	12,3	26,4	35,2	66,0	141,0	188,0
M16	17,0	36,4	48,6	102,0	218,0	291,0
M18	21,1	45,5	60,7	144,0	308,0	411,0
M20	27,4	58,7	78,3	205,0	439,0	586,0
M22	34,0	72,0	96,0	272,0	582,0	776,0
M24	39,0	83,0	110,0	338,0	724,0	966,0
M27	50,0			503,0		
M30	61,0			680,0		
M33	76,0			929,0		
M36	89,0			1.189		
M39	108,0			1.553		

Tab. 8

6.7 Esempio per l'utilizzo delle tabelle con forze di precarico e coppie di serraggio

Procedimento:

A) Definizione del coefficiente di attrito totale

$\mu_{tot.}$:

A seconda delle condizioni della superficie e della lubrificazione delle viti o dei dadi è necessario considerare differenti coefficienti di attrito " μ ". vedi tabella 3, capitolo 6.

Esempio:

Selezione per vite e dado con superficie sottoposta a zincatura galvanica trasparente passivata, senza lubrificante:

$\mu_{tot} = 0,14$

(Nota: per il dimensionamento della vite è opportuno considerare il più basso coefficiente di attrito presumibile, in modo da evitare un sovraccarico della vite)

B) Coppia di serraggio M_A max.

La coppia di serraggio massima è pari a uno sfruttamento del 90% del carico di snervamento allo 0,2% ($R_{p0,2}$) o del carico di snervamento (R_{el}).

Esempio:

Vite a testa esagonale DIN 933, M12 x 50, classe di resistenza 8.8, zincata, passivata blu: cercare nella colonna per $\mu_G = 0,14$ della tabella 5, capitolo 6, la riga per M12 con la classe di resistenza 8.8 Rilevare il valore desiderato dal area "Coppia di serraggio M_A [Nm]".

$M_{Amax} = 93 \text{ Nm}$

C) Fattore di serraggio α_A (Considerando l'imprecisione di serraggio)

Tutti i metodi di serraggio possono essere leggermente imprecisi.

Ciò è causato:

- dal grande campo di variazione dell'attrito effettivamente esercitato durante il montaggio (se i coefficienti di attrito necessari per il calcolo possono essere valutati soltanto molto approssimativamente)

- dalla variazioni della manipolazione con la chiave dinamometrica (p. es. serraggio rapido o lento)
- dalla variabilità di precisione della stessa chiave dinamometrica.

Il fattore di serraggio α_A deve essere scelto in funzione alla possibilità di controllare i suddetti influssi.

Esempio:

Per un serraggio eseguito con una chiave dinamometrica comunemente reperibile in commercio e dotata di indicatore elettronico è necessario considerare un fattore di serraggio $\alpha_A = 1,4-1,6$.

Selezione:

$\alpha_A = 1,4$ (vedere tabella 2, capitolo 6 "Valori indicativi per il fattore di serraggio ...")

D) Forza di precarico F_{Vmin}

Esempio:

Rilevare il valore della massima forza di precarico in base alla tabella 5, capitolo 6, riportata nel riquadro "Precarichi di montaggio" corrispondente alla colonna $\mu_G = 0,14$, alla riga M12 e alla classe di resistenza 8.8

$F_{Vmax} = 41,9 \text{ KN}$

La forza di precarico minima F_{Vmin} viene calcolata dividendo F_{Vmax} per il fattore di serraggio α_A .

$$\text{Forza di precarico } F_{Vmin} = \frac{41,9 \text{ KN}}{1,4}$$

$F_{Vmin} = 29,92 \text{ KN}$

E) Verifica del risultato

È opportuno verificare quanto segue!

- La forza di bloccaggio residua è sufficiente?
- La presumibile forza di precarico minima F_{Vmin} è sufficiente per le forze massime effettivamente presenti?

6.8 Corrosione d'accoppiamento /collegamento di materiali differenti

La corrosione d'accoppiamento può essere evitata rispettando la seguente regola:

La resistenza alla corrosione degli elementi di fissaggio non deve essere inferiore alla resistenza corrosiva delle parti da collegare. Se non è possibile usare elementi di fissaggio equivalenti è necessario che la loro qualità sia superiore a quella delle parti da collegare.

Corrosione d'accoppiamento - materiali diversi degli elementi di fissaggio e dei componenti da collegare

Materiale/superficie dell'elemento di collegamento \ Materiale/superficie dei componenti *	Acciaio inox A2/A4	Alluminio	Rame	Ottone	Acciaio zinc., pass. nero	Acciaio zinc., crom. giallo	Acciaio zinc., pass. blu	Acciaio, nudo
Acciaio inossidabile A2/A4	+++	+++	++	++	++	++	++	++
Alluminio	++	+++	++	++	+	+	+	+
Rame	+	+	+++	++	+	+	+	+
Ottone	+	+	++	+++	+	+	+	+
Acciaio, zinc., passivato nero	-	-	-	-	+++	++	++	+
Acciaio, zinc., cromatura gialla	--	--	--	--	+	+++	++	+
Acciaio, zinc., passivazione blu	--	--	--	--	+	+	+++	+
Acciaio, nudo	---	---	---	---	--	--	--	+++

+++ Accoppiamento particolarmente raccomandabile
 ++ Accoppiamento raccomandabile
 + Accoppiamento moderatamente raccomandabile
 - Accoppiamento poco raccomandabile
 -- Accoppiamento non raccomandabile
 --- Accoppiamento assolutamente non raccomandabile

* Questa valutazione vale per un rapporto tra le superfici (rapporto-componente tra elemento di collegamento e parte da accoppiare) compreso tra 1:10 e 1:40

Tab. 9

6.9 Forze a taglio statiche per collegamenti con spine elastiche

Spine elastiche (bussole di serraggio), versione robusta secondo ISO 8752 (DIN 1481)

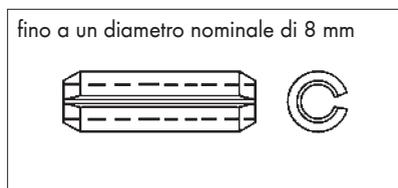


Fig. AU

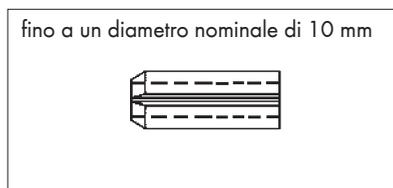


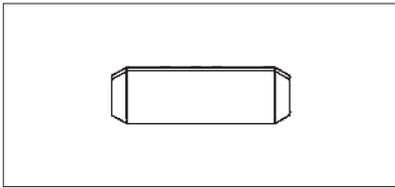
Fig. AV

Materiale:
acciaio per molle bonificato
a 420 fino a 560 HV

Diametro nominale [mm]	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	8	10	12	13	14	16	18	20	
Forza a taglio min. [kN]	a un intaglio	0,35	0,79	1,41	2,19	3,16	4,53	5,62	7,68	8,77	13	21,3	35	52	57,5	72,3	85,5	111,2	140,3
	a doppio intaglio	0,7	1,58	2,82	4,38	6,32	9,06	11,2	15,4	17,5	26	42,7	70,1	104,1	115,1	144,1	171	222,5	280,6

Tab. 10

Spine elastiche a spirale, versione a norma secondo ISO 8750 (DIN 7343)



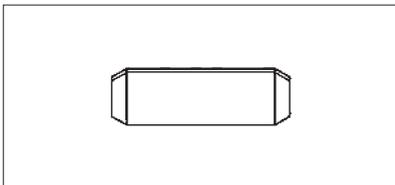
Materiale:
acciaio per molle bonificato
a 420 fino a 520 HV

Fig. AW

Diametro nominale [mm]	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	12	14	16	
Forza a taglio min. [kN]	a un intaglio	0,21	0,3	0,45	0,73	1,29	1,94	2,76	3,77	4,93	7,64	11,05	19,6	31,12	44,85	61,62	76,02
	a doppio intaglio	0,40	0,6	0,90	1,46	2,58	3,88	5,52	7,54	9,86	15,28	22,1	39,2	62,24	89,7	123,2	152

Tab. 11

Spine elastiche a spirale, versione robusta secondo ISO 8748 (DIN 7344)



Materiale:
acciaio per molle bonificato
a 420 fino a 520 HV

Fig. AX

Diametro nominale [mm]	1,5	2	2,5	3	4	5	6	
Forza a taglio min. [kN]	a un intaglio	0,91	1,57	2,37	3,43	6,14	9,46	13,5
	a doppio intaglio	1,82	3,14	4,74	6,86	12,2	18,9	27

Tab. 12

Spine elastiche (bussole di serraggio), versione leggera secondo ISO 13337 (DIN 7346)

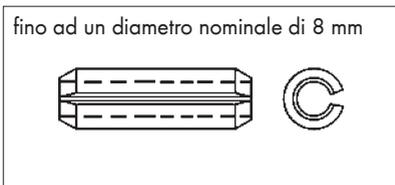


Fig. AY

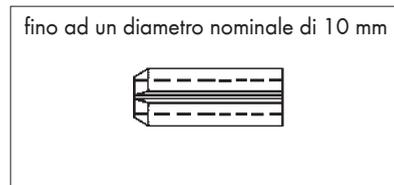


Fig. AZ

Materiale:
acciaio per molle bonificato
a 420 fino a 560 HV

Diametro nominale [mm]	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	10	11	12	13	14	16	18	20	
Forza a taglio min. [kN]	a un intaglio	0,75	1,2	1,75	2,3	4	4,4	5,2	9	10,5	12	20	22	24	33	42	49	63	79
	a doppio intaglio	1,5	2,4	3,5	4,6	8	8,8	10,4	18	21	24	40	44	48	66	84	98	126	158

Tab. 13

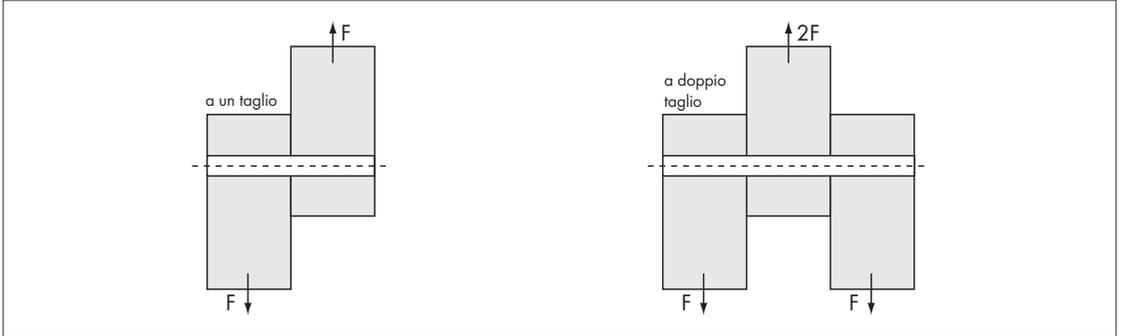


Fig. BA

6.10 Consigli di costruzione

Intagli per viti

Il progresso tecnico e rispettive considerazioni economiche hanno determinato la sostituzione pressoché completa delle viti a taglio semplici con i nuovi tipi di intagli.

Intaglio AW

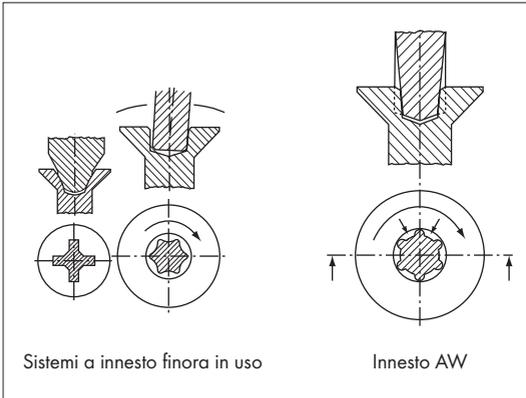


Fig. AR

Sistema ad intaglio AW

Vantaggi rispetto ai tradizionali sistemi a intagli finora in uso:

- Migliore trasmissione della forza grazie al multidento conico.
- Maggiore durata grazie alla elevata precisione dimensionale.
- Ottimale centraggio grazie al profilo conico del bit.

- Massima superficie di appoggio del bit nell'innesto della vite
→ forze di scivolamento.
- Forze di scivolamento (comeout) inesistenti. La distribuzione omogenea della forza previene danneggiamenti del rivestimento superficiale protettivo e garantisce così una maggiore resistenza alla corrosione.

Esagono incassato

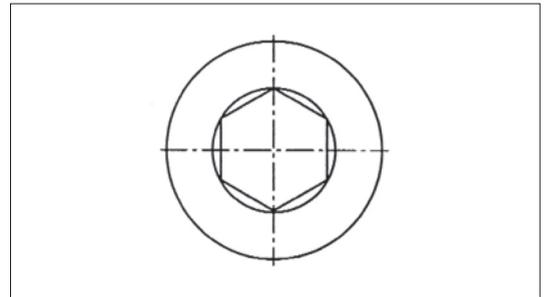


Fig. AS

Buona trasmissione dell'energia grazie ai molteplici punti di applicazione della forza.

Le viti a esagono incassato hanno misure di chiave inferiori a quelle delle viti a esagono esterno e grazie alle loro dimensioni minori consentono inoltre costruzioni economicamente più efficienti.

Impronta a croce Z (Pozidriv) secondo ISO 4757

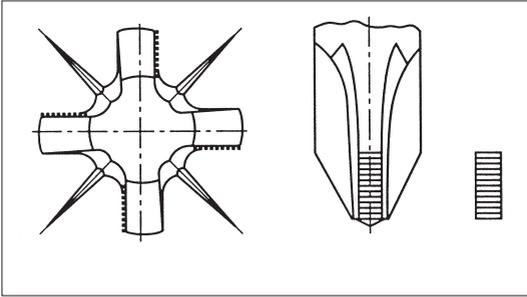


Fig. AT

Le quattro "pareti di serraggio" dell'impronta a croce, ovvero le superfici sulle quali si appoggia il cacciavite durante l'avvitamento della vite, sono perpendicolari. Le restanti pareti e nervature sono oblique. Ciò rende più agevole il montaggio se le impronte a croce sono realizzate in modo ottimale. Le estremità delle alette del cacciavite Pozidriv sono rettangolari.

Impronta a croce H (Phillips) secondo ISO 4757

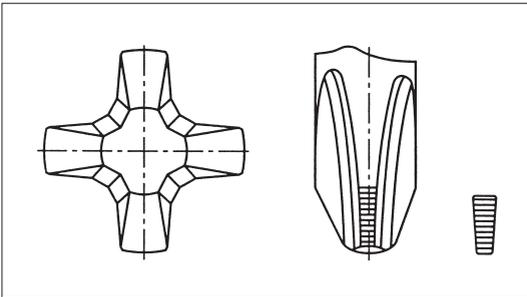


Fig. AU

Impronta a croce normale, le cui pareti e nervature sono tutte oblique. Le estremità delle alette del rispettivo cacciavite hanno una forma trapezoidale.

6.11 Montaggio

Metodo basato sulla coppia

La forza di precarico necessaria viene generata attraverso una coppia MV misurabile. L'imprecisione dei dispositivi di serraggio impiegati (p. es. chiave dinamometrica) deve essere inferiore al 5%.

Metodo basato sul momento angolare

I fissaggi vengono serrati tramite un avvitatore a impulsi o a percussione, la cui imprecisione deve essere inferiore al 5%. I dispositivi di serraggio devono essere regolati in modo idoneo, possibilmente sul raccordo filettato originale (p. es. metodo di riserraggio o metodo di misurazione dell'allungamento).

Metodo di riserraggio: innanzitutto il fissaggio viene avvitato mediante l'avvitatore e di seguito viene adicionalmente serrato/controllato mediante una chiave dinamometrica di precisione. Metodo di misurazione della lunghezza: controllo dell'avvenuto allungamento della vite tramite staffa di misurazione. Prima bisogna tarare l'allungamento su un banco di prova per viti.

Metodo basati sull'angolo di rotazione

Questo metodo richiede ampie superfici di contatto tra le parti da accoppiare.

L'applicazione della coppia di preserraggio avviene in base a uno dei due metodi precedentemente descritti. La posizione del dado in confronto al gambo della vite e al componente da fissare deve essere marcata in modo chiaro e permanente in modo tale che sia possibile determinare facilmente l'angolo di rotazione addizionale del dado. L'angolo di rotazione addizionale necessario deve essere definito attraverso una verifica della procedura sui rispettivi raccordi filettati originali (p. es. mediante allungamento della vite).



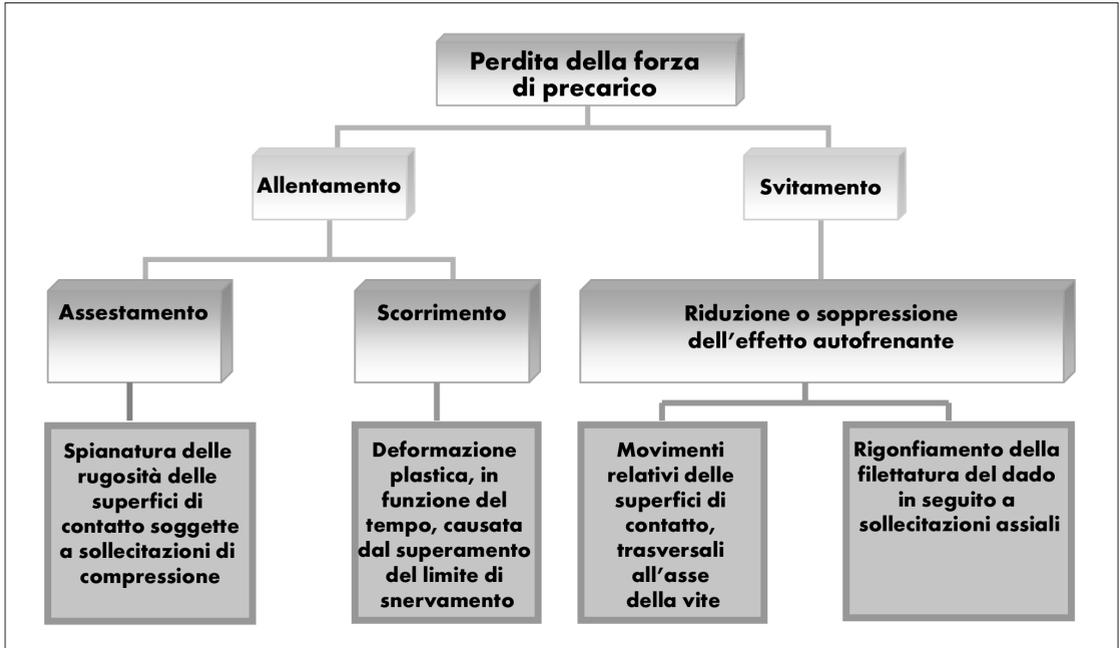
Fig. W

7. ELEMENTI DI SICUREZZA

7.1 Informazioni generali

Per selezionare un idoneo elemento di sicurezza è necessario considerare l'intero elemento di fissaggio a vite in particolar modo la durezza dei materiali da serrare e gli eventuali carichi dinamici.

7.2 Cause per la perdita della forza di precarico



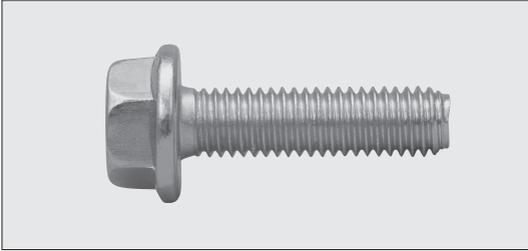
7.3 Funzione

7.3.1 Prevenzione dell'allentamento

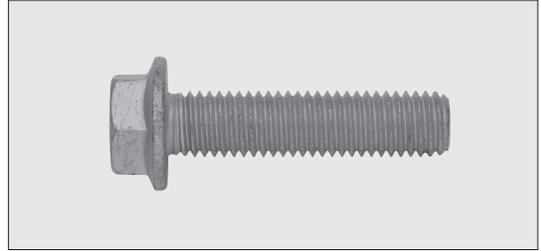
L'allentamento dei collegamenti a vite può essere evitato mediante idonee misure costruttive. Ciò può avvenire sia attraverso l'impiego di viti ad espansione o di viti lunghe sia incrementando la forza di precarico mediante l'utilizzo di viti con resistenza elevata. Soprattutto in quest'ultimo caso è necessario prestare particolare attenzione alla pressione di contatto esercitata sulla superficie di appoggio. Attraverso l'utilizzo di una vite flangiata o mediante la laminazione o l'inserimento di una rondella di idonea durezza è possibile ridurre la pressione di contatto ed evitare l'allentamento.



Vite combinata



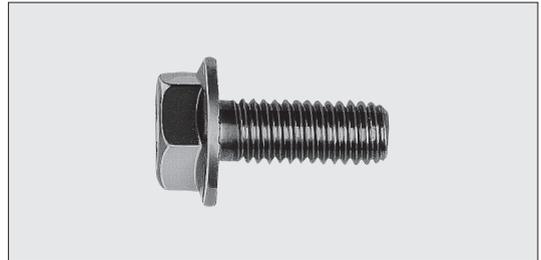
Vite flangiata



Vite dentellata



Rondella con bordo d'arresto



Vite con denti di arresto

7.3.2 Prevenzione dello svitamento

Gli elementi antisvitamento prevengono in modo efficace l'autosvitamento causato da severi carichi dinamici. La forza di precarico nel collegamento rimane inalterata, a prescindere da inevitabili valori di assestamento. Per il fissaggio di collegamenti soggetti a svitamenti si distingue tra

- bloccaggio sulla superficie di appoggio
- incollaggio nella filettatura

Il bloccaggio sulla superficie di appoggio avviene tramite dei denti di bloccaggio, i cui bordi verticali penetrano nel materiale della superficie di contatto in direzione di svitamento della vite, oppure attraverso nervature di arresto simmetriche adatte a conservare in modo efficace la forza di precarico su materiali duri o morbidi.

Per l'incollaggio nella filettatura sussiste la possibilità di lavorare con elementi di sicurezza in materiale sintetico a indurimento anaerobico oppure di utilizzare viti con adesivi microincapsulati. Le viti prestratificate con microcapsule vengono normate secondo DIN 267/parte 27.



Rondella con dentatura cuneiforme



Microincapsulazione



Colle liquide

7.3.3 Bloccaggio antiperdita

Al gruppo degli elementi di sicurezza antiperdita appartengono prodotti, i quali pur non essendo in grado di evitare un autosvitamento prevengono tuttavia, dopo una piccola o grande perdita della forza di precarico, lo svitamento completo e il conseguente distacco degli elementi di collegamento.



Dado di bloccaggio completamente metallico



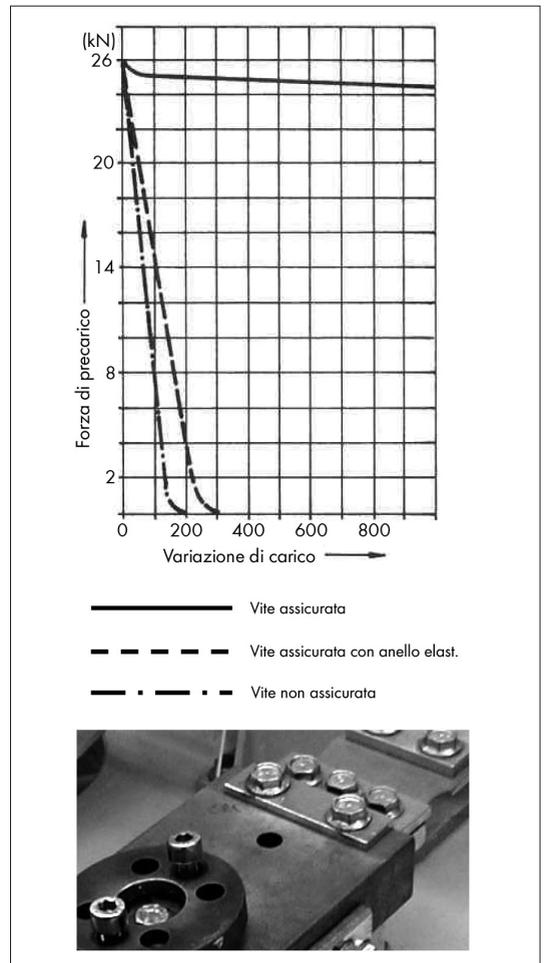
Dado di bloccaggio con anello in plastica



Inserto per filetti Optisert

7.4 Meccanismo di azione degli elementi di sicurezza

L'efficacia di un elemento di sicurezza può essere testata su un banco di prova vibrante (test Junker).



In base a questo test possono essere distinte tre categorie: elementi di sicurezza inefficaci, antisvitamento e antiperdita.

7.4.1 Elementi di sicurezza inefficaci

I prodotti qui di seguito elencati non possiedono alcun effetto frenante utile contro l'allentamento o contro lo svitamento. Si sconsiglia l'utilizzo di viti appartenenti alla classe di resistenza ≥ 8.8 .

- Anelli elastici DIN 127, DIN 128, DIN 6905, DIN 7980
- Rondelle elastiche DIN 137, DIN 6904
- Rondelle dentate DIN 6797, DIN 6906
- Rosette a ventaglio DIN 6798, DIN 6907
- Rondelle con nasello esterno o con 2 linguette DIN 432, DIN 463
- Dadi a corona DIN 935, DIN 937 con copiglie DIN 94

7.4.2 Elementi di sicurezza antiperdita

Al gruppo degli elementi di sicurezza antiperdita appartengono prodotti, i quali pur non essendo in grado di evitare un autosvitamento prevengono tuttavia, dopo una perdita non determinabile della forza di precarico, lo svitamento completo e il conseguente distacco degli elementi di collegamento.

Questa categoria comprende per esempio i dadi con inserto ad anello in poliammide (dadi di stop), i dadi di bloccaggio completamente metallici o le viti con elemento frenante secondo la normativa DIN 267/parte 28.

7.5 Misure per il bloccaggio delle viti

7.5.1 Allentamento

Tipo di bloccaggio	Tipo di funzionamento	Elemento di sicurezza	Istruzioni applicative		
			Viti/dadi	Rondelle	
Elementi di sicurezza anti-allentamento			Classe di resistenza	Classe di durezza	
				200 HV	300 HV
			Serrato assieme al collegamento Riduzione della pressione di contatto	Rondella secondo DIN EN ISO 7089 DIN EN ISO 7090 DIN 7349 DIN EN ISO 7092 DIN EN ISO 7093-1	8.8/8 10.9/10 A2-70/A2-70
Serrato assieme al collegamento elastico	Rondella conica secondo DIN 6796, Rondella conica profilata Rondella di contatto dentata	Per la riduzione di valori di assestamento, max. 20 μm La forza elastica deve essere adattata alla forza di precarico.			

7.5.2 Autosvitamento

Tipo di bloccaggio	Tipo di funzionamento	Elemento di sicurezza	Istruzioni applicative
Elemento di sicurezza antisvitamento	Bloccante Parzialmente serrato assieme al collegamento	Vite dentellata, dadi dentellati	Va applicato nei casi in cui i collegamenti a vite serrati con elevati precarichi sono esposti a carichi trasversali variabili. Non adatto su superfici temprate. La durezza della superficie di contatto deve essere inferiore a quella della superficie di contatto della vite e del dado e degli elementi serrati assieme ad essi. Gli elementi di sicurezza sono efficaci soltanto se vengono posizionati direttamente sotto alla testa della vite e del dado. Per applicazioni elettriche.
		Rondelle coniche profilate Coppia di rondelle a cuneo Rondella di bloccaggio Anello profilato (materiale A2)	
	Collante	Adesivo microncapsulato secondo DIN 267-27	Va applicato nei casi in cui i collegamenti a vite serrati con elevati precarichi sono esposti a carichi trasversali variabili e le superfici temprate non consentono l'impiego di elementi di collegamento bloccanti. Efficacia dipendente dalla temperatura. L'impiego per applicazioni elettriche non è raccomandabile. In caso di impiego di adesivi non è consentito lubrificare le filettature.
Colla liquida		I limiti di temperatura per gli adesivi utilizzati devono essere assolutamente rispettati. L'impiego per applicazioni elettriche non è raccomandabile. In caso di impiego di adesivi non è consentito lubrificare le filettature.	
Elemento di sicurezza antiperdita	Frenante	Dadi con elemento frenante DIN EN ISO 7040, DIN EN ISO 7042, Inserti per filetti DIN 8140 Viti con rivestimento in plastica della filettatura secondo DIN 267-28	Va impiegato nei casi in cui è necessario che i collegamenti a vite siano primariamente in grado di conservare la forza di precarico residua e di assicurare il collegamento contro il distacco delle sue parti. Per i dadi e le viti con inserto in plastica è necessario tener conto che la loro efficacia dipende dalla temperatura. In caso di applicazioni elettriche si deve evitare la formazione di trucioli conseguente all'impiego di dadi completamente metallici.

8. COSTRUZIONI IN ACCIAIO

8.1 Collegamenti HV per costruzioni in acciaio

“HV” è la sigla distintiva di collegamenti a vite per costruzioni in acciaio realizzati con viti ad alta resistenza, appartenenti cioè alla classe di resistenza 10.9. La lettera “H” sta a indicare un’elevata resistenza, in conformità alla classe di resistenza 10.9, mentre la lettera “V” indica la capacità di precarico, ovvero la possibilità di applicare una definita forza di precarico mediante un metodo standardizzato.

In base ai calcoli, oltre il 90% dei collegamenti per costruzioni in acciaio non richiedono un precarico, poiché tali collegamenti non sono progettati per resistere allo scorrimento, tuttavia il loro precarico costituisce spesso un’usuale e sensata operazione, utile per la chiusura di meati nonché per incrementare la resistenza contro sollecitazioni dinamiche o per limitare le deformazioni della costruzione.

I collegamenti HV sono pertanto adatti senza limitazioni per tutti i collegamenti qui di seguito descritti e usualmente impiegati per le costruzioni in acciaio.

Nei collegamenti soggetti alla tranciatura e al rifollamento (SL) una forza esterna trasversale all’asse della vite viene trasmessa direttamente dalla parete interna del foro al gambo della vite (fig. 1). I componenti agiscono sul gambo della vite come le lame di una forbice. Questo tipo di collegamento può essere realizzato con un precarico (SLV) o con viti calibrate (SLP) o con entrambi i metodi (SLVP). Il precarico del collegamento è necessario soprattutto in presenza di carichi dinamici sull’asse longitudinale della vite.

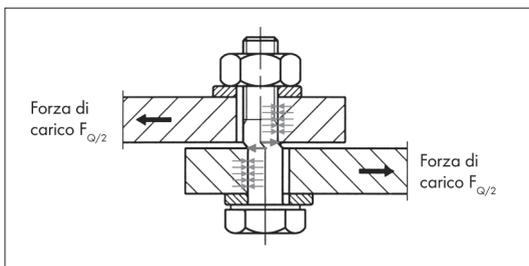


Fig. 1

Un principio di azione completamente differente viene ottenuto con collegamenti precaricati resistenti alla tranciatura (GV) che in singoli casi, p. es. per la costruzione di ponti, vengono realizzati anche mediante viti con gambo calibrato (GVP). Qui la trasmissione della forza avviene attraverso l’attrito tra le superfici di contatto dei componenti serrati. A tale scopo è necessario che le superfici di contatto vengano rese resistenti allo scorrimento attraverso processi di pallinatura o mediante vernici anti-scorrimento omologate. Attraverso il serraggio delle viti i carichi operativi vengono trasmessi verticalmente rispetto all’asse della vite, come indicato nella fig. 2.

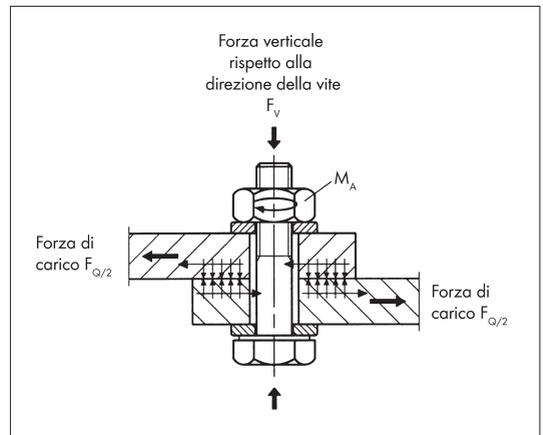


Fig. 2

Per collegamenti di costruzioni in acciaio sono ammissibili anche carichi operativi agenti sull’asse longitudinale della vite ed inoltre è anche possibile certificare la resistenza meccanica avvalendosi di rispettive formule di calcolo, per esempio secondo la normativa DIN 18800-1.

I set di collegamenti HV della Würth offrono un’ottimale protezione contro la corrosione, ottenuta mediante zincatura a caldo (rivestimento in zinco con uno spessore di 60–80 μm). In questo modo è possibile garantire la resistenza alla corrosione per molti anni, anche in ambienti aggressivi. (Fig. 3)

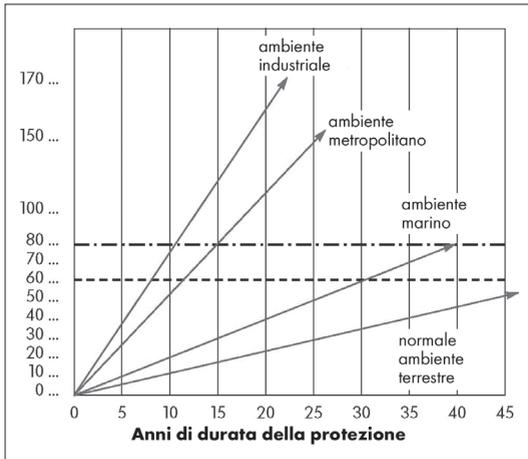


Fig. 3

Oltre ad essere conforme alle normative DIN EN ISO 10684, la zincatura delle viti avviene rispettando ulteriori definizioni conformi agli standard tecnologici attualmente validi. Il taglio della filettatura del dado e la lubrificazione dei dadi in caso di produzioni di massa avviene dopo la zincatura a caldo. Ciò avviene per poter garantire la precisione dimensionale della filettatura nonché un omogeneo comportamento al serraggio mediante una speciale lubrificazione. La filettatura del dado, a questo punto non è resistente alla corrosione. Dopo il montaggio, la filettatura del dado viene protetta dalla vite perfettamente zincata attraverso una protezione catodica anticorrosiva. Per questo motivo è assolutamente necessario utilizzare set completi (vite, dado e rondelle) prodotti da un unico produttore.

8.2 Viti HV, dadi e rondelle

Nel contesto dell'attuazione della direttiva europea sui prodotti da costruzione sono state elaborate norme europee armonizzate che hanno sostituito la maggior parte delle norme tedesche DIN relative agli elementi di collegamento per costruzioni in acciaio e per carpenterie metalliche. Le norme tedesche restano in vigore soltanto per prodotti secondari, come ad esempio per le rondelle HV a cuneo secondo DIN 6917 e DIN 6918. Per tali prodotti continua a valere pure la prova di conformità secondo l'elenco informativo "Bauregelliste" dell'istituto tedesco per l'ingegneria edile, parte A. Questi prodotti vengono contrassegnati con il cosiddetto marchio "Ü". La

seguente tabella offre una visione generale sulle conversioni delle norme.

	DIN	DIN EN
Calcolo Configurazione	DIN 18 800-1	DIN EN 1993-1-8 DIN EN 1993-1-9
Esecuzione	DIN 18 800-7	DIN EN 1090-2
Prodotti	DIN 7968, DIN 7969 DIN 7990 DIN EN ISO 4014/4017 DIN 6914, DIN 6915, DIN 6916 DIN 7999	DIN EN 15048-1/-2 + specifica tecnica del prodotto (DIN EN ISO 4014) DIN EN 14399-1/-2 DIN EN 14399-4 DIN EN 14399-6 DIN EN 14399-8

Tab. 1: conversione in norme europee

In futuro entreranno in vigore la normativa DIN EN 1993-1-8 relativa al calcolo e alla configurazione dei collegamenti nonché la normativa DIN EN 1993-1-9 relativa alla prova di snervamento. Durante il periodo di transizione è consentito applicare le vecchie norme DIN. Per l'esecuzione di strutture in acciaio entrerà in vigore la normativa DIN EN 1090-2. Anche in questo caso sono previsti termini transitori. Per elementi di collegamento non a serraggio controllato e a bassa resistenza è stata emessa la norma europea DIN EN 15048 la quale descrive il procedimento ed i requisiti per ottenere il marchio CE. Le rispettive descrizioni tecniche possono essere identiche alle normative già esistenti per le viti a testa esagonale, come ad esempio la DIN EN ISO 4014.

Per gli elementi di collegamento ad alta resistenza è stata elaborata la norma DIN EN 14399. Le parti 1 e 2 di questa norma descrivono anche esse soltanto i requisiti e il procedimento per ottenere il marchio CE. In Europa non possono sussistere o essere erette barriere commerciali per i prodotti contrassegnati con il marchio CE. Le viti HV comunemente impiegate in Germania e i rispettivi dadi e rondelle nonché le viti calibrate HV vengono descritte nelle parti 4, 6 e 8 di tale norma. La norma ha rilevato la maggior parte dai prodotti secondo normative DIN, per questo motivo i prodotti vengono solo leggermente modificati. Di seguito alcune di queste modifiche:

- Secondo la norma europea i dadi HV vengono sempre, indipendentemente dalla protezione anticorrosione, trattati con un lubrificante speciale. A questo punto,

precaricando il collegamento secondo la normativa DIN 18800-7 possono essere applicati sempre le stesse coppie di serraggio, ottenendo così una semplificazione rispetto al vecchio standard.

- La norma contiene una tabella con le lunghezze di serraggio, la quale definisce lo spessore di serraggio **incluso le rondelle utilizzate** (tabella 2a e 2b).

to per i punti di collegamento. Ciò è dovuto al fatto che la DIN 18800 non include i succitati requisiti della DIN EN 1993-1-8.

Inoltre i criteri per il calcolo della lunghezza di serraggio sono stati leggermente modificati per soddisfare le esigenze previste dalla normativa DIN EN 1993-1-8. Tuttavia se si progetta una costruzione secondo DIN 18800 i set HV conformi alla norma DIN possono essere rimpiazzati da set conformi alla normativa DIN EN con uno stesso spessore nominale, senza dover eseguire un riordinamen-

		Misura nominale per viti HV e HVP¹⁾							
Misura nominale		M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
P ¹⁾		1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5	4
c	min.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	max.	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
d _a	max.	15,2	19,2	24	26	28	32	35	41
d _s	nom.	12	16	20	22	24	27	30	36
	min.	11,3	15,3	19,16	21,16	23,16	26,16	29,16	35
	max.	12,7	16,7	20,84	22,84	24,84	27,84	30	37
d _w ²⁾	min.	20,1	24,9	29,5	33,3	38,0	42,8	46,6	55,9
e	min.	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
k	nom.	8	10	13	14	15	17	19	23
	min.	7,55	9,25	12,1	13,1	14,1	16,1	17,95	21,95
	max.	8,45	10,75	13,9	14,9	15,9	17,9	20,05	24,05
k _w	min.	5,28	6,47	8,47	9,17	9,87	11,27	12,56	15,36
r	min.	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	2	2	2
s	max.	22	27	32	36	41	46	50	60
	min.	21,16	26,16	31	35	40	45	49	58,8
h	nom.	3	4	4	4	4	5	5	6
	min.	2,7	3,7	3,7	3,7	3,7	4,4	4,4	5,4
	max.	3,3	4,3	4,3	4,3	4,3	5,6	5,6	6,6
m	nom. = max.	10	13	16	18	20	22	24	29
	min.	9,64	12,3	14,9	16,9	18,7	20,7	22,7	27,7

Nota: per le viti, le rondelle e i dadi zincati a caldo sono valide le misure rilevabili prima della zincatura
¹⁾ P = Passo della filettatura (filettatura a passo grosso)
²⁾ d_{w,max.} = s_{eff}

Tab. 2a

Lunghezza nominale l	Lunghezza di serraggio $\Sigma_{min.}$ e $\Sigma_{max.}$ per viti HV e HVP ¹⁾							
	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
30	11- 16							
35	16- 21	12- 17						
40	21- 26	17- 22						
45	26- 31	22- 27	18- 23					
50	31- 36	27- 32	23- 28	22- 27				
55	36- 41	32- 37	28- 33	27- 32				
60	41- 46	37- 42	33- 38	32- 37	29- 34			
65	46- 51	42- 47	38- 43	37- 42	34- 39			
70	51- 56	47- 52	43- 48	42- 47	39- 44	36- 41		
75	56- 61	52- 57	48- 53	47- 52	44- 49	41- 46	39- 44	
80	61- 66	57- 62	53- 58	52- 57	49- 54	46- 51	44- 49	
85	66- 71	62- 67	58- 63	57- 62	54- 59	51- 56	49- 54	43- 48
90	71- 76	67- 72	63- 68	62- 67	59- 64	56- 61	54- 59	48- 53
95	76- 81	72- 77	68- 73	67- 72	64- 69	61- 66	59- 64	53- 58
100	81- 86	77- 82	73- 78	72- 77	69- 74	66- 71	64- 69	58- 63
105	86- 91	82- 87	78- 83	77- 82	74- 79	71- 76	69- 74	63- 68
110	91- 96	87- 92	83- 88	82- 87	79- 84	76- 81	74- 79	68- 73
115	96-101	92- 97	88- 93	87- 92	84- 89	81- 86	79- 84	73- 78
120	101-106	97-102	93- 98	92- 97	89- 94	86- 91	84- 89	78- 83
125	106-111	102-107	98-103	97-102	94- 99	91- 96	89- 94	83- 88
130	111-116	107-112	103-108	102-107	99-104	96-101	94- 99	88- 93
135	116-121	112-117	108-113	107-112	104-109	101-106	99-104	93- 98
140	121-126	117-122	113-118	112-117	109-114	106-111	104-109	98-103
145	126-131	122-127	118-123	117-122	114-119	111-116	109-114	103-108
150	131-136	127-132	123-128	122-127	119-124	116-121	114-119	108-113
155	136-141	132-137	128-133	127-132	124-129	121-126	119-124	113-118
160	141-146	137-142	133-138	132-137	129-134	126-131	124-129	118-123
165	146-151	142-147	138-143	137-142	134-139	131-136	129-134	123-128
170	151-156	147-152	143-148	142-147	139-144	136-141	134-139	128-133
175	156-161	152-157	148-153	147-152	144-149	141-146	139-144	133-138
180	161-166	157-162	153-158	152-157	149-154	146-151	144-149	138-143
185			158-163	157-162	154-159	151-156	149-154	143-148
190			163-168	162-167	159-164	156-161	154-159	148-153
195			168-173	167-172	164-169	161-166	159-164	153-158
200			173-178	172-177	169-174	166-171	164-169	158-163
210			183-188	182-187	179-184	176-181	174-179	168-173
220			193-198	192-197	189-194	186-191	184-189	178-183
230			203-208	202-207	199-204	196-201	194-199	188-193
240			213-218	212-217	209-214	206-211	204-209	198-203
250			223-228	222-227	219-224	216-221	214-219	208-213
260			233-238	232-237	229-234	226-231	224-229	218-223

¹⁾ La lunghezza di serraggio Σ , 1) include anche entrambi le rondelle

Tab. 2b

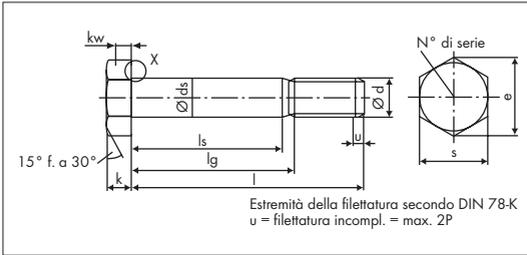


Fig. 4

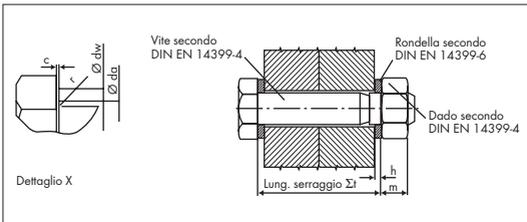


Fig. 5

8.3 Suggerimenti per il montaggio e la verifica dei collegamenti HV secondo DIN 18800-1 e DIN EN 1993-1-8.

8.3.1 Collegamenti HV secondo DIN 18800-1 (2008)

I valori di dimensionamento delle sollecitazioni a taglio V_a non devono superare le forze di taglio massime $V_{a,R,d}$ previste dalla DIN 18800-1:2008-11.

$$\frac{V_a}{V_{a,R,d}} \leq 1 \text{ la forza di taglio massima } V_{a,R,d} \text{ è}$$

$$V_{a,R,d} = A \cdot \tau_{a,R,d} = A \cdot \alpha_a \cdot \frac{f_{u,b,k}}{Y_M}$$

Sezione del gambo A_{sch} , se la parte liscia del gambo si trova all'interno del giunto a taglio.

Sezione resistente A_{sp} , se la parte filettata del gambo si trova all'interno del giunto a taglio.

α_a 0,55 per viti HV con classe di resistenza 10.9, se la parte liscia del gambo si trova all'interno del giunto a taglio.

0,44 per viti HV con classe di resistenza 10.9, se la parte filettata del gambo si trova all'interno del giunto a taglio.

$f_{u,b,k}$ resistenza caratteristica alla trazione del materiale delle viti HV:

$$1.000 \text{ N/mm}^2$$

$Y_M = 1,1$ Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza

Ai sensi della norma DIN 18800-1:2008-11 i valori di dimensionamento delle sollecitazioni di rifollamento V_1 non devono essere superiori alle forze di rifollamento massime $V_{1,R,d}$:

$$\frac{V_1}{V_{1,R,d}} \leq 1$$

La forza di rifollamento massima $V_{1,R,d}$ è

$$\begin{aligned} V_{1,R,d} &= t \cdot d_{sch} \cdot \sigma_{1,R,d} \\ &= t \cdot d_{sch} \cdot \alpha_1 \cdot \frac{f_{z,k}}{Y_M} \end{aligned}$$

dove t è lo spessore del componente

d_{sch} è il diametro del gambo della vite

α_1 è il fattore per il calcolo della resistenza al rifollamento dipendente dalla geometria del foro

$f_{z,k}$ è il carico massimo di snervamento caratteristico del materiale del componente

$Y_M = 1,1$ è il coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza

Il fattore α_1 varia in funzione della geometria dell'intero accoppiamento filettato e, in particolare, delle distanze tra le viti e i bordi dei componenti e reciprocamente. Di norma i calcoli possono essere eseguiti consultando tavole matematiche o utilizzando un idoneo software.

Ai sensi della DIN 18800-1 il calcolo della forza di trazione massima di viti soggette esclusivamente a sollecitazione di costituisce un caso distinto. In base al rapporto del limite di snervamento, il fattore determinante per le viti HV con classe di resistenza 10.9 è costituito dal cedimento della filettatura. La forza di trazione massima viene pertanto calcolata in funzione di:

$$N_{R,d} = \frac{A_{sp} \cdot f_{u,b,k}}{1,25 \cdot Y_M}$$

A_{sp} Sezione resistente

$f_{u,b,k}$ per FK 10.9 = 1.000 N/mm²

1,25 = coefficiente per garantire un'elevata resistenza alla trazione

$Y_M = 1,1$

Una vite soggetta contemporaneamente a una forza di trazione e a una forza di taglio richiede inoltre un verifica dell'interazione conforme alle direttive della DIN 18800-1.

Nei collegamenti resistenti al taglio (GV e GVP) le sollecitazioni V_g allo stato limite di servizio non devono superare le forze di scorrimento massime $V_{g,R,d}$:

$$\frac{V_g}{V_{g,R,d}} \leq 1$$

Inoltre nel caso dei collegamenti GV e GVP è necessario eseguire una verifica della stabilità strutturale come per i collegamenti SL e SLP.

8.3.2 Collegamenti HV secondo la normativa DIN EN 1993-1-8

La norma europea suddivide i collegamenti a vite in base alla tabella 3 e prevede una distinzione basilare secondo la direzione della forza esterna.

Collegamenti a taglio/rifollamento e collegamenti resistenti al taglio			
Categoria	Nota	Confronto con la DIN 18800-1	
		GdG	GdT
A Collegamento a taglio/rifollamento	Prearico non necessario, ma vantaggioso nella maggior parte dei casi; classi di resistenza 4.6 fino a 10.9	SL oppure SLP	SL oppure SLP
B Collegamento resistente al taglio (GdG)	Viti ad alta resistenza FK 8.8 o 10.9, precaricate	GV oppure GVP	SL oppure SLP
C Collegamento resistente al taglio (GdT)	Viti ad alta resistenza FK 8.8 o 10.9, precaricate.	GV oppure GVP	GV oppure GVP (netto)
Collegamenti soggetti a sollecitazioni di trazione			
Categoria	Nota	Confronto con la DIN 18800-1	
D Non precaricati	Prearico non necessario; classi di resistenza 4.6 fino a 10.9	Non classificati, ma con indicazione del criterio di verifica	
E Precaricati	Viti ad alta resistenza FK 8.8 o 10.9		

Tab. 3

Per la forza di scorrimento massima $V_{g,R,d}$ vale

$$V_{g,R,d} = \frac{\mu \cdot F_v}{(1,15 \cdot Y_M)}, \text{ se nessuna forza di trazione esterna}$$

ha effetto sulla vite HV,

$$V_{g,R,d} = \frac{\mu \cdot F_v \cdot \left(1 - \frac{N}{F_v}\right)}{(1,15 \cdot Y_M)}, \text{ se una forza di trazione esterna}$$

ha effetto sulla vite HV.

Dove

μ è il coefficiente di attrito dopo il pretrattamento delle superfici di attrito secondo DIN 18800-7

F_v è la forza di prearico secondo DIN 18800-7

N è la forza di trazione avente proporzionalmente effetto sulla vite

$$Y_M = 1,0$$

La verifica a rifollamento si distingue sostanzialmente dal procedimento secondo DIN 18 800-1, per cui non è possibile utilizzare i risultati dei calcoli o i valori delle tabelle. Essa richiede pertanto un nuovo calcolo in conformità alle direttive della DIN EN 1993-1-8. In molti casi la resistenza alle sollecitazioni secondo la norma EN è superiore a quella calcolata secondo la norma DIN.

La verifica a taglio delle viti secondo EN si distingue tuttavia soltanto minimamente e presenta un'identica struttura per ciò che riguarda l'approccio teorico. Le resistenze alle sollecitazioni sono pressoché uguali se nel giunto a taglio è presente il gambo, mentre sono identiche se nel giunto a taglio è presente una filettatura.

Il metodo di calcolo per viti HV soggette a sollecitazione a trazione sull'asse longitudinale della vite si distingue

solo di poco da quello previsto dalla norma DIN e i risultati sono pressoché identici.

I metodi secondo DIN e EN sono simili anche nel caso dei calcoli, relativamente semplici, riguardanti i collegamenti resistenti al taglio e non soggetti a sollecitazione di trazione esterna, tuttavia è opportuno sottolineare una rilevante differenza, la quale ha anche effetto sul metodo di precarico da applicare.

Per i collegamenti resistenti al taglio (e soltanto per questi) la DIN EN 1993-1-8 prevede un maggiore livello della forza di precarico rispetto a quello dei collegamenti HV

precarico $F_{p,c}^*$, per esempio un livello della forza di precarico secondo DIN 18800-7.

$$F_{p,c}^* = 0,7 f_{yb} A_s$$

Ovvero la forza di precarico corrisponde al 70% del limite di snervamento della vite.

Ciò significa che anche tutti i collegamenti a vite precaricati in conformità alla DIN EN 1993-1-8, ma senza precarichi di resistenza al taglio, possono essere precaricati secondo il metodo di serraggio a coppia comunemente applicato per i collegamenti a vite. I valori di montaggio

Dimensioni		Forza di precarico normale F_v [kN] (corrisponde a $F_{p,c}^* = 0,7 \cdot f_{yb} \cdot A_s$)	Metodo basato sulla coppia
			Coppia di serraggio M_A da applicare per ottenere la forza di serraggio normale F_v [Nm] Stato della superficie: zincata a caldo e lubrificata ^a e non trattata e lubrificata ^a
1	M12	50	100
2	M16	100	250
3	M20	160	450
4	M22	190	650
5	M24	220	800
6	M27	290	1250
7	M30	350	1650
8	M36	510	2800

^a Dadi allo stato di consegna, trattati dal fabbricante con solfuro di molibdeno o con un equivalente lubrificante. A differenza di quanto previsto dalle precedenti normative, la coppia di serraggio è sempre uguale, indipendentemente dallo stato di consegna.

Tab. 4: Precarico controllato attraverso la coppia

secondo DIN 18 800-7. La forza di precarico deve essere pari al 70% della resistenza alla trazione della vite:

$$F_{p,c} = 0,7 f_{ub} A_s$$

Data la variabilità del valore di attrito, il metodo di serraggio a coppia non garantisce più un sicuro raggiungimento di tale livello della forza di precarico, per cui è necessario ricorrere a metodi alternativi adatti a ridurre l'influsso dell'attrito.

Tuttavia per tutti i collegamenti a vite non calcolati per essere resistenti al taglio e che devono essere precaricati per altri motivi, p. es. per incrementare la resistenza alla fatica, è ammesso anche un inferiore livello di forza di

possono essere rilevati dalla DIN 18800-7 e vengono descritti nel capitolo 8.4.

8.4 Montaggio

8.4.1 Montaggio e verifica secondo DIN 18800-7

Il precarico dovrebbe essere eseguito preferibilmente mediante il metodo di serraggio a coppia. Normalmente, secondo la tabella 4, la forza di precarico corrisponde al 70% del carico massimo di snervamento della vite e viene generata attraverso l'applicazione di una coppia di serraggio M_A .

La coppia di serraggio rimane identica per tutti gli stati superficiali degli elementi di collegamento.

I collegamenti a vite precaricati tramite serraggio a coppia possono essere facilmente verificati applicando un momento torcente di prova superiore del 10% alla coppia di serraggio.

Per i collegamenti non precaricati con serraggio controllato non vengono richieste misure di verifica. I collegamenti precaricati tramite serraggio controllato e non sollecitati prevalentemente staticamente richiedono la verifica di almeno il 10% dei set utilizzati per l'accoppiamento, mentre per i collegamenti sollecitati prevalentemente staticamente è necessario verificare almeno il 5% dei set utilizzati per l'accoppiamento (in caso di accoppiamenti con meno di 20 viti: almeno 2 collegamenti oppure 1 collegamento). Il set deve essere verificato in base alla marcatura (posizione del dado rispetto al gambo della vite) dal lato in cui è stato eseguito il serraggio.

Verifica del precarico con forze di precarico controllate

Angolo di rotazione addizionale	Valutazione	Misura
< 30°	Precarico sufficiente	Nessuna
30° fino a 60°	Precarico limitatamente sufficiente	Non alterare il set e verificare due collegamenti adiacenti dello stesso accoppiamento
> 60°	Precarico non sufficiente	Sostituire ¹ il set e verificare due collegamenti adiacenti dello stesso accoppiamento

¹ Nella costruzione possono essere preservati soltanto questi elementi di fissaggio verificati e realizzati come collegamenti SLV o SLVP sollecitati prevalentemente staticamente e non soggetti a una supplementare sollecitazione a trazione.

Tab. 5

Si procede quindi secondo la tabella 5, considerando l'angolo di rotazione addizionale rilevato durante la verifica. Se non è possibile eseguire una verifica precisa e chiara (applicazione di altri metodi) è necessario controllare la funzionalità di almeno il 10% dei collegamenti. Se si riscontrano scostamenti rispetto alle specifiche prescritte dalla rispettiva verifica della procedura è necessario che dopo aver eseguito la correzione si provveda a controllare tutta l'esecuzione dell'intero accoppiamento.

Gli ulteriori metodi citati nella norma, ovvero il metodo basato sul momento angolare, il metodo dell'angolo di rotazione nonché un metodo combinato, trovano rara applicazione e vengono pertanto soltanto menzionati nella presente documentazione. Ove necessario si deve consultare il testo della norma.

8.4.2 Montaggio secondo DIN EN 1090-2

Per tutti i collegamenti precaricati e non progettati come resistenti al taglio è applicabile un precarico pari al 70% del carico di snervamento della vite ed è pertanto il metodo basato sulla coppia secondo DIN 18800-7 è considerato valido e conforme senza limitazioni alla norma EN. In caso di un collegamento configurato per la resistenza al taglio la DIN EN 1993-1-8 prevede come precarico:

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$$

Ciò rende necessaria l'applicazione di altri metodi, tra i quali appare praticabile soprattutto il cosiddetto metodo combinato. In base a questo metodo i collegamenti vengono serrati con una coppia di preserraggio raccomandata dal fabbricante delle viti o che può essere stimata con

$$M_{r,1} = 0,13 \cdot d \cdot F_{p,C}$$

quando non è disponibile nessuna raccomandazione del fabbricante. Dopodiché i collegamenti vengono serrati con l'angolo di rotazione aggiuntivo rispettivamente previsto dalla norma. La tabella 6 mostra i parametri di serraggio validi per il metodo combinato secondo DIN EN 1090-2.

8.5 Avvisi particolari per l'impiego di set di collegamento HV

- Le viti, i dadi e le rondelle HV immagazzinati devono essere protetti dalla corrosione e dalla sporcizia.
- Durante un precarico effettuato mediante rotazione della testa della vite è necessario applicare un'idonea lubrificazione sul lato della testa nonché eseguire una verifica della procedura.
- Dopo aver allentato un set precaricato è necessario provvedere alla sua rimozione e sostituzione con un nuovo set.
- Normalmente al termine del serraggio dovrebbe fuoriuscire dal dado un intero passo del filetto.
- Al fine di compensare la lunghezza di serraggio sono ammesse fino a tre rondelle per uno spessore totale di 12 mm, le quali devono essere applicate sul lato del set che non viene sottoposto a rotazione.

Metodo combinato								
Dimensioni	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Forza di precarico $F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$ [kN]	59	110	172	212	247	321	393	572
Coppia di preserraggio M_A [Nm] ¹⁾	75	190	340	490	600	940	1240	2100
Angolo di rotazione aggiuntivo o fattore di rotazione per la lunghezza di serraggio Σt								
	Spessore nominale totale "t" delle parti da assemblare (incluse lamiere di spessore e rondelle) d = diametro della vite		Angolo di rotazione aggiuntivo			Fattore di rotazione aggiuntivo		
1	t < 2d		60			1/6		
2	2d ≤ t ≤ 6d		90			1/4		
3	6d ≤ t ≤ 10d		120			1/3		
Nota: L'angolo di rotazione aggiuntivo deve essere determinato mediante prove su la superficie sotto alla testa della vite o sotto al dado (considerando anche le rondelle a cuneo eventualmente impiegate) non è verticale rispetto all'asse della vite.								
¹⁾ esempio di raccomandazione del fabbricante								

Tab. 6: precarico con metodo combinato

9. AVVITAMENTO DIRETTO IN MATERIE PLASTICHE E MATERIALI METALLICI

9.1 Avvitamento diretto in materie plastiche

L'utilizzo di materie plastiche svolge un ruolo sempre più importante, determinato dalle nuove possibilità di applicazione di tali materiali.

I vantaggi riscontrabili riguardano fra l'altro la riduzione del peso, l'ottimizzazione della resistenza chimica nonché il riciclaggio dei componenti.

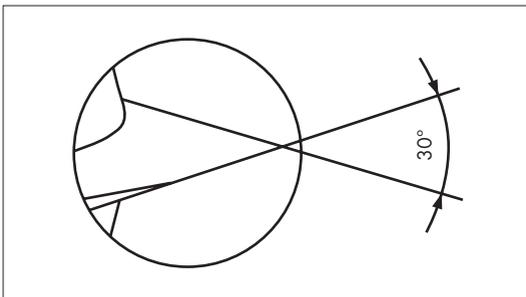
Rispetto ad altri metodi di accoppiamento, l'avvitamento diretto delle materie plastiche mediante viti metalliche filettanti offre diversi vantaggi, tra questi un montaggio economico, la possibilità di smontaggio e un basso costo di procacciamento.

In confronto ad altri tipi di viti, gli elementi di fissaggio realizzati appositamente per l'avvitamento in materie plastiche garantiscono una elevata sicurezza di processo, grazie al angolo di fianco del filetto ridotto e al maggiore passo della filettatura.

Con la sua linea di prodotti WÜPLAST® la Würth Industrie Service GmbH & Co. KG offre un assortimento di viti metalliche filettanti gestite a magazzino e adatte per un utilizzo su materie plastiche. La produzione in 150 differenti dimensioni avviene secondo gli standard dell'industria automobilistica.

Geometria del filetto

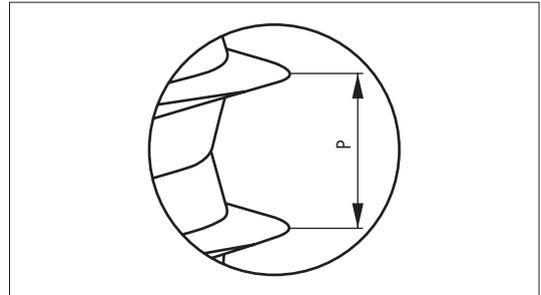
Angolo di 30°



- Riduzione delle tensioni radiali
Possibilità di costruire pareti meno spesse, risparmiando costi e peso
Nessun danneggiamento del risalto della vite

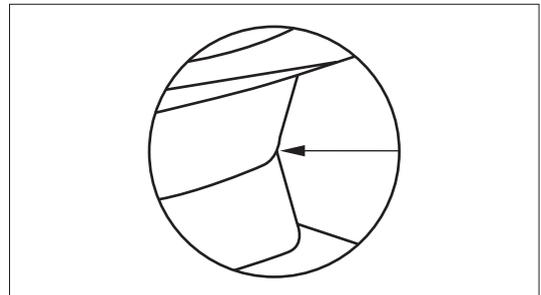
- Maggiore ricoprimento tra i fianchi del filetto e il materiale; maggiori resistenze allo strappo incrementano la sicurezza del processo.

Passo della filettatura ottimizzato



- Maggiore effetto autofrenante
Riduzione dell'autosvitamento del collegamento
- Lavorazione delicata del materiale
Elevata capacità di carico del collegamento a vite

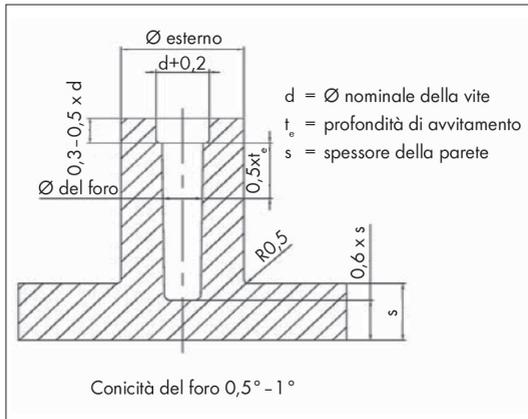
Diametro di nocciolo ottimizzato



- Nessun inceppamento del materiale/migliore scorrimento del materiale
Montaggio senza danneggiamenti del materiale e pertanto più sicuro
- Ridotte coppie di avvitamento
Avvitamento sicuro, grazie a un maggiore scarto tra la coppia di avvitamento e la coppia di spanatura

La combinazione di queste caratteristiche garantisce un sicuro processo di avvitamento multiplo dei prodotti WÜPLAST®.

Configurazione della borchia:



Modalità costruttive:

Grazie alle sue caratteristiche la vite WÜPLAST® rende possibile la realizzazione di una borchia bassa e dalle pareti sottili.

Foro di scarico:

Il foro di scarico sull'estremità superiore del foro della borchia riduce le sovrapposizioni di tensioni e previene pertanto una rottura della borchia.

Inoltre esso serve come guida della vite durante l'operazione di montaggio.

La geometria della borchia deve essere adattata ai rispettivi materiali.

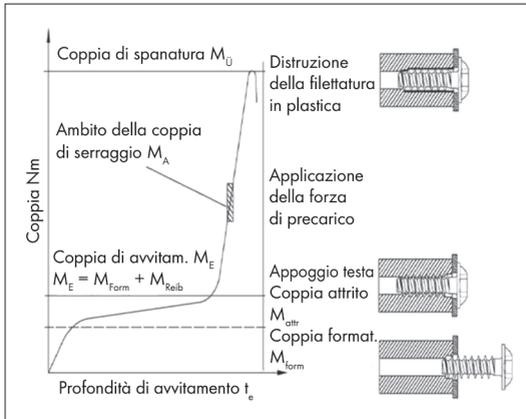
Materiale		Ø foro mm	Ø esterno mm	Profondità di avvitamento consigliata mm e
ABS	Acronitrile/butadiene/stirene	0,8x d	2x d	2x d
ASA	Acronitrile/stirene/acrilestere	0,78x d	2x d	2x d
PA 4.6	Poliammide	0,73x d	1,85x d	1,8x d
PA 4.6-GF30	Poliammide	0,78x d	1,85x d	1,8x d
PA 6	Poliammide	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PA 6-GF30	Poliammide	0,8x d	2x d	1,8x d
PA 6.6	Poliammide	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PA 6.6-GF30	Poliammide	0,82x d	2x d	1,8x d
PA 30GV	Poliammide	0,8x d	1,8x d	1,7x d
PBT	Polibutilentereftalato	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PBT-GF30	Polibutilentereftalato	0,8x d	1,8x d	1,7x d
PC	Policarbonato	0,85x d	2,5x d	2,2x d*
PC-GF30	Policarbonato	0,85x d	2,2x d	2,2x d*
PE (morbido)	Polietilene	0,7x d	2x d	2x d
PE (duro)	Polietilene	0,75x d	1,8x d	1,8x d
PET	Polietilentereftalato	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PET-GF30	Polietilentereftalato	0,8x d	1,8x d	1,7x d
PETP	Polietilentereftalato	0,75x d	1,85x d	1,7x d
PETP 30GV	Polietilentereftalato	0,8x d	1,8x d	1,7x d
PMMA	Polimetilmetacrilato	0,85x d	2x d	2x d
POM	Poliossimetilene	0,75x d	1,95x d	2x d
PP	Polipropilene	0,7x d	2x d	2x d
PP-TV20	Polipropilene	0,72x d	2x d	2x d
PPO	Polifenilenoossido	0,85x d	2,5x d	2,2x d**
PS	Polistirolo	0,8x d	2x d	2x d
PVC (duro)	Polivinilcloruro	0,8x d	2x d	2x d
SAN	Stirene/acronitrile	0,77x d	2x d	1,9x d

* Test TnP

** Test TnBP - materiali sensibili alle cricche di tensione

Consigli per il montaggio

Rappresentazione schematica della curva caratteristica del processo di avvitamento



Coppia di serraggio:

La premessa per un sicuro processo di avvitamento è un elevato scarto tra la coppia di avvitamento e la coppia di spanatura.

La coppia di serraggio necessaria può essere calcolata con la seguente formula:

$$M_A = M_E + 1/3 \dots 1/2 (M_U - M_E)$$

La coppia di avvitamento e la coppia di spanatura devono essere determinate sperimentalmente.

Un sicuro avvitamento diretto nelle materie plastiche può essere eseguito soltanto con apparecchi di montaggio con controllo della coppia e dell'angolo di rotazione. Deve essere impostata una velocità di avvitamento compresa tra 300 g/min e 800 g/min.

Il calore generato in caso di numeri di giri più elevati danneggia la plastica e riduce in modo sovra-proporzionale la forza di precarico.

Sia la forma della borchia sia la coppia di serraggio devono essere sottoposte a una prova pratica sul componente.

9.2 Avvitamento diretto in materiali metallici

Con viti autoformanti per metalli si intendono le viti maschianti con filettatura metrica e le viti autofilettanti

per lamiere. Tali viti sono in grado di autosmaschiare senza formazione di truciolo la loro controfilettatura. Esse possono essere utilizzati su metalli duttili, come ad esempio l'acciaio o materiali da costruzione leggeri fino a 140 HV10 o di conseguenza con una resistenza alla trazione di 450 MPa.

9.2.1 Viti autoformanti con filettatura metrica

Oltre ad essere utilizzate su fori passanti, queste viti vengono utilizzate molto spesso su prefori ottenuti tramite fusione (alluminio o pressoggetti di zinco).

La DIN 7500 rappresenta la più antica e diffusa descrizione di queste viti e definisce la filettatura e le condizioni tecniche di fornitura. Ma attualmente sono ampiamente diffusi sul mercato anche altri tipi di viti, p. es. Taptite, Duo-Taptite o Taptite 2000.

Durante l'avvitamento le viti formano una normale filettatura metrica, nella quale può essere avvitata una vite convenzionale.

Normalmente queste viti sono cementate e pertanto presentano una superficie estremamente dura e un nucleo della vite morbido o tenace.

Al fine di facilitare la formazione del filetto, la vite presenta sezioni di forma speciale (trilobata) sull'intera lunghezza o soltanto sulla sua estremità finale.

In conformità alla normativa DIN 7500 la filettatura della vite è conica su max. 4 x P del passo della filettatura, al fine di consentire il suo posizionamento nel preforo.

Il passo della filettatura più corto rispetto alle viti autofilettanti per lamiere e l'elevato fattore di ricoprimento della filettatura rendono le viti più sicure contro l'autosvitamento.

9.2.2 Collegamenti a vite per viti autoformanti secondo DIN 7500

(autoformanti 1 e autoformanti 2)

Il diametro ideale dei prefori deve essere definito attraverso prove pratiche. Le seguenti tabelle offrono validi punti di riferimento.

Autoformante 1: dimensione consigliata dei prefori per materiali deformabili a freddo in base alla lunghezza di avvitamento

Filettatura d	M3			M4			M5			M6		
	Campo di tolleranza consigliato											
Spessore del materiale sulla lunghezza di avvitamento	St	Al	Cu	St	Al	Cu	St	Al	Cu	St	Al	Cu
1,0		2,7										
1,2		2,7										
1,5		2,7			3,6			4,5				
1,6		2,7			3,6			4,5				
1,7		2,7			3,6			4,5				
1,8	2,75	2,7			3,6			4,5				
2,0	2,75	2,7	2,7		3,6			4,5			5,4	
2,2		2,75			3,6			4,5			5,4	
2,5		2,75		3,65	3,6	3,6		4,5			5,4	
3,0		2,75		3,65	3,6	3,6		4,5			5,45	
3,2		2,75		3,65	3,6	3,6	4,55	4,5	4,5		5,45	
3,5		2,75			3,6			4,55			5,45	
4,0		2,75			3,6			4,55		5,5	5,45	5,45
5,0		2,75		3,7	3,65	3,65		4,6		5,5	5,45	5,45
5,5		2,75		3,7	3,65	3,65		4,6			5,5	
6,0		2,75		3,7	3,65	3,65		4,6			5,5	
6,3		2,75						4,65			5,5	
6,5		2,75						4,65			5,5	
7,0		2,75						4,65		5,55	5,5	5,5
7,5								4,65		5,55	5,5	5,5
8 fino a ≤ 10								4,65			5,55	
>10 fino a ≤ 12												
>12 fino a ≤ 15												

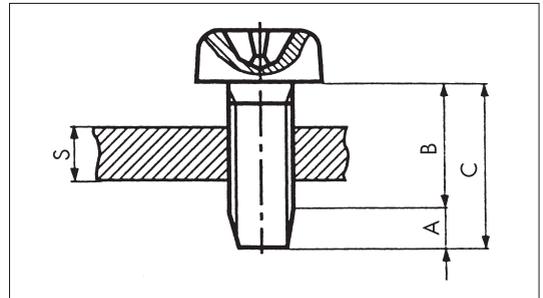
Autoformante 2: dimensione consigliata dei prefori per materiali duttili

Filettatura d	M5			M6			M8		
	Campo di tolleranza consigliato								
Spessore del materiale sulla lunghezza di avvitamento	St	Al	Cu	St	Al	Cu	St	Al	Cu
1,0									
1,2									
1,5	4,5	4,5	4,5						
1,6	4,5	4,5	4,5						
1,7	4,5	4,5	4,5						
1,8	4,5	4,5	4,5						
2,0	4,5	4,5	4,5	5,4	5,4	5,4			
2,2	4,5	4,5	4,5	5,4	5,4	5,4	7,25	7,25	7,25
2,5	4,5	4,5	4,5	5,4	5,4	5,4	7,25	7,25	7,25
3,0	4,5	4,5	4,5	5,45	5,45	5,45	7,25	7,25	7,25
3,2	4,55	4,5	4,5	5,45	5,45	5,45	7,25	7,25	7,25
3,5	4,55	4,55	4,55	5,45	5,45	5,45	7,25	7,25	7,25

Filettatura d	M5			M6			M8		
Spessore del materiale sulla lunghezza di avvitamento	Campo di tolleranza consigliato								
	St	Al	Cu	St	Al	Cu	St	Al	Cu
4,0	4,55	4,55	4,55	5,5	5,45	5,45	7,3	7,3	7,3
5,0	4,6	4,6	4,6	5,5	5,45	5,45	7,4	7,3	7,3
5,5	4,6	4,6	4,6	5,5	5,5	5,5	7,4	7,3	7,3
6,0	4,6	4,6	4,6	5,5	5,5	5,5	7,4	7,3	7,3
6,3	4,65	4,65	4,65	5,5	5,5	5,5	7,4	7,35	7,35
6,5	4,65	4,65	4,65	5,5	5,5	5,5	7,4	7,35	7,35
7,0	4,65	4,65	4,65	5,55	5,5	5,5	7,5	7,4	7,4
7,5	4,65	4,65	4,65	5,55	5,5	5,5	7,5	7,4	7,4
8 fino a ≤ 10	4,65	4,65	4,65	5,55	5,55	5,55	7,5	7,4	7,4
>10 fino a ≤ 12							7,5	7,5	7,5
>12 fino a ≤ 15							7,5	7,5	7,5

9.2.3 Avvitamenti diretti in materiali metallici con viti autoformanti secondo la normativa DIN 7500

Durante l'avvitamento le viti secondo DIN 7500 maschiano senza formazione di truciolo la loro controfilettatura attraverso deformazione plastica del materiale di base (acciaio, HB max. 135, metalli leggeri, metalli non ferrosi). Le viti realizzate in A2 possono essere avvitate soltanto in metalli leggeri.



- A = max. 4 P
- B = possibile lunghezza portante della filettatura
- C = lunghezza totale, tolleranza js 16 =
- s = spessore del materiale

Caratteristiche di resistenza, geometria del preforo

La scelta della lunghezza della vite va eseguita considerando la lunghezza dell'estremità conica non portante! In caso di materiali più duri è necessario determinare sperimentalmente i diametri dei fori.

Fig. AB

Dati tecnici	Diametro nominale della filettatura							
	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
Passo della filettatura P [mm]	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25
Coppia di serraggio max.	circa 80% della coppia di rottura							
Coppia di rottura min. [Nm]	0,5	1	1,5	2,3	3,4	7,1	12	29
Forza di trazione min. [kN]	1,7	2,7	4	5,4	7	11,4	16	29
Spessore del materiale s [mm]	Diametro del preforo d – H11 per acciaio, HB max. 135; forato e punzonato							
2 o inferiore	1,8	2,25	2,7	3,15	3,6	4,5	5,4	7,25
4,0	1,85	2,3	2,75	3,2	3,65	4,5	5,45	7,3
6,0		2,35	2,8	3,25	3,7	4,6	5,5	7,35
8,0				3,3	3,75	4,65	5,55	7,4
10,0						4,7	5,6	7,45
12,0							5,65	7,5
14,0								7,5
16,0								7,55

Prefori per elementi in pressofusione

Tutte queste raccomandazioni devono essere sempre verificate attraverso prove pratiche.

Informazioni generali

t_1 [mm]: Attraverso la conicità accentuata della parte superiore del preforo si ottengono arrotondamenti utili per la tecnica di pressofusione e per rinforzare la spina, inoltre essa favorisce il centraggio delle viti, impedisce il rigonfiamento del materiale e consente di utilizzare viti di lunghezza conformi alla norma e di conseguenza più economiche.

t_2/t_3 [mm]: Parte portante del preforo, angolo di serraggio max. 1°

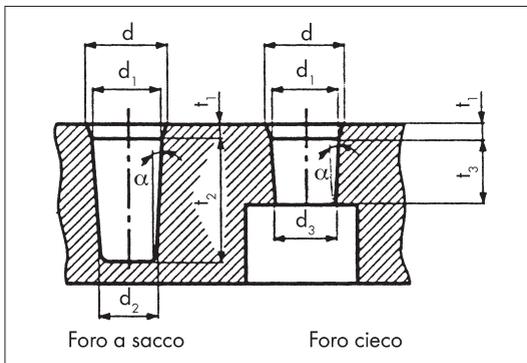


Fig. AC

Diametro nominale della filettatura	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
dH12 [mm]	2,7	3,2	3,7	4,3	5,3	6,4	8,4
d_1 [mm]	2,36	2,86	3,32	3,78	4,77	5,69	7,63
d_2 [mm]	2,2	2,67	3,11	3,54	4,5	5,37	7,24
d_3 [mm]	2,27	2,76	3,23	3,64	4,6	5,48	7,35
Tolleranze per d_1, d_2, d_3 in [mm]	+0 -0,06	+0 -0,06	+0 -0,075	+0 -0,075	+0 -0,075	+0 -0,075	+0 -0,09
t_1 [mm]	variabile, minimo 1x passo della filettatura P						
t_2 [mm]	5,3	6	6,9	7,8	9,2	11	14
Tolleranze per t_2 in [mm]	+0,2 -0,0	+0,2 -0,0	+0,6 -0,0	+0,5 -0,0	+0,5 -0,0	+0,5 -0,0	+0,5 -0,0
t_3 [mm]	2,5	3	3,5	4	5	6	8

9.3 Viti autofilettanti per lamiera

9.3.1 Assemblaggi con viti autofilettanti per lamiera

I seguenti esempi per fissaggi a vite valgono per viti autofilettanti per lamiera secondo la normativa DIN EN ISO 1478. Le viti autofilettanti per lamiera di forma C, con punta conica (detta anche punta di centraggio), sono fra le più utilizzate. Ciò vale soprattutto quando bisogna avvitare alcune lamiera con prefori che possono essere decentrati.

Valore minimo dello spessore totale delle lamiera da assemblare

Lo spessore totale delle lamiera da assemblare dovrà essere superiore al passo della filettatura della vite utilizzata, altrimenti, in seguito alla mancata presa dell'estremità della filettatura sotto la testa della vite, non sarà possibile trasmettere una coppia di serraggio sufficiente. In caso contrario è possibile assemblare le lamiera con viti autofilettanti secondo le seguenti figure 3 a 6.

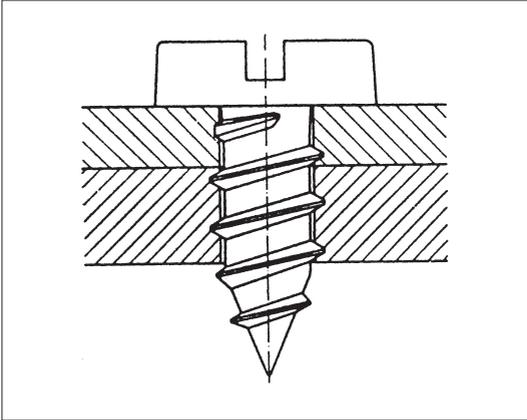


Figura 1: fissaggio a vite semplice (due prefori)

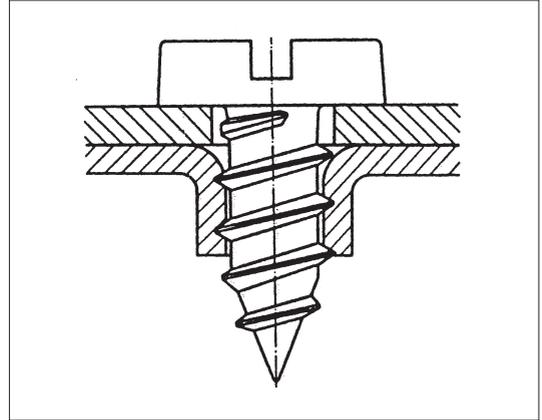


Figura 4: preforo imbutito (lamiere sottili)

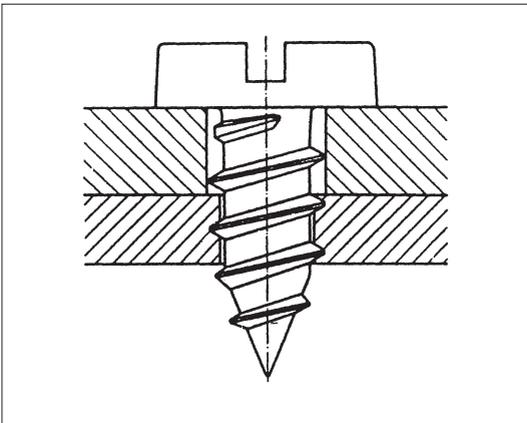


Figura 2: fissaggio a vite semplice con foro passante

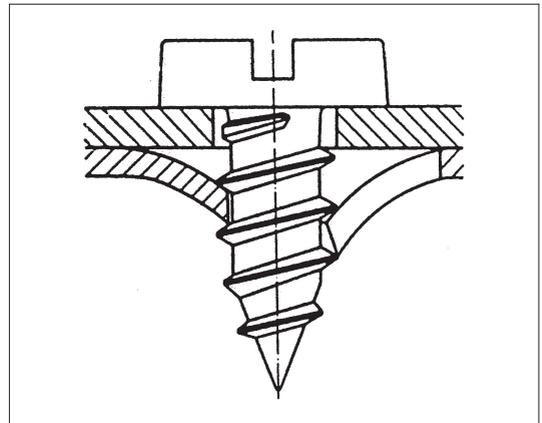


Figura 5: fissaggio a vite su foro punzonato

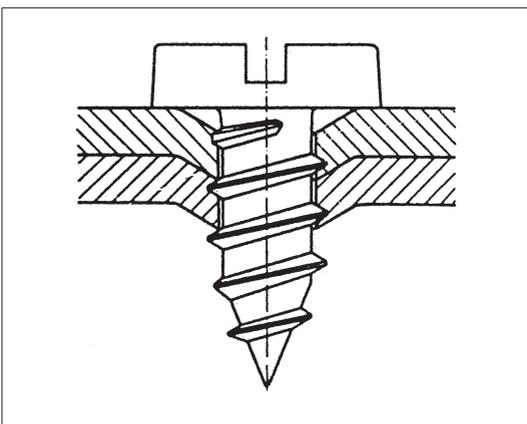


Figura 3: preforo mandrinato (lamiere sottili)

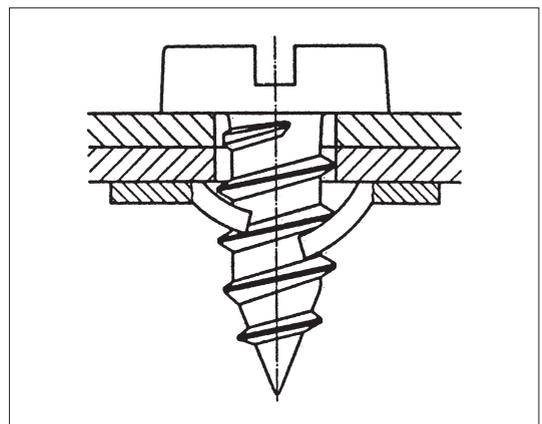


Figura 6: fissaggio a vite con piastra autobloccante

Diametro del preforo

Le dimensioni dei prefori indicati nelle seguenti tabelle sono applicabili, premesso che vengono esaudite le seguenti premesse:

- semplice assemblaggio con viti autofilettanti per lamiera secondo figura Z
- preforo trapanato
- vite autofilettante per lamiera nude cementate e bonificate
- coppia di avvitamento $\leq 0,5$ x coppia minima di rottura
- avvitamento soltanto in direzione di punzonatura
- i fori punzonati dovranno essere eventualmente 0,1-0,3 mm più grandi

In caso di altri materiali delle viti o delle lamiera sarà opportuno eseguire delle prove preliminari.

Valori indicativi per il diametro del preforo

Spessore della lamiera s	Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 2,2									
	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
0,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
0,9	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
1,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
1,1	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
1,2	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8
1,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
1,4	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9
1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9
1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
1,8	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9

Spessore della lamiera s	Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 2,9									
	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
1,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3
1,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
1,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4
1,5	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4
1,6	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4
1,7	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
1,8	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5
1,9	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5
2,0	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5
2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Spessore della lamiera s	Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 3,5									
	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8
1,4	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
1,5	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9
1,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9
1,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9
1,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9
1,9	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0
2,0	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0
2,2	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
2,5	2,7	2,7	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1
2,8	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1

Spessore della lamiera s	Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 3,9									
	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,3	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1
1,4	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1
1,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2
1,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2
1,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3
1,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3
1,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3
2,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3
2,2	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,4
2,5	3,0	3,0	3,2	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4
2,8	3,0	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
3,0	3,0	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5

Spessore della lamiera s	Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 4,2									
	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,4	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4
1,5	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4
1,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4
1,7	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4
1,8	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5
1,9	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5
2,0	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5
2,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,6
2,5	3,2	3,2	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6
2,8	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
3,0	3,2	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7
3,5	3,3	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7

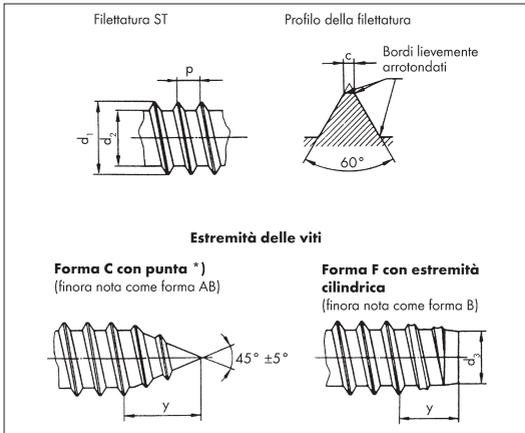
		Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 4,8								
Spessore della lamiera s	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	
1,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	
1,8	3,6	3,6	3,6	3,6	3,8	3,8	3,9	4,0	4,0	
1,9	3,6	3,6	3,6	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	
2,0	3,6	3,6	3,6	3,8	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	
2,2	3,6	3,6	3,7	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	
2,5	3,6	3,7	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2	
2,8	3,6	3,8	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	
3,0	3,7	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	
3,5	3,8	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,3	

		Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 8								
Spessore della lamiera s	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
2,1	6,3	6,3	6,3	6,3	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	
2,2	6,3	6,3	6,3	6,5	6,6	6,8	6,8	6,9	7,0	
2,5	6,3	6,3	6,5	6,7	6,8	6,9	7,0	7,0	7,1	
2,8	6,3	6,4	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	
3,0	6,3	6,5	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,2	
3,5	6,4	6,8	7,0	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	
4,0	6,7	6,9	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3	
4,5	6,8	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3	7,4	
5,0	7,0	7,1	7,2	7,3	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	
5,5	7,1	7,2	7,3	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	
6,0	7,1	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	
6,5	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	

		Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 5,5								
Spessore della lamiera s	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6	
1,9	4,2	4,2	4,2	4,2	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	
2,0	4,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	
2,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	
2,5	4,2	4,2	4,4	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	
2,8	4,2	4,4	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	
3,0	4,2	4,5	4,6	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	
3,5	4,4	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	
4,0	4,6	4,7	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	
4,5	4,7	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	

		Diametro del preforo d_b per filettatura di dimensione ST 6,3								
Spessore della lamiera s	Resistenza del materiale R_m N/mm ²									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
1,8	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,2	5,3	5,3	5,4	
1,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	
2,0	4,9	4,9	4,9	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	
2,2	4,9	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	
2,5	4,9	5,0	5,2	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	5,6	
2,8	4,9	5,2	5,3	5,5	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	
3,0	4,9	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	
3,5	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	
4,0	5,3	5,5	5,6	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	
4,5	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	
5,0	5,5	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	

9.3.2 Filettatura di viti autofilettanti per lamiere



Le misure delle viti autofilettanti per lamiere, come ad esempio passo e diametro per ST 1,5 fino a ST 9,5 sono riportate nella tabella 48.

Dimensione della filettatura		ST 1,5	ST 1,9	ST 2,2	ST 2,6	ST 2,9	ST 3,3	ST 3,5
P	≈	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,3
d ¹	max.	1,52	1,90	2,24	2,57	2,90	3,30	3,53
	min.	1,38	1,76	2,1	2,43	2,76	3,12	3,35
d ₂	max.	0,91	1,24	1,63	1,90	2,18	2,39	2,64
	min.	0,84	1,17	1,52	1,80	2,08	2,29	2,51
d ₃	max.	0,79	1,12	1,47	1,73	2,01	2,21	2,41
	min.	0,69	1,02	1,37	1,60	1,88	2,08	2,26
c	max.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
y	y forma C	1,4	1,6	2	2,3	2,6	3	3,2
	Misura ausiliare y forma F	1,1	1,2	1,6	1,8	2,1	2,5	2,5
Numero		0	1	2	3	4	5	6

Dimensione della filettatura		ST 3,9	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3	ST 8	ST 9,5
P	≈	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1
d ¹	max.	3,91	4,22	4,8	5,46	6,25	8	9,65
	min.	3,73	4,04	4,62	5,28	6,03	7,78	9,43
d ₂	max.	2,92	3,10	3,58	4,17	4,88	6,20	7,85
	min.	2,77	2,95	3,43	3,99	4,70	5,99	7,59
d ₃	max.	2,67	2,84	3,30	3,86	4,55	5,84	7,44
	min.	2,51	2,69	3,12	3,68	4,34	5,64	7,24
c	max.	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
y	y forma C	3,5	3,7	4,3	5	6	6,5	8
	Misura ausiliare y forma F	2,7	2,8	3,2	3,6	3,6	4,2	4,2
Numero		7	8	10	12	14	16	20

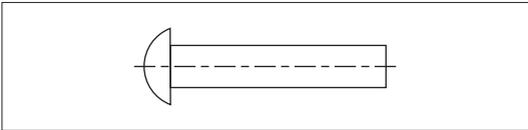
10. TECNICHE DI RIVETTATURA

10.1 Tipi di rivetti

10.1.1 Ribattini

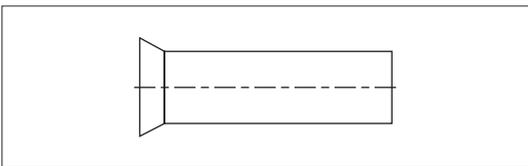
L'utilizzo di rivetti pieni diventa sempre più raro. Essi vengono sostituiti in buona parte da processi di saldatura o di incollaggio.

Principalmente vengono utilizzati rivetti a testa tonda – secondo la normativa DIN 660 (fino a 8 mm) e la normativa DIN 124 (a partire da 10 mm). Questo tipo di rivetto viene ancora utilizzato occasionalmente per le costruzioni in acciaio. Anche questo tipo di applicazione viene spesso rimpiazzato da processi di serraggio con elementi HV.



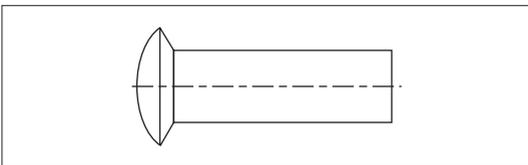
Testa tonda

I ribattini a testa svasata secondo DIN 661 (fino a 8 mm) e DIN 302 (a partire da 10 mm) vengono utilizzati per applicazioni che non consentono una sporgenza della testa. Tuttavia questo collegamento ha una capacità di carico meno elevata.



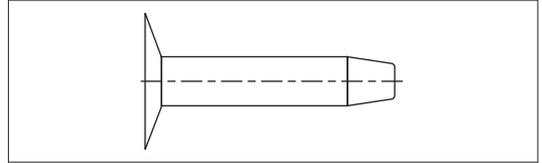
Testa svasata

I ribattini a testa svasata con calotta (DIN 662) trovano ancora sovente applicazione per la realizzazione di gradini, pedane e passaggi le cui superfici devono essere antisdruciolevoli e percorribili senza rischi di infortuni.



Testa svasata con calotta

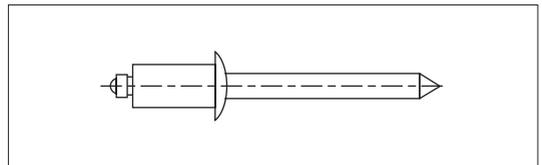
Grazie al loro angolo di svasatura a 140° i rivetti a testa svasata larga (DIN 675) vengono spesso utilizzati per l'assemblaggio di materiali morbidi come cuoio, feltro, gomma (nessuna lacerazione).



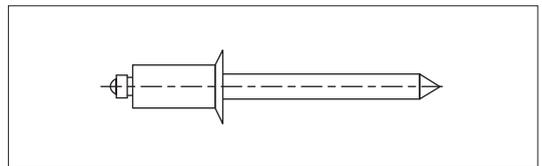
Rivetto a testa svasata larga

10.1.2 Rivetti a strappo

I rivetti a strappo, a differenza dei ribattini, sono tuttora molto richiesti. Nell'ultimo decennio si è registrato un enorme incremento della domanda soprattutto per i rivetti a strappo (detti anche rivetti ciechi), grazie al loro impiego relativamente semplice.



Rivetto a strappo a testa tonda



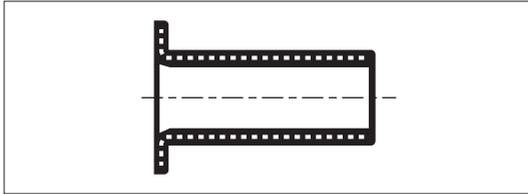
Rivetto a strappo a testa svasata

I perni senza testa sono semplici perni cilindrici in acciaio le cui superfici frontali sono svasate a 120° o dotate di un piccolo foro. Le superfici frontali vengono soltanto leggermente allargate al fine di evitare una caduta dei perni. Anche per questo motivo è ammessa soltanto una sollecitazione di taglio.

10.1.3 Ribattini tubolari

I rivetti tubolari secondo DIN 7339 (da nastro) o DIN 7340 (da tubo) vengono costituiti da bussole cilindriche con un bordo piano su una delle estremità. La bor-

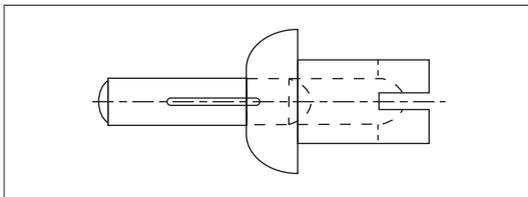
datura dell'altra estremità avviene attraverso uno speciale utensile durante la lavorazione. Questo tipo di rivetto viene spesso utilizzato per assemblare elementi metallici e materiali sensibili (cuoio, cartone, materie plastiche) nei settori dell'elettrotecnica e dell'industria dei giocattoli. I rivetti tubolari offrono un ulteriore vantaggio: la loro cavità estremamente pulita è adatta per il passaggio di cavi.



Rivetto forato a un componente

10.1.4 Rivetti a espansione

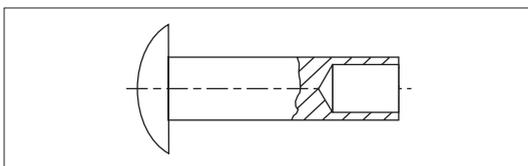
Rivetti a espansione (rivetti martellabili). Questi rivetti non richiedono nessun utensile particolare. Una spina intagliata pressata o una spina a espansione scanalata viene spinta nella cavità mediante un martello. In questo modo si ottiene una compatta ribaditura con buone caratteristiche antivibrazioni.



Rivetto ad espansione

10.1.5 Ribattini semiforati

Questo tipo di rivetto (DIN 6791 e DIN 6792) si distingue dagli altri tipi per il fatto che soltanto l'estremità del rivetto deve essere lavorata. Ha la stessa funzione di una borchia senza testa.

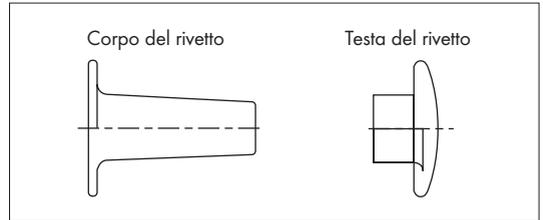


Testa tonda

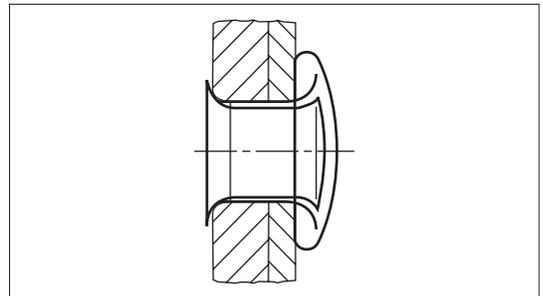
Ribattino semiforato

10.1.6 Rivetto forato a due componenti

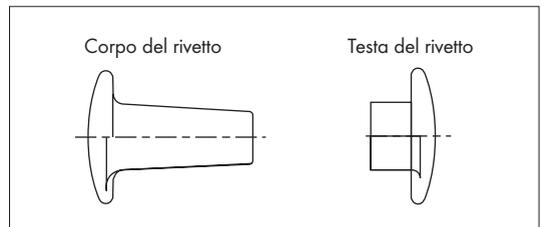
Questo tipo di rivetto viene impiegato molto frequentemente per fini secondari. Si distinguono due tipi a seconda della forma del corpo del rivetto:



Forma A corpo aperto del rivetto



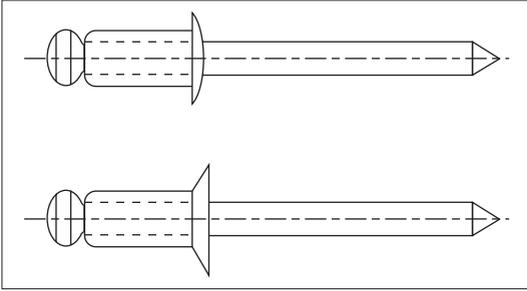
Sagomato



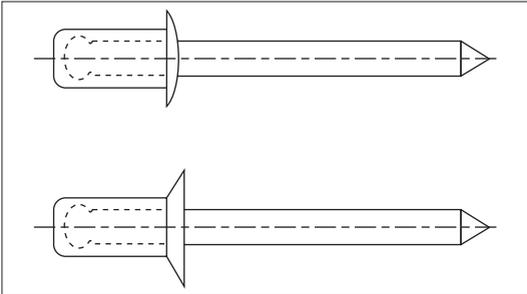
Forma B corpo ermetico del rivetto

10.1.7 Rivetti a strappo

L'utilizzo di questo tipo di rivetto ha acquisito un'enorme importanza, soprattutto per l'assemblaggio di lamiere sottili o per la realizzazione di strutture in profilati cavi. Inoltre questo rivetto offre il grande vantaggio di poter essere piazzato da un solo lato, ovvero mediante un assemblaggio cieco. Il rivetto è composto dalla boccola e da un mandrino. Principalmente si distinguono due forme differenti: I rivetti a strappo ermetici (rivetti a bicchiere) sono adatti per la realizzazione di collegamenti impermeabili agli spruzzi d'acqua.



Rivetto a strappo aperto (forma standard)

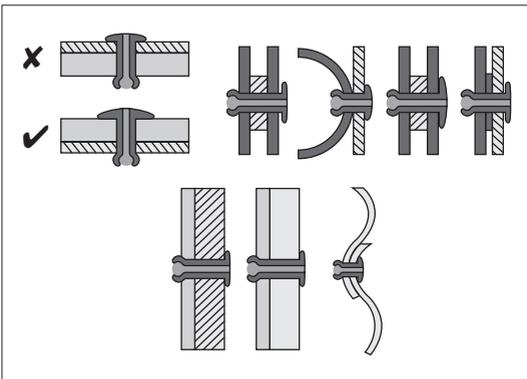


Rivetto a strappo ermetico (rivetto a bicchiere)

10.2 Consigli d'applicazione

10.2.1 Assemblaggio di materiali duri con materiali morbidi

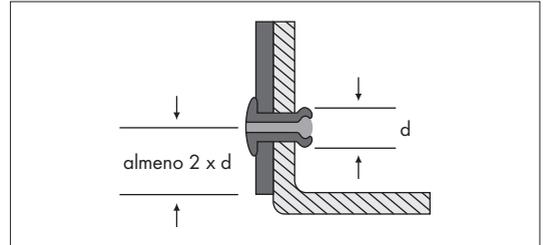
L'assemblaggio di elementi morbidi e di elementi duri avviene spesso applicando sulla controtesta una rosetta supplementare, la quale viene pressata contro il materiale morbido. Un metodo di gran lunga migliore consiste nell'utilizzo di un rivetto con una grande testa a calotta piatta e piazzando la controtesta sul materiale duro.



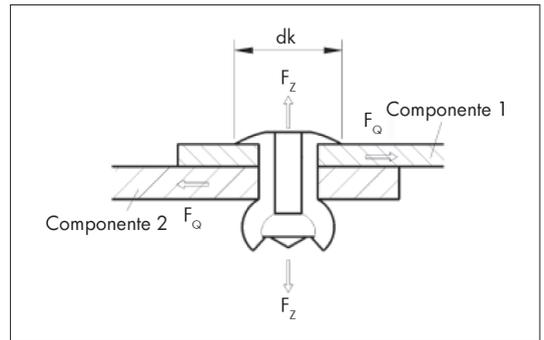
Per questo tipo di applicazione sono consigliabili i rivetti a strappo con apertura a fiore, i rivetti a strappo con gambo del rivetto scanalato e i rivetti multiuso (rivetti con controtesta a petalo).

10.2.2 Distanza tra i bordi e i collegamenti:

Al fine di ottenere un'ottimale resistenza dell'assemblaggio è necessario che la distanza tra l'asse mediano del rivetto e il bordo del pezzo da lavorare sia pari almeno al doppio del diametro della boccola.



10.3 Terminologia e parametri meccanici

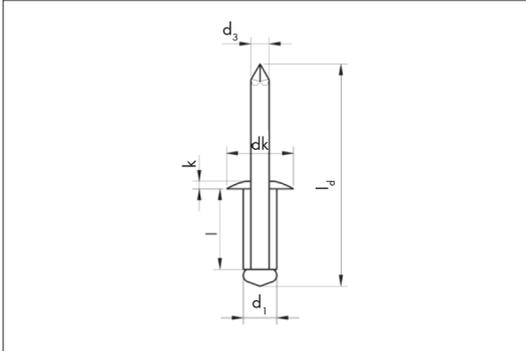


d_k Diametro della testa

F_z Forza di trazione agente sulla boccola

F_Q Forza di taglio agente sulla boccola

Giunto di testa tra lamiera



- d_1 Diametro della boccola
- d_3 Diametro del mandrino
- d_k Diametro della testa
- l Lunghezza della boccola
- l_d Lunghezza del mandrino
- k Altezza della testa

10.4 Applicazione di rivetti a strappo

Il mandrino del rivetto viene inserito nel bocchello dell'utensile e la boccola del rivetto viene introdotta nel preforo. Azionando l'utensile le pinze di serraggio afferrano il mandrino e lo tirano indietro, in direzione dell'utensile. (Figura 1)

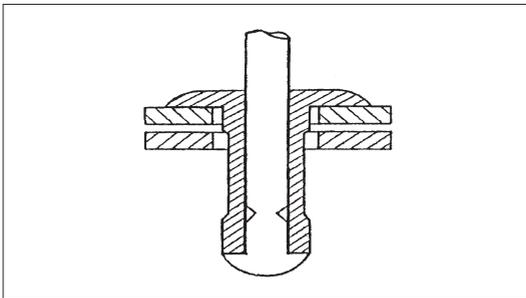


Figura 1

Attraverso il movimento di trazione la testa del rivetto inizia a deformare la boccola, serrando contemporaneamente in una morsa strettissima i pezzi da assemblare. (Figura 2)

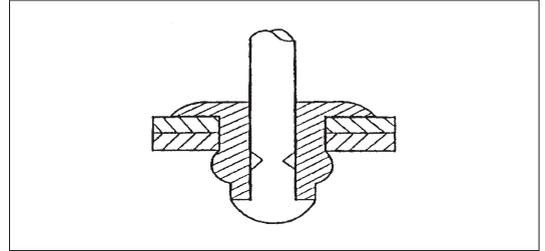


Figura 2

All'interno del foro praticato nel materiale la boccola viene pressata contro le pareti del foro, formando simultaneamente una testa di chiusura sul "lato non accessibile". Il mandrino si spezza quindi nel punto di rottura prestabilito, mentre la parte restante del mandrino viene saldamente rinchiusa dalla boccola del mandrino. (Figura 2)

La realizzazione del collegamento rivettato è quindi terminata e non richiede alcun trattamento successivo. (Figura 3)

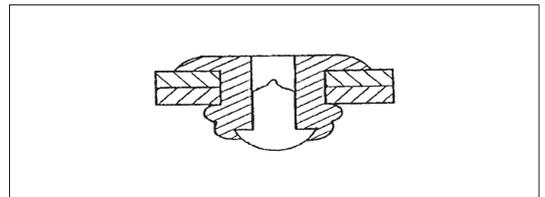
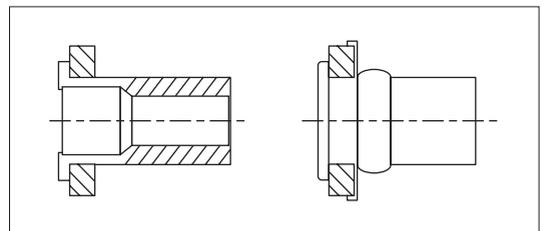


Figura 3

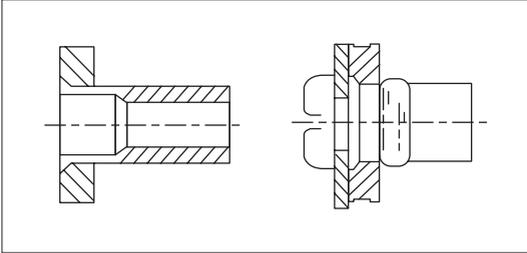
10.5 Rivetti filettati

Questi dadi vengono utilizzati prevalentemente su corpi cavi, poiché possono essere applicati soltanto da un lato (assemblaggio cieco). Grazie all'esteso e universale ambito di applicazione sono adatti per spessori dei materiali compresi tra 0,5 e 7,5 mm.



Rivetto filettato a testa piana

I dadi rivettati combinano 2 metodi di fissaggio: un collegamento con rivetto a strappo e un supplementare collegamento a vite.



Rivetto filettato a testa svasata

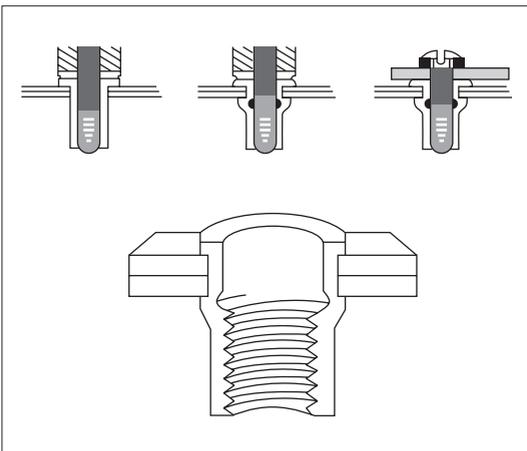
Ciò offre la possibilità di realizzare fissaggi a vite su elementi costruttivi dotati di pareti relativamente sottili.

10.5.1 Applicazione di rivetti filettati

I rivetti filettati vengono applicati mediante un metodo simile a quello impiegato per i rivetti a strappo.

Il rivetto filettato viene avvitato sul tirante filettato dell'utensile di lavorazione.

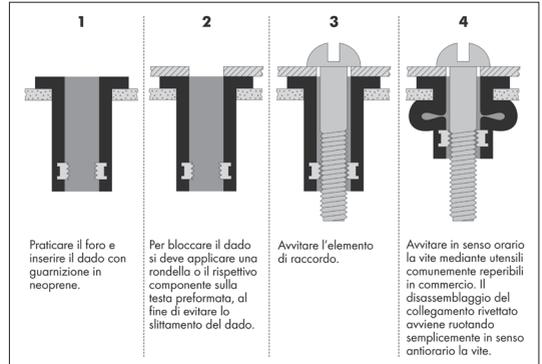
Dopodiché il rivetto viene inserito nel preforo. Azionando l'utensile il tirante filettato viene represso. Attraverso il movimento di trazione il tirante filettato inizia a deformare la boccola, serrando contemporaneamente in una morsa strettissima i pezzi da assemblare.



10.5.2 Forme speciali di rivetti filettati

Rivetti filettati in neoprene

Collegamento rivettato allentabile, elettricamente isolante con funzione antivibrante e insonorizzante adatto per il serraggio di elementi di collegamento in metallo e in plastica.



Processo di applicazione

Versione: testa a calotta piatta.

Materiale: corpo del rivetto in neoprene (EPDM) con inserto in ottone.

Durezza: 60 Shore.

Vantaggi: applicazione in fori ciechi o in fori a sacco.

Doppia funzione come inserto filettato o come elemento di fissaggio. Collegamento impermeabile all'aria e all'umidità. Ideale per diversi materiali.

Temperature di lavorazione ammesse:

-30°C fino a +80°C.

Resistenti all'ozono.

Applicazioni:

costruzioni elettroniche, fabbricazione di veicoli, fabbricazione di rimorchi, costruzione di insegne, costruzioni in acciaio, impiantistica, tecnica del freddo e di climatizzazione, tecnica agraria

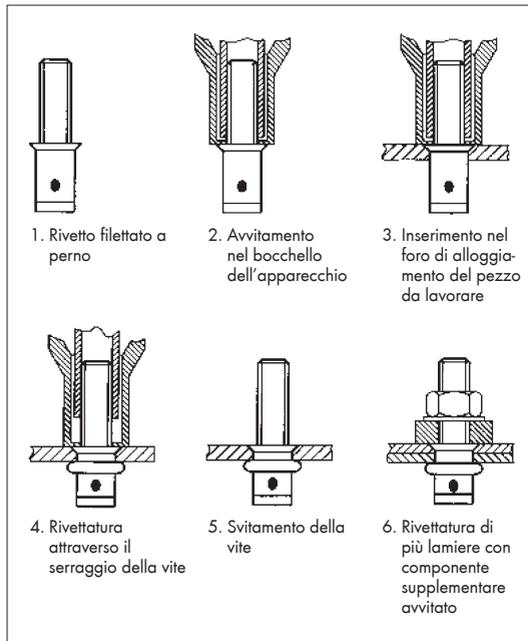
10.6 Rivetti filettati o perno

L'applicazione di rivetti filettati a perno avviene in modo analogo a quello dei rivetti filettati. La vite rivettata viene avvitata nella boccola filettata dell'utensile di lavorazione.

Dopodiché la boccola del rivetto viene inserita nel preforo.

Azionando l'utensile la boccola viene retratta. Attraverso il movimento di trazione il tirante filettato inizia a deformare la boccola, serrando contemporaneamente in una morsa strettissima i pezzi da assemblare.

Con questo tipo di fissaggio si ottiene una filettatura ad alta capacità di carico in materiali con pareti sottili.



Processo di applicazione

10.7 Trouble shooting

10.7.1 Zona di serraggio troppo grande:

- Il mandrino non si rompe nel punto di rottura prestabilito, per cui è possibile che dopo l'applicazione il mandrino sporga dalla boccola retratta.
- Nessuna o minima resistenza alla trazione e al taglio del fissaggio.

10.7.2 Zona di serraggio troppo piccola:

- Il collegamento mostra una ridotta resistenza alla trazione e al taglio.
- Il mandrino si rompe nel punto di rottura prestabilito, ma fuoriesce dalla boccola.

10.7.3 Foro troppo grande:

- Il rivetto può essere inserito, ma non si ottiene un'elevata resistenza dell'assemblaggio, poiché il materiale della boccola non è sufficiente per riempire il foro.

10.7.4 Foro troppo piccolo:

- La boccola del rivetto non può essere introdotta nel materiale, poiché il suo diametro è più grande di quello del preforo.

Ulteriori errori di montaggio possono derivare da un'errata selezione del bocchello o dell'utensile di lavorazione.

10.8 Glossario

10.8.1 Rivetto cieco a bicchiere:

Denominato anche rivetto a strappo a tenuta stagna. La connessione tra la boccola di questo rivetto a strappo e la testa viene realizzata a forma di bicchiere e, rispetto ai rivetti a strappo chiusi, ha il vantaggio di essere impermeabile agli spruzzi d'acqua.

10.8.2 Zona di serraggio:

La zona in cui un rivetto a strappo con una predefinita lunghezza della boccola assolve in modo ottimale alla sua funzione di rivettatura.

La zona di serraggio dei componenti è la somma degli spessori di tutti i componenti da assemblare.

10.8.3 Rivetto a strappo multigrip:

Rivetto a strappo che combina più zone di serraggio in un rivetto (consente un campo di serraggio fino a 20 mm).

10.8.4 Diametro della boccola del rivetto:

Diametro esterno della boccola del rivetto. Viene spesso designato come diametro del gambo.

10.8.5 Lunghezza della boccola del rivetto:

In caso di rivetti a strappo con testa a calotta piatta, la lunghezza della boccola del rivetto deve essere misurata fino all'inizio della testa a calotta piatta.

Nella versione con testa svasata, la lunghezza della boccola del rivetto include la testa svasata e la boccola.

10.8.6 Testa di chiusura:

La parte della boccia di un rivetto a strappo, la quale viene deformata dalla testa del mandrino.

10.8.7 Testa preformata:

Testa preformata dal fabbricante sulla boccia del rivetto a strappo. Questa testa non subisce ulteriori deformazioni. Viene realizzata come testa tonda o come testa svasata.

10.8.8 Punto di rottura prestabilito:

Ogni mandrino presenta delle intaccature, in corrispondenza alle quali avviene la rottura del mandrino al raggiungimento della deformazione massima della boccia del rivetto.

