

# Catalogo Tecnico

Estratto  
**EN ISO 898-6**



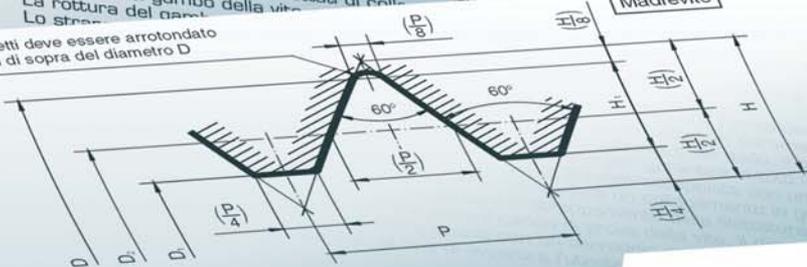
**GRUPPO FONTANA**

## 2) SISTEMA DI DESIGNAZIONE

2.1

**Dadi con altezze nominali  $\geq 0,8 D$  (altezza effettiva della filettatura  $> 0,8 D$ )**  
 I dadi con altezze nominali  $\geq 0,8 D$  (altezza effettiva della filettatura  $> 0,8 D$ ) corrispondente alla massima classe di resistenza della filettatura. Il cedimento degli elementi filettati di collaudo deve avvenire per rottura del gambo della vite.  
 La rottura del gambo della vite deve avvenire in un punto di collaudo. Lo stress deve essere superiore a quello della vite.

Il fondo dei filetti deve essere arrotondato e scaricato al di sopra del diametro  $D$

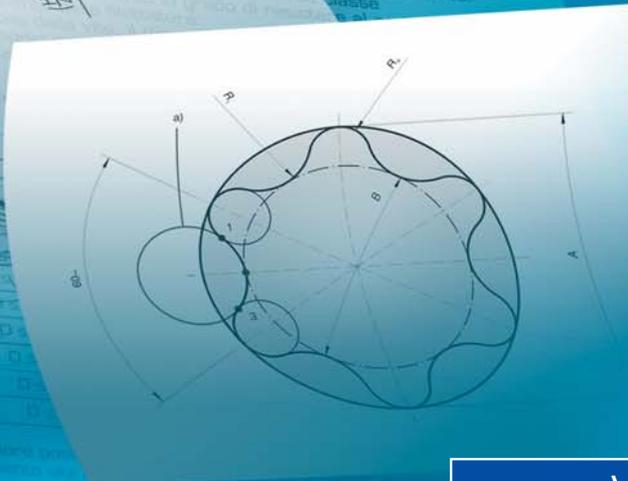


Classe di resistenza	Classe di resistenza	Classe di resistenza
5	5,8	8
8	8,8	10,9
10	12,9	

**Nota**  
 In generale, i dadi di una classe di resistenza superiore possono essere utilizzati per un collegamento con un dadi di una classe inferiore. Ciò è particolarmente consigliabile per un collegamento con un dadi di una classe superiore al carico di prova della vite.

2.2

**Dadi con altezze nominali  $< 0,5 D$  e  $< 0,5 D$  (altezza effettiva della filettatura  $< 0,5 D$ )**  
 I dadi con altezze nominali  $< 0,5 D$  e  $< 0,5 D$  (altezza effettiva della filettatura  $< 0,5 D$ ) da un numero a due cifre, la seconda cifra indica il tipo di trattamento termico. La prima cifra indica il tipo di trattamento termico. Il cedimento degli elementi filettati di collaudo deve avvenire per rottura del gambo della vite. La capacità effettiva di collaudo deve essere superiore a quella della vite. La capacità effettiva di collaudo deve essere superiore a quella della vite. Il rapporto di collaudo deve essere superiore a quello della vite. Il rapporto di collaudo deve essere superiore a quello della vite.



**GRUPPO FONTANA**

**PRESCRIZIONI TECNICHE**

**VOLUME 1  
PRODOTTI UNIFICATI**

**VOLUME 3  
BULLONERIA SPECIALE**



# Prescrizioni *tecniche*



*Le viti tengono  
insieme il mondo...  
...e Fontana  
le fabbrica tutte*



**FONTANA LUIGI S.p.A.**  
VITERIA - BULLONERIA AD ALTA RESISTENZA



**LOBO**  
S.p.A.



BULLONERIA  
**BARGE**  
S.p.A.



**INDUSTRIA BULLONERIA SPECIALE**  
s.r.l.



**BULLONERIA BRIANTEA**



**MERIDBULLONI**  
S.p.A.



# PRESCRIZIONI TECNICHE

Il catalogo tecnico del Gruppo Fontana è una raccolta di prescrizioni tecniche per gli elementi di collegamento e di considerazioni complementari relative alle giunzioni filettate. I contenuti degli argomenti trattati sono il risultato della consolidata esperienza aziendale e sono conformi alle norme nazionali ed internazionali riguardanti gli elementi di collegamento.

Gli estratti e le concordanze si riferiscono a norme vigenti alla data di pubblicazione del presente catalogo.

Dette norme sono costantemente aggiornate e quindi il contenuto tecnico può andare soggetto a revisione; pertanto gli utenti del catalogo devono accertarsi dell'eventuale pubblicazione di aggiornamenti delle norme interessate.

## Estratto EN ISO 898-6

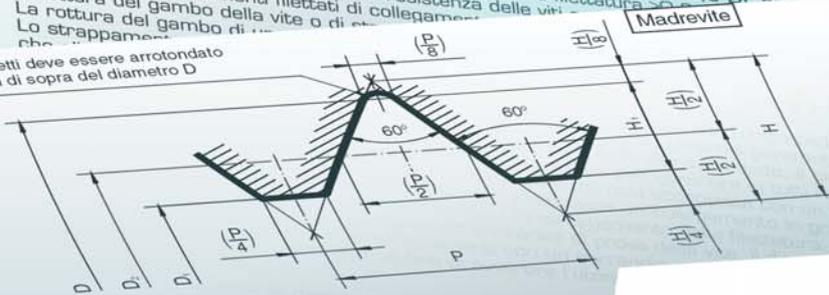


### 2) SISTEMA DI DESIGNAZIONE

#### 2.1

**Dadi con altezze nominali  $\geq 0,8 D$**  (altezza effettiva della filettatura  $\geq 0,6 D$ )  
I dadi con altezze nominali  $\geq 0,8 D$  (altezza effettiva della filettatura  $\geq 0,6 D$ ) corrispondente alla massima classe di resistenza delle viti.  
Il cedimento degli elementi filettati di collegamento.  
La rottura del gambo della vite o di altri componenti.  
Lo strappamento.

Il fondo dei filetti deve essere arrotondato e scaricato al di sopra del diametro  $D$

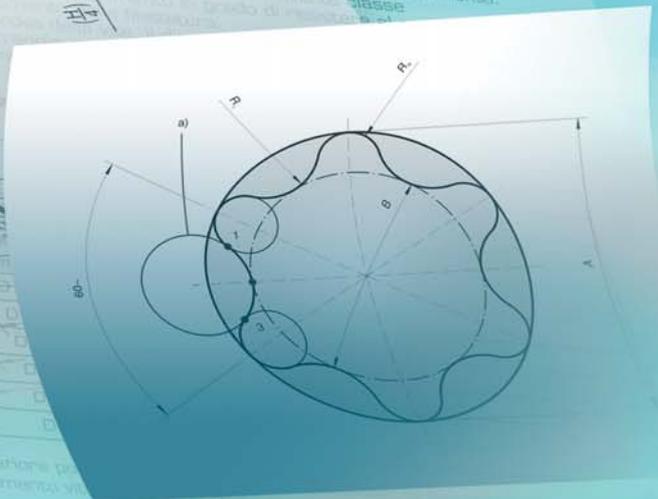


#### Nota

In generale, i dadi di una classe di resistenza superiore possono essere utilizzati al posto di quelli di una classe inferiore. Ciò è particolarmente consigliabile per un collegamento viti-dadi.

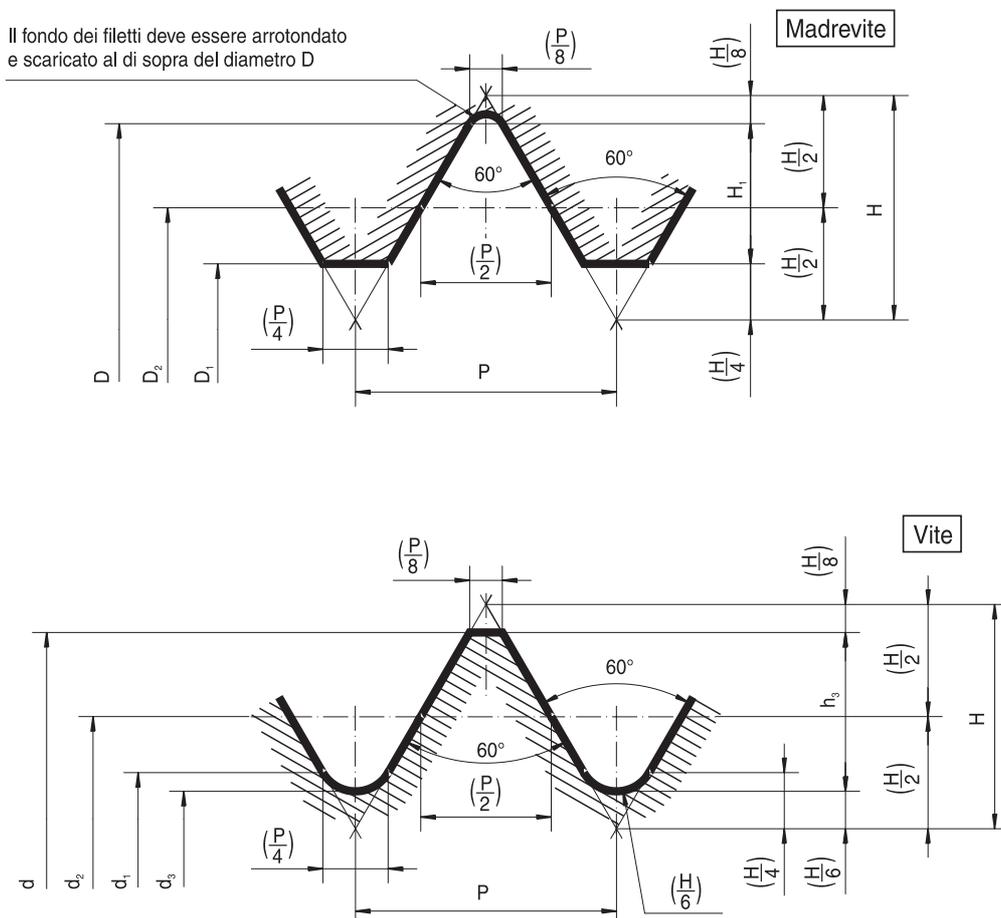
#### 2.2

**Dadi con altezze nominali  $\geq 0,5 D$  e  $< 0,8 D$**  (altezza effettiva della filettatura  $\geq 0,5 D$ )  
I dadi con altezze nominali  $\geq 0,5 D$  e  $< 0,8 D$  (altezza effettiva della filettatura  $\geq 0,5 D$ ) da un numero a due cifre: la seconda cifra indica la classe di resistenza, mentre la prima cifra indica il tipo di filettatura. Il tipo di filettatura è di un collegamento non filettato (per dadi a filettatura continua). La capacità effettiva di resistenza è determinata dalla filettatura, ma anche dal tipo di filettatura. Il prospetto 7 indica le norme di riferimento per i carichi di prova. Il prospetto 7 formula le prescrizioni tecniche per i dadi di questi tipi.



## Filettature metriche ISO: profilo base, procedimento di calcolo e dimensioni nominali

### 1] Profilo base



### 2] Procedimento di calcolo degli elementi geometrici

- 2.1 Altezza del triangolo generatore:  $H = \frac{\sqrt{3}}{2} P = 0,86603 P$
- 2.2 Profondità dei filetti della vite:  $h_3 = \frac{d - d_3}{2} = H - \frac{H}{8} - \frac{H}{6} = \frac{17}{24} H = 0,61343 P$
- 2.3 Profondità dei filetti della madrevite o ricopimento:  $H_1 = \frac{D - D_1}{2} = H - \frac{H}{8} - \frac{H}{4} = \frac{5}{8} H = 0,54127 P$
- 2.4 Diametro medio:  $D_2 = d_2 = d - \frac{3}{4} H = d - 0,64952 P$
- 2.5 Diametro di nocciolo della madrevite:  $D_1 = d_1 = d_2 - 2 \left( \frac{H}{2} - \frac{H}{4} \right) = d - 2H_1 = d - 1,08253 P$

2.6 Diametro di nocciolo della vite:  $d_3 = d_2 - 2 \left( \frac{H}{2} - \frac{H}{6} \right) = d - 2h_3 = d - 1,22687 P$

2.7 Diametro della vite in corrispondenza dell'inizio del raccordo:  $d_1 = D_1 = d_2 - 2 \left( \frac{H}{2} - \frac{H}{4} \right) = d - 2H_1 = d - 1,08253 P$

2.8 Raggio di arrotondamento del fondo del filetto della vite:  $r = \frac{H}{6} = 0,14434 P$

2.9 Sezione di nocciolo:  $S_n = \frac{\pi}{4} d_3^2 = 0,785398 d_3^2$

2.10 Sezione resistente:  $S_r = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 = 0,785398 \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$

2.11 Troncatura sulla cresta della vite:  $\frac{H}{8} = 0,10825 P$

2.12 Troncatura sulla cresta della madrevite:  $\frac{H}{4} = 0,21651 P$

### 3] Dimensioni nominali

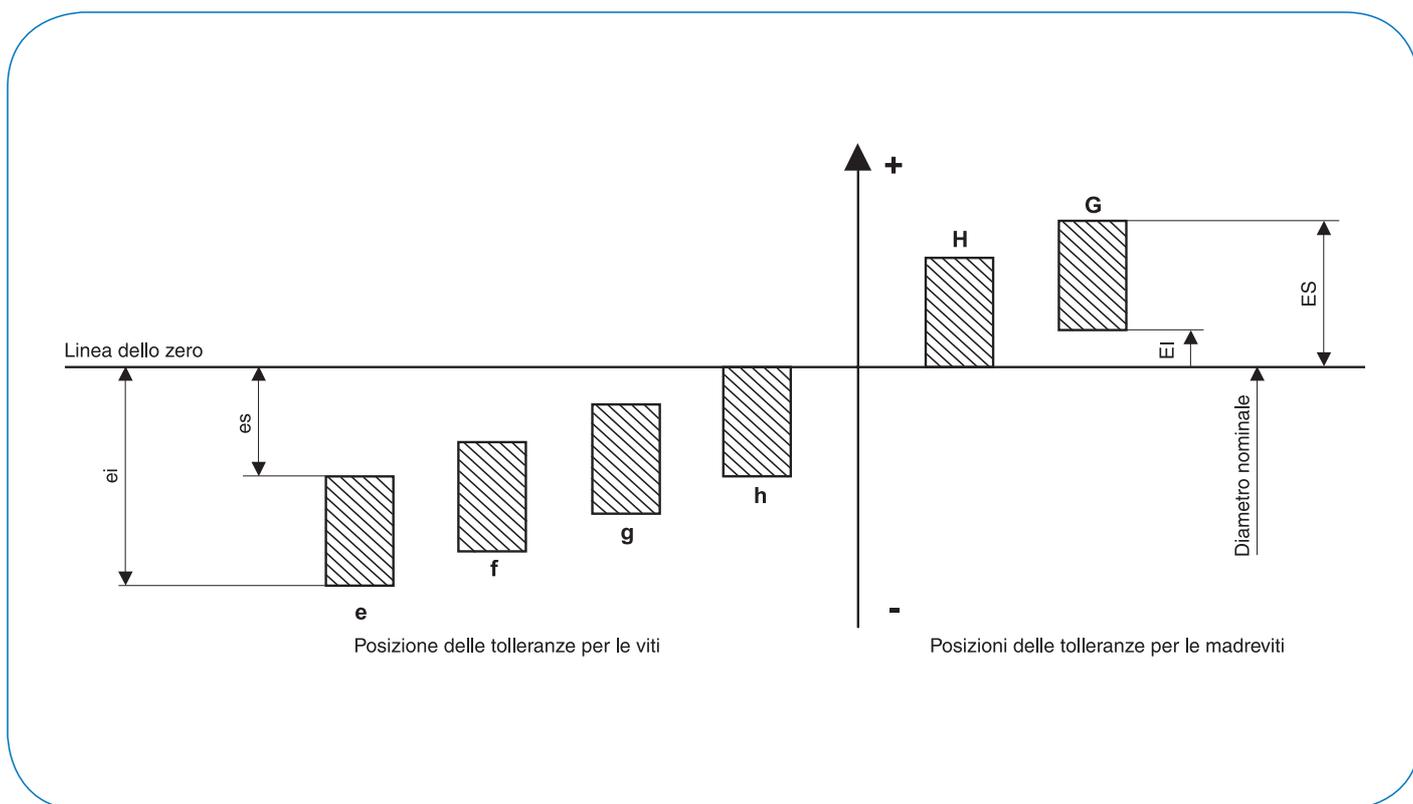
d = D	P	d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>1</sub> = D <sub>1</sub>	h <sub>3</sub>	H <sub>1</sub>	S <sub>r</sub> mm <sup>2</sup>	S <sub>n</sub> mm <sup>2</sup>
3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	5,03	4,47
4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	8,78	7,75
5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	14,2	12,7
6	1	5,350	4,770	4,917	0,613	0,541	20,1	17,9
8	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	36,6	32,8
8	1	7,350	6,773	6,917	0,613	0,541	39,2	36,0
10	1,50	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	58,0	52,3
10	1,25	9,188	8,466	8,647	0,767	0,677	61,2	56,3
12	1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	84,3	76,2
12	1,25	11,188	10,466	10,647	0,767	0,677	92,1	86,0
14	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	115	105
14	1,5	13,026	12,150	12,376	0,920	0,812	125	115
16	2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	157	144
16	1,5	15,026	14,160	14,376	0,920	0,812	167	157
18	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353	192	175
18	1,5	17,026	16,150	16,376	0,920	0,812	216	205
20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	245	225
20	1,5	19,026	18,160	18,376	0,920	0,812	272	259
22	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	303	282
22	1,5	21,026	20,160	20,376	0,920	0,812	333	319
24	3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	353	324
24	2	22,701	21,546	21,835	1,227	1,083	384	365
27	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	459	427
27	2	25,701	24,546	24,835	1,227	1,083	496	473
30	3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894	561	519
30	2	28,701	27,546	27,825	1,227	1,083	621	596

## Filettature metriche ISO: sistema di tolleranze per accoppiamenti mobili

### 1) Posizione delle tolleranze

Il sistema di tolleranze ISO per filettature prevede 6 posizioni diverse; le posizioni sono designate come segue:

- per le posizioni relative alle tolleranze sulle viti mediante lettere minuscole: e, f, g, h
- per le posizioni relative alle tolleranze sulle madreviti mediante lettere maiuscole: G, H



Le posizioni sono definite dagli scostamenti fondamentali riportati, in funzione del passo delle filettature nel prospetto seguente:

Passo P mm	Posizione				Posizione	
	e	f	g	h	H	G
	per $d, d_1, d_2$ delle viti es $\mu\text{m}$				per $D, D_1, D_2$ delle madreviti EI $\mu\text{m}$	
0,5	-50	-36	-20	0	0	+20
0,7	-56	-38	-22	0	0	+22
0,8	-60	-38	-24	0	0	+24
1	-60	-40	-26	0	0	+26
1,25	-63	-42	-28	0	0	+28
1,5	-67	-45	-32	0	0	+32
1,75	-71	-48	-34	0	0	+34
2	-71	-52	-38	0	0	+38
2,5	-80	-58	-42	0	0	+42
3	-85	-63	-48	0	0	+48
3,5	-90	-70	-53	0	0	+53

## 2] Tolleranze: diametri medi $d_2$ e $D_2$ e di cresta $d$ e $D_1$

Per i diametri medi ed i diametri di cresta (esterno della vite e di nocciolo della madrevite) sono previste tolleranze di diverso grado di precisione, da scegliersi in funzione della lunghezza di avvitamento, indicate con **S, N, L**, (vedi prospetto 1) e delle qualità di lavorazione previste; il grado di precisione, identificato da un numero da 3 a 9, è l'ampiezza del campo di tolleranza e più il grado di precisione è grande più il campo di tolleranza è ampio. I gradi di precisione da adottare in funzione delle lunghezze di avvitamento e della qualità di lavorazione sono riportati nel prospetto 2.

Prospetto 1 **Gruppi di lunghezze di avvitamento**

Diametro nominale $d = D$ mm		Passo $P$ mm	Gruppo				
			S		N		L
			Lunghezze di avvitamento mm				
sopra	fino	mm	fino	sopra	fino	sopra	
2,8	5,6	0,5	1,5	1,5	4,5	4,5	
		0,7	2	2	6	6	
		0,8	2,5	2,5	7,5	7,5	
5,6	11,2	1	3	3	9	9	
		1,25	4	4	12	12	
		1,5	5	5	15	15	
11,2	22,4	1,25	4,5	4,5	13	13	
		1,5	5,6	5,6	16	16	
		1,75	6	6	18	18	
		2	8	8	24	24	
		2,5	10	10	30	30	
22,4	40	2	8,5	8,5	25	25	
		3	12	12	36	36	
		3,5	15	15	45	45	

Prospetto 2 **Gradi di precisione**

Diametri		Gruppo								
		S			N			L		
		Qualità di lavorazione								
		Precisa	Media	Grossolana	Precisa	Media	Grossolana	Precisa	Media	Grossolana
Grado di precisione										
Vite	$d$	4	6	-	4	6	8	4	6	8
	$d_2$	3	5	-	4	6	8	5	7	9
Madrevite	$D_1$	4	5	-	5	6	7	6	7	8
	$D_2$	4	5	-	4	6	7	6	7	8

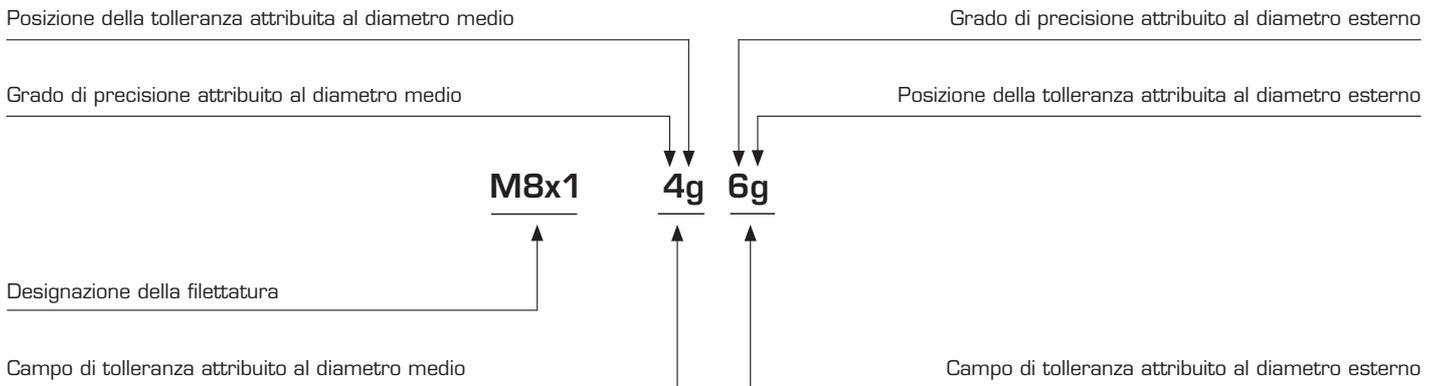
## 3] Designazione delle filettature

La designazione completa di una filettatura comprende la designazione dimensionale della filettatura, seguita dalla designazione del campo di tolleranza.

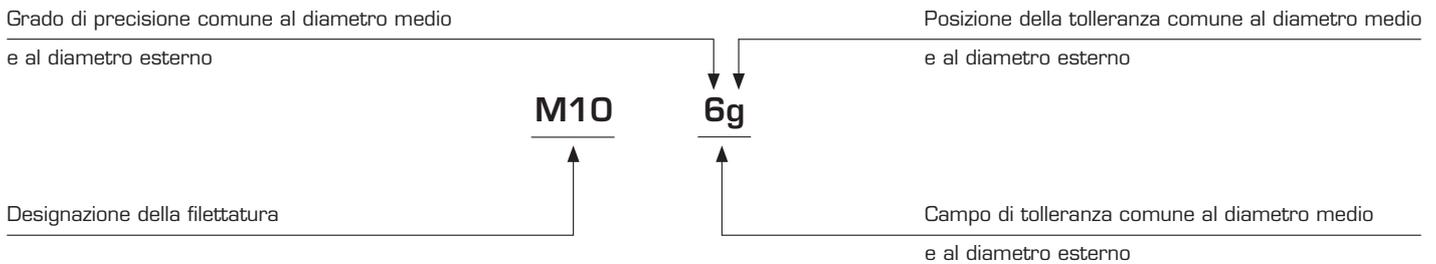
La designazione del campo di tolleranza di una filettatura comprende, nell'ordine, l'indicazione del campo di tolleranza attribuito al diametro medio e quello al diametro di cresta. Se il campo di tolleranza attribuito al diametro medio è uguale a quello attribuito al diametro di cresta, non è necessario ripeterlo.

L'indicazione del campo di tolleranza è composta da un numero che indica il grado di precisione, seguito da una lettera che indica la posizione della tolleranza. Per una stessa filettatura la posizione della tolleranza relativa al diametro medio non può essere diversa da quella relativa al diametro di cresta.

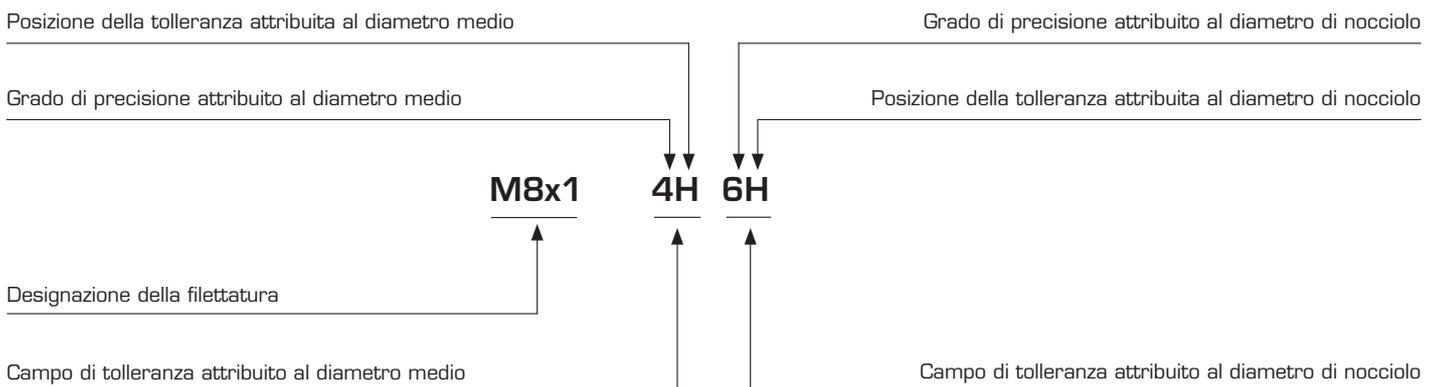
**Esempio di designazione di una filettatura esterna (vite) metrica ISO a passo fine M8x1 con campi di tolleranza 4g 6g:**



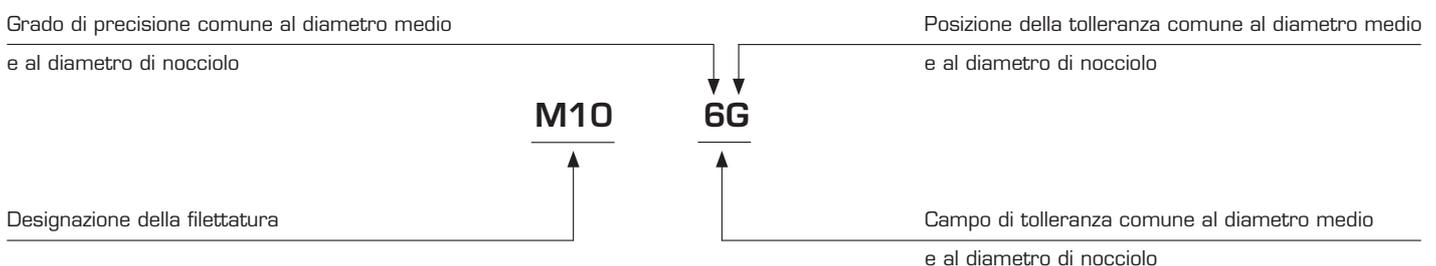
**Esempio di designazione di una filettatura esterna (vite) metrica ISO a passo grosso M10 con campo di tolleranza 6g:**



**Esempio di designazione di una filettatura interna (madrevite) metrica ISO a passo fine M8x1 con campi di tolleranza 4H 6H:**

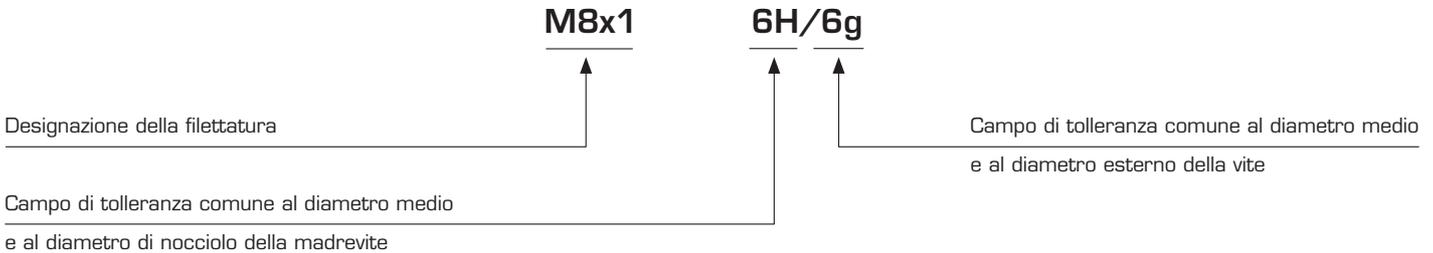


**Esempio di designazione di una filettatura interna (madrevite) metrica ISO a passo grosso M10 con campo di tolleranza 6G:**



### Designazione di accoppiamenti madrevite-vite

L'accoppiamento tra due elementi filettati viene designato indicando, dopo la designazione della filettatura, il simbolo (o simboli) del campo (o dei campi) di tolleranza attribuito alla madrevite seguito da una barra e dal simbolo (o simboli) del campo (o campi) di tolleranza attribuito alla vite.



## 4] Campi di tolleranza

I campi di tolleranza devono essere scelti secondo quanto indicato nei prospetti 3 e 4.

I campi di tolleranza indicati in carattere neretto sono quelli raccomandati.

Per esigenze diverse, sono invece preferenziali i campi di tolleranza indicati in carattere neretto seguiti da asterisco.

Prospetto 3 **Campi di tolleranza raccomandati per viti**

Qualità di lavorazione	Tolleranza posizione e			Tolleranza posizione f			Tolleranza posizione g			Tolleranza posizione h		
	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L
<b>Precisa</b>	-	-	-	-	-	-	-	(4g)	(5g4g)	(3h4h)	<b>4h*</b>	(5h4h)
<b>Media</b>	-	<b>6e*</b>	(7e6e)	-	<b>6f*</b>	-	(5g6g)	<b>6g</b>	(7g6g)	(5h6h)	6h	(7h6h)
<b>Grossolana</b>	-	(8e)	(9e8e)	-	-	-	-	8g	(9g8g)	-	-	-

Prospetto 4 **Campi di tolleranza raccomandati per madreviti**

Qualità di lavorazione	Tolleranza posizione G			Tolleranza posizione H		
	S	N	L	S	N	L
<b>Precisa</b>	-	-	-	4H	5H	6H
<b>Media</b>	(5G)	<b>6G*</b>	(7G)	<b>5H*</b>	<b>6H</b>	<b>7H*</b>
<b>Grossolana</b>	-	(7G)	(8G)	-	7H	8H

## 5] Verifica delle filettature rivestite

Viti:

Le dimensioni limite prescritte per le filettature con posizione di tolleranza **e, f, g** si intendono valide **prima** del rivestimento; dopo il rivestimento le dimensioni possono risultare maggiori del limite massimo prescritto per i vari diametri purchè non superino il limite superiore della posizione di tolleranza **h**.

Le dimensioni limite prescritte per le filettature con posizione di tolleranza **h** si intendono valide anche dopo il rivestimento.

Dadi:

Le dimensioni limite prescritte per le filettature con posizione di tolleranza **G** si intendono valide **prima** del rivestimento; dopo il rivestimento le dimensioni possono risultare minori del limite minimo prescritto per i vari diametri, purchè non superino il limite inferiore della posizione di tolleranza **H**.

Le dimensioni limite prescritte per le filettature con posizione di tolleranza **H** si intendono valide anche dopo il rivestimento.

## Filettature metriche ISO: dimensioni limite per filettature di qualità media con tolleranza 6H/6g

Dimensioni limite per viti con tolleranza 6g									
Filettatura	Passo P	Lunghezza di avvitamento		Diametro esterno		Diametro medio		Diametro di nocciolo	Raggio
		N		d		d <sub>2</sub>		d <sub>1</sub>	r
		sopra	fino a	max.	min.	max.	min.	max.	min.
<b>A passo grosso</b>									
M3	0,5	1,5	4,5	2,980	2,874	2,655	2,580	2,439	0,063
M4	0,7	2	6	3,978	3,838	3,523	3,433	3,220	0,088
M5	0,8	2,5	7,5	4,976	4,826	4,456	4,361	4,110	0,100
M6	1	3	9	5,974	5,794	5,324	5,212	4,891	0,125
M8	1,25	4	12	7,972	7,760	7,160	7,042	6,619	0,156
M10	1,5	5	15	9,968	9,732	8,994	8,862	8,344	0,188
M12	1,75	6	18	11,966	11,701	10,829	10,679	10,072	0,219
M14	2	8	24	13,962	13,682	12,663	12,503	11,797	0,250
M16	2	8	24	15,962	15,682	14,663	14,503	13,797	0,250
M18	2,5	10	30	17,958	17,623	16,334	16,164	15,252	0,313
M20	2,5	10	30	19,958	19,623	18,334	18,164	17,252	0,313
M22	2,5	10	30	21,958	21,623	20,334	20,164	19,252	0,313
M24	3	12	36	23,952	23,577	22,003	21,803	20,704	0,375
M27	3	12	36	26,952	26,577	25,003	24,803	23,704	0,375
M30	3,5	15	45	29,947	29,522	27,674	27,462	26,158	0,438
<b>A passo fine</b>									
M8x1	1	3	9	7,974	7,794	7,324	7,212	6,891	0,125
M10x1,25	1,25	4	12	9,972	9,760	9,160	9,042	8,619	0,156
M12x1,25	1,25	4,5	13	11,972	11,760	11,160	11,028	10,619	0,156
M14x1,5	1,5	5,6	16	13,968	13,732	12,994	12,854	12,344	0,188
M16x1,5	1,5	5,6	16	15,968	15,732	14,994	14,854	14,344	0,188
M18x1,5	1,5	5,6	16	17,968	17,732	16,994	16,854	16,344	0,188
M20x1,5	1,5	5,6	16	19,968	19,732	18,994	18,854	18,344	0,188
M22x1,5	1,5	5,6	16	21,968	21,732	20,994	20,854	20,344	0,188
M24x2	2	8,5	25	23,962	23,682	22,663	22,493	21,797	0,250
M27x2	2	8,5	25	26,962	26,682	25,663	25,493	24,797	0,250
M30x2	2	8,5	25	29,962	29,682	28,663	28,493	27,797	0,250

Dimensioni limite per madreviti con tolleranza 6H

Filettatura	Passo P	Lunghezza di avvitamento		Diametro esterno	Diametro medio		Diametro di nocciolo	
		N		D	D <sub>2</sub>		D <sub>1</sub>	
		sopra	fino a	min.	min.	max.	min.	max.
<b>A passo grosso</b>								
M3	0,5	1,5	4,5	3,000	2,675	2,775	2,459	2,599
M4	0,7	2	6	4,000	3,545	3,663	3,242	3,422
M5	0,8	2,5	7,5	5,000	4,480	4,605	4,134	4,334
M6	1	3	9	6,000	5,350	5,500	4,917	5,153
M8	1,25	4	12	8,000	7,188	7,348	6,647	6,912
M10	1,5	5	15	10,000	9,026	9,206	8,376	8,676
M12	1,75	6	18	12,000	10,863	11,063	10,106	10,441
M14	2	8	24	14,000	12,701	12,913	11,835	12,210
M16	2	8	24	16,000	14,701	14,913	13,835	14,210
M18	2,5	10	30	18,000	16,376	16,600	15,294	15,744
M20	2,5	10	30	20,000	18,376	18,600	17,294	17,744
M22	2,5	10	30	22,000	20,376	20,600	19,294	19,744
M24	3	12	36	24,000	22,051	22,316	20,752	21,252
M27	3	12	36	27,000	25,051	25,316	23,752	24,252
M30	3,5	15	45	30,000	27,727	28,007	26,211	26,771
<b>A passo fine</b>								
M8x1	1	3	9	8,000	7,350	7,500	6,917	7,153
M10x1,25	1,25	4	12	10,000	9,188	9,348	8,647	8,912
M12x1,25	1,25	4,5	13	12,000	11,188	11,368	10,647	10,912
M14x1,5	1,5	5,6	16	14,000	13,026	13,216	12,376	12,676
M16x1,5	1,5	5,6	16	16,000	15,026	15,216	14,376	14,676
M18x1,5	1,5	5,6	16	18,000	17,026	17,216	16,376	16,676
M20x1,5	1,5	5,6	16	20,000	19,026	19,216	18,376	18,676
M22x1,5	1,5	5,6	16	22,000	21,026	21,216	20,376	20,676
M24x2	2	8,5	25	24,000	22,701	22,925	21,835	22,210
M27x2	2	8,5	25	27,000	25,701	25,925	24,835	25,210
M30x2	2	8,5	25	30,000	28,701	28,925	27,835	28,210

**Nota** Per le filettature rivestite queste dimensioni limite si intendono, salvo diversamente specificato, prima del rivestimento. Dopo il rivestimento le dimensioni limite non dovranno essere, in alcun punto, superiori ai valori massimi della posizione di tolleranza **h** per la vite o inferiori ai valori minimi della posizione di tolleranza **H** per la madrevite.

## Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Viti

### 1] Generalità

La presente norma specifica le caratteristiche meccaniche di viti di acciaio quando verificate ad una temperatura ambiente compresa tra i +10 °C e i +35 °C:

I prodotti conformi ai requisiti della presente norma sono valutati esclusivamente a temperatura ambiente e possono non mantenere le caratteristiche meccaniche e fisiche specificate a temperature superiori ed inferiori. A temperature inferiori di quella ambiente, possono verificarsi significative variazioni delle caratteristiche meccaniche, in particolar modo la resistenza all'impatto. Quando gli elementi di collegamento devono essere utilizzati a temperature superiori o inferiori di quella ambiente è responsabilità dell'utilizzatore assicurarsi che le caratteristiche meccaniche e fisiche siano soddisfacenti per le sue specifiche condizioni di servizio. Alcuni elementi di collegamento, quali quelli a testa svasata piana, testa con calotta e testa cilindrica possono non soddisfare le caratteristiche di trazione e di torsione della presente norma, a causa della geometria della testa che ne riduce la sezione resistente al taglio se confrontata alla sezione resistente della filettatura.

La presente norma si applica a viti:

- con diametro nominale di filettatura a passo grosso compreso tra M1,6 e M39 e a passo fine tra M8x1 e M39x3;
- con filettatura metrica ISO a profilo triangolare secondo la ISO 68-1
- con combinazioni diametro/passo secondo le ISO 261 e ISO 262
- con tolleranza di filettatura secondo le ISO 965-1 e ISO 965-2
- realizzate in acciaio

Essa non si applica ai grani ed a organi di collegamento filettati similari.

Essa non stabilisce alcuna caratteristica per proprietà quali:

- saldabilità
- resistenza alla corrosione
- capacità di sopportare temperature maggiori di +300 °C oppure minori di -50 °C
- resistenza agli sforzi di taglio
- resistenza a fatica

### 2] Sistema di classificazione

Il sistema di classificazione delle classi di resistenza per viti è illustrato nel prospetto 1.

L'asse delle ascisse indica i valori nominali dei carichi unitari di rottura,  $R_m$ , espressi in newton al millimetro quadrato e l'asse delle ordinate indica i valori minimi dell'allungamento in percentuale,  $A_{\min}$ , dopo rottura.

Il simbolo della classe di resistenza è costituito da due numeri:

- il primo numero rappresenta 1/100 del valore nominale del carico unitario di rottura,  $R_m$ , in newton al millimetro quadrato (vedere 4.1 nel prospetto 3)
- il secondo numero rappresenta 10 volte il rapporto tra il carico nominale unitario di snervamento,  $R_{eL}$ , (oppure carico unitario di scostamento dalla proporzionalità,  $R_{p0,2}$ ) ed il carico nominale unitario di rottura,  $R_{m, \text{nom}}$

La moltiplicazione di questi due numeri dà 1/10 del valore del carico nominale unitario di snervamento,  $R_{eL}$ , espresso in newton al millimetro quadrato.

Il minimo valore del carico unitario di snervamento,  $R_{eL, \text{min}}$  (oppure il minimo del carico unitario di scostamento dalla proporzionalità,  $R_{p0,2, \text{min}}$ ) e il minimo valore del carico unitario di rottura,  $R_{m, \text{min}}$  sono uguali o maggiori dei corrispondenti valori nominali (vedere prospetto 3).

Prospetto 1 **Sistema di coordinate**

Carico unitario nominale di rottura $R_{m, nom}$ N/mm <sup>2</sup>		300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
Allungamento percentuale minimo dopo rottura, $A_{min}$	7										
	8										
	9				6.8					12.9	
	10								10.9		
	12			5.8					9.8 <sup>a)</sup>		
	14						8.8				
	16		4.8								
	18										
Relazione tra carichi unitari di snervamento e di rottura											
Secondo numero del simbolo										.8	.9
$\frac{\text{Carico unitario di snervamento } R_{eL}^{b)}}{\text{Carico unitario nominale di rottura } R_{m, nom}} \times 100\%$ oppure $\frac{\text{Carico unitario di scostamento della proporzionalità } R_{p0,2}^{b)}}{\text{Carico unitario nominale di rottura } R_{m, nom}} \times 100\%$										80	90
<b>Nota</b> - Benchè nella presente norma vengano specificate numerose classi di resistenza, ciò non significa che tutte le classi siano adatte per tutti i prodotti. Informazioni supplementari sull'applicazione delle classi di resistenza vengono fornite nelle norme di prodotto relative. Per prodotti non normalizzati si raccomanda di scegliere, il più strettamente possibile, una classe di resistenza uguale a quella già prevista per prodotti similari normalizzati. a) Vale unicamente per diametri nominali di filettatura $d \leq 16$ mm. b) Si applicano i valori nominali indicati nel prospetto 3.											

### 3] Materiali

Il prospetto 2 specifica gli acciai e le temperature minime di rinvenimento per le diverse classi di resistenza delle viti. La composizione chimica deve essere verificata in accordo con le pertinenti norme ISO.

Prospetto 2 **Acciai**

Classe di resistenza	Materiale e trattamento termico	Composizione chimica (analisi sul prodotto), %					Temperatura di rinvenimento
		C		P	S	B <sup>a)</sup>	°C
		min.	max.	max.	max.	max.	min.
4.8 <sup>b)</sup>	Acciaio non legato	-	0,55	0,05	0,06	0,003	-
5.8 <sup>b)</sup>		-	0,55	0,005	0,06	0,003	-
6.8 <sup>b)</sup>		-	0,55	0,005	0,06	0,003	-
8.8 <sup>c)</sup>	Acciaio non legato con additivi (per esempio con B, Mn o Cr) bonificato	0,15 <sup>d)</sup>	0,40	0,035	0,035	0,003	425
	Acciaio non legato bonificato	0,25	0,55	0,035	0,035		
9.8	Acciaio non legato con additivi (per esempio con B, Mn o Cr) bonificato	0,15 <sup>d)</sup>	0,35	0,035	0,035	0,003	425
	Acciaio non legato bonificato	0,25	0,55	0,035	0,035		
10.9 <sup>e)</sup>	Acciaio non legato bonificato	0,25	0,55	0,035	0,035	0,003	425
	Acciaio non legato con additivi (per esempio con B, Mn o Cr) bonificato	0,20 <sup>d)</sup>	0,55	0,035	0,035		
12.9 <sup>e) g) h)</sup>	Acciaio legato bonificato <sup>f)</sup>	0,20	0,55	0,035	0,035	0,003	380
	Acciaio legato bonificato <sup>f)</sup>	0,28	0,50	0,035	0,035		

- a) Il contenuto di boro può raggiungere lo 0,005% a condizione che il boro non efficace sia controllato dall'aggiunta di titanio e/o alluminio.  
 b) L'acciaio automatico è ammesso per queste classi di resistenza con i seguenti contenuti massimi di zolfo, fosforo e piombo: zolfo 0,34%; fosforo 0,11%; piombo 0,35%.  
 c) Per i diametri nominali maggiori di 20mm, può rendersi necessario utilizzare gli acciai per la classe 10.9 al fine di ottenere una temprabilità sufficiente.  
 d) L'acciaio al carbonio legato al boro, il cui contenuto di carbonio sia 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, 10.9.  
 e) I materiali di queste classi di resistenza devono avere sufficiente temprabilità in modo da ottenere nella porzione filettata della vite una struttura a cuore con circa il 90 % di martensite nelle condizioni di "tutta temprà" prima del rinvenimento.  
 f) Questi acciai devono contenere almeno uno dei seguenti elementi nelle quantità minime date: cromo 0,30 %, nichel 0,30 %, molibdeno 0,20 %, vanadio 0,10%. Dove gli elementi sono specificati in combinazione di due, tre o quattro e avere contenuti di lega inferiori a quelli indicati, il valore limite da applicare per la classe è il 70% della somma dei singoli elementi come sopra indicati per i due, tre o quattro elementi considerati.  
 g) Per la classe di resistenza 12.9 non è ammesso alcun strato bianco ammicchito di fosforo rilevabile metallograficamente sulle superfici sottoposte a sollecitazione di trazione.  
 h) La composizione chimica e la temperatura di rinvenimento sono in fase di determinazione.

#### 4] Caratteristiche fisiche e meccaniche

Le viti sottoposte a prova secondo i metodi descritti in 7 devono avere, a temperatura ambiente, le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate nel prospetto 3.

Prospetto 3 **Caratteristiche fisiche e meccaniche delle viti**

Nr.	Caratteristiche meccaniche e fisiche	Classe di resistenza									
		4.8	5.8	6.8	8.8 <sup>a)</sup>		9.8 <sup>b)</sup>	10.9	12.9		
					$d \leq 16^{c)}$ mm	$d > 16^{c)}$ mm					
4.1	Carico unitario nominale di rottura, $R_{m, nom}$ N/mm <sup>2</sup>	400	500	600	800	800	900	1000	1200		
4.2	Carico unitario minimo di rottura, $R_{m, min}^{d)e)}$ N/mm <sup>2</sup>	420	520	600	800	830	900	1040	1220		
4.3	Durezza Vickers, HV $F \geq 98$ N	min.	130	160	190	250	255	290	320	385	
		max.	220 <sup>f)</sup>		250	320	335	360	380	435	
4.4	Durezza Brinell, HB $F = 30 D^2$	min.	124	152	181	238	242	276	304	366	
		max.	209 <sup>f)</sup>		238	304	318	342	361	414	
4.5	Durezza Rockwell, HR	min.	HRB	71	82	89	-	-	-	-	-
			HRC	-			22	23	28	32	39
		max.	HRB	95,0 <sup>f)</sup>		99,5	-	-	-	-	-
			HRC	-			32	34	37	39	44
4.6	Durezza superficiale, HV 0,3	max.	-			g)					
4.7	Carico unitario di snervamento $R_{eL}^{h)}$ , N/mm <sup>2</sup>	nom.	320	400	480	-	-	-	-	-	
		min.	340	420	480	-	-	-	-	-	
4.8	Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità $R_{p0,2}^{i)}$ , N/mm <sup>2</sup>	nom.	-			640	640	720	900	1080	
		min.	-			640	660	720	940	1100	
4.9	Carico unitario di prova, $S_p$ $S_p/R_{eL}$ o $S_p/R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>		0,91	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	
			310	380	440	580	600	650	830	970	
4.10	Coppia di rottura, $M_B$	Nm min.	-			Vedere ISO 898-7					
4.11	Allungamento di rottura, $A$	min.	-			12	12	10	9	8	
4.12	Strizione dopo rottura, $Z$	%min.	-			52	48	48	44		
4.13	Resistenza alla trazione con appoggio a cuneo <sup>l)</sup>		I valori minimi della resistenza a trazione per vite intera non devono essere inferiori ai valori minimi di resistenza a trazione indicati in 4.2								
4.14	Resilienza, $KU$	J min.	-			30	30	25	20	15	
4.15	Tenacità della testa		Nessuna rottura								
4.16	Altezza nominale della zona non decarburata, $E$		-			$\frac{1}{2} H_1$		$\frac{2}{3} H_1$	$\frac{3}{4} H_1$		
	Profondità massima di decarburazione totale, $G$	mm	-			0,015					
4.17	Durezza dopo rinvenimento		-			Riduzione massima della durezza di 20 HV					
4.18	Difetti superficiali		Secondo la ISO 6157-1 oppure la ISO 6157-3 come appropriato								

- a) Per viti di classe di resistenza 8.8, aventi diametro di filettatura  $d \leq 16$ mm esiste un maggiore rischio di strappamento del dado in caso di inavvertito serraggio eccessivo, che determina un carico superiore al carico di prova. Si raccomanda a questo proposito di fare riferimento alla ISO 898-2.
- b) Vale unicamente per i diametri nominali di filettatura  $d \leq 16$ mm.
- c) Per viti per carpenteria ad alta resistenza il limite inferiore è 12 mm.
- d) I valori minimi dei carichi unitari di trazione valgono per i prodotti di lunghezza nominale  $l \geq 2,5d$ . Le durezze minime valgono per i prodotti di lunghezza nominale  $l < 2,5d$  e per altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa).
- e) Quando si provano viti con gambo normale, il carico di trazione, che deve essere applicato per il calcolo di  $R_m$ , deve soddisfare i valori dati nei prospetti 6 e 8.
- f) Una verifica della durezza effettuata sulla estremità delle viti deve indicare come valori massimi i seguenti: 250 HV, 238 HB oppure 99,5 HRB.
- g) La durezza superficiale non deve essere superiore di più di 30 punti Vickers alla durezza a cuore misurata sul prodotto, effettuando le due misurazioni con HV 0,3. Per la classe di resistenza 10.9, non è ammesso alcun aumento della durezza superficiale che superi 390 HV.
- h) Nel caso in cui non fosse possibile determinare il carico unitario di snervamento  $R_{eL}$  è ammesso il carico unitario di scostamento dalla proporzionalità  $R_{p0,2}$ . Per le classi di resistenza 4.8, 5.8 e 6.8 i valori di  $R_{eL}$  sono dati ai fini dei soli calcoli, essi non sono valori di prova.
- i) Alla provetta si applicano i rapporti unitari di snervamento in accordo con la designazione della classe di resistenza ed il carico unitario di scostamento della proporzionalità,  $R_{p0,2}$ .

## 5] Caratteristiche fisiche e meccaniche da verificare

Nel prospetto 5 sono indicati due programmi di prova, A e B, per le caratteristiche fisiche e meccaniche di viti da verificare secondo i metodi descritti in 7. Indipendentemente dal programma di prova prescelto, tutte le caratteristiche indicate nel prospetto 3 devono essere soddisfatte. L'applicazione del programma B è sempre preferibile, ma è sempre obbligatoria per prodotti aventi carichi di rottura minori di 500 kN, a meno che l'applicazione del programma A non sia stata esplicitamente concordata. Il programma A è adatto per provette e per viti con sezione del gambo liscio inferiore alla sezione resistente.

Prospetto 4 **Direttiva per i programmi di prova** (vedere prospetto 5)

Dimensione	Viti con diametro di filettatura $d \leq 3\text{mm}$ oppure con lunghezza nominale $l < 2,5 d$ <sup>a)</sup>	Viti con diametro di filettatura $d > 3\text{mm}$ oppure con lunghezza nominale $l \geq 2,5 d$
Prova decisiva per l'accettazione	○	●

a) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata.

Prospetto 5 **Programmi di prova A e B per l'accettazione**  
(questi programmi si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)

Gruppo di prova	Caratteristica		Programma di prova A			Programma di prova B			
			Metodo di prova	Classe di resistenza	Metodo di prova	Classe di resistenza			
						8.8, 9.8 10.9, 12.9	4.8, 5.8 6.8	8.8, 9.8 10.9, 12.9	
I	4.2	Carico unitario minimo di rottura, $R_{m, min}$	7.1	Prova di trazione	●	7.2	Prova di trazione <sup>a)</sup>	●	●
	4.3 e 4.4 e 4.5	Durezza minima <sup>b)</sup>	7.4	Prova di durezza <sup>c)</sup>	○	7.4	Prova di durezza <sup>c)</sup>	○	○
	Durezza massima				● ○			● ○	
	Durezza massima superficiale				● ○			● ○	
4.6		● ○			● ○				
II	4.8	Carico unitario di scostamento della proporzionalità, $R_{p0,2}$ <sup>d)</sup>	7.1	Prova di trazione	●				
	4.9	Carico unitario di prova, $S_p$				7.5	Prova di carico	●	●
	4.10	Coppia di rottura, $M_B$				7.3	Prova di torsione <sup>e)</sup>		○
III	4.11	Allungamento minimo dopo rottura, $A_{min}$ <sup>d)</sup>	7.1	Prova di trazione	●				
	4.12	Strizione minima dopo rottura, $Z_{min}$	7.1	Prova di trazione	●				
	4.13	Resistenza alla trazione con appoggio a cuneo <sup>f)</sup>				7.6	Prova di trazione con appoggio a cuneo <sup>f)</sup>	●	●
IV	4.14	Resilienza minima, $KU$	7.7	Prova di resilienza <sup>g)</sup>	●				
	4.15	Tenacità della testa <sup>h)</sup>				7.8	Prova di tenacità della testa <sup>g)</sup>	○	○
V	4.16	Zona massima di decarburazione	7.9	Prova di decarburazione	● ○	7.9	Prova di decarburazione		● ○
	4.17	Durezza dopo rinvenimento	7.10	Prova di secondo rinvenimento	● ○	7.10	Prova di secondo rinvenimento <sup>i)</sup>		● ○
	4.18	Difetti superficiali	7.11	Controllo dei difetti superficiali	● ○	7.11	Controllo dei difetti superficiali	● ○	● ○

- a) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite.  
b) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale  $l < 2,5 d$  e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa).  
c) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.  
d) Solamente per viti con lunghezza  $l \geq 6 d$ .  
e) Solamente per viti che non possono essere sottoposte a prove di trazione.  
f) Le viti aventi teste di forme particolari che siano meno resistenti della sezione resistente (sulla filettatura) sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.  
g) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura  $d \geq 16\text{mm}$ , e solo su richiesta del committente.  
h) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura  $d \geq 10\text{mm}$ , e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.  
i) Prova non obbligatoria, da effettuarsi solamente come metodo di riferimento in caso di contestazione.

## 6] Carichi di rottura minimi e carichi di prova

Vedere prospetti 6, 7, 8 e 9.

Prospetto 6 **Carichi di rottura minimi - Filettatura metrica ISO a passo grosso**

Filettatura <sup>a)</sup> <i>d</i>	Sezione resistente nominale $A_{s, nom}$ <sup>b)</sup> mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza						
		4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		<b>Carico di rottura minimo (<math>A_{s, nom} \times R_{m, min}</math>), N</b>						
<b>M4</b>	8,78	3690	4570	5270	7020	7900	9130	10700
<b>M5</b>	14,2	5960	7380	8520	11350	12800	14800	17300
<b>M6</b>	20,1	8440	10400	12100	16100	18100	20900	24500
<b>M7</b>	28,9	12100	15000	17300	23100	26000	30100	35300
<b>M8</b>	36,6	15400	19000	22000	29200	32900	38100	44600
<b>M10</b>	58	24400	30200	34800	46400	52200	60300	70800
<b>M12</b>	84,3	35400	43800	50600	67400 <sup>c)</sup>	75900	87700	103000
<b>M14</b>	115	48300	59800	69000	92000 <sup>c)</sup>	104000	120000	140000
<b>M16</b>	157	65900	81600	94000	125000 <sup>c)</sup>	141000	163000	192000
<b>M18</b>	192	80600	99800	115000	159000	-	200000	234000
<b>M20</b>	245	103000	127000	147000	203000	-	255000	299000
<b>M22</b>	303	127000	158000	182000	252000	-	315000	370000
<b>M24</b>	353	148000	184000	212000	293000	-	367000	431000
<b>M27</b>	459	193000	239000	275000	381000	-	477000	560000
<b>M30</b>	561	236000	292000	337000	466000	-	583000	684000

a) Qualora nella designazione della filettatura non sia indicato il passo, è valido il passo grosso. Questo dato è nelle ISO 261 e ISO 262.

b) Per calcolare  $A_s$  vedere 7.2.

c) Per viti per carpenteria ad alta resistenza rispettivamente 70000 N, 95500 N e 130000 N.

Prospetto 7 **Carichi di prova - Filettatura metrica ISO a passo grosso**

Filettatura <sup>a)</sup> <i>d</i>	Sezione resistente nominale $A_{s, nom}$ <sup>b)</sup> mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza						
		4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		<b>Carico di prova (<math>A_{s, nom} \times S_p</math>), N</b>						
<b>M4</b>	8,78	2720	3340	3860	5100	5710	7290	8520
<b>M5</b>	14,2	4400	5400	6250	8230	9230	11800	13800
<b>M6</b>	20,1	6230	7640	8840	11600	13100	16700	19500
<b>M7</b>	28,9	8960	11000	12700	16800	18800	24000	28000
<b>M8</b>	36,6	11400	13900	16100	21200	23800	30400	35500
<b>M10</b>	58	18000	22000	25500	33700	37700	48100	56300
<b>M12</b>	84,3	26100	32000	37100	48900 <sup>c)</sup>	54800	70000	81800
<b>M14</b>	115	35600	43700	50600	66700 <sup>c)</sup>	74800	95500	112000
<b>M16</b>	157	48700	59700	69100	91000 <sup>c)</sup>	102000	130000	152000
<b>M18</b>	192	59500	73000	84500	115000	-	159000	186000
<b>M20</b>	245	76000	93100	108000	147000	-	203000	238000
<b>M22</b>	303	93900	115000	133000	182000	-	252000	294000
<b>M24</b>	353	109000	134000	155000	212000	-	293000	342000
<b>M27</b>	459	142000	174000	202000	275000	-	381000	445000
<b>M30</b>	561	174000	213000	247000	337000	-	466000	544000

a) Qualora nella designazione della filettatura non sia indicato il passo, è valido il passo grosso. Questo dato è nelle ISO 261 e ISO 262.

b) Per calcolare  $A_s$  vedere 7.2.

c) Per viti per carpenteria ad alta resistenza rispettivamente 50700 N, 68800 N e 94500 N.

Prospetto 8 Carichi di rottura minimi - Filettatura metrica ISO a passo fine

Filettatura $d \times P^a)$	Sezione resistente nominale $A_{s, nom}^{b)}$ mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza						
		4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Carico di rottura minimo ( $A_{s, nom} \times R_{m, min}$ ), N						
M8 x 1	39,2	16500	20400	23500	31360	35300	40800	47800
M10 x 1	64,5	27100	33500	38700	51600	58100	67100	78700
M10 x 1,25	61,2	25700	31800	36700	49000	55100	63600	74700
M12 x 1,25	92,1	38700	47900	55300	73700	82900	95800	112400
M12 x 1,5	88,1	37000	45800	52900	70500	79300	91600	107500
M14 x 1,5	125	52500	65000	75000	100000	112000	130000	152000
M16 x 1,5	167	70100	86800	100000	134000	150000	174000	204000
M18 x 1,5	216	90700	112000	130000	179000	-	225000	264000
M20 x 1,5	272	114000	141000	163000	226000	-	283000	332000
M22 x 1,5	333	140000	173000	200000	276000	-	346000	406000
M24 x 2	384	161000	200000	230000	319000	-	399000	469000
M27 x 2	496	208000	258000	298000	412000	-	516000	605000
M30 x 2	621	261000	323000	373000	515000	-	646000	758000

a)  $P$  è il passo della filettatura.

b) Per calcolare  $A_s$  vedere 7.2.

Prospetto 9 Carichi di prova - Filettatura metrica ISO a passo fine

Filettatura $d \times P^a)$	Sezione resistente nominale $A_{s, nom}^{b)}$ mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza						
		4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Carico di prova ( $A_{s, nom} \times S_p$ ), N						
M8 x 1	39,2	12200	14900	17200	22700	25500	32500	38000
M10 x 1	64,5	20000	24500	28400	37400	41900	53500	62700
M10 x 1,25	61,2	19000	23300	26900	35500	39800	50800	59400
M12 x 1,25	92,1	28600	35000	40500	53400	59900	76400	89300
M12 x 1,5	88,1	27300	33500	38800	51100	57300	73100	85500
M14 x 1,5	125	38800	47500	55000	72500	81200	104000	121000
M16 x 1,5	167	51800	63500	73500	96900	109000	139000	162000
M18 x 1,5	216	67000	82100	95000	130000	-	179000	210000
M20 x 1,5	272	84300	103000	120000	163000	-	226000	264000
M22 x 1,5	333	103000	126000	146000	200000	-	276000	323000
M24 x 2	384	119000	146000	169000	230000	-	319000	372000
M27 x 2	496	154000	188000	218000	298000	-	412000	481000
M30 x 2	621	192000	236000	273000	373000	-	515000	602000

a)  $P$  è il passo della filettatura.

b) Per calcolare  $A_s$  vedere 7.2.

## 7] Metodi di prova

### 7.1 Prova di trazione su provetta

Con la prova di trazione su provetta, secondo la ISO 6892, devono essere determinate le seguenti caratteristiche

- carico unitario di rottura  $R_m$
- carico unitario di snervamento  $R_{eL}$ , oppure il carico unitario di scostamento dalla proporzionalità  $R_{p0,2}$
- allungamento percentuale dopo rottura:

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 \%$$

- strizione dell'area in percentuale dopo la rottura:

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100 \%$$

La provetta rappresentata nella figura 1 deve essere utilizzata per la prova di trazione.

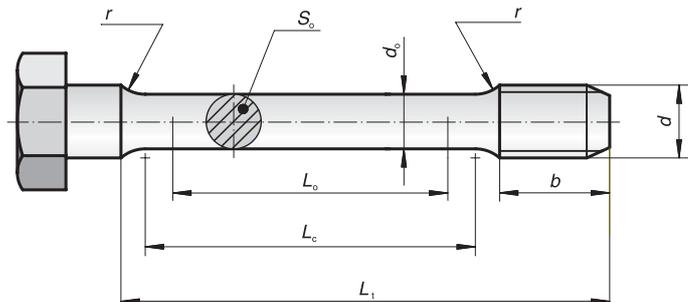
Se non è possibile determinare l'allungamento dopo la rottura a causa della lunghezza della vite, la riduzione dell'area dopo la rottura deve essere misurata supponendo che  $L_0$  è almeno  $3 d_0$ .

Per la preparazione della provetta, ricavata da viti bonificate con diametro  $d > 16\text{mm}$ , non è ammessa una riduzione del diametro del gambo della vite maggiore del 25% (circa il 44% della sezione). I prodotti delle classi di resistenza 4.8, 5.8 e 6.8 (stampati a freddo) devono essere provati a trazione su vite intera (vedere 7.2).

Figura 1 **Provetta per la prova di trazione**

#### Legenda

- $d$  Diametro nominale di filettatura
- $d_0$  Diametro della sezione calibrata della provetta ( $d_0 <$  diametro di nocciolo)
- $b$  Lunghezza della filettatura ( $b \geq d$ )
- $L_0$  Lunghezza iniziale tra i riferimenti  $5 d_0$  o ( $5,65 \sqrt{S_0}$ ) per la determinazione dell'allungamento  
 $L_0 \geq 3 d_0$ : lunghezza iniziale tra i riferimenti per la determinazione della strizione
- $L_c$  Lunghezza totale della parte calibrata ( $L_c + d_0$ )
- $L_t$  Lunghezza totale della provetta ( $L_c + 2r + b$ )
- $L_u$  Lunghezza dopo rottura (vedere ISO 6892:1998)
- $S_0$  Area della sezione iniziale della parte calibrata
- $S_u$  Area della sezione dopo rottura
- $r$  Raggio di raccordo ( $r \geq 4\text{mm}$ )



### 7.2 Prova di resistenza alla trazione su vite e vite prigioniera intera

La prova di trazione su vite intera deve essere eseguita analogamente alla prova di trazione su provetta (vedere 7.1). Questa prova viene effettuata per determinare la resistenza a rottura.

Per la determinazione della resistenza a rottura,  $R_m$ , è valida la sezione resistente  $A_{s, \text{nom}}$ :

$$A_{s, \text{nom}} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

dove:

$d_2$  è il diametro medio nominale della filettatura (vedere ISO 724);

$d_3$  è il diametro di nocciolo nominale della filettatura

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

in cui

$d_1$  è il diametro di nocciolo del profilo base (vedere ISO 724);

$H$  è l'altezza del triangolo generatore della filettatura (vedere ISO 68-1).

Per la prova su vite intera devono essere applicati i carichi indicati nei prospetti da 6 e 9.  
Per l'esecuzione della prova, deve essere lasciata libera, per essere soggetta al carico di trazione, una lunghezza di filettatura pari almeno ad un diametro nominale di filettatura ( $1d$ ). Per soddisfare la prova, la rottura deve avvenire sulla parte liscia del gambo oppure sulla parte filettata e non sulla zona di raccordo tra testa e gambo. La velocità di prova, determinata con un idoneo dispositivo, non deve superare i 25 mm/min.  
I morsetti della macchina di prova devono essere autoallineati per evitare spinte laterali sul pezzo in prova.

### 7.3 Prova di torsione

Per la prova di torsione vedere ISO 898-7.

La prova si applica a viti con diametro nominale di filettatura  $d \leq 3$  mm, così come alle viti corte con diametro nominale di filettatura  $3 \text{ mm} \leq d \leq 10$  mm, alle quali, non si può applicare la prova di trazione.

### 7.4 Prove di durezza

Per i controlli correnti, la prova di durezza su viti può essere eseguita sulla testa, sull'estremità oppure sulla parte liscia del gambo, dopo l'eliminazione di qualsiasi tipo di rivestimento e dopo adeguata preparazione del campione. Per tutte le classi di resistenza, se si supera la durezza massima, deve essere rifatta la prova su una sezione perpendicolare all'asse della vite e distante un diametro dall'estremità della vite stessa, e su un punto distante metà raggio dal centro della stessa sezione.

In tal punto non si deve superare il valore massimo prescritto.

In caso di incertezza la durezza Vickers è decisiva per l'accettazione.

La determinazione della durezza superficiale deve essere eseguita sulle estremità della vite o su una faccia dell'esagono, preparati mediante leggera rettifica o lucidatura per assicurare la riproducibilità delle letture e per non alterare la superficie originale del materiale.

La prova Vickers HV 0,3 è la prova decisiva per la prova di durezza superficiale.

Ai fini di una valutazione obiettiva della durezza superficiale, e della determinazione del relativo incremento entro 30 punti Vickers, i valori di durezza superficiali rilevati con HV 0,3 devono essere confrontati con la durezza a cuore rilevata con HV 0,3. Una differenza maggiore di 30 punti Vickers è indice di carburazione.

Per le classi di resistenza da 8.8 a 12.9, la differenza tra la durezza a cuore e la durezza superficiale è decisiva per il giudizio sullo stato della carburazione dello strato superficiale delle viti.

Può non esserci un rapporto diretto tra la durezza e la resistenza teorica alla trazione.

I valori massimi di durezza sono stati scelti indipendentemente dai valori di resistenza a trazione teorica massima (per esempio: per evitare la fragilità).

**Nota** Bisogna distinguere attentamente tra un incremento causato da ricarburazione e quelli causati da trattamento termico o dall'incrudimento superficiale, per deformazione a freddo.

#### 7.4.1 Prova di durezza Vickers

La prova di durezza Vickers deve essere eseguita secondo la ISO 6507-1.

#### 7.4.2 Prova di durezza Brinell

La prova di durezza Brinell deve essere eseguita secondo la ISO 6506.

#### 7.4.3 Prova di durezza Rockwell

La prova di durezza Rockwell deve essere eseguita secondo la ISO 6508.

### 7.5 Prova di carico su viti

La prova di carico consiste in due operazioni principali, ossia:

a) applicazione di un determinato carico di prova a trazione (vedere figura 2)

b) misurazione dell'eventuale deformazione permanente in conseguenza di tale carico

Il carico di prova, secondo i prospetti 7 e 9, deve essere applicato alla vite assialmente con una normale macchina per prove di trazione e mantenuto per 15 s.

La lunghezza di filettatura libera soggetta al carico deve essere di un diametro ( $1d$ ).

Per le viti con gambo interamente filettato, la lunghezza di filettatura libera sottoposta al carico deve essere il più vicino possibile a un diametro ( $1d$ ).

Per misurare l'allungamento permanente, la vite deve essere adeguatamente preparata su ciascuna estremità, (vedere figura 2). Prima e dopo l'applicazione del carico di prova la lunghezza della vite deve essere controllata con uno strumento di misura fisso con tastatori a sfera.

Per ridurre al minimo eventuali errori di misurazione, si raccomanda di utilizzare guanti o pinze.

Per soddisfare le condizioni di tale carico di prova, la vite prima e dopo il carico deve avere la stessa lunghezza, con una tolleranza di  $\pm 12,5 \mu\text{m}$  per tenere conto degli errori di misurazione.

La velocità di prova, determinata con un idoneo dispositivo, non deve superare i 3 mm/min.

I morsetti della macchina devono essere autoallineanti, per evitare spinte laterali sul pezzo in esame.

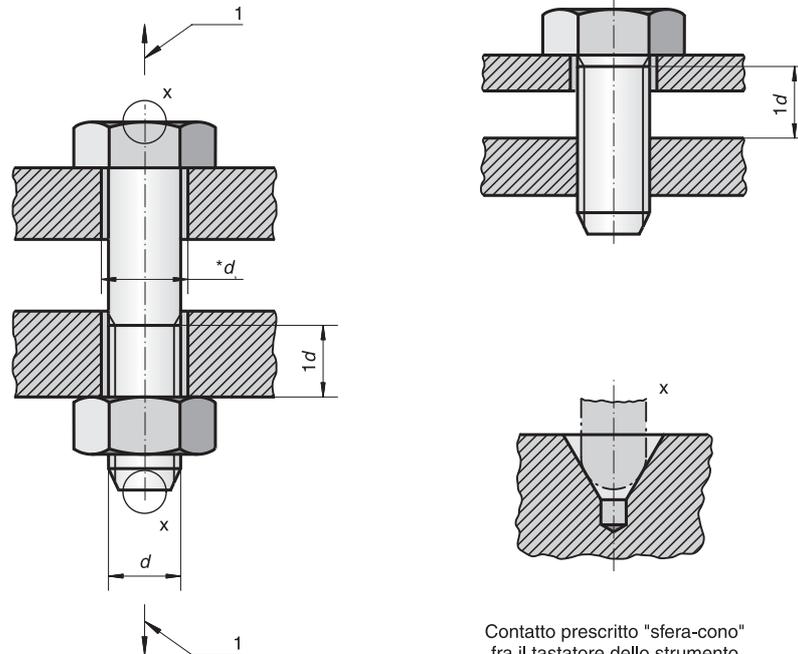
Variabili, quali la rettilinearità del gambo e la coassialità della filettatura, in aggiunta all'errore di misurazione, possono far risultare un allungamento apparente della vite quando viene applicato inizialmente il carico di prova.

In tali casi si sottopone la vite ad una seconda prova con un carico maggiorato del 3% e la prova viene considerata soddisfacente se la lunghezza prima e dopo l'applicazione del carico, rimane la stessa (con una tolleranza di  $12,5 \mu\text{m}$  per l'errore di misurazione).

Figura 2 Applicazione del carico di prova su vite intera

**Legenda**

1 Carico



Contatto prescritto "sfera-cono"  
fra il tastatore dello strumento  
di misura e il foro da centro  
all'estremità della vite

\*  $d_n$  secondo la ISO 273, serie media (vedere prospetto 10)

**7.6 Prova di trazione con appoggio a cuneo su viti intere (escluse le viti prigioniere)**

Questa tipologia di prova non si applica alle viti con testa svasata.

La prova di trazione con appoggio a cuneo deve essere effettuata utilizzando una attrezzatura conforme a quanto indicato nella ISO 6892, utilizzando l'appoggio a cuneo illustrato nella figura 3.

La distanza minima tra il primo filetto completo di filettatura e la faccia di appoggio del dado del dispositivo di serraggio deve essere  $d$ . Un cuneo temprato con le caratteristiche specificate nei prospetti 10 e 11, deve essere applicato sotto la testa della vite. La vite deve essere sollecitata con carico a trazione fino alla rottura. Per soddisfare i requisiti di questa prova, la rottura deve avvenire sul gambo liscio o sulla filettatura della vite e non sulla zona di raccordo tra testa e gambo. Prima della rottura la vite deve raggiungere il valore minimo della resistenza a trazione previsto per la rispettiva classe di resistenza o in questa prova di trazione con appoggio a cuneo, o in una prova supplementare di trazione assiale senza cuneo.

Le viti completamente filettate soddisfano i requisiti di questa prova se la frattura che provoca il cedimento inizia nella parte libera della filettatura, anche se poi si estende alla zona di raccordo gambo-testa o alla testa stessa, prima della separazione.

Per viti di categoria C, deve essere impiegato un raggio  $r_1$ , così calcolato:

$$r_1 = r_{\max} + 0,2$$

in cui

$$r_{\max} = \frac{d_{a \max} - d_{s \min}}{2}$$

dove

$r$  è il raggio di raccordo sotto testa

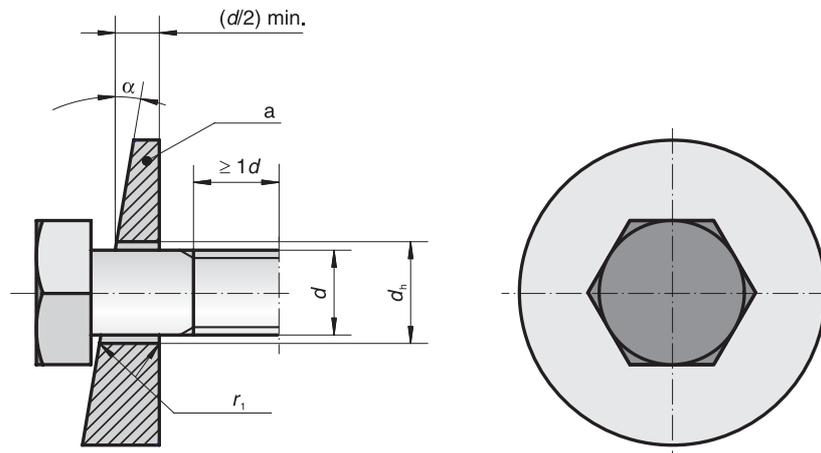
$d_a$  è il diametro della zona di raccordo sotto testa

$d_s$  è il diametro del gambo

Figura 3 Dispositivo per la prova di trazione con appoggio a cuneo

**Legenda**

- a Durezza: 45 HRC min.
- $d_h$  secondo la ISO 273, serie media (vedere prospetto 10)
- $r_1$  Raggio o smusso 45°



Prospetto 10 Diametri dei fori passanti nella prova di trazione con appoggio a cuneo

Dimensioni in mm

Diametro nominale di filettatura $d$	$d_h^{a)}$	$r_1$	Diametro nominale di filettatura $d$	$d_h^{a)}$	$r_1$
4	4,5	0,7	16	17,5	1,3
5	5,5	0,7	18	20	1,3
6	6,6	0,7	20	22	1,3
7	7,6	0,8	22	24	1,6
8	9	0,8	24	26	1,6
10	11	0,8	27	30	1,6
12	13,5	0,8	30	33	1,6
14	15,5	1,3	-	-	-

a) Per viti con quadro sotto testa, il foro deve essere adattato per consentire l'inserimento del quadro sotto testa.

Prospetto 11 Dimensioni dell'appoggio a cuneo

Diametro nominale di filettatura della vite $d$	Classi di resistenza per:			
	viti con lunghezza del gambo liscio $l_s \geq 2d$		viti interamente filettate con lunghezza del gambo liscio $l_s < 2d$	
	5.8, 8.8, 9.8, 10.9	6.8, 12.9	5.8, 8.8, 9.8, 10.9	6.8, 12.9
mm	$\alpha$ $\pm 0^\circ 30'$			
$d \leq 20$	10°	6°	6°	4°
$20 < d \leq 39$	6°	4°	4°	4°

Per viti con diametro d'appoggio della testa maggiore di  $1,7 d$  che non soddisfano i requisiti della prova di trazione con appoggio a cuneo, è possibile tornire la testa fino a  $1,7 d$  e rifare la prova adottando l'angolo di cuneo indicato nel prospetto 11.

Inoltre, per i prodotti aventi diametro d'appoggio della testa maggiore di  $1,9 d$ , l'angolo del cuneo può essere ridotto da  $10^\circ$  a  $6^\circ$ .

**7.7 Prova di resilienza su provetta**

La prova di resilienza deve essere eseguita secondo la ISO 83. La provetta deve essere ricavata longitudinalmente al gambo, il più vicino possibile alla superficie della vite. Il lato non intagliato della provetta deve essere quello più prossimo alla superficie esterna della vite. L'esecuzione della prova è possibile solo per viti con diametro nominale di filettatura  $d \geq 16$  mm.

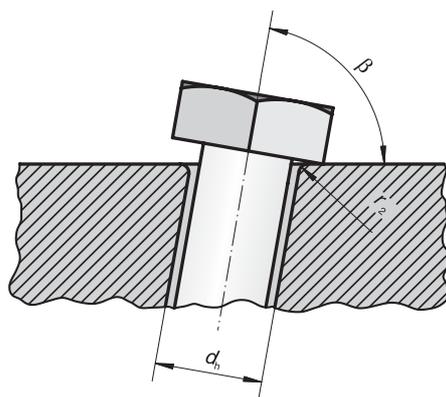
**7.8 Prova di tenacità della testa di viti intere con  $d \leq 10$ mm e lunghezza insufficiente per la prova di trazione con appoggio a cuneo**

La prova deve essere eseguita secondo la figura 4.

Dopo alcuni colpi di martello, la testa della vite si deve piegare di un angolo di  $90^\circ - \beta$ , senza apparizione di alcun segno di rottura sulla zona di raccordo fra testa e gambo, se esaminata con ingrandimento non minore di  $8x$  e non maggiore di  $10x$ .

Per viti interamente filettate, la prova viene considerata conforme, anche se si manifesta una fessura nel primo filetto, a condizione che la testa non si stacchi.

Figura 4 **Prova di tenacità della testa**



**Nota 1** Per  $d_h$  e  $r_2$  ( $r_2 = r_1$ ), vedere prospetto 10.

**Nota 2** Lo spessore della piastra di prova dovrebbe essere maggiore di  $2 d$ .

Prospetto 12 **Valore dell'angolo  $\beta$**

Classe di resistenza	3.6	4.6	5.6	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
$\beta$	60°				80°					

**7.9 Esame della decarburazione**

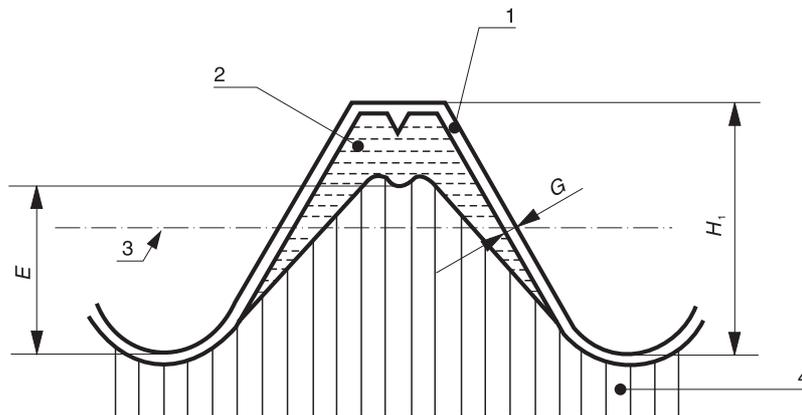
Utilizzando metodi di misurazione appropriati (7.9.2.1 oppure 7.9.2.2, secondo il caso), deve essere esaminata la sezione longitudinale della filettatura per determinare se l'altezza della zona non decarburata del metallo base (E) e la profondità della zona di decarburazione completa (G) rientrano nei limiti specificati (vedere figura 5).

Il valore massimo di G e le formule per calcolare il valore minimo di E sono dati nel prospetto 3.

Figura 5 **Zone di decarburazione**

**Legenda**

- 1 Decarburazione
- 2 Decarburazione parziale
- 3 Traccia del diametro medio
- 4 Metallo base
- $H_1$  Profondità del filetto nella condizione di massimo materiale



**7.9.1 Definizioni**

**7.9.1.1 Durezza del metallo base**

Durezza misurata il più vicino alla superficie della vite (partendo dal cuore verso il diametro esterno) immediatamente prima che si manifesti un incremento o decremento, che indica ricarburazione o decarburazione.

**7.9.1.2 Decarburazione**

In generale perdita di carbonio sulla superficie di materiali ferrosi (acciai).

**7.9.1.3 Decarburazione parziale**

Decarburazione corrispondente a una perdita di carbonio sufficiente a provocare una leggera decolorazione della martensite temprata e una significativa riduzione della durezza rispetto al metallo di base circostante, senza mostrare grani di ferrite all'osservazione metallografica.

**7.9.1.4 Decarburazione totale**

Decarburazione corrispondente a una perdita di carbonio sufficiente a fare apparire all'esame metallografico grani di ferrite, chiaramente definiti.

**7.9.1.5 Ricarburazione**

Procedimento di arricchimento in carbonio dello strato superficiale rispetto a quello del metallo base.

**7.9.2 Metodi di misurazione**

**7.9.2.1 Metodo microscopico**

Questo metodo permette la determinazione di entrambe le grandezze  $E$  e  $G$ .

La provetta da utilizzare è ricavata da una sezione longitudinale passante per l'asse di filettatura, distante metà diametro nominale ( $1/2 d$ ) dall'estremità della vite, dopo il completamento di tutte le operazioni di trattamento termico della vite.

Per la molatura e la lucidatura, le provette devono essere montate in un dispositivo di serraggio preferibilmente inglobate in materiale plastico.

Si prepara quindi la provetta lucidata secondo la corretta pratica metallografica.

Generalmente viene impiegato un attacco con soluzione al 3% di nital (acido nitrico concentrato in etanolo) per mettere in evidenza l'alterazione della microstruttura causata dalla decarburazione.

Salvo diversi accordi fra le parti, l'ingrandimento utilizzato per l'esame deve essere 100x.

Se il microscopio è del tipo a lastra smerigliata, l'estensione della decarburazione può essere misurata direttamente con una scala graduata.

Se si utilizza un oculare, questo deve essere di tipo adatto ed essere dotato di un reticolo o di una scatola graduata.

### 7.9.2.2 Metodo della microdurezza (metodo di riferimento per decarburazione parziale)

Il metodo della microdurezza è applicabile solamente per filettature con passi,  $P \geq 1,25$  mm.

Si determina la durezza Vickers nelle tre posizioni come descritto nella figura 6. Le formule per calcolare  $E$  sono riportate nel prospetto 13. Il carico deve essere di 300 g.

La determinazione della durezza nella posizione 3 deve essere fatta all'altezza del diametro primitivo, sul filetto adiacente a quello sul quale sono state effettuate le determinazioni nelle posizioni 1 e 2.

Il valore della durezza Vickers nella posizione 2 ( $HV_2$ ) deve essere uguale o maggiore a quello misurato nella posizione 1 ( $HV_1$ ) diminuito di 30 punti Vickers. In questo caso l'altezza della zona non decarburata  $E$  deve corrispondere come minimo ai valori calcolati nel prospetto 13.

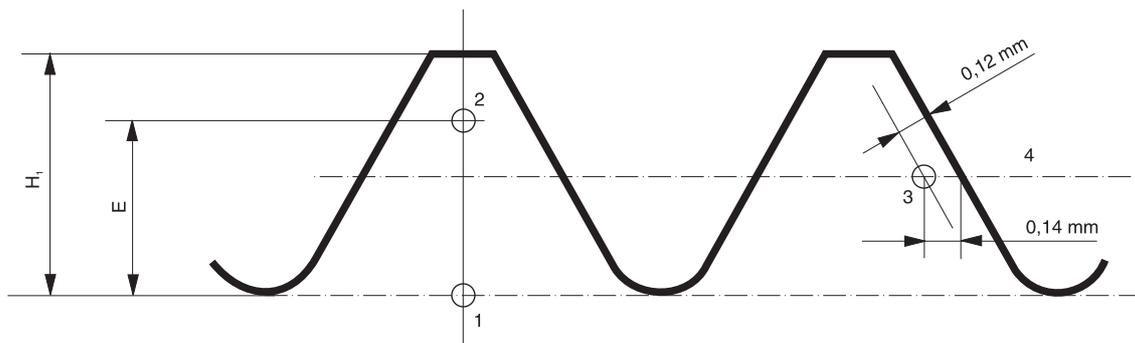
Il valore della durezza Vickers nella posizione 3 ( $HV_3$ ) deve essere uguale o minore del valore misurato nella posizione 1 ( $HV_1$ ) aumentato di 30 punti Vickers.

La decarburazione completa, nei limiti massimi specificati nel prospetto 3, non può essere rilevata con il metodo della microdurezza.

Figura 6 Posizioni di misurazione della durezza per la determinazione della decarburazione (dimensioni in mm)

#### Legenda

- 1,2,3 Posizioni di misurazione
- 4 Traccia del diametro medio



$$HV_2 \geq HV_1 - 30$$

$$HV_3 \leq HV_1 + 30$$

Prospetto 13 Valori per  $H_1$  e  $E$

Passo della filettatura	$P^a)$ mm	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	
		$H_1$ mm	0,307	0,368	0,429	0,491	0,613	0,767	0,920	1,074	1,227	1,534	1,840	2,147	2,454
Classe di resistenza	8.8	$E_{min}^b)$ mm	0,154	0,184	0,215	0,245	0,307	0,384	0,460	0,537	0,614	0,767	0,920	1,074	1,227
	9.8		0,205	0,245	0,286	0,327	0,409	0,511	0,613	0,716	0,818	1,023	1,227	1,431	1,636
	10.9		0,230	0,276	0,322	0,368	0,460	0,575	0,690	0,806	0,920	1,151	1,380	1,610	1,841
	12.9														

a) Per  $P \leq 1$  mm, si applica solamente il metodo microscopico.

b) Calcolate sulla base delle specifiche date in 4.16, vedere prospetto 3.

### 7.10 Prova di secondo rinvenimento

La media di tre letture di durezza a cuore effettuate su una vite, prima e dopo il secondo rinvenimento, non deve differire più di 20 HV, avendo effettuato il secondo rinvenimento per 30 min. ad una temperatura del pezzo minore di 10 °C rispetto alla temperatura minima di rinvenimento specificata.

### 7.11 Controllo dei difetti superficiali

Per il controllo dei difetti superficiali, vedere ISO 6157-1 oppure ISO 6157-3.

Il controllo dei difetti superficiali viene eseguito sulle viti secondo il programma di prova A, prima delle operazioni di tornitura per il ricavo delle provette.

## 8] Marcatura

Gli elementi di collegamento realizzati in conformità alle caratteristiche delle presente norma internazionale devono essere marcati in accordo con le indicazioni dei punti da 8.1 a 8.5.

Le parti possono essere marcate e/o descritte in accordo con il sistema di classificazione descritto in 2, esclusivamente se tutte le caratteristiche indicate nella presente parte della ISO 898 sono soddisfatte.

Se non altrimenti specificato nelle norme di prodotto, l'altezza della marcatura in rilievo sulla parte superiore della testa non deve essere inclusa nell'altezza della testa.

La marcatura delle viti con intaglio o con impronta a croce non è usuale.

### 8.1 Marchio del fabbricante

Il marchio del fabbricante deve essere apposto durante il processo di fabbricazione, su tutti i prodotti che vengono marcati con la classe di resistenza. Il marchio del fabbricante è inoltre raccomandato sui prodotti che non sono marcati con la classe di resistenza.

Il distributore che marca gli elementi di collegamento unicamente con il proprio marchio deve essere considerato come il fabbricante ai sensi della presente parte della ISO 898.

### 8.2 Simboli per la marcatura della classe di resistenza

I simboli per la marcatura sono indicati nel prospetto 14.

Prospetto 14 **Simboli per la marcatura**

Classe di resistenza	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
<b>Simboli per la marcatura</b> <sup>a) b)</sup>	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9

a) Può essere omesso il punto fra i numeri indicanti la classe di resistenza.  
b) Qualora si utilizzino acciai martensitici a basso contenuto di carbonio per la classe di resistenza 10.9 (vedere prospetto 2).

Nel caso di viti piccole o quando la forma della testa non permette la marcatura come richiesta dal prospetto 14, possono essere utilizzati i simboli del sistema di marcatura oraria indicata nel prospetto 15.

Prospetto 15 **Simboli del sistema di marcatura oraria per le viti**

	Classe di resistenza			
	4.8	5.8	6.8	8.8
<b>Simboli per la marcatura</b>				

	Classe di resistenza		
	9.8	10.9	12.9
<b>Simboli per la marcatura</b>			

a) La posizione alle ore dodici (marchio di riferimento) deve essere marcato o con il marchio del fabbricante o con un punto.  
b) La classe di resistenza è marcata con un tratto o un doppio tratto e nel caso di 12.9 con un punto.

### 8.3 Identificazione

#### 8.3.1 Viti con testa esagonale o esalobata

Viti con testa esagonale o esalobata (inclusi i prodotti con flangia) devono essere marcati con il marchio del fabbricante e con il simbolo per la marcatura della classe di resistenza dato nel prospetto 14.

La marcatura è obbligatoria per tutte le classi di resistenza, viene preferibilmente apposta sulla sommità della testa per incisione o rilievo, oppure sul lato della testa per incisione (vedere figura 7).

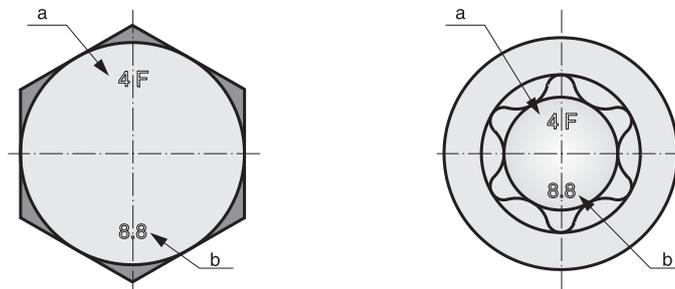
In caso di viti con flangia, la marcatura deve essere sulla flangia nel caso il processo produttivo non consenta la marcatura sulla sommità della testa.

La marcatura è prescritta per viti con testa esagonale o esalobata con diametro nominale  $d \geq 5$  mm.

Figura 7 Esempio di marcatura per viti con testa esagonale e esalobata

#### Legenda

- a Marchio del fabbricante
- b Classe di resistenza



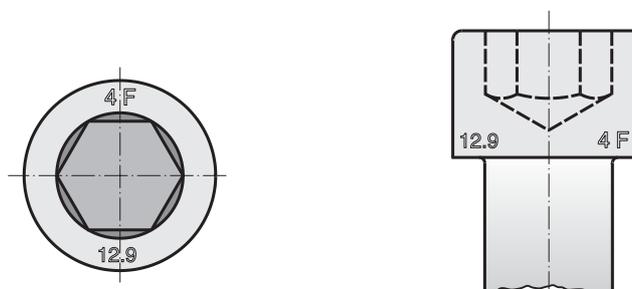
#### 8.3.2 Viti a testa cilindrica con cava esagonale o esalobata

Le viti a testa cilindrica con cava esagonale o esalobata devono essere marcate con il marchio del fabbricante e con il simbolo della classe di resistenza definito nel prospetto 14.

La marcatura è obbligatoria per le classi di resistenza 8.8 e superiori e viene preferibilmente apposta sulla sommità della testa per incisione o rilievo, oppure sulla superficie cilindrica della testa per incisione (vedere figura 8).

La marcatura è prescritta per viti a testa cilindrica con cava esagonale o esalobata con diametro nominale  $d \geq 5$  mm.

Figura 8 Esempio di marcatura per viti a testa cilindrica con cava esagonale o esalobata



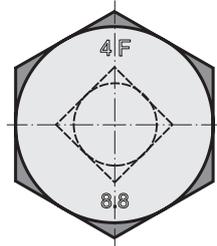
#### 8.3.3 Viti a testa tonda e quadro sottotesta

Le viti a testa tonda e quadro sottotesta con classe di resistenza 8.8 e superiori devono essere marcate con il marchio del fabbricante e con il simbolo della classe di resistenza definito nel prospetto 14.

La marcatura è prescritta per le viti con diametro nominale  $d \geq 5$  mm.

Essa deve essere apposta sulla testa per rilievo o incisione (vedere figura 9).

Figura 9 Esempio di marcatura per viti a testa tonda o quadro sottotesta



#### 8.4 Marcatura per viti con filettatura sinistra

Le viti con filettatura sinistra devono essere marcate con il simbolo indicato nella figura 10 sia sulla sommità della testa sia sull'estremità della vite.

La marcatura è obbligatoria per viti con diametro nominale di filettatura  $d \geq 5$  mm.

In alternativa le viti con filettatura sinistra possono essere marcate con il simbolo L (left) come indicato in figura 11 sulla sommità della testa.

Figura 10 Marcatura per filettatura sinistra

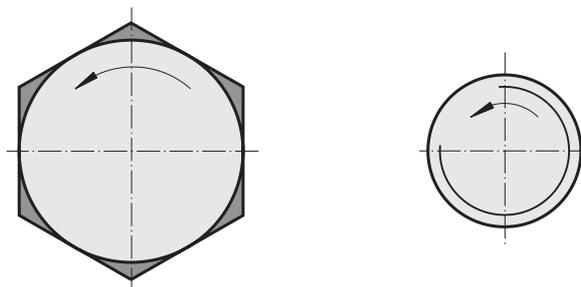
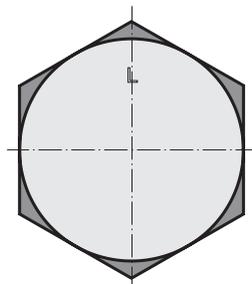


Figura 11 Marcatura alternativa per filettatura sinistra



#### 8.5 Marcature alternative

Le marcature alternative o facoltative, del tipo indicato da 8.2 a 8.4, sono lasciate alla discrezione del fabbricante.

#### 8.6 Marcatura della confezione

Il marchio del fabbricante e la classe di resistenza devono essere indicati su ciascuna confezione per tutte le dimensioni.

## Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Dadi con carichi di prova determinati - passo grosso

### 1] Generalità

La presente norma specifica le proprietà meccaniche dei dadi con carichi di prova determinati quando verificati a temperatura ambiente compresa tra  $+10\text{ °C}$  ed  $+35\text{ °C}$ .

Le proprietà meccaniche e fisiche variano in funzione della temperatura e della classe di resistenza.

I prodotti rispondenti ai requisiti della presente norma sono valutati a temperatura ambiente e possono non mantenere le proprietà fisiche specificate alle alte e basse temperature.

A temperature più alte o più basse di quella ambiente, possono avvenire significative variazioni delle proprietà. Quando gli elementi di collegamento vengono utilizzati a temperature superiori od inferiori a quella ambiente, è responsabilità dell'utilizzatore assicurarsi che le proprietà meccaniche e fisiche siano adatte alle particolari condizioni di utilizzo.

La presente norma si applica a dadi:

- con diametri esterni (nominali) di filettatura  $D$ , fino a 39 mm incluso (filettatura a passo grosso)
- con filettature triangolari ISO aventi diametri e passi secondo ISO 68 e ISO 262 (filettature a passo grosso)
- con combinazioni di passo/diametro in accordo con ISO 261 (filettature a passo grosso)
- con tolleranze di filettatura 6H secondo ISO 965-1 e ISO 965-2 (vedere nota 2)
- con caratteristiche meccaniche specificate
- con larghezze in chiave secondo ISO 272
- con altezze nominali maggiori o uguali a  $0,5 D$
- costruiti in acciaio al carbonio o legato (vedere nota 1)

La norma non si applica a dadi con esigenze particolari quali:

- saldabilità
- caratteristiche autofrenanti (vedere ISO 2320)
- resistenza alla corrosione (vedere ISO 3506)
- resistenza a temperature maggiori di  $+300\text{ °C}$  o minori di  $-50\text{ °C}$  (vedere nota 1).

**Nota 1** I dadi di acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità non devono essere impiegati a temperature maggiori di  $+250\text{ °C}$ .

**Nota 2** Per tolleranze di filettatura diverse da 6H o maggiori si deve considerare una riduzione della resistenza allo strappamento (vedere prospetto 1).

Prospetto 1 **Riduzione della resistenza della filettatura**

Diametro esterno nominale di filettatura $D$ mm		Carico di prova in % Tolleranze di filettatura		
		6H	7H	6G
oltre	fino a			
-	M2,5	100	-	95,5
M2,5	M7	100	95,5	97
M7	M16	100	96	97,5
M16	M39	100	98	98,5

## 2] Sistema di designazione

### 2.1 Dadi con altezze nominali $\geq 0,8 D$ (altezza effettiva della filettatura $\geq 0,6 D$ ): dadi di tipo 1 e tipo 2

I dadi con altezze nominali  $\geq 0,8 D$  (altezza effettiva della filettatura  $\geq 0,6 D$ ) vengono designati con un numero corrispondente alla classe massima delle viti con le quali il dado può essere accoppiato. Il cedimento degli elementi filettati di collegamento dovuto a un serraggio eccessivo può manifestarsi sotto forma di rottura del gambo della vite, o di strappamento della filettatura del dado e/o della vite. La rottura del gambo di una vite è improvvisa e quindi facilmente rilevabile. Lo strappamento della filettatura è graduale e quindi difficile da rilevare e ciò comporta il pericolo che gli elementi che hanno parzialmente ceduto siano lasciati montati. È quindi auspicabile dimensionare i collegamenti filettati in modo che l'unico cedimento che possa manifestarsi sia sempre la rottura del gambo, ma per effetto dei numerosi parametri che influenzano la resistenza allo strappamento (ad esempio la resistenza dei materiali della vite e del dado, il gioco tra filettature, le larghezze in chiave ecc.) i dadi dovrebbero avere una altezza eccessiva per garantire in tutti i casi questo tipo di cedimento. Una vite con diametro di filettatura da M5 a M39, accoppiata con un dado avente classe di resistenza corrispondente, come da prospetto 2, costituisce un collegamento in grado di resistere al carico di prova stabilito per la vite senza che si verifichi lo strappamento della filettatura. Se tuttavia ha luogo un serraggio che supera il carico di prova della vite, il dimensionamento del dado è previsto in modo che almeno nel 10% dei collegamenti con un serraggio eccessivo si manifesti un cedimento costituito dalla rottura del gambo della vite, al fine di avvertire l'utente che la sua pratica di serraggio non è adeguata.

Prospetto 2 Sistema di designazione per dadi con altezze nominali  $\geq 0,8 D$

Classe di resistenza del dado	Viti accoppiate		Dadi	
	Classe di resistenza	Gamma dei diametri esterni nominali di filettatura mm	tipo 1	tipo 2
			Gamma dei diametri esterni nominali di filettatura mm	
4	4.8	$D > M16$	$D > M16$	-
5	4.8	$D \leq M16$	$D \leq M39$	-
	5.8	$D \leq M39$		
6	6.8	$D \leq M39$	$D \leq M39$	-
8	8.8	$D \leq M39$	$D \leq M39$	$D > M16$ $D \leq M39$
9	9.8	$D \leq M16$	-	$D \leq M16$
10	10.9	$D \leq M39$	$D \leq M39$	-
12	12.9	$D \leq M39$	$D \leq M16$	$D \leq M39$

**Nota** In generale, i dadi di una classe di resistenza superiore possono sostituire i dadi di una classe di resistenza inferiore. Ciò è particolarmente consigliabile per un collegamento vite-dado con carichi superiori al limite di snervamento o superiori al carico di prova della vite.

### 2.2 Dadi con altezze nominali $\geq 0,5 D$ e $< 0,8 D$ (altezze effettive della filettatura $\geq 0,4 D$ e $< 0,6 D$ )

I dadi con altezze nominali  $\geq 0,5 D$  e  $< 0,8 D$  (altezze effettive della filettatura  $\geq 0,4 D$  e  $< 0,6 D$ ) sono designati da un numero a due cifre. La prima cifra indica che il carico ammissibile di un collegamento vite-dado è ridotto rispetto al carico ammissibile del dado su un mandrino di prova temprato e rispetto anche al carico ammissibile dei collegamenti vite-dado conformi al paragrafo 2.1. La seconda cifra indica 1/100 del carico unitario nominale di prova, espresso in N/mm<sup>2</sup>. La capacità effettiva di resistere al carico non è determinata solo dalla durezza del dado e dall'altezza effettiva della filettatura ma anche dal carico unitario di rottura della vite alla quale vengono accoppiati. Il prospetto 3 indica il sistema di designazione e i carichi unitari di prova. I carichi di prova sono indicati nel prospetto 6. Il prospetto 7 fornisce i valori indicativi per la sollecitazione minima di strappamento presunta nel collegamento di questi dadi con viti aventi differenti classi di resistenza.

Prospetto 3 Sistema di designazione e carichi di prova per dadi con altezze nominali  $\geq 0,5 D$  e  $< 0,8 D$

Classe di resistenza del dado	Carico unitario di prova nominale N/mm <sup>2</sup>	Carico unitario di prova effettivo N/mm <sup>2</sup>
04	400	380
05	500	500

### 3] Materiali

I dadi devono essere costruiti in acciaio avente una composizione chimica conforme al prospetto 4.  
 I dadi delle classi di resistenza O5, 8 (tipo 1 > M16), 10 e 12 devono essere bonificati.

Prospetto 4 Limiti dell'analisi chimica

Classe di resistenza		Composizione chimica Limiti di analisi (analisi sul prodotto)			
		C max.	Mn min.	P max.	S max.
4 <sup>1)</sup> 5 <sup>1)</sup> 6 <sup>1)</sup>	-	0,50	-	0,060	0,150
8 9	04 <sup>1)</sup>	0,58	0,25	0,060	0,150
10 <sup>2)</sup>	05 <sup>1)</sup>	0,58	0,30	0,048	0,058
12 <sup>2)</sup>	-	0,58	0,45	0,048	0,058

1) I dadi di queste classi di resistenza possono essere costruiti in acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità, a meno che non siano intervenuti accordi differenti tra cliente e fornitore.  
 Nel caso di lavorazioni meccaniche ad alta velocità i tenori massimi ammessi di zolfo, fosforo e piombo sono i seguenti:  
 zolfo 0,34%  
 fosforo 0,11%  
 piombo 0,35%

2) Se necessario, per ottenere le caratteristiche meccaniche dei dadi, possono essere aggiunti elementi di lega.

### 4] Caratteristiche meccaniche

I dadi, quando sono sottoposti alle prove descritte in 8, devono avere le caratteristiche meccaniche indicate nel prospetto 5.

Prospetto 5 Caratteristiche meccaniche

Diametro esterno nominale di filettatura D mm		Classe di resistenza									
		O4					O5				
		Carico unitario di prova S <sub>p</sub> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova S <sub>p</sub> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max		stato	tipo	min.	max		stato	tipo		
oltre -	fino a M4 (compreso)	380	188	302	NQT <sup>1)</sup>	basso	500	272	353	QT <sup>2)</sup>	basso
M4	M7										
M7	M10										
M10	M16										
M16	M39										

Diametro esterno nominale di filettatura D mm		Classe di resistenza 4				
		Carico unitario di prova S <sub>p</sub> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
			min.	max	stato	tipo
oltre -	fino a M4 (compreso)	510	117	302	NQT <sup>1)</sup>	1
M4	M7					
M7	M10					
M10	M16					
M16	M39					

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		5					6				
		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max		stato	tipo	min.	max		stato	tipo		
-	M4	520	130	302	NQT <sup>1)</sup>	1	600	150	302	NQT <sup>1)</sup>	1
M4	M7	580					670				
M7	M10	590					680				
M10	M16	610					700				
M16	M39	630	146				720	170			

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		8									
		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max		stato	tipo	min.	max		stato	tipo		
-	M4	800	180	302	NQT <sup>1)</sup>	1					
M4	M7	855	200				-	-	-	-	
M7	M10	870					-	-	-	-	
M10	M16	880					-	-	-	-	
M16	M39	920	233	353	QT <sup>2)</sup>		890	180	302	NQT <sup>1)</sup>	2

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		9					10				
		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max		stato	tipo	min.	max		stato	tipo		
-	M4	900	170	302	NQT <sup>1)</sup>	2	1 040	272	353	QT <sup>2)</sup>	1
M4	M7	915	188				1 040				
M7	M10	940					1 040				
M10	M16	950					1 050				
M16	M39	920					1 060				

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		12									
		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max		stato	tipo	min.	max		stato	tipo		
-	M4	1 140	272	353	QT <sup>2)</sup>	1	1 150	272	353	QT <sup>2)</sup>	2
M4	M7	1 140					1 150				
M7	M10	1 140					1 160				
M10	M16	1 170					1 190				
M16	M39	-	-	-	-	-	1 200				

1) NQT = non bonificato

2) QT = bonificato

**Nota:** La durezza minima è obbligatoria solo per i dadi bonificati e per i dadi troppo grandi per essere sottoposti al carico di prova. Per tutti gli altri dadi la durezza minima è data solo a titolo indicativo. Per i dadi non bonificati, che soddisfano il carico unitario di prova, la durezza minima non può essere causa di rigetto.

## 5] Carichi di prova

I valori dei carichi di prova sono indicati nel prospetto 6.

Prospetto 6 **Carichi di prova per dadi con filettatura a passo grosso**

Filettatura <i>D</i> mm	Passo mm	Sezione resistente nominale del mandrino <i>A<sub>s</sub></i> mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza										
			04	05	4	5	6	8	9	10	12		
			Carico di prova ( <i>A<sub>s</sub></i> x <i>S<sub>p</sub></i> ) N										
			tipo 1		tipo 1	tipo 1	tipo 1	tipo 2	tipo 2	tipo 1	tipo 1	tipo 2	
M3	0,5	5,03	1910	2500	-	2600	3000	4000	-	4500	5200	5700	5800
M4	0,7	8,78	3340	4400	-	4550	5250	7000	-	7900	9150	10000	10100
M5	0,8	14,2	5400	7100	-	8250	9500	12140	-	13000	14800	16200	16300
M6	1	20,1	7640	10000	-	11700	13500	17200	-	18400	20900	22900	23100
M7	1	28,9	11000	14500	-	16800	19400	24700	-	26400	30100	32900	33200
M8	1,25	36,6	13900	18300	-	21600	24900	31800	-	34400	38100	41700	42500
M10	1,5	58	22000	29000	-	34200	39400	50500	-	54400	60300	66100	67300
M12	1,75	84,3	32000	42200	-	51400	59000	74200	-	80100	88500	98600	100300
M14	2	115	43700	57500	-	70200	80500	101200	-	109300	120800	134600	136900
M16	2	157	59700	78500	-	95800	109900	138200	-	149200	164900	183700	186800
M18	2,5	192	73000	96000	97900	121000	138200	176600	170900	176600	203500	-	230400
M20	2,5	245	93100	122500	125000	154500	176400	225400	218100	225400	259700	-	294000
M22	2,5	303	115100	151500	154500	190900	218200	278800	269700	278800	321200	-	363600
M24	3	353	134100	176500	180000	222400	254200	324800	314200	324800	374200	-	423600
M27	3	459	174400	229500	234100	289200	330500	422300	408500	422300	486500	-	550800
M30	3,5	561	213200	280500	286100	353400	403900	516100	499300	516100	594700	-	673200

La sezione resistente nominale  $A_s$  è calcolata come segue:

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

dove:

$d_2$  è il diametro medio nominale della filettatura esterna

$d_3$  è il diametro di nocciolo della filettatura esterna

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

dove:

$d_1$  è il diametro di nocciolo nominale di base della filettatura esterna

$H$  è l'altezza del triangolo generatore

## 6] Resistenza allo strappamento per dadi con altezza nominale $\geq 0,5 D$ e $< 0,8 D$

I valori dei carichi unitari di cedimento, dati per informazione nel prospetto 7, si riferiscono a viti di differenti classi. Si può prevedere uno strappamento del filetto della vite accoppiando i dadi a viti delle classi inferiori, mentre nel caso di accoppiamento con viti delle classi superiori, si dovrebbe verificare lo strappamento della filettatura del dado.

Prospetto 7 **Sollecitazione minima della vite quando si ha lo strappamento della filettatura**

Classe di resistenza del dado	Carico unitario di prova del dado N/mm <sup>2</sup>	Sollecitazione minima nella vite quando si ha lo strappamento della filettatura N/mm <sup>2</sup> per viti aventi classi di resistenza			
		6.8	8.8	10.9	12.9
04	380	260	300	330	350
05	500	290	370	410	480

## 7] Metodo di prova

### 7.1 Prova di carico

Se i dispositivi di prova lo consentono, la prova di carico deve essere sempre effettuata e vale come prova decisiva per le dimensioni maggiori o uguali a M5.

Il dado deve essere avvitato su un mandrino di prova temprato come illustrato alla fig. 1 e 2.

Nei casi controversi vale la prova di trazione assiale.

Figura 1 Prova di trazione assiale

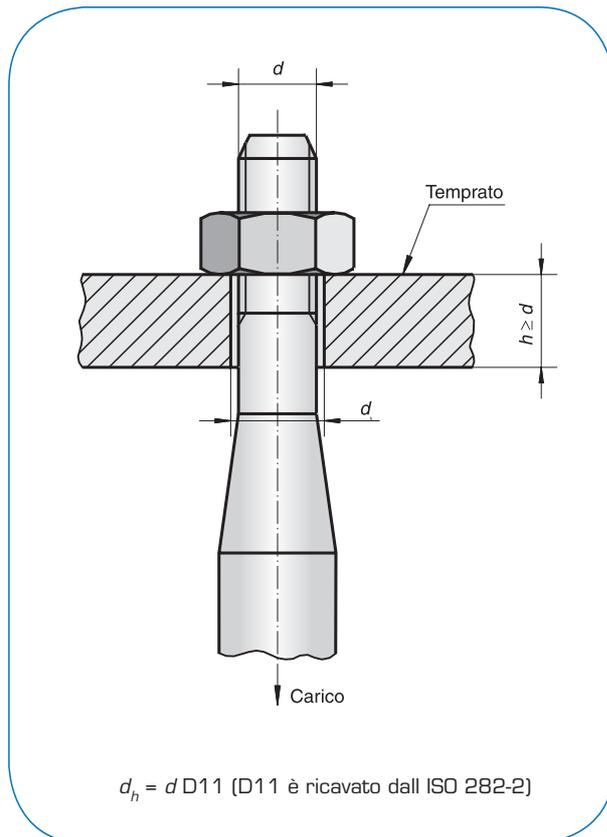
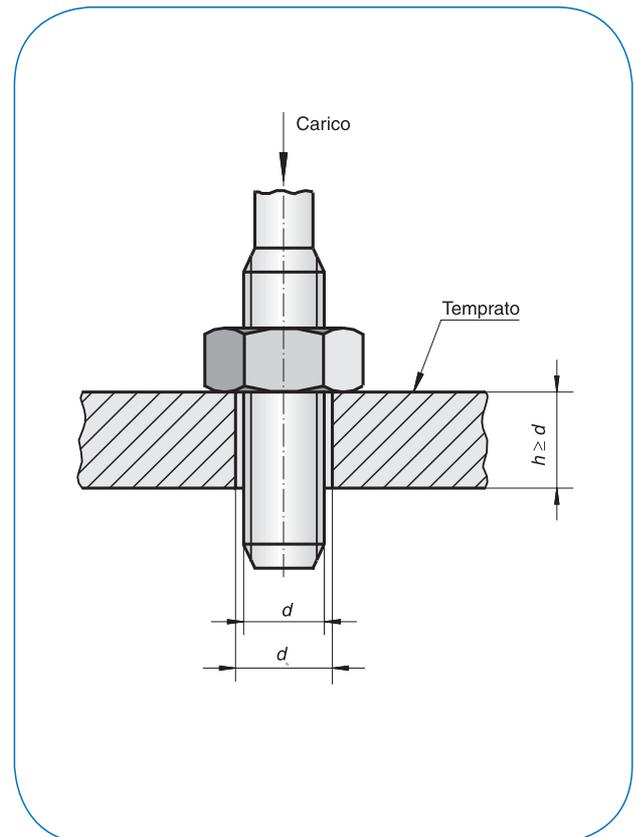


Figura 2 Prova di compressione assiale



Il carico di prova deve essere applicato al dado in direzione assiale e mantenuto per 15 s.

Il dado deve resistere al carico senza cedimenti dovuti a rottura o a strappamento della filettatura e, tolto il carico, il dado deve potersi svitare a mano.

È ammesso iniziare lo svitamento con un chiave ma limitatamente ad una rotazione di mezzo giro.

Se la filettatura del mandrino risulta danneggiata nel corso della prova, quest'ultima non è valida.

La durezza minima del mandrino di prova deve essere di 45 HRC.

La filettatura del mandrino deve avere tolleranza 5h ad eccezione del diametro esterno che deve essere compreso nel quarto inferiore del campo di tolleranza 6g.

### 7.2 Prova di durezza

Per i controlli correnti, la prova di durezza deve essere effettuata su una faccia di appoggio del dado.

Il valore di durezza è dato dalla media di tre valori rilevati a 120° tra di loro.

Nei casi controversi vale la prova di durezza eseguita su una sezione longitudinale passante per l'asse del dado, con le impronte eseguite quanto più possibile vicino al diametro nominale esterno della filettatura del dado.

La prova di durezza avente carattere decisivo è quella Vickers, utilizzando se possibile il carico HV 30.

Nel caso la prova di durezza venga eseguita con il metodo Brinell o Rockwell, devono essere usate le tavole di conversione della ISO 4964.

Per la prova di durezza Vickers, vedere ISO 6507-1.

Per la prova di durezza Brinell, vedere ISO 6506.

Per la prova di durezza Rockwell vedere ISO 6508.

### 7.3 Verifica dei difetti superficiali

Per la verifica dei difetti superficiali vedere ISO 6157-2.

## 8] Marcatura

### 8.1 Simboli

I simboli per la marcatura sono indicati nei prospetti 8 e 9.

Prospetto 8 **Marcature per dadi con classe di resistenza secondo 2.1**

Classe di resistenza	4	5	6	8
Marcatura con simbolo della designazione oppure codice grafico (sistema del quadrante orario)	4	5	6	8

Classe di resistenza	9	10	12 <sup>1)</sup>
Marcatura con simbolo della designazione oppure codice grafico (sistema del quadrante orario)	9	10	12
<sup>1)</sup> La marcatura per mezzo del punto non può essere sostituita dal marchio del fabbricante			

Prospetto 9 **Marcature per dadi con classe di resistenza secondo 2.2**

Classe di resistenza	04	05
Marcatura		

### 8.2 Identificazione

I dadi esagonali  $\geq M5$  e di qualsiasi classe di resistenza devono essere marcati in profondità sul piano di appoggio o su una faccia laterale oppure in rilievo sullo smusso (vedere figure 3 e 4) in base al sistema di designazione specificato in 2. Le marcature in rilievo non devono sporgere oltre il piano di appoggio del dado.

Figura 3 **Esempio di marcatura con il simbolo della designazione**

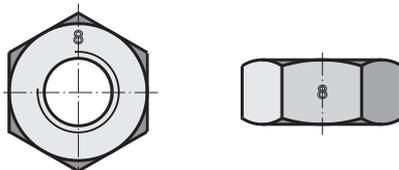
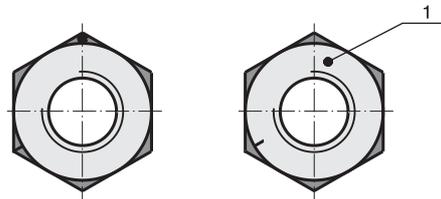


Figura 4 **Esempio di marcatura con un codice grafico (sistema del quadrante orario)**

**Legenda**

1 Il punto utilizzato per la marcatura può essere sostituito dal marchio del fabbricante e posizionato come indicato



**8.3 Marcatura dei dadi con filettatura sinistra**

I dadi con filettatura sinistra devono essere marcati come indicato in figura 5, con il simbolo incassato nel piano di appoggio.

La marcatura è prescritta per i dadi  $\geq M5$ .

In alternativa è possibile utilizzare la marcatura indicata in figura 6.

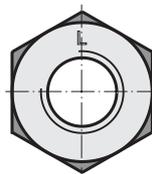
Figura 5 **Marcatura per filettatura sinistra**



Figura 6 **Marcatura alternativa per filettatura sinistra**

**Legenda**

L Sinistra



**8.4 Marcatura alternativa**

La marcatura alternativa prevista da 8.1 a 8.3 è lasciata alla scelta del produttore.

**8.5 Marcatura di identificazione (marchio di fabbrica)**

Tutti i dadi per i quali è obbligatoria la marcatura della classe di resistenza devono riportare il marchio di identificazione del produttore, a meno che ciò sia impossibile per ragioni tecniche. Le confezioni devono essere marcate in tutti i casi.

## Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Dadi con carichi di prova determinati - passo fine

### 1] Generalità

La presente norma specifica le proprietà meccaniche dei dadi con carichi di prova determinati quando verificati a temperatura ambiente compresa tra  $+10\text{ °C}$  ed  $+35\text{ °C}$ .

Le proprietà meccaniche e fisiche variano in funzione della temperatura e della classe di resistenza.

I prodotti rispondenti ai requisiti della presente norma sono valutati a temperatura ambiente e possono non mantenere le proprietà fisiche specificate alle alte e basse temperature.

A temperature più alte o più basse di quella ambiente, possono avvenire significative variazioni delle proprietà. Quando gli elementi di collegamento vengono utilizzati a temperature superiori od inferiori a quella ambiente, è responsabilità dell'utilizzatore assicurarsi che le proprietà meccaniche e fisiche siano adatte alle particolari condizioni di utilizzo.

La presente norma si applica a dadi:

- con diametri esterni (nominali) di filettatura  $D$ , da 8 mm fino a 39 mm incluso (filettatura a passo fine)
- con filettature triangolari ISO aventi diametri e passi secondo ISO 68 e ISO 262 (filettature a passo fine)
- con combinazioni di passo/diametro in accordo con ISO 261 (filettature a passo fine)
- con tolleranze di filettature 6H secondo ISO 965-1 e ISO 965-2 (Vedere nota 2)
- con caratteristiche meccaniche specificate;
- con larghezze in chiave secondo ISO 272
- con altezze nominali maggiori o uguali a  $0,5 D$
- costruiti in acciaio al carbonio o legato (vedere nota 1)

La norma non si applica a dadi con esigenze particolari quali:

- saldabilità
- caratteristiche autofrenanti (vedere ISO 2320)
- resistenza alla corrosione (vedere ISO 3506)
- resistenza a temperature maggiori di  $+300\text{ °C}$  o minori di  $-50\text{ °C}$  (vedere nota 1)

**Nota 1** I dadi di acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità non devono essere impiegati a temperature maggiori di  $+250\text{ °C}$ .

**Nota 2** Per tolleranze di filettatura diverse da 6H o maggiori si deve considerare una riduzione della resistenza allo strappamento (vedere prospetto 1).

Prospetto 1 **Riduzione della resistenza della filettatura**

Diametro esterno nominale di filettatura $D$ mm	Carico di prova in %		
	Tolleranze di filettatura		
	6H	7H	6G
$8 \leq D \leq 16$	100	96	97,5
$16 < D \leq 39$	100	98	98,5

## 2] Sistema di designazione

### 2.1 Dadi con altezze nominali $\geq 0,8 D$ (altezza effettiva della filettatura $\geq 0,6 D$ ): dadi di tipo 1 e tipo 2

I dadi con altezze nominali  $\geq 0,8 D$  (altezza effettiva della filettatura  $\geq 0,6 D$ ) sono designati con un numero corrispondente alla massima classe di resistenza delle viti con le quali il dado può essere accoppiato.

Il cedimento degli elementi filettati di collegamento dovuto a un eccessivo serraggio può manifestarsi sotto forma di rottura del gambo della vite o di strappamento delle filettature del dado e/o della vite.

La rottura del gambo di una vite è improvvisa e, pertanto, facilmente rilevabile.

Lo strappamento della filettatura è graduale e, di conseguenza, difficile da rilevare e ciò comporta il pericolo che gli elementi che hanno parzialmente ceduto siano lasciati montati.

È quindi un buon criterio dimensionare i collegamenti filettati in modo che l'unico cedimento che possa manifestarsi sia sempre la rottura del gambo, ma per effetto dei numerosi parametri che influenzano la resistenza allo strappamento (per esempio la resistenza dei materiali della vite e del dado, il gioco tra le filettature, le larghezze in chiave ecc.), i dadi dovrebbero avere un'altezza eccessiva per garantire in tutti i casi questo tipo di cedimento. Una vite con diametro nominale da M8 a M39 accoppiata con un dado avente classe di resistenza appropriata, come da prospetto 2, costituisce un collegamento in grado di resistere al carico di prova stabilito per la vite senza che si verifichi lo strappamento della filettatura.

Se tuttavia ha luogo un serraggio che supera il carico di prova della vite, il dimensionamento del dado è previsto in modo che almeno nel 10% dei collegamenti con un serraggio eccessivo si manifesti un cedimento costituito dalla rottura del gambo della vite, al fine di avvertire l'utente che la sua pratica di serraggio non è adeguata.

Prospetto 2 Sistema di designazione per dadi con altezze nominali  $\geq 0,8 D$

Classe di resistenza del dado	Viti accoppiate		Dadi	
	Classe di resistenza	Gamma dei diametri esterni nominali di filettatura mm	tipo 1	tipo 2
5	4.8	$D \leq 39$	$D \leq 39$	-
	5.8			
6	6.8	$D \leq 39$	$D \leq 39$	-
8	8.8	$D \leq 39$	$D \leq 39$	$D \leq 16$
10	10.9	$D \leq 39$	$D \leq 16$	$D \leq 39$
12	12.9	$D \leq 16$	-	$D \leq 16$

**Nota** In generale, i dadi di una classe di resistenza superiore possono sostituire i dadi di una classe di resistenza inferiore. Ciò è particolarmente consigliabile per un collegamento vite-dado con carichi superiori al limite di snervamento o superiori al carico di prova della vite.

### 2.2 Dadi con altezze nominali $\geq 0,5 D$ e $< 0,8 D$ (altezze effettive della filettatura $\geq 0,4 D$ e $< 0,6 D$ )

I dadi con altezze nominali  $\geq 0,5 D$  e  $< 0,8 D$  (altezze effettive della filettatura  $\geq 0,4 D$  e  $< 0,6 D$ ) sono designati da un numero a due cifre: la seconda cifra indica 1/100 del carico unitario nominale di prova, espresso in  $N/mm^2$ , mentre la prima cifra indica che il carico ammissibile di un collegamento vite/dado è ridotto rispetto al carico ammissibile del dado su un mandrino di prova temprato e rispetto anche al carico ammissibile di un collegamento vite/dado di cui in 2.1.

La capacità effettiva di resistere al carico non è determinata solo dalla durezza del dado e dall'altezza effettiva della filettatura, ma anche dal carico unitario di rottura della vite alla quale viene accoppiato.

Il prospetto 3 indica il sistema di designazione e i carichi unitari di prova.

I carichi di prova sono indicati nel prospetto 6.

Il prospetto 7 fornisce i valori indicativi per la resistenza minima allo strappamento presunta nel collegamento di questi dadi con viti aventi differenti classi di resistenza.

Prospetto 3 Sistema di designazione e carichi di prova per dadi con altezze  $\geq 0,5 D$  e  $< 0,8 D$

Classe di resistenza del dado	Carico unitario nominale di prova $N/mm^2$	Carico unitario effettivo di prova $N/mm^2$
04	400	380
05	500	500

### 3] Materiali

I dadi devono essere costruiti di acciaio avente una composizione chimica conforme al prospetto 4. La composizione chimica deve essere analizzata in accordo alle appropriate norme internazionali.

Prospetto 4 Limiti dell'analisi chimica

Classe di resistenza del dado		Limiti sulla composizione chimica (analisi sul prodotto) in %			
		C max.	Mn min.	P max.	S max.
5 <sup>1)</sup>	6	-	-	0,060	0,150
8 <sup>2)</sup>	04 <sup>1)</sup>	0,58	0,25	0,060	0,150
10 <sup>2)</sup>	05 <sup>1)</sup>	0,58	0,30	0,048	0,058
12 <sup>2)</sup>	-	0,58	0,45	0,048	0,058

1) I dadi di questa classe di resistenza possono essere costruiti di acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità, a meno che diversamente concordato tra committente e fornitore. In questi casi i tenori massimi ammessi di zolfo, fosforo e piombo sono i seguenti: zolfo 0,34%, fosforo 0,11% e piombo 0,35%.

2) Se necessario, per ottenere le caratteristiche meccaniche dei dadi, possono essere aggiunti elementi di lega.

### 4] Caratteristiche meccaniche

I dadi, quando sono sottoposti alle prove descritte in 7, devono avere le caratteristiche meccaniche indicate nel prospetto 5.

Prospetto 5 Caratteristiche meccaniche

Diametro esterno nominale di filettatura  <i>D</i>  mm	Classe di resistenza									
	04					05				
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado	
		min.	max	stato	tipo		min.	max	stato	tipo
8 ≤ <i>D</i> ≤ 16	380	188	302	NQT <sup>1)</sup>	Sottile	500	272	353	QT <sup>2)</sup>	Sottile
16 < <i>D</i> ≤ 39										

Diametro esterno nominale di filettatura  <i>D</i>  mm	Classe di resistenza 5				
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado	
		min.	max	stato	tipo
8 ≤ <i>D</i> ≤ 16	690	175	302	NQT <sup>1)</sup>	1
16 < <i>D</i> ≤ 39					

Diametro esterno nominale di filettatura	Classe di resistenza 6				
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
		HV		stato	tipo
$D$ mm		min.	max		
$8 \leq D \leq 10$	770	188	302	NQT <sup>1) 3)</sup>	1
$10 \leq D \leq 16$	780				
$16 \leq D \leq 33$	870				
$33 \leq D \leq 39$	930	233			

Diametro esterno nominale di filettatura	Classe di resistenza 8										
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		
		HV		stato	tipo		HV		stato	tipo	
$D$ mm		min.	max				min.	max			
$8 \leq D \leq 10$	955	250	353	QT <sup>2)</sup>	1	890	195	302	NQT <sup>1)</sup>	2	
$10 < D \leq 16$											
$16 < D \leq 33$	1030	295						-		-	-
$33 < D \leq 39$	1090										

Diametro esterno nominale di filettatura	Classe di resistenza 10											
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado			
		HV		stato	tipo		HV		stato	tipo		
$D$ mm		min.	max				min.	max				
$8 \leq D \leq 10$	1 100	295	353	QT <sup>2)</sup>	1	1 055	250	353	QT <sup>2)</sup>	2		
$10 < D \leq 16$	1 110											
$16 < D \leq 39$	-	-				-					-	-

Diametro esterno nominale di filettatura	Classe di resistenza 12				
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
		HV		stato	tipo
$D$ mm		min.	max		
$8 \leq D \leq 10$	1 200	295	353	QT <sup>2)</sup>	2
$10 < D \leq 16$					
$16 < D \leq 39$	-	-	-	-	-

**Nota** La durezza minima è richiesta solo per i dadi trattati termicamente e per i dadi troppo grandi per essere sottoposti a prova di carico. Per tutti gli altri dadi, la durezza minima non è necessaria ma è fornita solo per informazione. Per dadi che non sono bonificati e che hanno superato la prova di carico, la durezza minima non può essere causa di rifiuto.

1) NQT = non bonificato

2) QT = bonificato

3) I dadi con diametro esterno di filettatura  $D > 16$  mm possono essere bonificati a discrezione del produttore

## 5] Carichi di prova

I valori del carico di prova sono indicati nel prospetto 6.  
 La sezione resistente nominale  $A_s$  è calcolata come segue:

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

dove:

$d_2$  è il diametro medio nominale della filettatura esterna

$d_3$  è il diametro di nocciolo della filettatura esterna

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

dove:

$d_1$  è il diametro di nocciolo nominale di base della filettatura esterna

$H$  è l'altezza del triangolo generatore

Prospetto 6 **Valori del carico di prova**

Filettatura $D \times P$	Sezione resistente nominale del mandrino $A_s$	Classe di resistenza								
		04	05	5	6	8	10	12		
		Carico di prova ( $A_s \times S_p$ ) N								
mm	mm <sup>2</sup>			tipo 1	tipo 1	tipo 1	tipo 2	tipo 1	tipo 2	tipo 2
M8 x 1	39,2	14900	19600	27000	30200	37400	34900	43100	41400	47000
M10 x 1	64,5	24500	32200	44500	49700	61600	57400	71000	68000	77400
M10 x 1,25	61,2	23300	30600	44200	47100	58400	54500	67300	64600	73400
M12 x 1,25	92,1	35000	46000	63500	71800	88000	82000	102200	97200	110500
M12 x 1,5	88,1	33500	44000	60800	68700	84100	78400	97800	92900	105700
M14 x 1,5	125	47500	62500	86300	97500	119400	111200	138800	131900	150000
M16 x 1,5	167	63500	83500	115200	130300	159500	148600	185400	176200	200400
M18 x 1,5	215	81700	107500	154800	187000	221500	-	-	232200	-
M18 x 2	204	77500	102000	146900	177500	210100	-	-	220300	-
M20 x 1,5	272	103400	136000	195800	236600	280200	-	-	293800	-
M20 x 2	258	98000	129000	185800	224500	265700	-	-	278600	-
M22 x 1,5	333	126500	166500	239800	289700	343000	-	-	359600	-
M22 x 2	318	120800	159000	229000	276700	327500	-	-	343400	-
M 24 x 2	384	145900	192000	276500	334100	395500	-	-	414700	-
M27 x 2	496	188500	248000	351100	431500	510900	-	-	535700	-
M30 x 2	621	236000	310500	447100	540300	639600	-	-	670700	-

## 6] Resistenza allo strappamento per dadi con altezza nominale $\geq 0,5 D$ e $< 0,8 D$

I valori dei carichi unitari di cedimento, dati per informazione nel prospetto 7, si riferiscono a viti di differenti classi. È prevedibile uno strappamento della filettatura della vite accoppiando i dadi a viti delle classi inferiori, mentre nel caso di accoppiamento con viti delle classi superiori si dovrebbe verificare lo strappamento della filettatura del dado.

Prospetto 7 **Resistenza minima allo strappamento dei dadi in percentuale del carico di prova delle viti**

Classe di resistenza del dado	Resistenza minima allo strappamento dei dadi in percentuale del carico di prova delle viti aventi classe di resistenza			
	6.8	8.8	10.9	12.9
04	85	65	45	40
05	100	85	60	50

## 7] Metodo di prova

### 7.1 Prova di carico

Se i dispositivi di prova lo consentono, la prova di carico deve essere sempre effettuata e vale come prova decisiva. Il dado deve essere avvitato su un mandrino di prova temprato e filettato come indicato nelle figure 1 e 2. Nei casi controversi vale la prova di trazione assiale.

Il carico di prova deve essere applicato al dado in direzione assiale e mantenuto per 15 s.

Il dado deve resistere al carico senza cedimenti dovuti a rotture o a strappamento della filettatura e, tolto il carico, il dado deve potersi svitare a mano. È ammesso iniziare lo svitamento con una chiave ma limitatamente ad una rotazione di mezzo giro. Se la filettatura del mandrino risulta danneggiata nel corso della prova, quest'ultima non è valida. La durezza minima del mandrino di prova deve essere di 45 HRC.

La filettatura del mandrino deve avere tolleranza 5h ad eccezione del diametro esterno che deve essere compreso nel quarto inferiore del campo di tolleranza 6g.

Figura 1 Prova di trazione assiale

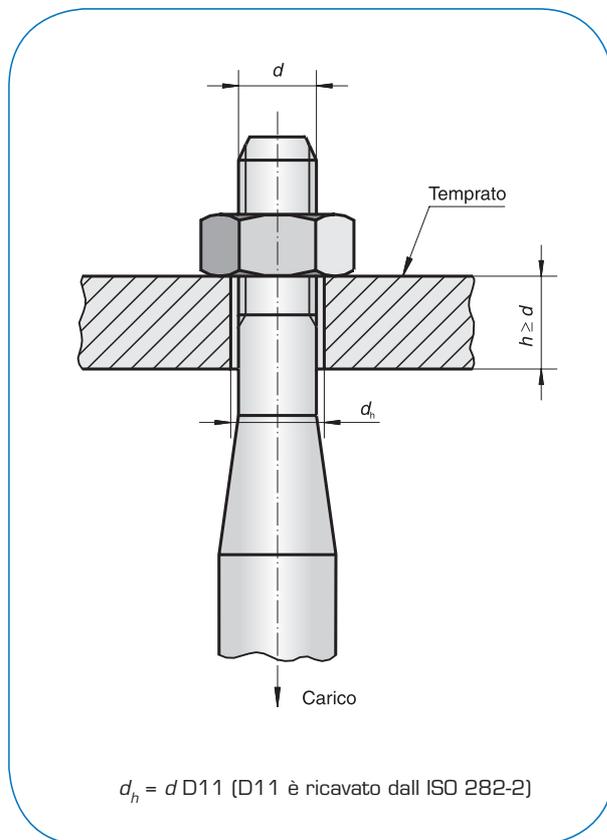
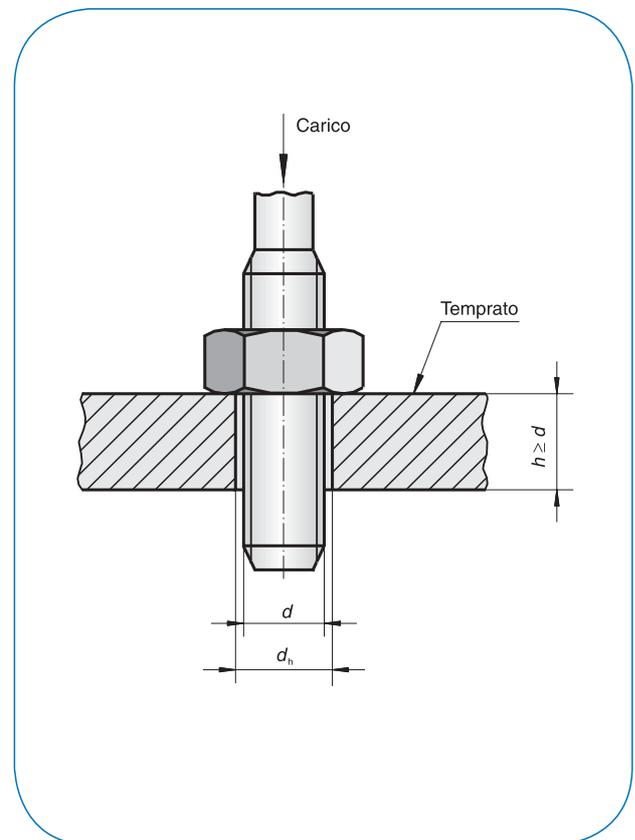


Figura 2 Prova di compressione assiale



## 7.2 Prova di durezza

Per i controlli correnti, la prova di durezza deve essere effettuata su una faccia di appoggio del dado.

Il valore di durezza è dato dalla media di tre valori, rilevati a 120° tra di loro.

Nei casi controversi, vale la prova di durezza eseguita su una sezione longitudinale passante per l'asse del dado, con le impronte eseguite quanto più possibile vicino al diametro nominale esterno della filettatura del dado.

La prova di durezza avente carattere decisivo è quella Vickers, utilizzando se possibile il carico HV 30.

Nel caso la prova di durezza venga eseguita con il metodo Brinell o Rockwell, devono essere usate le tavole di conversione della ISO 4964.

La prova di durezza Vickers deve essere effettuata in accordo con ISO 6507-1.

La prova di durezza Brinell deve essere effettuata in accordo con ISO 6506.

La prova di durezza Rockwell deve essere effettuata in accordo con ISO 6508.

## 7.3 Verifica dei difetti superficiali

Per la verifica dei difetti superficiali, vedere ISO 6157-2.

# 8] Marcatura

## 8.1 Simboli

I simboli per la marcatura sono indicati nel prospetto 8 e prospetto 9.

Prospetto 8 **Marcature dei dadi con classi di resistenza secondo 2.1**

Classe di resistenza	5	6	8	10	12 <sup>1)</sup>
Marcatura con simbolo della designazione oppure codice grafico (sistema del quadrante orario)	5	6	8	10	12
<sup>1)</sup> Non è ammessa l'indicazione alle ore 12 con il marchio del produttore.					

Prospetto 9 **Marcatura dei dadi con classe di resistenza secondo 2.2**

Classe di resistenza	04	05
Marcatura		

## 8.2 Identificazione

I dadi esagonali di tutte le classi di resistenza devono essere marcati in profondità sulla faccia di appoggio o su una faccia laterale oppure in rilievo sullo smusso (vedere figure 3 e 4) in base al sistema di designazione specificato in 2. Le marcature in rilievo non devono sporgere oltre il piano di appoggio del dado.

Figura 3 **Esempio di marcatura con il simbolo della designazione**

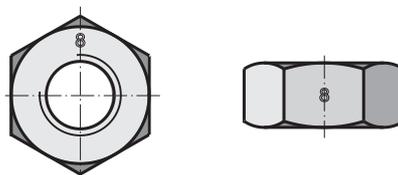
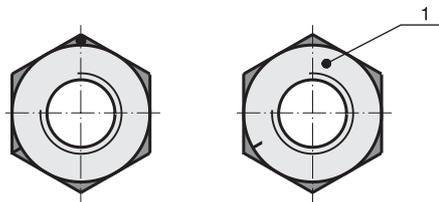


Figura 4 **Esempio di marcatura con un codice grafico (sistema del quadrante orario)**

**Legenda**

1 Nella marcatura il punto può essere sostituito dal marchio del prodotto



**8.3 Marcatura dei dadi con filettatura sinistra**

I dadi con filettatura sinistra devono essere marcati come indicato in figura 5, con il simbolo incassato nel piano di appoggio. In alternativa è possibile utilizzare la marcatura indicata in figura 6.

Figura 5 **Marcatura per filettatura sinistra**

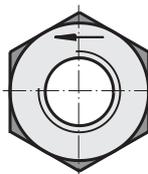
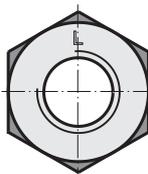


Figura 6 **Marcatura alternativa per filettatura sinistra**

**Legenda**

L Sinistra



**8.4 Marcatura alternativa**

La marcatura alternativa prevista da 8.1 a 8.3 è lasciata alla scelta del produttore.

**8.5 Marcatura di identificazione (marchio di fabbrica)**

Tutti i dadi per i quali è obbligatoria la marcatura della classe di resistenza devono riportare il marchio di identificazione del produttore, a meno che ciò sia impossibile per ragioni tecniche. Le confezioni devono essere marcate in tutti i casi.

## Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Dadi: classi di resistenza e metodi di prova

Questa norma è stata sostituita dalle norme EN 20898-2, EN ISO 898-6, UNI 11103.

### 1] Generalità

La presente norma specifica le classi di resistenza e i metodi di prova per dadi.

La presente norma si applica a dadi:

- con diametro nominale di filettatura  $D$  fino a 39 mm
- con filettature triangolari ISO aventi diametri e passi secondo ISO 68 e ISO 262
- con apertura in chiave maggiore o uguale a quella prevista dalla ISO 272
- con tolleranze di filettatura 6H o più precisa, secondo UNI 5541 e dimensionali secondo UNI ISO 4759/1 e 2
- costruiti in acciaio al carbonio o legato

La norma non si applica a dadi con esigenze particolari quali:

- saldabilità
- caratteristiche autofrenanti (vedere ISO 2320)
- resistenza alla corrosione (vedere ISO 3506)
- resistenza a temperature maggiori di + 300 °C o minori di - 50 °C

Le caratteristiche meccaniche della presente norma sono valide a temperatura ambiente.

Per una corretta utilizzazione dei dadi, nelle diverse classi di resistenza, per temperature diverse da quella ambiente, entro i limiti di + 300 °C e - 50 °C, occorre tenere presente la variazione delle caratteristiche meccaniche in funzione della temperatura per ogni classe di resistenza, con particolare riguardo alla tenacità per temperatura da - 20 a - 50 °C.

### 2] Sistema di designazione

I dadi sono designati o secondo la sola durezza o secondo la durezza e il carico di prova.

I dadi caratterizzati principalmente dalle sole prescrizioni di limiti di durezza hanno un codice alfanumerico composto da un numero seguito da una lettera.

I dadi caratterizzati principalmente da una prescrizione di carico di prova e da un limite superiore di durezza hanno un codice numerico composto da un numero di una o due cifre. Nel caso di dadi con altezza nominale  $< 0,8 D$  la prima delle due cifre del numero è zero.

Le classi di resistenza previste sono indicate nel prospetto 1.

Prospetto 1 **Classi di resistenza**

Caratteristiche			Classe di resistenza					
Prescrizione principale	Filettatura $D$	Altezza nominale del dado						
sola durezza	a passo grosso e fine	qualsiasi	4A	4D	5S	6S	-	-
durezza e carico di prova		$m \geq 0,8 D$	4	5	6	8	10	12
		$0,4 D < m < 0,8 D$	-	-	-	04	05	-

Le minime classi di resistenza dei dadi da accoppiare con viti di data classe di resistenza sono riportate nel prospetto 2.

Prospetto 2 **Accoppiamento classi di resistenza per viti e dadi**

Classe di resistenza della vite	4.8	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	-	-
Classe di resistenza minima del dado da accoppiare	4A	4D	5S	6S	-	-	-	-
	4	5	6	8	10	12	04	05

### 3] Materiali

Il prospetto 3 prescrive l'analisi chimica degli acciai adatti alla relativa classe di resistenza dei dadi.

Prospetto 3 **Analisi chimica degli acciai**

Classe di resistenza	C		Mn	P	S
	min.	max.	min.	max.	max.
4A* 4* 4D* 5* 5S* 6*	-	0,50	-	0,110	0,150
6S* 04* 8**	-	0,58	0,25	0,060	0,150
05▲ 10▲	0,15	0,58	0,30	0,048	0,058
12▲	0,18	0,58	0,45	0,048	0,058

\* È ammesso l'impiego di acciai per lavorazioni meccaniche ad alta velocità; in questo caso per il piombo, il fosforo e lo zolfo valgono le limitazioni seguenti: piombo  $\leq 0,35\%$  fosforo  $\leq 0,12\%$  zolfo  $\leq 0,34\%$

\*\* Il trattamento termico di bonifica può essere prescritto dalla norma di prodotto.

▲ È obbligatorio il trattamento termico di bonifica.

Possono essere necessari elementi di lega per il raggiungimento delle caratteristiche meccaniche.

Previo accordo con l'utilizzatore, è ammesso l'impiego di acciai per lavorazioni meccaniche ad alta velocità; in questo caso per il piombo vale la seguente limitazione: Pb  $\leq 0,35\%$

### 4] Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche di ogni classe di resistenza sono riferite ai dadi e non ai materiali di partenza. I valori delle caratteristiche sono validi per prove a temperatura ambiente.

#### 4.1 Durezza

I valori di durezza sono riportati nel prospetto 4.

Prospetto 4 **Valore di durezza**

Classe di resistenza	HV 30		HRB	HRC	
	min.	max.	min.	min.	max.
4A 4	117	302	66	-	30
4D 5*	130	302	71	-	30
5S 6*	150	302	79	-	30
6S 04 8*	188	302	89	-	30
05 10*	272	353	-	26	36
12*	310	373	-	31	38

\* Norme di prodotto possono prescrivere valori di durezza differenti da quelli dati nel prospetto.

Il rispetto delle durezza minime è obbligatorio solo per:

- dadi senza prescrizione di carico di prova;
- dadi con prescrizione di carico di prova sui quali detta verifica non può essere eseguita

La prova di durezza può essere eseguita secondo metodo Vickers o Rockwell, ma in caso di controversia la prova Vickers è decisiva.

#### 4.2 Carichi unitari di prova

I carichi di prova risultano dal prodotto del carico unitario di prova in  $N/mm^2$ , riportato nel prospetto 5, per la sezione resistente nominale, in  $mm^2$ , della vite avente uguali diametro e passo (vedere UNI 4534). I carichi di prova prescritti sono riportati, arrotondati, nei prospetti 6 e 7.

Prospetto 5 Valori dei carichi unitari di prova

Classe di resistenza	Carico unitario di prova* $R_{cp}$ $N/mm^2$
04	400
05	500
4	400
5	500
6	600
8	800
10	1000
12	1200

\* Norme di prodotto possono prescrivere valori di carico unitario differenti da quelli dati nel prospetto.

Prospetto 6 Carichi di prova per filettatura metrica ISO a passo grosso

Diametro nominale di filettatura $D$	Passo $P$	Sezione resistente nominale $S_r$	Classe di resistenza							
			04	05	4	5	6	8	10	12
mm	mm	$mm^2$	Carico di prova ( $R_{cp} \times S_r$ ) N							
M3	0,5	5,03	2000	2500	2000	2500	3000	4000	5000	6000
M4	0,7	8,78	3500	4400	3500	4400	5250	7000	8750	10500
M5	0,8	14,2	5700	7100	5700	7100	8500	11400	14200	17000
M6	1	20,1	8000	10000	8000	10000	12000	16000	20000	24000
M7	1	28,9	11500	14500	11500	14500	17300	23000	29000	34700
M8	1,25	36,6	14500	18300	14500	18300	22000	29000	36500	43000
M10	1,5	58	23000	29000	23000	29000	35000	46000	58000	69500
M12	1,75	84,3	33500	42100	33500	42100	50500	67000	84000	100000
M14	2	115	46000	57500	46000	57500	69000	92000	115000	138000
M16	2	157	63000	78500	63000	78500	94000	126000	157000	188000
M18	2,5	192	77000	96000	77000	96000	115000	154000	192000	230000
M20	2,5	245	98000	122000	98000	122000	147000	196000	245000	294000
M22	2,5	303	121000	151000	121000	151000	182000	242000	303000	364000
M24	3	353	141000	176000	141000	176000	212000	282000	353000	423000
M27	3	459	184000	230000	184000	230000	276000	367000	459000	550000
M30	3,5	561	224000	280000	224000	280000	336000	448000	561000	673000

Prospetto 7 Carichi di prova per filettatura metrica ISO a passo fine

Diametro nominale di filettatura $D$	Passo $P$	Sezione resistente nominale $S_r$	Classe di resistenza							
			04	05	4	5	6	8	10	12
			Carico di prova ( $R_{cp} \times S_r$ )							
mm	mm	mm <sup>2</sup>	N							
M8	1	39,2	15700	19600	15700	19600	23500	31000	39000	47000
M10	1,25	61,2	24000	30600	24000	30600	37000	49000	61000	73500
M12	1,25	92,1	37000	46000	37000	46000	55000	74000	92000	110000
M14	1,5	125	50000	62200	50000	62200	75000	100000	125000	150000
M16	1,5	167	67000	83500	67000	83500	100000	134000	167000	200000
M18	1,5	216	86000	108000	86000	108000	129000	173000	216000	259000
M20	1,5	272	109000	136000	109000	136000	163000	218000	272000	326000
M22	1,5	333	133000	166000	133000	166000	200000	266000	333000	400000
M24	2	384	154000	192000	154000	192000	230000	307000	384000	460000
M27	2	496	199000	248000	199000	248000	298000	397000	496000	595000
M30	2	621	248000	310000	248000	310000	373000	497000	621000	745000

#### 4.3 Allargamento

I valori minimi prescritti di allargamento percentuale  $x$  si applicano a tutte le classi di resistenza della presente norma a partire dal diametro nominale di filettatura  $D = 3$  mm.

La loro verifica ha per scopo la valutazione della tenacità del dado anche in presenza di difetti superficiali.

I valori minimi prescritti di allargamento percentuale  $x$  sono:

6% per i dadi con altezza nominale  $\geq 0,8 D$

4% per i dadi con altezza nominale  $< 0,8 D$

5% come media di tre prove, per dadi ottenuti da acciai per lavorazioni meccaniche ad alta velocità; in nessuna prova singola si devono riscontrare valori minori del 3%.

## 5] Metodo di prova

### 5.1 Prova di durezza

Per i controlli correnti, la prova di durezza deve essere eseguita su una faccia di appoggio del dado, e il valore di durezza è dato dalla media di tre valori rilevati a  $120^\circ$  tra di loro.

In caso di controversia, la durezza viene eseguita su una sezione longitudinale passante per l'asse del dado e il più vicino possibile al diametro nominale esterno della filettatura.

In caso d'incertezza la prova decisiva è quella Vickers, utilizzando se possibile la scala HV 30.

#### 5.1.1 Prova di durezza Vickers

La prova di durezza Vickers deve essere eseguita secondo UNI 1955.

#### 5.1.2 Prova di durezza Rockwell

La prova di durezza Rockwell deve essere eseguita secondo UNI 562/1.

### 5.2 Prova di carico

Il dado deve essere avvitato sul mandrino di prova filettato di acciaio temprato.

La durezza del mandrino deve essere  $\geq 45$  HRC. La filettatura del mandrino deve avere tolleranza 5h, ad eccezione del diametro esterno che deve essere compreso nel quarto inferiore del campo di tolleranza 6g.

Al dado deve essere applicato, come illustrato nelle fig. 1 e 2, il carico di prova desunto dai prospetti 6 e 7.

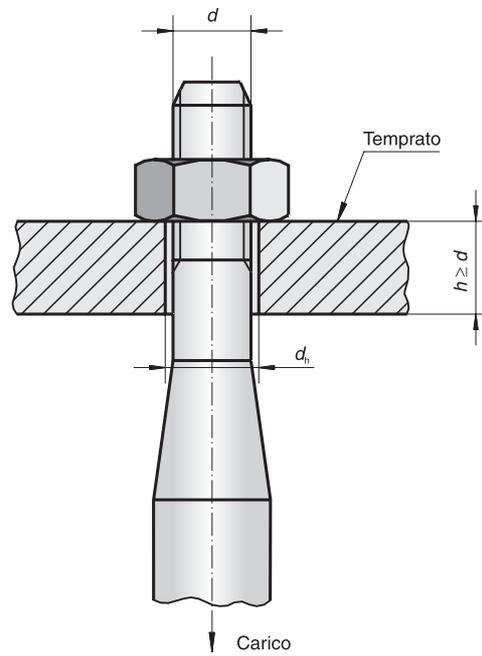
In caso di controversia la prova decisiva è quella della fig. 1.

Il carico deve essere applicato in direzione assiale e mantenuto per 15 s, senza che si strappi il filetto del dado.

Se durante la prova la filettatura del mandrino risulta danneggiata, la prova deve essere ripetuta.

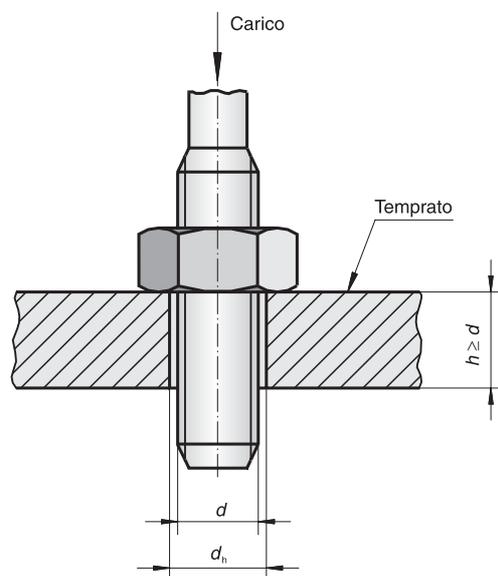
Tolto il carico, il dado deve potersi svitare a mano dal mandrino; è ammesso iniziare lo svitamento con una chiave ma limitatamente ad una rotazione di mezzo giro.

Figura 1 Prova di trazione assiale



$$d_h = d D11 \text{ (D11 è ricavato dalla ISO 282-2)}$$

Figura 2 Prova di compressione assiale



### 5.3 Prova di allargamento

La prova di allargamento consiste nell'allargare con un mandrino conico liscio (vedere fig. 3) il foro del dado ottenuto asportando prima della prova la filettatura fino al diametro nominale di filettatura  $D$ , con tolleranza H11. Il mandrino deve avere una durezza minima di 45 HRC e una rugosità  $R_a$  di  $0,8 \mu\text{m}$ . Prima della prova il mandrino deve essere lubrificato con bisolfuro di molibdeno ( $\text{MoS}_2$ ). Il mandrino deve essere inserito nel dado, come illustrato nella fig. 4, e quindi saldamente immersato all'estremità superiore. Il carico deve essere applicato in modo lento e continuo, lungo l'asse del mandrino. Il risultato è considerato negativo solo se il dado si fessura completamente prima di aver raggiunto il valore minimo prescritto di allargamento (misurato come percentuale del diametro del foro). In caso dubbio, si accerta tagliando il dado sul lato opposto a quello fessurato: il dado deve cadere in due pezzi.

Figura 3 **Mandrino di prova per allargamento**

**Legenda**

$x$  valore prescritto di allargamento percentuale  
 $m$  altezza nominale del dado

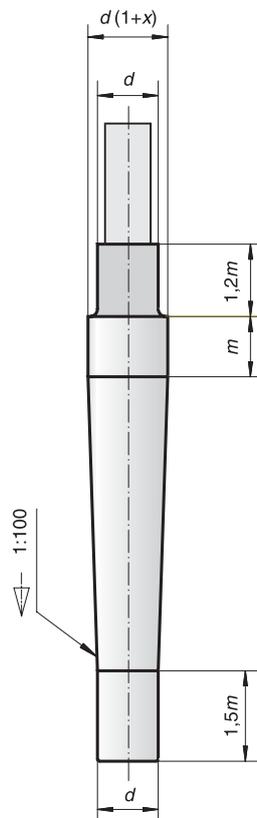
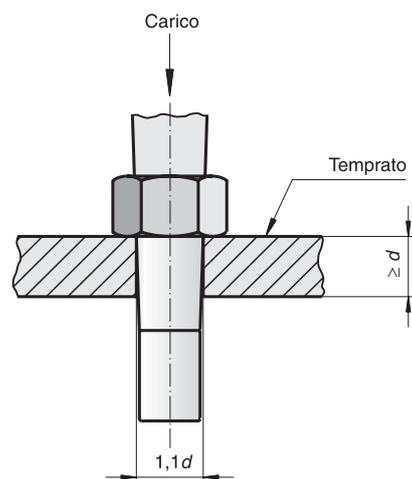


Figura 4 **Disposizione di prova**



## 6] Marcatura

La marcatura è costituita:

- dal codice di identificazione delle caratteristiche
- dal simbolo della filettatura sinistra (eventuale)
- dal marchio di fabbrica

La marcatura è obbligatoria per i dadi esagonali di classe di resistenza **6S, 05, 8, 10 e 12** con diametro nominale di filettatura  $D \geq M5$ , sempreché motivi tecnici non lo impediscono, ad eccezione dei dadi per lavorazioni meccaniche ad alta velocità per i quali può essere previsto un contrassegno alternativo.

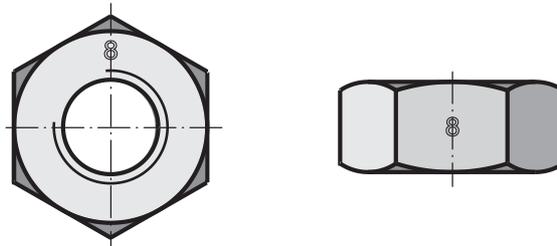
### 6.1 Dadi esagonali

L'identificazione delle caratteristiche può essere effettuata con due codici.

#### 6.1.1 Codice alfanumerico o numerico delle classi di resistenza

La marcatura del codice deve essere eseguita, in profondità, o sul piano di appoggio o su una faccia laterale (vedere esempi in figura 5).

Figura 5



#### 6.1.2 Codice grafico delle classi di resistenza (sistema del quadrante orario)

La marcatura del codice è applicabile alle sole classi di resistenza **6, 8, 10 e 12**, o in profondità sul piano di appoggio (vedere esempi in fig. 6) o in rilievo sullo smusso esterno (vedere esempi in fig. 7) senza sporgere oltre il piano di appoggio.

Figura 6 Marcatura in profondità sul piano di appoggio

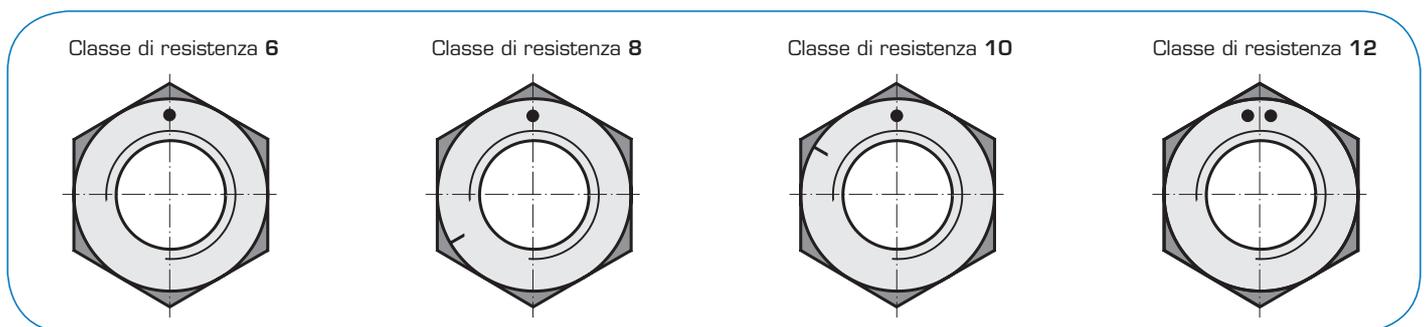
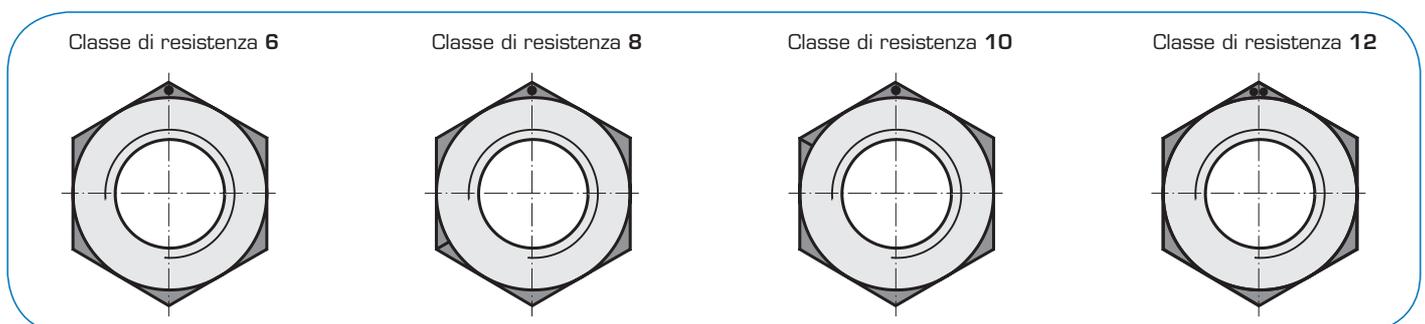


Figura 7 Marcatura in rilievo sullo smusso esterno



## 6.2 Altri tipi di dadi

Lo stesso tipo di marcatura descritta al 6.1 deve essere impiegato anche per gli altri tipi di dadi quando ciò è espressamente indicato nelle singole norme di prodotto o quando è convenuto per accordi intercorsi tra produttore e committente.

È necessario comunque tener presente che la tecnologia di produzione o lo scarso spazio disponibile per la marcatura, possono rendere impossibile l'apposizione della marcatura, senza che ciò pregiudichi l'impiego nel rispetto delle caratteristiche prescritte.

## 6.3 Dadi con filettatura sinistra

Dadi con filettatura sinistra devono essere marcati con il simbolo di fig. 8, incassato su una faccia di appoggio.

Figura 8 **Marcatura per filettatura sinistra**

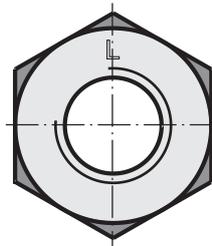


In alternativa è possibile utilizzare la marcatura indicata in fig. 9.

Figura 9 **Marcatura alternativa per filettatura sinistra**

### Legenda

L Sinistra



## Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Dadi classificati secondo durezza

### 1] Scopo e campo di applicazione

La presente norma specifica le caratteristiche meccaniche dei dadi senza carichi di prova determinati. Le caratteristiche specificate sono state classificate secondo i valori di durezza minima dai quali tuttavia non è possibile trarre alcuna conclusione sulle capacità di resistere ai carichi e sulla resistenza allo strappamento dei dadi. Le proprietà meccaniche dei dadi dipendono dalle dimensioni.

La presente norma non si applica ai:

- dadi che devono resistere a carichi specifici secondo la EN 20898-2 e EN ISO 898-6;
- dadi autofrenanti secondo la EN ISO 2320;
- dadi che devono rispettare requisiti specifici, per esempio relativamente alla saldabilità, resistenza alla corrosione, capacità di resistere a temperature maggiori di +300 °C oppure minori di -50 °C.

**Nota** I dadi di acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità non devono essere impiegati a temperature maggiori di + 250 °C.

### 2] Sistema di designazione

Le classi di durezza sono designate attraverso i simboli dati nel prospetto 1.

La parte numerica del simbolo rappresenta 1/10 della durezza Vickers minima.

La lettera H nel simbolo si riferisce alla durezza.

Prospetto 1 **Designazione delle classi di durezza in relazione alla durezza Vickers**

Classe di resistenza	11H	15H	19H
Durezza Vickers, HV 5 min.	110	150	190
<b>Nota</b> - La durezza minima specificata equivale a quella prescritta nella UNI 3740-4 (ritirata) per le classi di resistenza 4A - 5S e 6S			

### 3] Materiali

I dadi devono essere realizzati di acciaio conformemente alle caratteristiche specificate nel prospetto 2.

Prospetto 2 **Specifiche dell'acciaio**

Classe di durezza	Materiale	Composizione chimica % (m/m)			
		C max.	Mn min.	P max.	S max.
11H	Acciaio al carbonio <sup>1)</sup>	0,50	-	0,110	0,150
15H	Acciaio al carbonio <sup>1)</sup>	0,50	-	0,110	0,150
19H	Acciaio al carbonio	0,50	0,30	0,060	0,058
1) Può essere utilizzato acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità, con Pb ≤ 0,35%, P ≤ 0,11% e S ≤ 0,34%.					

#### 4] Caratteristiche meccaniche

I dadi devono avere, a temperatura ambiente, le caratteristiche meccaniche specificate nel prospetto 3, quando provate con il metodo indicato in 5.

Prospetto 3 **Caratteristiche meccaniche**

Caratteristiche meccaniche		Classe di durezza		
		11H	15H	19H
Durezza Vickers HV 5	min.	110	150	190
	max.	185	225	265
Durezza Brinell HB 30	min.	105	142	180
	max.	175	215	253

#### 5] Metodi di prova per la determinazione delle caratteristiche meccaniche

##### 5.1 Prova di durezza

Per i controlli correnti, la prova di durezza deve essere effettuata su una faccia di appoggio del dado. Il valore di durezza è dato dalla media di tre valori rilevati a 120° tra di loro.

Nei casi controversi vale la prova di durezza eseguita su una sezione longitudinale passante per l'asse del dado, con le impronte eseguite quanto più possibile vicino al diametro nominale esterno della filettatura del dado.

La prova di durezza avente carattere decisivo è quella Vickers, utilizzando se possibile il carico HV 30.

Nel caso la prova di durezza venga eseguita con il metodo Rockwell, devono essere usate le tavole di conversione della ISO 4964.

##### 5.1.1 Prova di durezza Vickers

La prova di durezza Vickers deve essere condotta in accordo con quanto disposto nella EN ISO 6507-1.

##### 5.1.2 Prova di durezza Brinell

La prova di durezza Brinell deve essere condotta in accordo con quanto disposto nella EN ISO 6506-1.

##### 5.2 Verifica dei difetti superficiali

Per la verifica dei difetti superficiali, vedere EN 493.

#### 6] Marcatura

##### 6.1 Simboli

I simboli per la marcatura sono indicati nel prospetto 4.

Prospetto 4 **Marcatura dei dadi classificati secondo durezza**

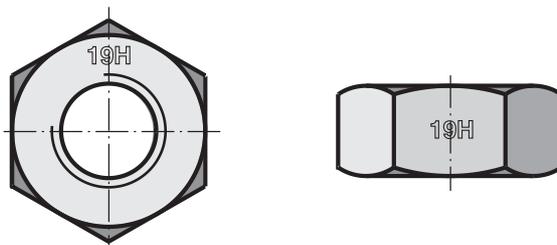
Classe di durezza	11H	15H	19H
Simbolo per la marcatura	11H	15H	19H

### 6.2 Identificazione

I dadi con classe di durezza 19H e diametro nominale di filettatura  $D \geq M5$  devono essere marcati in profondità sul piano di appoggio o su una faccia (vedere fig. 1) secondo il simbolo indicato in 6.1.

Per le altre classi di durezza la marcatura è facoltativa.

Figura 1 **Esempio di marcatura**



### 6.3 Dadi con filettatura sinistra

I dadi con filettatura sinistra devono essere marcati come indicato in fig. 2 con il simbolo incassato nel piano di appoggio.

Figura 2 **Marcatura per filettatura sinistra**



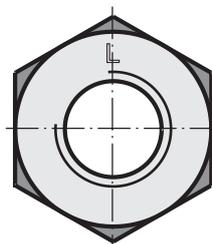
La marcatura è prescritta per i dadi con diametro nominale di filettatura  $D \geq M5$ .

In alternativa è possibile utilizzare la marcatura indicata in fig. 3.

Figura 3 **Marcatura alternativa per filettatura sinistra**

#### Legenda

L Sinistra



---

**6.4 Dadi di acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità**

Il tipo di contrassegno dei dadi di acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità deve essere concordato tra committente e fornitore.

**6.5 Marchio di fabbrica**

Tutti i dadi per i quali è obbligatoria la marcatura della classe di durezza devono riportare il marchio di identificazione del produttore, a meno che ciò sia impossibile per ragioni tecniche. Le confezioni devono essere marcate in tutti i casi.

---

**7] Dati per l'ordinazione**

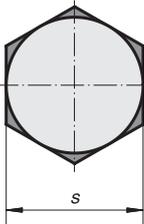
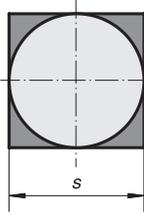
In fase di ordinazione devono essere forniti almeno i seguenti dati:

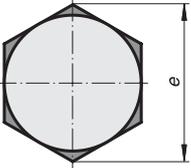
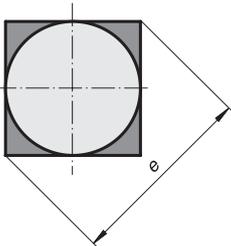
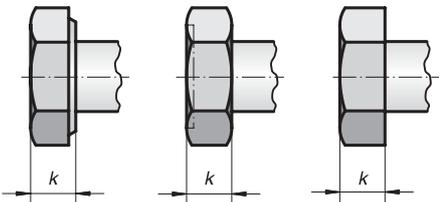
- riferimento della presente norma;
- larghezza in chiave;
- altezza del dado;
- filettatura;
- classe di durezza.

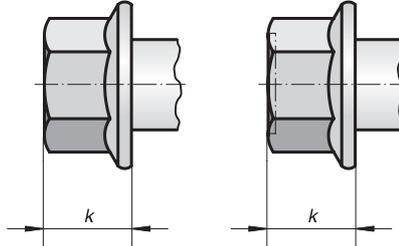
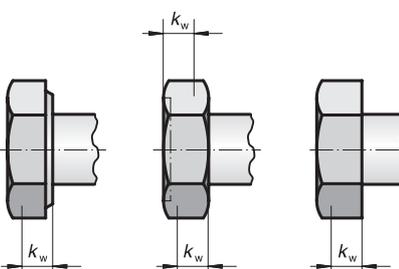
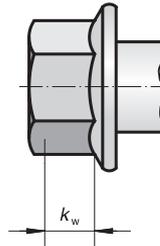
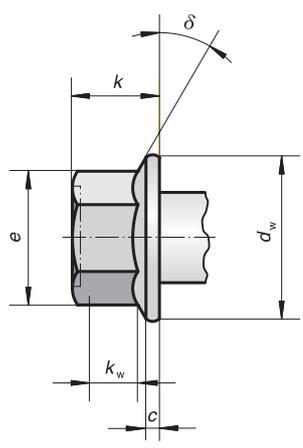
## Tolleranze degli elementi di collegamento Viti e dadi - Categorie A, B e C

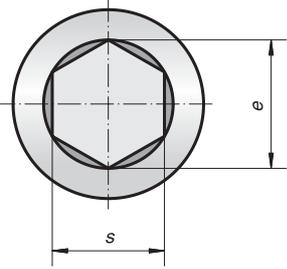
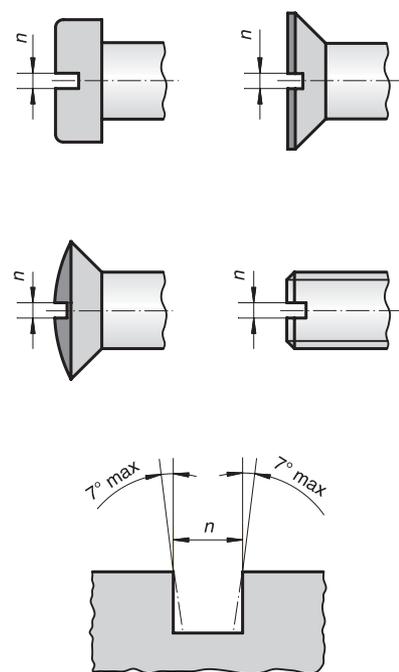
### 1] Tolleranze per viti

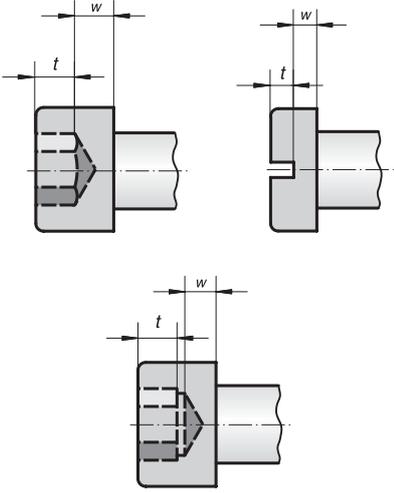
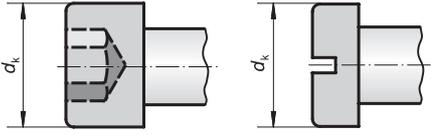
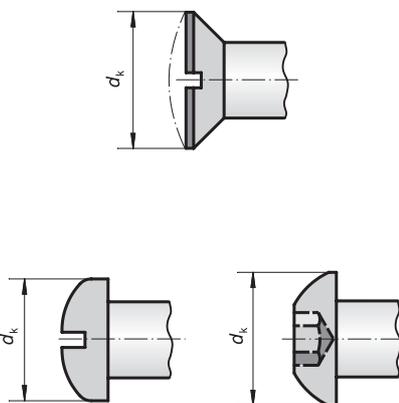
#### 1.1 Tolleranze dimensionali

Caratteristica	Tolleranza per categoria				Note
	A		B	C	
<b>1.1.1 Grado di tolleranza</b> Parte liscia del gambo e faccia d'appoggio Altre caratteristiche	stretto stretto		stretto largo	largo largo	
<b>1.1.2 Filettatura esterna</b>	6g		6g	8g (ma 6g per classe di resistenza 8.8 e maggiore)	Per alcuni prodotti e rivestimenti, altre classi di tolleranza possono essere specificate nelle norme di prodotto e di rivestimento corrispondenti.
<b>1.1.3 Geometria della superficie di manovra</b>					
	<i>s</i>	Tolleranza	<i>s</i>	Tolleranza	
1.1.3.1 Manovra esterna	≤ 30	h 13	≤ 18	h14	
	> 30	h 14	> 18 ≤ 60	h15	
1.1.3.1.1 Larghezza in chiave			> 60 ≤ 180	h16	
			> 180	h17	
Figura 1 					
Figura 2 					

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note						
	A	B	C							
1.1.3.1.2 Larghezza sugli spigoli Figura 3 	$e_{\min} = 1,12 s_{\min}$ $e_{\min} = 1,13 s_{\min}$ per prodotti con flangia e teste stampate a freddo senza tranciatura.									
Figura 4 	$e_{\min} = 1,3 s_{\min}$									
1.1.3.1.3 Altezza di testa Figura 5 	js14	js15	<table border="1"> <thead> <tr> <th>K</th> <th>Tolleranza</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 10</td> <td>js16</td> </tr> <tr> <td>≥ 10</td> <td>js17</td> </tr> </tbody> </table>	K	Tolleranza	< 10	js16	≥ 10	js17	
K	Tolleranza									
< 10	js16									
≥ 10	js17									

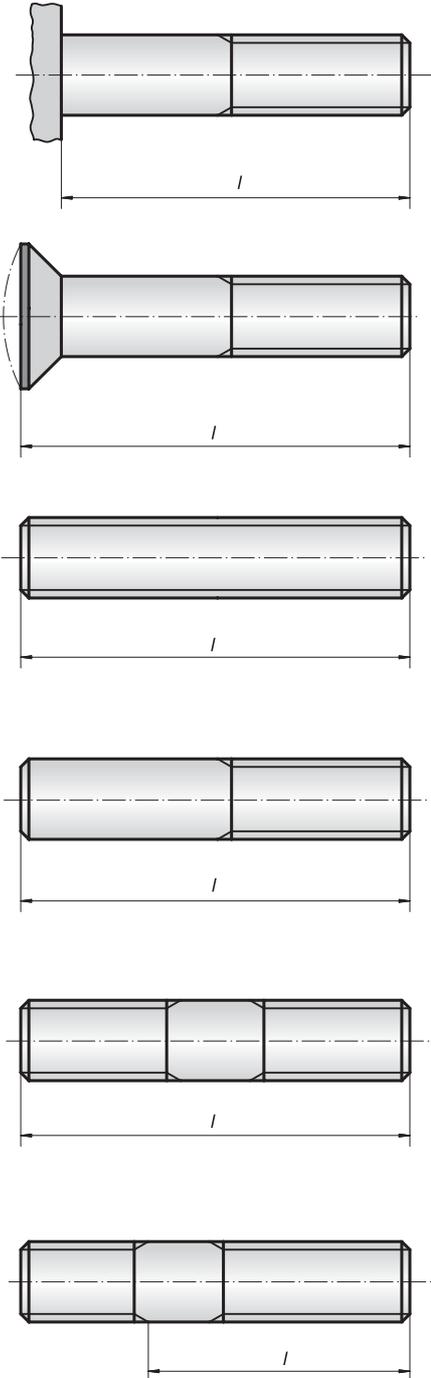
Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note
	A	B	C	
<p>Figura 6</p> 	<p>Per le viti a testa esagonale con flangia, <math>k</math> è definito solo come massimo.</p>			
<p>1.1.3.1.4 Altezza della superficie di manovra</p> <p>Figura 7</p> 	$k_{w \min}^{a)} = 0,7 k_{\min}$			<p><math>k_w</math> definisce la lunghezza sulla quale si applica <math>e_{\min}</math> ma escludendo ogni smusso, bordino o raggio specificato nelle appropriate norme di prodotto. La formula per <math>k_{w \min}</math> si applica esclusivamente ai prodotti illustrati.</p> <p>a) Il simbolo <math>k_w</math> sostituisce il simbolo <math>k'</math> utilizzato in precedenza.</p>
<p>Figura 8</p> 	$k_{w \min}^{b)} = 0,7 \left[ (k_{\max} - IT15) - \left( x + \frac{d_{w \min} - e_{\min}}{2} \tan \delta_{\max} \right) \right]$ <p><math>x</math> è il maggiore di <math>c_{\min} \cdot 1,25</math> oppure <math>c_{\min} + 0,4</math>  <math>\delta</math> è l'angolo della flangia.</p> <p>Le dimensioni <math>k_w^{a)}</math>, <math>k</math>, <math>d_w</math>, <math>e</math> ed <math>\delta</math> sono in accordo con la ISO 225.</p> <p>Figura 8a</p> 			<p>b) Per la verifica vedere appendice A delle norme di prodotto.</p>

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note
	A	B	C	
1.1.3.2 Manovra interna	$e_{\min} = 1,14 s_{\min}$			
1.1.3.2.1 Cava esagonale	<i>s</i>	Tolleranza		
Figura 9  	0,7	EF8		
	0,9	JS9		
	1,3	K9		
	1,5	D11		
	2			
	2,5			
	3	E11		
	4			
	5			
	6	E12		
8				
10				
12				
14				
> 14	D12			
1.1.3.2.2 Intaglio	<i>n</i>	Tolleranza		
Figura 10  	≤ 1	+0,20 +0,06		Campo di tolleranza
	> 1 ≤ 3	+0,31 +0,06		C13 per $n \leq 1$
	> 3 ≤ 6	+0,37 +0,07		C14 per $n > 1$

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note
	A	B	C	
<p>1.1.3.2.3 Profondità delle cave esagonali e degli intagli</p> <p>Figura 11</p> 	<p>La profondità delle cave esagonali e degli intagli è specificata nelle norme di prodotto solo come un minimo. Essa è limitata dal minimo spessore di parete al fondo dell'impronta, <math>w</math>.</p>	-	-	Attualmente, non è possibile fornire tolleranze genericamente applicabili.
1.1.3.2.4 Impronta a croce	Vedere la ISO 4757 per tutte le dimensioni con l'eccezione della profondità di penetrazione. Per la profondità di penetrazione vedere la norma di prodotto.			
1.1.3.2.5 Cava esalobata	Vedere la ISO 10664 per tutte le dimensioni con l'eccezione della profondità di penetrazione. Per la profondità di penetrazione vedere la norma di prodotto.			
<p><b>1.1.4 Altre caratteristiche</b></p> <p>1.1.4.1 Diametro della testa</p> <p>Figura 12</p> 	h13 <sup>a)</sup>	-	-	a) $\pm$ IT13 per teste zigriate
<p>Figura 13</p> 	h14	-	-	Controlli combinati del diametro e della altezza delle viti a testa svasata in accordo con la ISO 7721, oppure con la ISO 10642.

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note																							
	A	B	C																								
<p>1.1.4.2 Altezza di testa (eccettuate le teste esagonali)</p> <p>Figura 14</p>	<p>≤ M5: h13 &gt; M5: h14</p>	-	-																								
<p>Figura 15</p>	<p>Per le viti a testa svasata, <math>k</math> è definito nelle norme di prodotto unicamente come massimo.</p>			<p>Controlli combinati del diametro e della altezza per le viti a testa svasata in accordo con la ISO 7721 oppure con la ISO 10642.</p>																							
<p>1.1.4.3 Diametro della faccia di appoggio e altezza della falsa rondella</p> <p>Figura 16</p> <p>Legenda</p> <p>a) Linea di riferimento per <math>d_w</math></p>	<p><math>d_{w \min} = s_{\min} - IT16</math> per larghezze in chiave &lt; 21 mm  <math>d_{w \min} = 0,95 s_{\min}</math> per larghezze in chiave <math>\geq 21</math> mm  <math>d_{w \max} = s_{\text{effettivo}}</math></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Diametro di filettatura</th> <th colspan="2">c</th> </tr> <tr> <th>min.</th> <th>max.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥ 1,6 a 2,5</td> <td>0,10</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>&gt; 2,5 a 4</td> <td>0,15</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>&gt; 4 a 6</td> <td>0,15</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>&gt; 6 a 14</td> <td>0,15</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>&gt; 14 a 36</td> <td>0,20</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>&gt; 36</td> <td>0,30</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>		Diametro di filettatura	c		min.	max.	≥ 1,6 a 2,5	0,10	0,25	> 2,5 a 4	0,15	0,40	> 4 a 6	0,15	0,50	> 6 a 14	0,15	0,60	> 14 a 36	0,20	0,80	> 36	0,30	1,0	<p>Per prodotti di categoria C il collarino non è obbligatorio.</p>
Diametro di filettatura	c																										
	min.	max.																									
≥ 1,6 a 2,5	0,10	0,25																									
> 2,5 a 4	0,15	0,40																									
> 4 a 6	0,15	0,50																									
> 6 a 14	0,15	0,60																									
> 14 a 36	0,20	0,80																									
> 36	0,30	1,0																									

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note																							
	A	B	C																								
<p>Figura 17 Legenda a) Linea di riferimento per <math>d_w</math></p>	$d_w$ è definito nelle norme di prodotto solo come minimo.																										
<p>Figura 18 Legenda a) Linea di riferimento per <math>d_w</math></p>	<p>Diametro di filettatura</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>&gt;</th> <th>≤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-</td><td>2,5</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td>10</td></tr> <tr><td>10</td><td>16</td></tr> <tr><td>16</td><td>24</td></tr> <tr><td>24</td><td>36</td></tr> <tr><td>36</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>		>	≤	-	2,5	2,5	5	5	10	10	16	16	24	24	36	36	-	<p><math>d_w</math> min.</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td><math>d_{K \min} - 0,14</math></td></tr> <tr><td><math>d_{K \min} - 0,25</math></td></tr> <tr><td><math>d_{K \min} - 0,4</math></td></tr> <tr><td><math>d_{K \min} - 0,5</math></td></tr> <tr><td><math>d_{K \min} - 0,8</math></td></tr> <tr><td><math>d_{K \min} - 1</math></td></tr> <tr><td><math>d_{K \min} - 1,2</math></td></tr> </tbody> </table>	$d_{K \min} - 0,14$	$d_{K \min} - 0,25$	$d_{K \min} - 0,4$	$d_{K \min} - 0,5$	$d_{K \min} - 0,8$	$d_{K \min} - 1$	$d_{K \min} - 1,2$	Solo per prodotti di grado A
>	≤																										
-	2,5																										
2,5	5																										
5	10																										
10	16																										
16	24																										
24	36																										
36	-																										
$d_{K \min} - 0,14$																											
$d_{K \min} - 0,25$																											
$d_{K \min} - 0,4$																											
$d_{K \min} - 0,5$																											
$d_{K \min} - 0,8$																											
$d_{K \min} - 1$																											
$d_{K \min} - 1,2$																											
<p>Figura 19</p>	$d_a$ per prodotti senza incavo è specificato nella ISO 885.			$d_a$ per prodotti con incavo, vedere le appropriate norme di prodotto.																							

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note
	A	B	C	
1.1.4.4 Lunghezza Figura 20 				
	js15	js17	$l \leq 150$ : js17 $l > 150$ : $\pm IT17$	

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note
	A	B	C	
<p>1.1.4.5 Lunghezza filettata</p> <p>Figura 21</p>	$b \begin{smallmatrix} +2P \\ 0 \end{smallmatrix}$	$b \begin{smallmatrix} +2P \\ 0 \end{smallmatrix}$	$b \begin{smallmatrix} +2P \\ 0 \end{smallmatrix}$	<p><math>P</math> è il passo della filettatura.</p> <p><math>l_s</math> è la minima lunghezza della parte liscia.</p> <p><math>l_g</math> è la massima lunghezza della parte liscia (filetto incompleto incluso) ed è pertanto la minima lunghezza di serraggio.</p> <p>La tolleranza <math>+2P</math> applicata alla dimensione <math>b</math> si applica solo dove <math>l_s</math> ed <math>l_g</math> non sono specificati nella norma di prodotto.</p> <p><math>b_m</math> si riferisce solo al lato della radice delle viti prigioniere.</p>
<p>1.1.4.6 Diametro del gambo</p> <p>Figura 22</p>	$h13$	$h14$	$\pm IT15$	<p>La tolleranza non è applicabile all'area del raccordo sottotesta e del filetto incompleto.</p>
<p>Diametro della parte liscia <math>\approx</math> diametro medio del filetto</p>				

1.2 Tolleranze geometriche

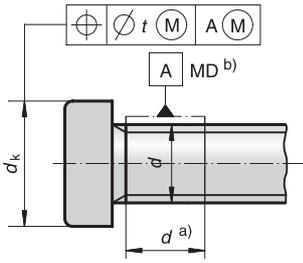
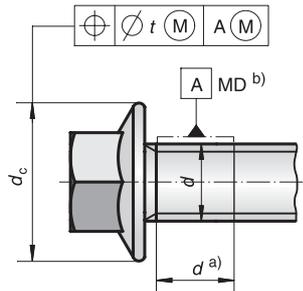
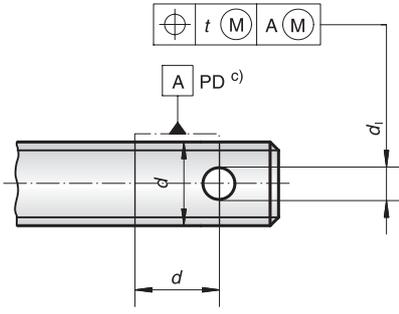
Caratteristica	Tolleranza <i>t</i> per categorie			Note
	A	B	C	
<p><b>1.2.1 Geometria delle superfici di manovra</b></p> <p>1.2.1.1 Tolleranze di forma</p> <p>1.2.1.1.1 Manovra esterna</p> <p>Figura 23                      Legenda                      a) 3 x simultaneamente</p> <p>Figura 24                      Legenda                      a) 2 x simultaneamente</p>				
<p>(M) Principio di massimo materiale</p>				

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p>1.2.1.1.2 Manovra interna</p> <p>Figura 25</p> <p>Legenda</p> <p>a) 3 x simultaneamente</p>					
<p>1.2.1.2 Tolleranze di localizzazione</p> <p>Figura 26</p> <p>Legenda</p> <p>a) Il riferimento A deve essere il più vicino possibile alla testa ma non deve distare più di <math>0,5 d</math> e deve essere o interamente liscio o interamente filettato ma non deve contenere il filetto incompleto o di raccordo sottotesta</p> <p>b) MD significa che la tolleranza si applica riferita all'asse del cilindro derivato dal diametro esterno</p> <p>c) 3 x simultaneamente</p> <p>Figura 27</p> <p>Legenda</p> <p>a), b), c) Vedere figura 26</p>	<p>2 IT13</p>	<p>2 IT14</p>	<p>2 IT15</p>	<p><math>s</math></p>	
	<p>2 IT13</p>	<p>2 IT14</p>	<p>-</p>	<p><math>s</math></p>	

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p>Figura 28                      Legenda                      a), b), c) Vedere figura 26</p>	2 IT13	-	-	$d$	
<p>Figura 29                      Legenda                      a), b), c) Vedere figura 26</p>	2 IT13	-	-	$d$	
<p>Figura 30                      Legenda                      a), b), c) Vedere figura 26</p>	2 IT13	-	-	$d$	

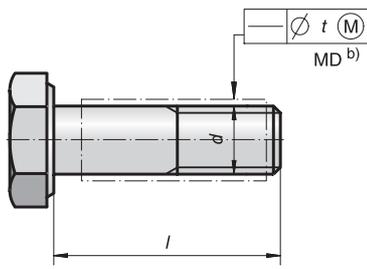
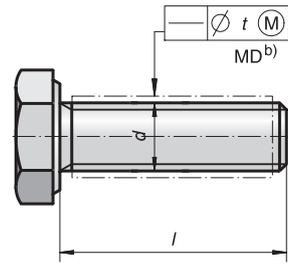
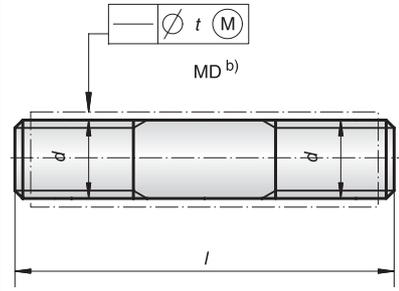
Caratteristica	Tolleranza <i>t</i> per categorie			Tolleranza <i>t</i> basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p>Figura 31 Legenda b), c) Vedere figura 26</p>	2 IT12	-	-	<i>d</i>	
<p>Figura 32 Legenda a), b) Vedere figura 26</p>	2 IT12	2 IT13	2 IT14	<i>d</i>	
<p>Figura 33 Legenda a), b) Vedere figura 26</p>	2 IT12	2 IT13	2 IT14	<i>d</i>	
<p>Figura 34 Legenda a), b) Vedere figura 26</p>	2 IT12	2 IT13	2 IT14	<i>d</i>	

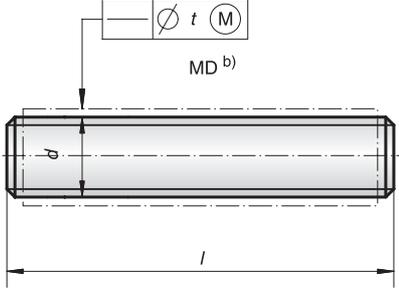
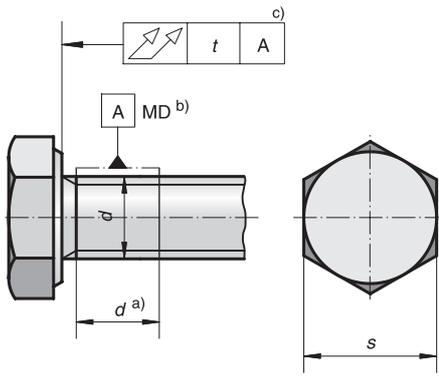
Caratteristica	Tolleranza <i>t</i> per categorie			Tolleranza <i>t</i> basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p>Figura 35                      Legenda                      b) Vedere figura 26</p>	2 IT12	-	-	<i>d</i>	
<p>Figura 36                      Legenda                      a), b) Vedere figura 26                      c) Ai fini di un riferimento, la coassialità dell'impronta a croce deve essere valutata per mezzo di un calibro a penetrazione in accordo con la ISO 4757</p>	2 IT12	-	-	<i>d</i>	
<p>Figura 37                      Legenda                      a), b) Vedere figura 26                      c) Vedere figura 36</p>	2 IT13	-	-	<i>d</i>	

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p><b>1.2.2 Altre caratteristiche</b>  <b>1.2.2.1 Tolleranze di localizzazione e oscillazione</b></p> <p>Figura 38            Legenda            a), b) Vedere figura 26</p> 	2 IT13	2 IT14	2 IT15	$d_k$	
<p>Figura 39            Legenda            a), b) Vedere figura 26</p> 	2 IT13	2 IT14	-	$d_c$	
<p>Figura 40            Legenda            c) PD significa che la tolleranza si applica in relazione all'asse derivato dal diametro medio di filettatura, in conformità alla ISO 1101</p> 	2 IT13	2 IT14	2 IT15	$d$	

Caratteristica	Tolleranza <i>t</i> per categorie			Tolleranza <i>t</i> basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p>Figura 41                      Legenda                      c) Vedere figura 40</p>	<p>IT13<sup>d)</sup>                      2 IT13<sup>e)</sup></p>	-	-	<i>d</i>	<p>d) Per viti senza testa                      e) Per tutti gli altri prodotti</p>
<p>Figura 42                      Legenda                      c) Vedere figura 40</p>	IT13	-	-	<i>d</i>	
<p>Figura 43                      Legenda                      c) Vedere figura 40</p>	IT13	-	-	<i>d</i>	

Caratteristica	Tolleranza <i>t</i> per categorie			Tolleranza <i>t</i> basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p>Figura 44 Legenda c) Vedere figura 40</p>	2 IT13	2 IT14	2 IT15	<i>d</i>	
<p>Figura 45 Legenda c) Vedere figura 40 d) L'elemento di riferimento A deve essere il più vicino possibile al gambo ma deve evitare il filetto incompleto</p>	IT13	IT14	IT15	<i>d</i>	
<p>Figura 46 Legenda c) Vedere figura 40 d) Gli elementi di riferimento A e B devono essere il più vicino possibile alla rispettiva porzione di gambo, ma devono evitare il filetto incompleto</p>	IT13	IT14	-	<i>d</i>	

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulle dimensioni	Note	
	A	B	C			
1.2.2.2 Tolleranze di rettilineità Figura 47 Legenda b) Vedere figura 26						
	$d$			$d \leq 8: t = 2(0,002 / +0,05)$ $d > 8: t = 2(0,0025 / +0,05)$		
	$\leq 8$	$t = 0,002 / +0,05$				
	$> 8$	$t = 0,0025 / +0,05$				
Figura 48 Legenda b) Vedere figura 26						
		$d$			$d \leq 8: t = 2(0,002 / +0,05)$ $d > 8: t = 2(0,0025 / +0,05)$	
		$\leq 8$	$t = 0,002 / +0,05$			
$> 8$		$t = 0,0025 / +0,05$				
Figura 49 Legenda b) Vedere figura 26						
		$d$				
		$\leq 8$	$t = 0,002 / +0,05$			
$> 8$		$t = 0,0025 / +0,05$				

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulla dimensione $d$	Note
	A	B	C		
Figura 50 Legenda b) Vedere figura 26 			$d \leq 8: t = 2(0,002 / +0,05)$ $d > 8: t = 2(0,0025 / +0,05)$		
1.2.2.3 Tolleranza di oscillazione totale  Figura 51 Legenda a), b) Vedere figura 26 c) Solamente fino al diametro 0,8 s 	0,04			1,6	Per prodotti di categoria A e B, la tolleranza $t$ è calcolata come segue: $\leq M 39:$ $t = 1,2d \cdot \tan 1^\circ$ $> M 39:$ $t = 1,2d \cdot \tan 0,5^\circ$
	0,08		-	2	
				2,5	
				3	
				3,5	
	0,15		0,3	4	Per prodotti di categoria C la tolleranza $t$ è doppia.
				5	
				6	
	0,17		0,34	7	
				8	
	0,21		0,42	10	
				12	
	0,25		0,50	14	
				16	
	0,29		0,58	18	
				20	
	0,34		0,68	22	
				24	
	0,38		0,76	27	
				30	
	0,42		0,84	33	
				36	
	0,46		0,92	39	
				42	
	0,50		1,00	45	
				48	
	0,57		1,14	52	
	0,63		1,26		
	0,69		1,38		
	0,76		1,52		
	0,82		1,64		
	0,44		0,88		
	0,47		0,94		
	0,50		1		
	0,55		1,1		

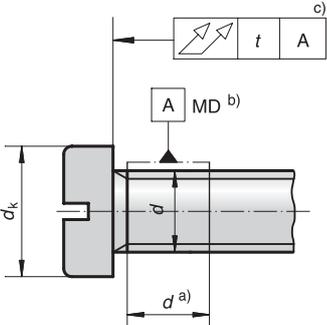
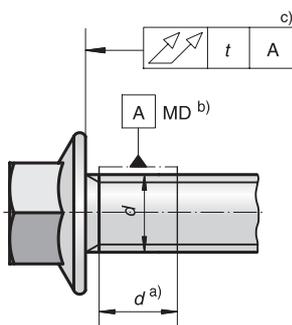
Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulla dimensione $d$	Note
	A	B	C		
<p>Figura 53 Legenda a), b) Vedere figura 26 c) Solamente fino al diametro <math>0,8 d_k</math></p> 	0,04		-	1,6	<p>Vedere figure 51 e 52. Nel caso di viti con flangia, le tolleranze si applicano al tipo F e al tipo U.</p>
				2	
	0,08		0,3	2,5	
				3	
				3,5	
				4	
				5	
	0,15			6	
				7	
	0,17		0,34	8	
	0,21		0,42	10	
	0,25		0,50	12	
	0,29		0,58	14	
	0,34		0,68	16	
	0,38		0,76	18	
	0,42		0,84	20	
0,46		0,92	22		
0,50		1,00	24		
0,57		1,14	27		
0,63		1,26	30		
0,69		1,38	33		
0,76		1,52	36		
0,82		1,64	39		
0,44		0,88	42		
0,47		0,94	45		
0,50		1	48		
0,55		1,1	52		

Figura 54  
Legenda  
a), b) Vedere figura 26  
c) Linea dei punti più elevati di ciascuna delle linee radiali

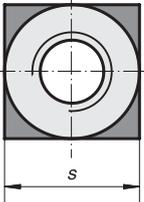
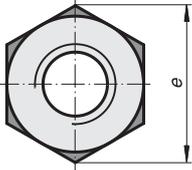
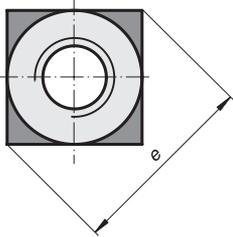
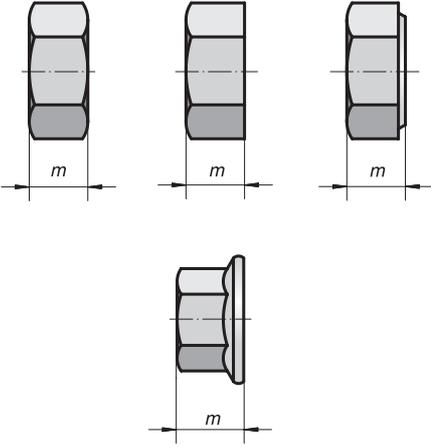


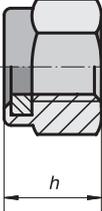
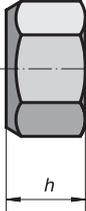
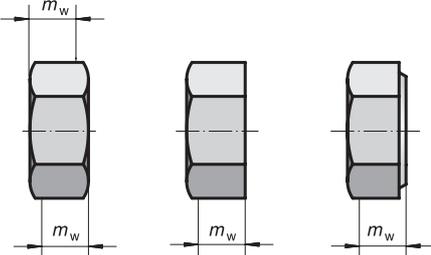
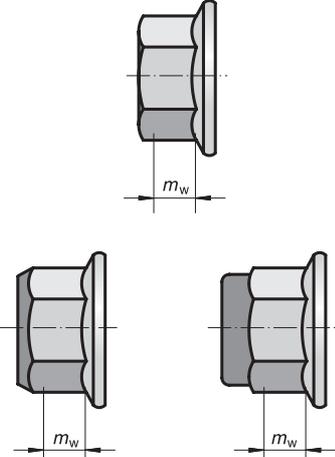
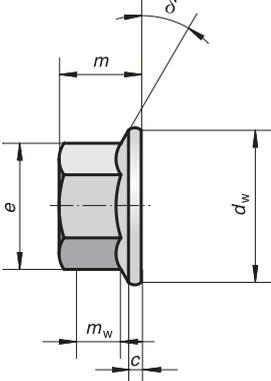
Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p>Figura 55                      Legenda                      a), b) Vedere figura 26                      c) Vedere figura 51</p> <p>Figura 56                      Legenda                      a), b) Vedere figura 26                      c) Solamente fino al diametro <math>0,8 d_p</math></p>	Per $t$ vedere figure da 51 a 54			Base per $t$ , vedere figure da 51 a 54	Solo per estremità cilindriche, non per estremità pilota
<p>1.2.2.4 Scostamento ammissibile dalla forma della faccia di appoggio</p> <p>Figura 57                      Legenda                      c) Linee radiali tra <math>d_{a,max}</math> e <math>d_{w,min}</math>                      d) In accordo con le norme di prodotto</p>	$0,005 d$			$d$	

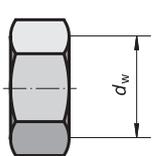
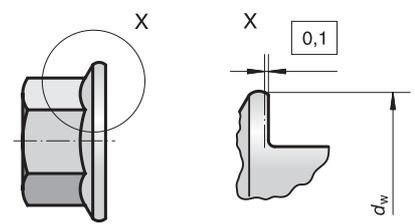
**2] Tolleranze per dadi metrici**

**2.1 Tolleranze dimensionali**

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note																		
	A	B	C																			
<p><b>2.1.1 Grado di tolleranza</b> Faccia d'appoggio Altre caratteristiche</p>	stretto stretto	stretto largo	largo largo																			
<p><b>2.1.2 Filettatura interna</b></p> <p>Figura 58 Legenda a) Il profilo varia nei differenti tipi di dadi autofrenanti</p>	6H	6H	7H	<p>Per alcuni prodotti e rivestimenti, altre classi di tolleranza possono essere specificate nelle pertinenti norme di prodotto e di rivestimento.</p> <p>Per tutti i dadi di altezza <math>m \geq 0,8 d</math> il diametro interno deve essere compreso nelle tolleranze specificate per un minimo di <math>0,5 m_{max}</math> (unicamente per filettature <math>\geq M3</math>).</p> <p>Per tutti i dadi di altezza <math>0,5 d \leq m &lt; 0,8 d</math> il diametro interno deve essere compreso nelle tolleranze specificate per un minimo di <math>0,35 m_{max}</math>.</p> <p>Per i dadi autofrenanti, il diametro interno può non essere contenuto nelle tolleranze specificate per un tratto minore o uguale a <math>0,35 d</math>, a partire dall'estremità opposta all'elemento di autofrenatura.</p>																		
<p><b>2.1.3 Geometria delle superfici di manovra</b></p> <p>2.1.3.1 Larghezza in chiave</p> <p>Figura 59</p>																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>s</th> <th>Tolleranza</th> <th>s</th> <th>Tolleranza</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\leq 30</math></td> <td>h13</td> <td><math>\leq 18</math></td> <td>h14</td> </tr> <tr> <td><math>&gt; 30</math></td> <td>h14</td> <td><math>&gt; 18 \leq 60</math></td> <td>h15</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><math>&gt; 60 \leq 180</math></td> <td>h16</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><math>&gt; 180</math></td> <td>h17</td> </tr> </tbody> </table>	s	Tolleranza		s	Tolleranza	$\leq 30$	h13	$\leq 18$	h14	$> 30$	h14	$> 18 \leq 60$	h15			$> 60 \leq 180$	h16			$> 180$	h17
s	Tolleranza	s	Tolleranza																			
$\leq 30$	h13	$\leq 18$	h14																			
$> 30$	h14	$> 18 \leq 60$	h15																			
		$> 60 \leq 180$	h16																			
		$> 180$	h17																			

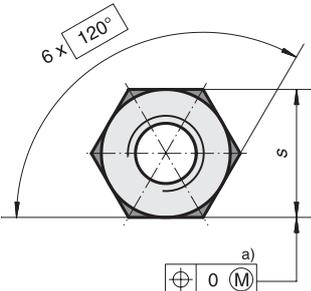
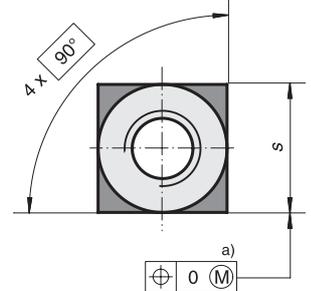
Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note
	A	B	C	
Figura 60 	Vedere figura 59		Vedere figura 59	
2.1.3.2 Larghezza sugli spigoli Figura 61 	$e_{min} = 1,13 s_{min}$			
Figura 62 	$e_{min} = 1,3 s_{min}$			
<b>2.1.4 Altre caratteristiche</b> 2.1.4.1 Altezza di dado Figura 63 	$d \leq 12 \text{ mm: h14}$ $12 \text{ mm} < d \leq 18 \text{ mm: h15}$ $d > 18 \text{ mm: h16}$		h17	

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note
	A	B	C	
<p>Figura 64</p> <p>Dadi autofrenanti con inserto non metallico</p>  <p>Dadi esagonali autofrenanti interamente metallici</p> 	<p>Per le tolleranze di <math>h</math>, vedere le norme di prodotto</p>			
<p>2.1.4.2 Altezza della superficie di manovra</p> <p>Figura 65</p> 	$m_w^{a)} = 0,8 m_{min}$			<p><math>m_w</math> definisce la lunghezza sulla quale si applica <math>e_{min}</math> ma escludendo ogni smusso, bordino o raggio specificato nelle appropriate norme di prodotto. Il simbolo <math>m_w</math> sostituisce il simbolo <math>m'</math> utilizzato in precedenza.</p>
<p>Figura 66</p> 	$m_w^{b)} = 0,8 \left[ m_{min} - \left( x + \frac{d_{wmin} - e_{min}}{2} \tan \delta_{max} \right) \right]$ <p><math>x</math> è il maggiore fra <math>c_{min} \cdot 1,25</math> oppure <math>c_{min} + 0,4</math>  <math>\delta</math> è l'angolo della flangia.</p> <p>Le dimensioni <math>m_w^{a)}</math>, <math>m</math>, <math>d_w</math>, <math>e</math> ed <math>\delta</math> sono in accordo con la ISO 225.</p> <p>Figura 66a</p> 			<p>a) Le formule per <math>m_w^{min}</math> si applicano esclusivamente ai prodotti illustrati.</p> <p>b) Per la verifica vedere appendice A delle norme di prodotto.</p>

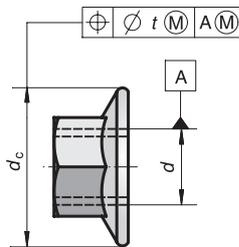
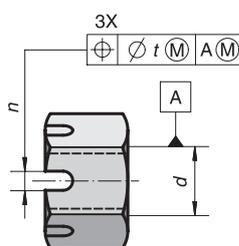
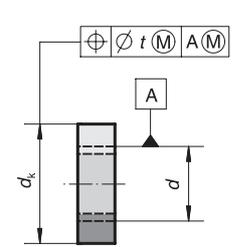
Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note
	A	B	C	
<p>2.1.4.3 Diametro della faccia di appoggio e altezza della falsa rondella</p> <p>Figura 67 Legenda a) Linea di riferimento per <math>d_w</math></p> 	$d_{w \min} = s_{\min} - IT16$ per larghezze in chiave < 21 mm $d_{w \min} = 0,95 s_{\min}$ per larghezze in chiave $\geq 21$ mm $d_{w \max} = s_{\text{effettivo}}$			Nei pezzi simmetrici, i requisiti si applicano ad entrambi i lati.
	Diametro di filettatura	c		
		min.	max.	
	da $\geq 1,6$ a 2,5 da > 2,5 a 4 da > 4 a 6 da > 6 a 14 da > 14 a 36 > 36	0,10 0,15 0,15 0,15 0,20 0,30	0,25 0,40 0,50 0,60 0,80 1,00	
<p>Figura 68</p> 	$d_{w \min}$ per i dadi esagonali con flangia in accordo con le norme di prodotto.			

Caratteristica	Tolleranza per categoria			Note																				
	A	B	C																					
<p>Figura 69</p>	<p><math>d \leq 5 \text{ mm}: d_{a \max} = 1,15 d</math></p> <p><math>5 \text{ mm} &lt; d \leq 8 \text{ mm}: d_{a \max} = d + 0,75</math></p> <p><math>d &gt; 8 \text{ mm}: d_{a \max} = 1,08 d</math></p> <p>per tutte le dimensioni: <math>d_{a \min} = d</math></p>			<p>Nei pezzi simmetrici, i requisiti si applicano ad entrambi i lati.</p>																				
<p><b>2.1.5 Prodotti speciali</b></p> <p>2.1.5.1 Dadi a corona e dadi ad intaglio</p> <p>Figura 70</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><math>d_e</math></td> <td>h14</td> <td>h15</td> <td>h16</td> </tr> <tr> <td><math>m</math></td> <td>h14</td> <td>h15</td> <td>h17</td> </tr> <tr> <td><math>n</math></td> <td>H14</td> <td>H14</td> <td>H15</td> </tr> <tr> <td><math>w</math></td> <td>h14</td> <td>h15</td> <td>h17</td> </tr> <tr> <td><math>m_w</math></td> <td colspan="3">Vedere i valori di <math>m_w</math> per i dadi esagonali tipo 1 (vedere ISO 4032).</td> </tr> </tbody> </table>			$d_e$	h14	h15	h16	$m$	h14	h15	h17	$n$	H14	H14	H15	$w$	h14	h15	h17	$m_w$	Vedere i valori di $m_w$ per i dadi esagonali tipo 1 (vedere ISO 4032).			
$d_e$	h14	h15	h16																					
$m$	h14	h15	h17																					
$n$	H14	H14	H15																					
$w$	h14	h15	h17																					
$m_w$	Vedere i valori di $m_w$ per i dadi esagonali tipo 1 (vedere ISO 4032).																							

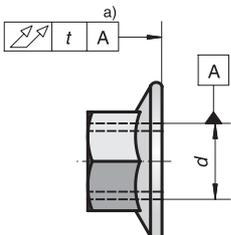
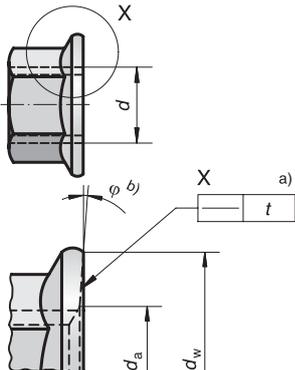
**2.2 Tolleranze geometriche**

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Note
	A	B	C	
<p><b>2.2.1 Geometria delle superfici di manovra</b></p> <p>2.2.1.1 Tolleranze di forma</p> <p>Figura 71 Legenda a) 3 x simultaneamente</p>  <p>Figura 72 Legenda a) 2 x simultaneamente</p> 				

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p><b>2.2.1.2 Tolleranze di localizzazione</b></p> <p>Figura 73                      Legenda                      a) 3 x simultaneamente</p>	2 IT13	2 IT14	2 IT15	s	
<p>Figura 74                      Legenda                      a) 3 x simultaneamente</p>	2 IT13	2 IT14	-	s	
<p>Figura 75                      Legenda                      a) 2 x simultaneamente</p>	2 IT13	2 IT14	2 IT15	s	

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulle dimensioni	Note
	A	B	C		
<p><b>2.2.2 Altre caratteristiche</b> 2.2.2.1 Tolleranze di localizzazione</p> <p>Figura 76</p> 	2 IT14	2 IT15	-	$d_c$	
<p>Figura 77</p> 	2 IT13	2 IT14	2 IT15	$d$	
<p>Figura 78</p> 	2 IT13	2 IT14	-	$d_k$	

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Tolleranza $t$ basata sulla dimensione $d$	Note
	A	B	C		
2.2.2.2 Tolleranza di oscillazione totale	0,04			1,6	Per i pezzi simmetrici i requisiti di perpendicolarità si devono applicare su entrambe le facce.
	0,08			2	
Figura 79 Legenda a) Solamente fino al diametro 0,8 $s$	0,15			2,5	
	0,17			3	
Figura 80 Legenda a) Solamente fino al diametro 0,8 $s$	0,21			3,5	
	0,25			4	
Figura 81 Legenda a) Solamente fino al diametro 0,8 $d_k$	0,29			5	
	0,34			6	
	0,38			7	
	0,42			8	
	0,46			10	
	0,50			12	
	0,57			14	
	0,63			16	
	0,69			18	
	0,76			20	
	0,82			22	
	0,44			24	
	0,47			27	
	0,50			30	
	0,55			33	
				36	
				39	
				42	
				45	
				48	
				52	

Caratteristica	Tolleranza $t$ per categorie			Note
	A	B	C	
<p>Figura 82 Legenda a) Linea dei punti più elevati di ciascuna delle linee radiali</p> 	Per $t$ vedere i valori delle figure 79, 80 e 81			
<p>2.2.2.3 Scostamento ammissibile dalla forma della faccia d'appoggio</p> <p>Figura 83 Legenda a) Linee radiali tra <math>d_{a,max}</math> e <math>d_{w,min}</math> b) In accordo con la norma di prodotto</p> 	$0,005 d$			

## Appendice A - Tolleranze

I valori numerici dei gradi di tolleranza, IT, sono dati nel prospetto A.1 e degli scostamenti limite per alberi e fori sono dati rispettivamente nei prospetti A.2 e A.3.

Prospetto A.1 Valori numerici dei gradi di tolleranza, IT, per dimensioni base fino a 500 mm

Dimensione nominale		Gradi di tolleranza					
>	≤	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17
Tolleranze							
	<b>3</b>	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1
<b>3</b>	<b>6</b>	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2
<b>6</b>	<b>10</b>	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5
<b>10</b>	<b>18</b>	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8
<b>18</b>	<b>30</b>	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1
<b>30</b>	<b>50</b>	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5
<b>50</b>	<b>80</b>	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3
<b>80</b>	<b>120</b>	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5
<b>120</b>	<b>180</b>	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4
<b>180</b>	<b>250</b>	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6
<b>250</b>	<b>315</b>	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2
<b>315</b>	<b>400</b>	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7
<b>400</b>	<b>500</b>	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3

Prospetto A.2 **Scostamenti limite per alberi**

Dimensione nominale		Scostamenti limite								
>	≤	h13	h14	h15	h16	h17	js14	js15	js16	js17
	<b>3</b>	0 -0,14	0 -0,25	0 -0,4	0 -0,6	0 -1	±0,125	±0,2	±0,3	±0,5
<b>3</b>	<b>6</b>	0 -0,18	0 -0,3	0 -0,48	0 -0,75	0 -1,2	±0,15	±0,24	±0,375	±0,6
<b>6</b>	<b>10</b>	0 -0,22	0 -0,36	0 -0,58	0 0,9	0 -1,5	±0,18	±0,29	±0,45	±0,75
<b>10</b>	<b>18</b>	0 -0,27	0 -0,43	0 -0,7	0 -1,1	0 -1,8	±0,215	±0,35	±0,55	±0,9
<b>18</b>	<b>30</b>	0 -0,33	0 -0,52	0 -0,84	0 -1,3	0 -2,1	±0,26	±0,42	±0,65	±1,05
<b>30</b>	<b>50</b>	0 -0,39	0 -0,62	0 -1	0 -1,6	0 -2,5	±0,31	±0,5	±0,8	±1,25
<b>50</b>	<b>80</b>	0 -0,46	0 -0,74	0 -1,2	0 -1,9	0 -3,0	±0,37	±0,6	±0,95	±1,5
<b>80</b>	<b>120</b>	0 -0,54	0 -0,87	0 -1,4	0 -2,2	0 -3,5	±0,435	±0,7	±1,1	±1,75
<b>120</b>	<b>180</b>	0 -0,63	0 -1	0 -1,6	0 -2,5	0 -4	±0,5	±0,8	±1,25	±2
<b>180</b>	<b>250</b>	0 -0,72	0 -1,15	0 -1,85	0 -2,9	0 -4,6	±0,575	±0,925	±1,45	±2,3
<b>250</b>	<b>315</b>	0 -0,81	0 -1,3	0 -2,1	0 -3,2	0 -5,2	±0,65	±1,05	±1,6	±2,6
<b>315</b>	<b>400</b>	0 -0,89	0 -1,4	0 -2,3	0 -3,6	0 -5,7	±0,7	±1,15	±1,8	±2,85
<b>400</b>	<b>500</b>	0 -0,97	0 -1,55	0 -2,5	0 -4	0 -6,3	±0,775	±1,25	±2	±3,15

Prospetto A.3 **Scostamenti limite per fori**

Dimensione nominale		Scostamenti limite												
>	≤	C13	C14	D9	D10	D11	D12	EF8	11	E12	H14	H15	JS9	K9
	<b>3</b>	+0,2 +0,06	+0,31 +0,06	+0,045 +0,02	+0,06 +0,02	+0,08 +0,02	+0,12 +0,02	+0,024 +0,01	+0,074 +0,014	+0,114 +0,014	+0,25 0	+0,4 0	±0,0125	0 -0,025
<b>3</b>	<b>6</b>	+0,25 +0,07	+0,37 +0,07	+0,06 +0,03	+0,078 +0,03	+0,105 +0,03	+0,15 +0,03	+0,032 +0,014	+0,095 +0,02	+0,14 +0,02	+0,3 0	+0,48 0	±0,015	0 -0,03
<b>6</b>	<b>10</b>					+0,13 +0,04	+0,19 +0,04	+0,04 +0,018	+0,115 +0,025	+0,175 +0,025	+0,36 0	+0,58 0	±0,018	0 -0,036
<b>10</b>	<b>18</b>						+0,23 +0,05		+0,142 +0,032	+0,212 +0,032	+0,43 0	+0,7 0		
<b>18</b>	<b>30</b>						+0,275 +0,065				+0,52 0	+0,84 0		
<b>30</b>	<b>50</b>						+0,33 +0,08				+0,62 0	+1 0		
<b>50</b>	<b>80</b>						+0,4 +0,1				+0,74 0	+1,2 0		
<b>80</b>	<b>120</b>						+0,47 +0,12				+0,87 0	+1,4 0		
<b>120</b>	<b>180</b>										+1 0	+1,6 0		
<b>180</b>	<b>250</b>										+1,15 0	+1,85 0		
<b>250</b>	<b>315</b>										+1,3 0	+2,1 0		
<b>315</b>	<b>400</b>										+1,4 0	+2,3 0		
<b>400</b>	<b>500</b>										+1,55 0	+2,5 0		

## Difetti superficiali degli elementi di collegamento Viti per applicazioni generali

### 1] Scopo e campo di applicazione

- 1.1** La presente parte della ISO 6157 stabilisce i limiti ammessi per i diversi tipi di difetti superficiali di viti per applicazioni generali.  
Essa si applica a viti:
- con diametro nominale di filettatura  $d \geq M5$
  - di categoria A e B
  - aventi classe di resistenza fino alla 10.9 compresa, a meno che non sia diversamente specificato nelle norme di prodotto o altrimenti concordato tra committente e fornitore
- 1.2** I limiti per i difetti superficiali di viti per applicazioni speciali (per esempio assemblaggio automatico) sono stabiliti nella ISO 6157-3. Se, per esigenze tecniche applicative, è necessario un controllo più severo dei difetti superficiali delle viti, ciò dovrà essere specificato nella norma di prodotto corrispondente, oppure il committente dovrà specificare i limiti di accettabilità nella richiesta di offerta e nell'ordine.
- 1.3** La presenza di difetti superficiali nei limiti ammessi nel paragrafo 2 della presente norma non esime dal rispetto dei valori minimi delle caratteristiche meccaniche e funzionali prescritte nella ISO 898-1.
- Nota 1** Le figure riportate nel paragrafo 2 servono soltanto da esempio e sono valide anche per altri tipi di viti.
- Nota 2** Nelle figure i difetti superficiali sono rappresentati in alcuni casi ingranditi per maggiore chiarezza.

### 2] Tipi, cause, aspetto e limiti dei difetti superficiali

#### 2.1 Cricche

Una cricca è una frattura netta che attraversa o segue i bordi dei grani della struttura cristallina e che può eventualmente seguire le inclusioni di elementi estranei. Le cricche sono generalmente provocate da una tensione eccessiva nel metallo durante lo stampaggio o altre operazioni di formatura, o durante il trattamento termico. Se i pezzi vengono sottoposti ad un ulteriore riscaldamento di una certa intensità, le cricche si presentano generalmente scolorite per ossidazione.

##### 2.1.1 Cricche di stampaggio

<b>Causa</b>	Le cricche di stampaggio possono formarsi durante le operazioni di troncatura o di formatura e si localizzano sulla sommità della testa delle viti.
<b>Aspetto</b>	<p>Cricca di stampaggio sulla sommità della testa</p>
<b>Limiti</b>	Lunghezza $l$ delle cricche di stampaggio: $l \leq d$ Profondità o larghezza $b$ delle cricche di stampaggio: $b \leq 0,04 d$ .

**2.1.2 Cricche di tempra**

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le cricche di tempra possono formarsi a causa delle tensioni eccessive prodotte durante il trattamento termico. Le cricche di tempra presentano generalmente un andamento irregolare ed erratico sulla superficie dell'elemento di collegamento.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	<p>Cricca di tempra circonferenziale adiacente al raccordo sottotesta</p> <p>Cricca di tempra sulla faccia di appoggio</p> <p>Cricca di tempra sullo spigolo della testa</p> <p>Cricca di tempra trasversale</p> <p>Cricca di tempra longitudinale</p> <p>Cricca di tempra sul fondo del filetto</p> <p>Cricca di tempra sulla cresta del filetto con stacco di un pezzetto di filetto</p> <p>Cricca di tempra che si estende radialmente nel raccordo sottotesta</p> <p>Cricca di tempra sulla sommità della testa generalmente con prolungamento sul gambo o su una faccia della testa</p> <p>Cricca di tempra sul fondo della scanalatura</p> <p>A-A</p>
<p><b>Limiti</b></p>	<p>Le cricche di tempra non sono ammesse qualunque sia la loro lunghezza, profondità o posizione.</p>

### 2.1.3 Screpolature di stampaggio

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le screpolature di stampaggio possono formarsi sulle facce di manovra o sugli spigoli della testa di viti a testa esagonale, sulle superfici periferiche di prodotti a testa cilindrica o flangiata e sul bordo della testa di viti a testa esagonale improntate.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	
<p><b>Limiti</b></p>	<p><b>Viti a testa esagonale</b> Le screpolature di stampaggio sulla superficie di manovra delle viti a testa esagonale non devono estendersi alla zona circolare sulla sommità della testa delimitata dal bordino di impronta, né sulla faccia di appoggio sotto testa. Le screpolature che si formano sugli spigoli di intersezione di due facce di manovra non devono ridurre la larghezza sugli spigoli oltre il limite minimo specificato. Le screpolature sul bordo di impronta sulla parte superiore della testa di viti improntate non devono avere una larghezza maggiore di <math>0,06 d</math> od una profondità maggiore di quella del bordino di impronta.</p> <p><b>Viti a testa esagonale flangiata e viti a testa cilindrica</b> Le flange delle viti a testa esagonale flangiata e i bordi delle viti a testa cilindrica possono presentare delle screpolature di stampaggio, senza superare i seguenti limiti:</p> <p>larghezza:</p> <p><math>0,08 d_c</math> (per una sola screpolatura)</p> <p><math>0,04 d_c</math> (per due o più screpolature, dove solo una può estendersi fino a <math>0,08 d_c</math>)</p> <p>dove <math>d_c</math> = diametro della testa o della flangia.</p>

**2.1.4 Screpolature di taglio o di scorrimento**

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le screpolature di taglio possono verificarsi, per esempio durante lo stampaggio, frequentemente sui bordi di prodotti a testa cilindrica o flangiata e sono orientate a circa 45° rispetto all'asse del prodotto. Le screpolature di taglio possono anche verificarsi sulle superfici di manovra dei prodotti a testa esagonale.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	
<p><b>Limiti</b></p>	<p><b>Viti a testa esagonale</b> Le screpolature di taglio sulle facce di manovra delle viti a testa esagonale non devono estendersi alla zona circolare sulla sommità della testa delimitata dallo smusso o sulla faccia di appoggio sotto testa. Le screpolature di taglio che si formano sugli spigoli di intersezione tra le facce di manovra non devono ridurre la larghezza fra i bordi delle facce oltre il limite minimo specificato. Le screpolature di scorrimento sul bordo della testa di viti a testa esagonale con bordino di impronta non devono avere una larghezza maggiore di 0,06 <math>d</math> o una profondità maggiore di quella del bordino.</p> <p><b>Viti a testa esagonale flangiata e viti a testa cilindrica</b> Le flange delle viti e la zona periferica delle viti a testa cilindrica possono presentare delle screpolature di taglio, senza superare i seguenti limiti:</p> <p>larghezza: 0,08 <math>d_c</math> (per una sola screpolatura) 0,04 <math>d_c</math> (per due o più screpolature, dove solo una può estendersi fino a 0,08 <math>d_c</math>) dove <math>d_c</math> = diametro della testa o della flangia.</p>

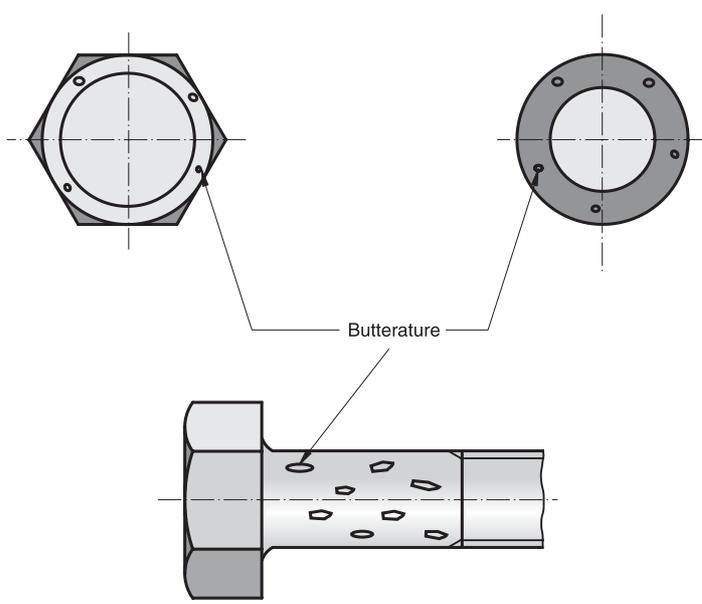
**2.2 Rigature, filature, paglie e pieghe di laminazione (del materiale di partenza)**

Si presentano come una linea sottile, generalmente dritta o leggermente curva, che corre longitudinalmente sulla filettatura, sul gambo o sulla testa.

<b>Causa</b>	Rigature, filature, paglie e pieghe dipendono dal materiale di partenza con cui sono fabbricati gli elementi di collegamento.
<b>Aspetto</b>	<p>Rigatura solitamente dritta o leggermente curva con andamento longitudinale</p> <p>Rigatura solitamente dritta o leggermente curva con andamento longitudinale</p> <p>Rigatura</p>
<b>Limiti</b>	<p>Profondità ammessa: <math>0,03 d</math></p> <p>Se le rigature raggiungono la testa non devono superare i limiti ammessi relativi a larghezza e profondità specificati per le screpolature di stampaggio (vedere 2.1.3).</p>

**2.3 Butterature**

La butteratura è una cavità poco profonda sulla superficie di una vite dovuta al mancato apporto di metallo durante lo stampaggio o la ricalcatura.

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le butterature sono generate da compressioni ed impronte di trucioli (bave di taglio), o da ruggine presente sul materiale di partenza. Le butterature non vengono eliminate durante le operazioni di stampaggio o di ricalcatura.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	
<p><b>Limiti</b></p>	<p>Profondità <math>h</math> delle butterature: <math>h \leq 0,02 d</math> : 0,25 mm max. Area della butterature: la superficie totale delle butterature presenti sulla faccia di appoggio sotto testa non deve essere maggiore del 10% dell'intera superficie della faccia di appoggio.</p>

## 2.4 Ripiegature

Le ripiegature sono sovrapposizioni di metallo che si formano sulla superficie dell'elemento di collegamento durante lo stampaggio.

Causa	Le ripiegature si formano per effetto di uno spostamento di materiale dovuto ad un'incompatibilità di forme e volumi nelle diverse operazioni di stampaggio.
Aspetto	
Limiti	Non sono ammesse le ripiegature sui raccordi interni, sulla o sotto la superficie di appoggio se non esplicitamente autorizzate nella presente parte della ISO 6157 o nella norma di prodotto. Sono ammesse le ripiegature sugli spigoli esterni.

## 2.5 Segni di utensile

I segni di utensile sono rigature longitudinali o circonferenziali di scarsa profondità.

<b>Causa</b>	I segni di utensile vengono prodotti dal movimento degli utensili di produzione sulla superficie della vite.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	I segni di utensile prodotti durante la lavorazione con asportazione di truciolo sul gambo, sui raccordi o sulla faccia, di appoggio non devono presentare una rugosità $R_a$ maggiore di $3,2 \mu\text{m}$ , in conformità alla ISO 468.

## 2.6 Danneggiamenti

Per danneggiamenti si intendono piccole deformazioni su una superficie qualsiasi di una vite.

<b>Causa</b>	I danneggiamenti, per esempio ammaccature, graffiature, incisioni e segni di un urto vengono prodotti da azioni esterne durante la produzione e la movimentazione delle viti, per esempio, durante le operazioni di carico.
<b>Aspetto</b>	Non hanno forma geometrica, posizione o direzione definite, sono riconoscibili come originate da azioni esterne.
<b>Limiti</b>	I danneggiamenti sopra descritti non possono essere motivo di scarto, a meno che non si dimostri che essi compromettono la funzionalità, o l'utilizzazione del prodotto. Ammaccature, graffiature, incisioni e segni di un urto situati sui primi tre filetti devono essere tali da permettere l'avvitamento di un calibro ad anello PASSA con un valore di coppia di $0,001 d^3 \text{ max}$ , in Newton per metro.

### 3] Procedure di controllo, collaudo e valutazione

Per le procedure di controllo e collaudo all'accettazione, vedere ISO 3269. I rivestimenti superficiali, se impediscono l'identificazione del difetto superficiale, devono essere asportati prima dell'esame.

#### 3.1 Principi

Il produttore ha la facoltà di utilizzare qualsiasi procedura di controllo e collaudo a condizione che sia assicurata la conformità dei prodotti alla presente parte della ISO 6157.

Il committente ha la facoltà di utilizzare per il proprio controllo e collaudo all'accettazione la procedura indicata in questo punto per decidere se accettare o respingere un lotto di elementi di collegamento.

Questa procedura è utilizzabile anche in caso di controversia sulla conformità alle specifiche, a meno che non sia stata concordata tra committente e fornitore, all'ordinazione degli elementi di collegamento, un'altra procedura.

#### 3.2 Prove non distruttive

Prelevare casualmente un campione dal lotto, conformemente al prospetto 1 dell'appendice, e sottoporlo ad esame visivo o ad altre prove idonee, per esempio esami magnetoscopici o con correnti parassite.

Se non si rileva alcun prodotto difettoso, il lotto deve essere accettato (vedere anche 3.4).

Se vengono rilevati prodotti difettosi questi costituiscono il lotto da sottoporre alle procedure indicate in 3.3.

#### 3.3 Prove distruttive

Se con le procedure indicate in 3.2 vengono rilevati prodotti difettosi, prelevare un campione secondario dai prodotti difettosi, conformemente al prospetto 2 dell'appendice, composto dai prodotti che presentano i difetti più gravi.

Sezionare perpendicolarmente all'asse, nel punto in cui si suppone che il difetto presenti la profondità maggiore.

#### 3.4 Valutazione

Se in seguito a controllo visivo si rilevano prodotti con cricche di tempra in qualsiasi posizione oppure ripiegature sui raccordi interni o sulla faccia di appoggio sotto testa, ad eccezione delle ripiegature a quadrifoglio in un elemento di collegamento con spallamento non circolare, il lotto deve essere respinto.

Se, in seguito a prova distruttiva, si rilevano prodotti con cricche, rigature, filature, butterature, segni di utensili o danneggiamenti, che superino i limiti ammessi per il tipo di difetto, il relativo lotto deve essere respinto.

## Appendice

### Piano di campionamento per la valutazione dei difetti superficiali

Il campionamento per la valutazione dei difetti superficiali deve essere effettuato utilizzando campioni della numerosità riportata nel prospetto 1 e applicando i principi e le procedure riportate nel paragrafo 3.

Prospetto 1 **Numerosità del campione per esami visivi e prove non distruttive**

Numerosità del lotto <sup>1)</sup> <i>N</i>	Numerosità del campione <i>n</i>
$N \leq 1200$	20
$1201 \leq N \leq 10000$	32
$10001 \leq N \leq 35000$	50
$35001 \leq N \leq 150000$	80

1) Per numerosità del lotto si intende il numero di prodotti dello stesso tipo, delle stesse dimensioni e della stessa classe di qualità sottoposto al controllo nello stesso momento.

Prospetto 2 **Numerosità del campione secondario per prove distruttive**

Numero di prodotti difettosi nel campione <i>N</i>	Numerosità del campione secondario <i>n</i>
$N \leq 8$	2
$9 \leq N \leq 15$	3
$16 \leq N \leq 25$	5
$26 \leq N \leq 50$	8
$51 \leq N \leq 80$	13

## Difetti superficiali degli elementi di collegamento Dadi

### 1] Generalità

La presente norma stabilisce i limiti ammessi per i vari tipi di difetti superficiali dei dadi. Essa si applica a dadi:

- con diametro nominale di filettatura  $5 \text{ mm} \leq D \leq 39 \text{ mm}$
- di categoria A e B
- aventi classe di resistenza previste dalla ISO 898-2 e ISO 898-6 salvo se diversamente specificato nelle norme di prodotto e previo accordo tra committente e fornitore

### 2] Tipi, cause, aspetto e limiti dei difetti superficiali

Anche se i limiti dei difetti superficiali indicati in questo paragrafo sono rispettati, i valori minimi delle proprietà meccaniche e funzionali specificati nelle ISO 898-2, ISO 898-6 e ISO 2320 devono essere rispettati. In aggiunta, le dimensioni richieste nelle corrispondenti norme di prodotto devono essere rispettate.

#### 2.1 Cricche

Una cricca è una frattura netta che attraversa o segue i bordi dei grani della struttura cristallina e che può eventualmente seguire le inclusioni di elementi estranei.

Le cricche vengono normalmente causate da una tensione eccessiva del metallo durante lo stampaggio o altra operazione di formatura o in fase di trattamento termico o possono essere state presenti nel materiale di partenza.

Se i pezzi vengono sottoposti ad un ulteriore riscaldamento di una certa intensità, le cricche si presentano generalmente scolorite per ossidazione.

#### 2.1.1 Cricche di tempra

<b>Causa</b>	Le cricche di tempra possono formarsi durante il trattamento termico per eccessive tensioni. Le cricche di tempra presentano generalmente un andamento irregolare ed erratico sulla superficie del dado.
<b>Aspetto</b>	<div style="text-align: center;"> </div>
<b>Limiti</b>	Le cricche di tempra non sono ammesse qualunque sia la loro lunghezza, profondità o posizione.

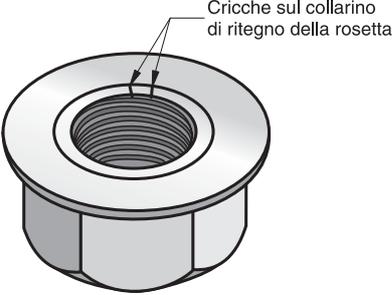
### 2.1.2 Cricche di stampaggio e cricche da inclusioni

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le cricche di stampaggio possono formarsi durante le operazioni di troncatura e di formatura del dado e si localizzano solitamente sui piani di appoggio del dado o sugli spigoli d'intersezione tra detti piani e le superfici di manovra. Le cricche da inclusioni sono causate da inclusioni non metalliche presenti nel materiale di partenza.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	
<p><b>Limiti</b></p>	<p>Le cricche di stampaggio e da inclusioni sono ammesse qualora il dado con tali difetti soddisfi le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- non siano presenti più di due cricche di stampaggio che attraversino l'intera faccia di appoggio</li> <li>- nessuna cricca deve proseguire nel foro filettato oltre il primo filetto completo</li> <li>- la profondità delle cricche nel filetto non deve essere maggiore di 0,5 volte la profondità del filetto <math>H_1</math></li> <li>- la larghezza di qualsiasi cricca di stampaggio non deve essere maggiore di 0,05 <math>D</math></li> </ul>

### 2.1.3 Cricche sulla parte autofrenante dei dadi autofrenanti interamente metallici

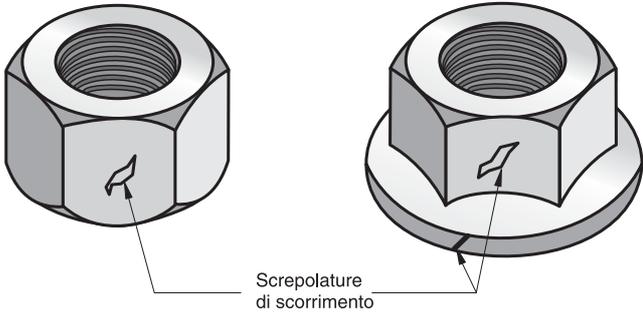
<p><b>Causa</b></p>	<p>Le cricche sulla parte autofrenante possono formarsi durante i processi di troncatura, stampaggio o deformazione, sia sulla superficie esterna sia su quella interna.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	
<p><b>Limiti</b></p>	<p>Le cricche di stampaggio sulla parte autofrenante sono ammesse qualora il dado con tali difetti soddisfi, oltre ai requisiti meccanici e funzionali richiesti, le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- non siano presenti più di due cricche di stampaggio che attraversino l'intera faccia di appoggio</li> <li>- nessuna cricca deve proseguire nel foro filettato oltre il primo filetto completo</li> <li>- la profondità delle cricche nel filetto non deve essere maggiore di 0,5 volte la profondità del filetto <math>H_1</math></li> <li>- la larghezza di qualsiasi cricca non deve essere maggiore di 0,05 <math>D</math></li> <li>- le cricche sulla parte autofrenante formatesi dal processo di deformazione non sono ammesse</li> </ul>

### 2.1.4 Cricche sul collarino di ritegno di dadi con rosetta incorporata

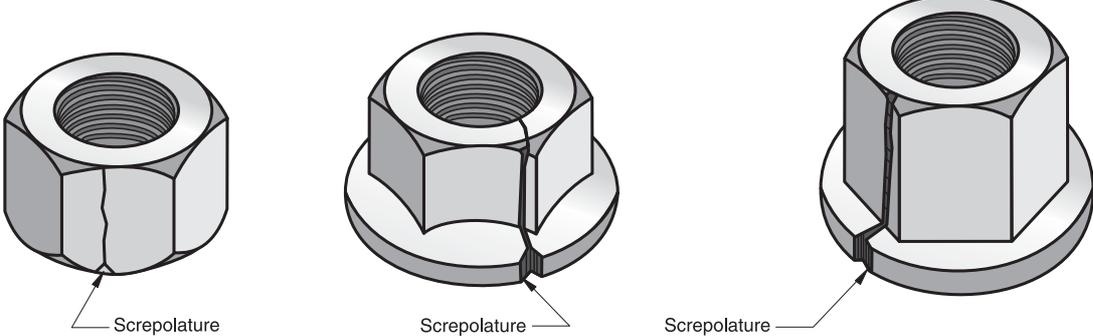
<b>Causa</b>	Le cricche sul collarino ripiegato per il ritegno della rosetta possono formarsi durante l'operazione di piegatura per l'assemblaggio della rosetta.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	Le cricche sul collarino di ritegno della rosetta, se non si estendono oltre il collarino stesso, sono ammesse. Altresì la rosetta deve poter ruotare liberamente.

### 2.2 Screpolature di scorrimento

Le screpolature di scorrimento sono fessurazioni aperte sulla superficie del materiale.

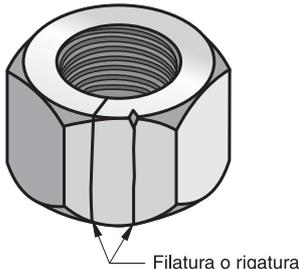
<b>Causa</b>	Le screpolature di scorrimento possono formarsi durante lo stampaggio prevalentemente sulle superfici di manovra o sugli spigoli d'intersezione tra le superfici di manovra e la flangia e sono generalmente orientate a 45° rispetto all'asse del dado.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	Le screpolature di scorrimento sulle superfici di manovra non possono proseguire fino alle facce di appoggio del dado. Le screpolature di scorrimento che si formano sugli spigoli d'intersezione tra le superfici di manovra non devono ridurre la dimensione della larghezza sugli spigoli sotto il limite minimo. Le screpolature di scorrimento alla periferia della flangia sono ammesse purché non proseguano fin oltre il diametro minimo di appoggio $d_w$ .

### 2.3 Screpolature

<b>Causa</b>	Le screpolature possono formarsi durante il processo di stampaggio sulle superfici esterne dei dadi esagonali o alla periferia della flangia dei dadi flangiati, causate da discontinuità superficiali del materiale di partenza.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	<p>Le screpolature che si formano sugli spigoli d'intersezione tra le superfici di manovra non devono ridurre la dimensione della larghezza sugli spigoli sotto il limite minimo.</p> <p>Le screpolature alla periferia della flangia sono ammesse purché non proseguano fin oltre il diametro minimo di appoggio <math>d_w</math>.</p> <p>Le screpolature di stampaggio e di scorrimento sono altresì ammesse alle seguenti condizioni: larghezza:  <math>\leq 0,25 \text{ mm} + 0,02 s</math> (sulle superfici di manovra) dove <math>s</math> = chiave di manovra  <math>\leq 0,08 d_c</math> (sul bordino del dado flangiato) dove <math>d_c</math> = diametro della flangia</p>

### 2.4 Filature o rigature

Le filature o rigature si presentano sotto forma di linee strette generalmente dritte o leggermente incurvate e corrono all'incirca parallelamente all'asse del dado.

<b>Causa</b>	Le filature o rigature derivano generalmente dal materiale di partenza o dagli attrezzi durante lo stampaggio.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	Le filature o rigature sono ammesse purché la loro larghezza non sia superiore a $0,05 D$

## 2.5 Ripiegature

Le ripiegature sono sovrapposizioni di metallo che si formano sulla superficie del dado durante lo stampaggio.

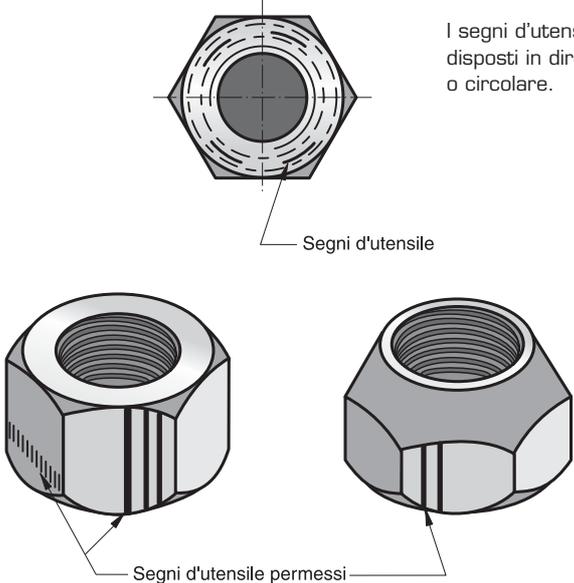
<b>Causa</b>	Le ripiegature sono generate dallo spostamento di materiale durante il processo di stampatura. Esse si manifestano in corrispondenza di variazioni di diametri o sulle superfici di appoggio del dado.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	Le sole ripiegature non ammesse sono quelle che, situate sul raccordo tra la superficie esterna della flangia e la superficie di appoggio del dado flangiato, interessano il piano di appoggio.

## 2.6 Butterature

Le butterature sono cavità poco profonde sulla superficie di un dado dovute al non riempimento da parte del metallo durante lo stampaggio o la ricalcatura.

<b>Causa</b>	Le butterature possono formarsi sia come impronte di particelle di metallo (bave, trucioli, ecc.) sia come cavità da ruggine o da decapaggio sul metallo di partenza.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	<p>Le butterature sono ammesse alle seguenti condizioni:</p> <p>profondità: <math>\leq 0,02 D</math> ma con 0,25 mm max.</p> <p>area: <math>\leq 5\%</math> dell'area della faccia di appoggio per dadi con filettatura fino a M24  <math>\leq 10\%</math> dell'area della faccia di appoggio per dadi con filettatura oltre M24</p>

## 2.7 Segni d'utensile

<b>Causa</b>	I segni d'utensile sono rigature poco profonde provocate dal movimento degli utensili di fabbricazione sulla superficie del dado.
<b>Aspetto</b>	 <p>I segni d'utensile sono generalmente disposti in direzione longitudinale o circolare.</p>
<b>Limiti</b>	I segni d'utensile sulle facce d'appoggio per essere ammessi non devono creare una rugosità $R_a$ maggiore di $3,2 \mu\text{m}$ (in accordo con ISO 468). Sulle altre superfici sono ammessi senza limiti.

## 2.8 Ammaccature e incisioni

<b>Causa</b>	Le ammaccature e incisioni sono piccole deformazioni locali delle superfici prodotte da sfregamenti o da urti.
<b>Aspetto</b>	Non hanno forme, posizioni e direzioni definite, sono riconoscibili come originate da una azione esterna durante la fabbricazione, la manipolazione e il trasporto.
<b>Limiti</b>	Ammaccature e incisioni non possono essere evitate e sono ammesse solo se non compromettono la funzionalità e l'utilizzazione del dado. Per ridurre ammaccature e incisioni dovute al trasporto, possono essere presi accordi fra committente e fornitore, per esempio, sulle modalità di confezionamento.

### **3] Metodo di controllo**

#### **3.1 Generalità**

I difetti superficiali sui dadi devono essere controllati.

A titolo di riferimento, salvo prescrizioni differenti concordate all'ordinazione, il controllo deve essere effettuato in accordo con il procedimento indicato nel paragrafo 3.2.

I difetti superficiali sono ammessi solamente se rientrano nei limiti specificati nel paragrafo 2 per il particolare tipo di difetto.

#### **3.2 Procedimento**

Per stabilire l'accettazione del lotto in merito ai difetti superficiali non ammessi, deve essere prelevato un campione e, sia per quanto riguarda i limiti dimensionali sia per quanto riguarda la prova di allargamento, deve essere verificato che non venga superato il numero massimo di elementi non conformi ammissibili secondo quanto stabilito dalla EN ISO 3269.

##### **3.2.1 Verifica dei limiti dimensionali**

Il controllo del campione può essere fatto visivamente e se necessario mediante controllo magnetico o con tecniche analoghe non distruttive purchè queste siano in grado di rilevare i difetti superficiali.

In casi dubbi si decide sul tipo e profondità dei difetti superficiali eseguendo una sezione normale al difetto e misurando con binoculare micrometrico.

##### **3.2.2 Verifica mediante prova di allargamento**

Questa verifica si applica alle cricche di stampaggio, alle cricche da inclusioni (vedere 2.1.2),

alle cricche sulla parte autofrenante dei dadi autofrenanti (vedere 2.1.3) e alle filature o rigature (vedere 2.4).

La verifica deve essere eseguita secondo le modalità e con i valori prescritti di allargamento indicati nella ISO 10484.

## Difetti superficiali degli elementi di collegamento Viti per applicazioni particolari

### 1] Scopo e campo di applicazione

**1.1** La presente parte della ISO 6157 stabilisce i limiti ammessi per i diversi tipi di difetti superficiali di viti per applicazioni speciali.

Essa si applica a viti:

- con diametro nominale di filettatura  $d \geq M5$
- di categoria A e B
- di lunghezza nominale  $l \leq 10 d$  (o maggiore, se specificato)
- aventi classe di resistenza 12.9
- aventi classe di resistenza 8.8, 9.8 e 10.9, nel caso che sia specificato nelle norme di prodotto o sia concordato tra committente e fornitore

**1.2** La presenza di difetti superficiali nei limiti ammessi nel paragrafo 2 della presente norma non esime dal rispetto dei valori minimi delle caratteristiche meccaniche e funzionali prescritte nella ISO 898-1. Quando vengono prescritti requisiti di resistenza a fatica, la resistenza a fatica delle viti che presentano qualche difetto non deve essere inferiore a quella delle viti prive di difetti appartenenti al medesimo lotto.

**Nota 1** Le figure riportate nel paragrafo 2 servono soltanto da esempio e sono valide anche per altri tipi di viti.

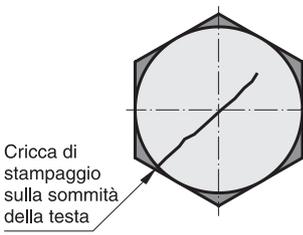
**Nota 2** Nelle figure i difetti superficiali sono rappresentati in alcuni casi ingranditi per maggiore chiarezza.

### 2] Tipi, cause, aspetto e limiti dei difetti superficiali

#### 2.1 Cricche

Una cricca è una frattura netta che attraversa o segue i bordi dei grani della struttura cristallina e che può eventualmente seguire le inclusioni di elementi estranei. Le cricche sono generalmente provocate da una tensione eccessiva nel metallo durante lo stampaggio o altre operazioni di formatura, o durante il trattamento termico. Se i pezzi vengono sottoposti ad un ulteriore riscaldamento di una certa intensità, le cricche si presentano generalmente scolorite per ossidazione.

##### 2.1.1 Cricche di stampaggio

<b>Causa</b>	Le cricche di stampaggio possono formarsi durante le operazioni di troncatura o di formatura e si localizzano sulla sommità della testa delle viti.
<b>Aspetto</b>	 <p>Cricca di stampaggio sulla sommità della testa</p>
<b>Limiti</b>	Lunghezza $l$ delle cricche di stampaggio: $l \leq d$ Profondità o larghezza $b$ , delle cricche di stampaggio: $b \leq 0,04 d$ .

2.1.2 Cricche di tempra

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le cricche di tempra possono formarsi a causa di tensioni eccessive prodotte durante il trattamento termico. Le cricche di tempra presentano generalmente un andamento irregolare ed erratico sulla superficie dell'elemento di collegamento.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	<p>Cricca di tempra circonferenziale adiacente al raccordo sottotesta</p> <p>Cricca di tempra sulla faccia di appoggio</p> <p>Cricca di tempra sullo spigolo della testa</p> <p>Cricca di tempra trasversale</p> <p>Cricca di tempra sul fondo del filetto</p> <p>Cricca di tempra sulla cresta del filetto con stacco di un pezzetto di filetto</p> <p>Cricca di tempra longitudinale</p> <p>Cricca di tempra sulla sommità della testa generalmente con prolungamento sul gambo o su una faccia della testa</p> <p>Cricca di tempra che si estende radialmente nel raccordo sottotesta</p> <p>A-A</p> <p>Cricca di tempra sul fondo della scanalatura</p> <p>Cricca di tempra</p>
<p><b>Limiti</b></p>	<p>Le cricche di tempra non sono ammesse qualunque sia la loro lunghezza, profondità o posizione.</p>

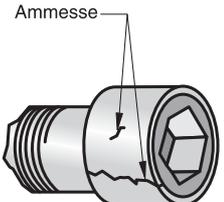
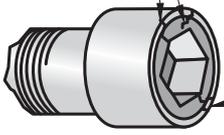
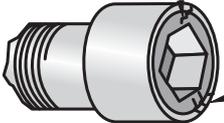
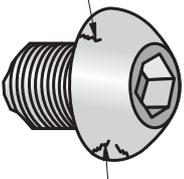
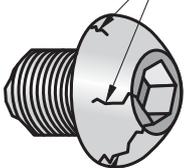
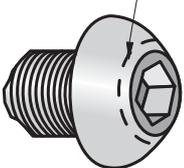
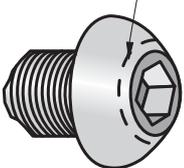
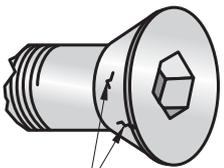
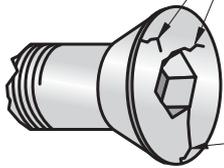
### 2.1.3 Screpolature di stampaggio

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le screpolature di stampaggio possono formarsi sulle facce di manovra o sugli spigoli della testa di viti a testa esagonale, sulle superfici periferiche di prodotti a testa cilindrica o flangiata e sul bordo della testa di viti a testa esagonale improntate.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	
<p><b>Limiti</b></p>	<p><b>Viti a testa esagonale</b> Le screpolature di stampaggio sulla superficie di manovra delle viti a testa esagonale non devono estendersi alla zona circolare sulla sommità della testa delimitata dal bordino di impronta, né sulla faccia di appoggio sotto testa. Le screpolature che si formano sugli spigoli di intersezione di due facce di manovra non devono ridurre la larghezza sugli spigoli oltre il limite minimo specificato. Le screpolature sul bordo di impronta sulla parte superiore della testa di viti improntate non devono avere una larghezza maggiore di <math>0,06 d</math> od una profondità maggiore di quella del bordino di impronta.</p> <p><b>Viti a testa esagonale flangiata e viti a testa cilindrica</b> Le flange delle viti a testa esagonale flangiata e i bordi delle viti a testa cilindrica possono presentare delle screpolature di stampaggio, senza superare i seguenti limiti:</p> <p>larghezza:</p> <p><math>0,08 d_c</math> (per una sola screpolatura)</p> <p><math>0,04 d_c</math> (per due o più screpolature, dove solo una può estendersi fino a <math>0,08 d_c</math>)</p> <p>dove <math>d_c</math> = diametro della testa o della flangia.</p>

**2.1.4 Screpolature di taglio o di scorrimento**

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le screpolature di taglio possono verificarsi, per esempio, durante lo stampaggio, frequentemente sui bordi di prodotti a testa cilindrica o flangiata e sono orientate a circa 45° rispetto all'asse del prodotto. Le screpolature di taglio possono anche verificarsi sulle superfici di manovra dei prodotti a testa esagonale.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	
<p><b>Limiti</b></p>	<p><b>Viti a testa esagonale</b> I limiti relativi alle screpolature di taglio sulle facce di manovra sono i seguenti: larghezza: <math>\leq 0,25 \text{ mm} + 0,02 \text{ s}</math> profondità: <math>\leq 0,04 \text{ d}</math></p> <p>Le screpolature di taglio sulle facce di manovra delle viti a testa esagonale non devono estendersi alla zona circolare sulla sommità della testa delimitata dallo smusso o sulla faccia di appoggio sotto testa. Le screpolature di taglio che si formano sugli spigoli di intersezione tra le facce di manovra non devono ridurre la larghezza fra i bordi delle facce oltre il limite minimo specificato. Le screpolature di scorrimento sul bordo della testa di viti a testa esagonale con bordino di impronta non devono avere una larghezza maggiore di <math>0,06 \text{ d}</math> o una profondità maggiore di quella del bordino.</p> <p><b>Viti a testa esagonale flangiata e viti a testa cilindrica</b> Le flange delle viti e la zona periferica delle viti a testa cilindrica possono presentare delle screpolature di taglio, senza superare i seguenti limiti: larghezza: <math>0,08 \text{ d}_c</math> (per una sola screpolatura) <math>0,04 \text{ d}_c</math> (per due o più screpolature, dove solo una può estendersi fino a <math>0,08 \text{ d}_c</math>) dove <math>d_c</math> = diametro della testa o della flangia.</p>

**2.1.5 Cricche di stampaggio delle viti con cava esagonale**

Causa	Le cricche di stampaggio possono verificarsi in periferia, sulla sommità o sull'impronta (cava esagonale), all'interno o all'esterno, per effetto della troncatura del filo, oppure a causa di sollecitazioni di taglio e di compressione durante le operazioni di stampaggio e di modellatura della testa.
Aspetto	<p>Ammesse, non si devono estendere oltre la metà della distanza tra la superficie esterna della testa e la cava</p>   <p>Non ammessa, collega la cava e la superficie esterna della testa</p>
	<p>Ammissa</p>  <p>Non ammessa, possibilità di collegamento fra i due difetti</p>  <p>Non ammessa, possibilità di collegamento fra i due difetti</p>
	<p>Ammesse</p>  <p>Non ammessa</p>  <p>Ammissa</p> 
	<p>Ammesse</p>  <p>Ammesse</p>  <p>Non ammessa, collega la cava e la superficie esterna della testa</p>

<p><b>Aspetto</b></p>	<p>Ammessa</p> <p>Non ammessa, possibilità di collegamento fra i due difetti</p> <p>Ammessa, non è nella zona di accoppiamento con la chiave al fondo della cava esagonale</p> <p>Non ammessa, difetti trasversali nella zona di raccordo tra la testa e il gambo</p> <p>Profondità ammessa:  <math>h_1 \leq 0,03 d_k^1</math>: 0,13 mm max.  <math>h_2 \leq 0,06 d_k</math>: 1,6 mm max.</p> <p>0,3 <math>t^2</math> non sono ammesse cricche in questa zona</p> <p>Ammesse</p> <p>Non ammesse, sul fondo della cava esagonale o a una distanza minore di 0,3 <math>t</math> dal fondo della cava</p> <p>1) <math>d_k</math> = diametro della testa                  2) <math>t</math> = profondità della cava esagonale</p>
<p><b>Limiti</b></p>	<p>Non sono ammesse cricche che si estendono dalla cava alla superficie esterna della testa e cricche ad andamento trasversale che abbiano probabilità di congiungersi.</p> <p>Non sono ammesse cricche ad una distanza minore di 0,3 <math>t</math> dal fondo della cava esagonale.</p> <p>Sono ammesse le cricche localizzate altrove all'interno della cava esagonale, a condizione che non siano di lunghezza maggiore di 0,25 <math>t</math> e di profondità maggiore di 0,03 <math>d_k</math> (0,13 mm max.).</p> <p>È ammessa la presenza di una sola cricca longitudinale di profondità non maggiore di 0,03 <math>d_k</math> (0,13 mm max.) nella zona di raccordo tra testa gambo e sulla sommità della testa.</p> <p>Sono ammesse cricche longitudinali, di profondità non maggiore di 0,06 <math>d_k</math> (1,6 mm max.), situate alla periferia.</p>

**2.2 Rigature, filature, paglie e pieghe di laminazione (del materiale di partenza)**

Si presentano come una linea sottile, generalmente dritta o leggermente curva, che corre longitudinalmente sulla filettatura, sul gambo o sulla testa.

<b>Causa</b>	Rigature, filature, paglie e pieghe dipendono dal materiale di partenza con cui sono fabbricati gli elementi di collegamento.
<b>Aspetto</b>	<p>Rigatura solitamente dritta o leggermente curva con andamento longitudinale</p> <p>Rigatura solitamente dritta o leggermente curva con andamento longitudinale</p> <p>Rigatura</p>
<b>Limiti</b>	<p>Profondità ammessa: <math>0,015 d + 0,1 \text{ mm}</math> : <math>0,4 \text{ mm max.}</math>          Se le rigature raggiungono la testa non devono superare i limiti ammessi relativi a larghezza e profondità specificati per le screpolature di stampaggio (vedere 2.1.3).</p>

**2.3 Butterature**

La butteratura è una cavità poco profonda sulla superficie di una vite dovuta al mancato apporto di metallo durante lo stampaggio o la ricalcatura.

<p><b>Causa</b></p>	<p>Le butterature sono generate da compressioni ed impronte di trucioli (bave di taglio), o da ruggine presente sul materiale di partenza. Le butterature non vengono eliminate durante le operazioni di stampaggio o di ricalcatura.</p>
<p><b>Aspetto</b></p>	
<p><b>Limiti</b></p>	<p>Profondità <math>h</math> delle butterature: <math>h \leq 0,02 d</math>; 0,25 mm max. Area della butterature: la superficie totale delle butterature presenti sulla faccia di appoggio sotto testa non deve essere maggiore del 10% dell'intera superficie della faccia di appoggio.</p>

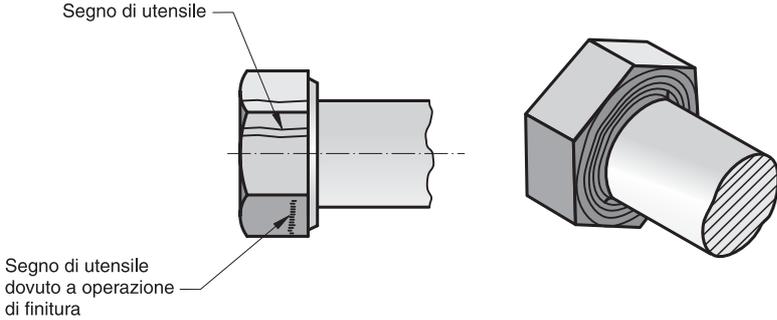
## 2.4 Ripiegature di stampaggio

Le ripiegature sono sovrapposizioni di metallo che si formano sulla superficie dell'elemento di collegamento durante lo stampaggio.

Causa	<p>Le ripiegature si formano per effetto di uno spostamento di materiale dovuto ad un'incompatibilità di forme e volumi nelle diverse operazioni di stampaggio.</p>
Aspetto	<p>Tipica ripiegatura a quadrifoglio ammessa in una vite con spallamento non circolare</p> <p>Ripiegatura ammessa nell'intersezione fra flangia e faccia di manovra</p> <p>Ripiegatura ammessa sulla superficie dell'estremità della vite</p> <p>Ripiegatura ammessa su uno spigolo esterno</p> <p>Ripiegatura non ammessa su un raccordo interno</p> <p>Ripiegatura ammessa su uno spigolo esterno del profilo</p> <p>Ripiegatura non ammessa su un raccordo interno</p>
Limiti	<p>Non sono ammesse le ripiegature sui raccordi interni, sulla o sotto la superficie di appoggio se non esplicitamente autorizzate nella presente parte della ISO 6157 o nella norma di prodotto. Sono ammesse le ripiegature sugli spigoli esterni.</p>

**2.5 Segni di utensile**

I segni di utensile sono rigature longitudinali o circolari di scarsa profondità.

<b>Causa</b>	I segni di utensile vengono prodotti dal movimento degli utensili di produzione sulla superficie della vite.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	I segni di utensile prodotti durante la lavorazione con asportazione di truciolo sul gambo, sui raccordi o sulla faccia di appoggio non devono presentare una rugosità $R_a$ maggiore di $3,2 \mu\text{m}$ , in conformità alla ISO 468.

## 2.6 Ripiegature sulla filettatura

Le ripiegature sono un sovrasspessore di metallo sul filetto.

Su uno stesso prodotto le ripiegature presentano generalmente una configurazione simile, cioè le ripiegature hanno la stessa posizione e la stessa direzione trasversale.

<b>Causa</b>	Le ripiegature della filettatura possono generarsi durante la rullatura a freddo del filetto.
<b>Aspetto</b>	
<b>Limiti</b>	<p>Non sono ammesse ripiegature di qualsivoglia lunghezza o profondità nelle posizioni seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sulla radice del filetto</li> <li>- sui fianchi caricati del filetto della vite sotto il diametro medio, anche se iniziano sopra il diametro medio.</li> </ul> <p>Sono ammesse le ripiegature seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ripiegature sulla cresta del filetto aventi profondità massima di <math>0,25 H_1 \max</math>.</li> <li>- cresta del filetto non completamente formata, massimo mezzo giro su un filetto</li> <li>- ripiegature sotto il diametro medio, posizionate sul fianco non caricato in direzione del diametro esterno, se di profondità non maggiore di <math>0,25 H_1</math> e di lunghezza non maggiore di mezzo giro su un filetto.</li> </ul>

## 2.7 Danneggiamenti

Per danneggiamenti si intendono piccole deformazioni su una superficie qualsiasi di una vite.

<b>Causa</b>	I danneggiamenti, per esempio ammaccature, graffiature, incisioni e segni di urto vengono prodotti da azioni esterne durante la produzione e la movimentazione delle viti, per esempio, durante le operazioni di carico.
<b>Aspetto</b>	Non hanno forma geometrica, posizione o direzione definite, sono riconoscibili come originate da azioni esterne.
<b>Limiti</b>	I danneggiamenti sopra descritti non possono essere motivo di scarto, a meno che non si dimostri che essi compromettono la funzionalità, o l'utilizzazione del prodotto. Ammaccature, graffiature, incisioni e segni di un urto situati sui primi tre filetti devono essere tali da permettere l'avvitamento di un calibro ad anello PASSA con un valore di coppia di $0,001 d^3 \max$ , in Newton per metro. Per evitare danneggiamenti durante il trasporto possono essere necessari accordi specifici riguardanti l'imballaggio.

Prospetto 1 **Difetti superficiali ammissibili**

Dimensioni in mm

Punto	2.1.2		2.1.3.		2.1.4	
Difetto	Cricche di stampaggio		Screpolature di stampaggio		Screpolature di taglio o di scorrimento	
Diametro nominale di filettatura <i>d</i>	Lunghezza max.	Profondità e larghezza max.	Teste cilindriche e con flangia Larghezza max.	Profondità max.	Larghezza max.	Profondità max.
5	5	0,2		0,2		0,2
6	6	0,24		0,24		0,24
7	7	0,28		0,28		0,28
8	8	0,32		0,32	0,25 mm + 0,02 s per le facce di manovra	0,32
10	10	0,4	0,08 x diametro della testa o della flangia	0,4	0,08 x diametro della testa o della flangia	0,4
12	12	0,48	oppure	0,48	oppure	0,48
14	14	0,56	0,04 x diametro della testa o della flangia	0,56	0,04 x diametro della testa o della flangia	0,56
16	16	0,64		0,64		0,64
18	18	0,72		0,72		0,72
20	20	0,8		0,8		0,8
22	22	0,88		0,88		0,88
24	24	0,96		0,96		0,96
27	27	1,1		1,1		1,1
30	30	1,2		1,2		1,2

Dimensioni in mm

Punto	2.1.5				2.2	2.3	2.6	2.7
Difetto	Cricche di stampaggio delle viti con cava esagonale				Rigature	Butterature	Ripiegature sulla filettatura	Danneggiamenti
Diametro nominale di filettatura <i>d</i>	Cava esagonale		Testa		Materiale di partenza Profondità max.	Profondità max.	Profondità max.	Valore di coppia Nm max.
	Lunghezza max.	Profondità max.	Profondità facce max.	Profondità spigoli max.				
5		0,13			0,17	0,1	0,11	0,125
6		0,13			0,19	0,12	0,14	0,22
7		0,13			0,21	0,14	0,14	0,33
8		0,13			0,22	0,16	0,17	0,51
10		0,13			0,25	0,2	0,2	1
12		0,13			0,28	0,24	0,24	1,73
14	0,25 x profondità dell'esagono incassato	0,13	0,03 x diametro della testa; valore max. 0,13 mm	0,06 x diametro della testa; valore max. 1,6 mm	0,31	0,25	0,27	2,7
16		0,13			0,34	0,25	0,27	4,1
18		0,13			0,37	0,25	0,34	5,8
20		0,13			0,4	0,25	0,34	8
22		0,13			0,4	0,25	0,34	10,6
24		0,13			0,4	0,25	0,41	13,8
27		0,13			0,4	0,25	0,41	19,7
30		0,13			0,4	0,25	0,47	27

### 3] Procedure di controllo, collaudo e valutazione

Per le procedure di controllo e collaudo all'accettazione, vedere ISO 3269. I rivestimenti superficiali, se impediscono l'identificazione del difetto superficiale, devono essere asportati prima dell'esame.

#### 3.1 Principi

Il produttore ha la facoltà di utilizzare qualsiasi procedura di controllo e collaudo a condizione che sia assicurata la conformità dei prodotti alla presente parte della ISO 6157.

Il committente ha la facoltà di utilizzare per il proprio controllo e collaudo all'accettazione la procedura indicata in questo punto per decidere se accettare o respingere un lotto di elementi di collegamento.

Questa procedura è utilizzabile anche in caso di controversia sulla conformità alle specifiche, a meno che non sia stata concordata tra committente e fornitore, all'ordinazione degli elementi di collegamento, un'altra procedura.

#### 3.2 Prove non distruttive

Prelevare casualmente un campione dal lotto, conformemente al prospetto 2 dell'appendice, e sottoporlo ad esame visivo o ad altre prove idonee, per esempio esami magnetoscopici o con correnti parassite.

Se non si rileva alcun prodotto difettoso, il lotto deve essere accettato (vedere anche 3.4).

Se vengono rilevati prodotti difettosi questi costituiscono il lotto da sottoporre alle procedure indicate in 3.3.

#### 3.3 Prove distruttive

Se con le procedure indicate in 3.2 vengono rilevati prodotti difettosi, prelevare un campione secondario dai prodotti difettosi, conformemente al prospetto 3 dell'appendice,

composto dai prodotti che presentano i difetti più gravi.

Sezionare perpendicolarmente all'asse, nel punto in cui si suppone che il difetto presenti la profondità maggiore.

#### 3.4 Valutazione

Se in seguito a controllo visivo si rilevano prodotti con cricche di tempra in qualsiasi posizione oppure ripiegature sui raccordi interni o sulla faccia di appoggio sotto testa, ad eccezione delle ripiegature a quadrifoglio in un elemento di collegamento con spallamento non circolare, il lotto deve essere respinto.

Se, in seguito a prova distruttiva, si rilevano prodotti con cricche, rigature, filature, butterature, segni di utensili o danneggiamenti, che superino i limiti ammessi per il tipo di difetto, il relativo lotto deve essere respinto.

## Appendice

### Piano di campionamento per la valutazione dei difetti superficiali

Il campionamento per la valutazione dei difetti superficiali deve essere effettuato utilizzando campioni della numerosità riportata nel prospetto 2 e applicando i principi e le procedure riportate in 3.

Prospetto 2 **Numerosità del campione per esami visivi e prove non distruttive**

Numerosità del lotto <sup>1)</sup> <i>N</i>	Numerosità del campione <i>n</i>
$N \leq 1200$	20
$1201 \leq N \leq 10000$	32
$10001 \leq N \leq 35000$	50
$35001 \leq N \leq 150000$	80

1) Per numerosità del lotto si intende il numero di prodotti dello stesso tipo, delle stesse dimensioni e della stessa classe di qualità sottoposto al controllo nello stesso momento.

Prospetto 3 **Numerosità del campione secondario per prove distruttive**

Numero di prodotti difettosi nel campione <i>N</i>	Numerosità del campione secondario <i>n</i>
$N \leq 8$	2
$9 \leq N \leq 15$	3
$16 \leq N \leq 25$	5
$26 \leq N \leq 50$	8
$51 \leq N \leq 80$	13

# Rivestimenti protettivi degli elementi di collegamento

## Parte 1 - Prescrizioni tecniche generali

### 1] Generalità sui rivestimenti protettivi

L'applicazione di rivestimenti agli elementi di collegamento è rivolta generalmente ad ottenere un'azione protettiva, al fine di evitare o almeno ritardare fenomeni di ossidazione, oppure ad assicurare particolari caratteristiche funzionali della superficie, come ad esempio un contenimento della dispersione del coefficiente d'attrito per ottenere forze di serraggio uniformi, od una elevata conducibilità elettrica per le quali occorre vengano concordate all'ordine le relative caratteristiche.

In altri casi l'applicazione del rivestimento ha una funzione prevalentemente decorativa.

Le informazioni e i dati contenuti nelle 6 parti di questo capitolo sono parzialmente estratte dalle norme EN ISO 4042, EN ISO 10683, ISO 10684, ex UNI 3740 parte 6.

### 2] Tipi di rivestimento

I rivestimenti sono suddivisi in categorie secondo il loro processo d'applicazione e precisamente in:

- rivestimenti elettrolitici (galvanici), vedere parte 2
- rivestimenti chimici (fosfatici), vedere parte 3
- rivestimenti chimici a base di metalli (metalli e leganti organici), vedere parte 4
- rivestimenti metallici depositati meccanicamente, vedere parte 5
- rivestimenti per immersione a caldo, vedere parte 6.

#### 2.1 Rivestimenti elettrolitici (galvanici)

I metalli di rivestimento più comunemente impiegati sono:

	Simbolo
- Zinco	Zn
- Lega di Zinco Ferro	ZnFe
- Lega di Zinco Nichel	ZnNi
- Lega di Zinco Cobalto	ZnCo
- Rame, per impieghi particolari dell'elettrotecnica	Cu
- Nichelio	Ni
- Nichelio-Cromo	Ni-Cr
- Rame-Nichelio-Cromo	Cu-Ni-Cr

#### 2.2 Rivestimenti chimici (fosfatici)

I rivestimenti fosfatici con o senza post-trattamento, sono contraddistinti dallo strato significativo risultante dal trattamento di fosfatazione, a base di fosfato di zinco per applicazione anticorrosiva o a base di fosfato di manganese per applicazione antiusura.

#### 2.3 Rivestimenti chimici a base di metalli (metalli e leganti organici)

I rivestimenti a base di zinco, cromati e sostanze leganti organiche, sono caratterizzati dalla particolare composizione dello strato risultante e dalla metodologia del procedimento applicativo, e sono raccomandati per gli elementi di collegamento ad alta resistenza.

#### 2.4 Rivestimenti meccanici

Essi vengono chiamati correntemente rivestimenti meccanici per la particolare metodologia d'applicazione del metallo di riporto, generalmente zinco, stagno, alluminio o loro miscela, che viene applicato allo stato di polvere con una azione di impatto meccanico.

I rivestimenti meccanici sono raccomandati per gli elementi di collegamento ad alta resistenza.

#### 2.5 Rivestimenti a caldo

Per rivestimento a caldo viene considerata solamente l'applicazione di zinco fuso.

Questo tipo di rivestimento non è raccomandato per la bulloneria di piccole dimensioni e/o con tolleranze di grado preciso. I rivestimenti a caldo sono raccomandati per gli elementi di collegamento impiegati in ambienti ad alto tasso di corrosione.

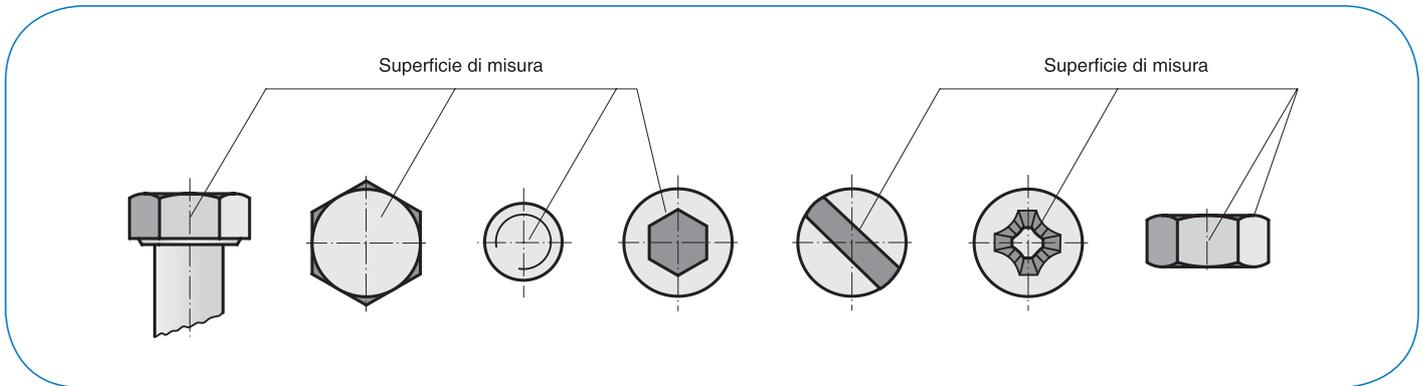
### 3] Modificazioni dimensionali

- 3.1** L'apporto del rivestimento sul metallo base modifica le dimensioni degli elementi di collegamento ed in particolare della filettatura, in modo diverso a seconda che il rivestimento sia di natura elettrolitica, chimica o meccanica o per immersione a caldo. Infatti, per i rivestimenti chimici e rivestimenti per immersione a caldo si ottengono depositi con spessori che possono essere considerati uniformi, su tutte le superfici esterne ed interne del pezzo trattato, quindi anche sui fori maschiati dei dadi ad eccezione dei rivestimenti per immersione a caldo nel qual caso la maschiatura viene eseguita dopo il rivestimento; con i rivestimenti elettrolitici e meccanici si ottengono spessori meno uniformi e fra loro in modo diverso.
- Il procedimento di ricoprimento elettrolitico determina un maggior accumulo del materiale d'apporto sull'estremità del pezzo rispetto al suo asse longitudinale.
- La differenza del riporto sulle estremità è tanto maggiore quanto maggiore è il rapporto lunghezza totale/diametro del pezzo considerato.
- Il maggior accumulo si ha sulle parti convesse rispetto alle parti concave, ossia maggior apporto sulla cresta del filetto che non sul fondo dello stesso, per le viti, ed un modesto apporto del materiale sulle cavità che, in particolare per i dadi, interessa i primi filetti.
- Al contrario, il metodo di ricoprimento meccanico favorisce l'accumulo del materiale d'apporto sulle concavità che non sulle convessità, ossia, con particolare riguardo alla filettatura, si ha un maggiore apporto di materiale sul fondo del filetto che non sulla cresta dello stesso.
- Per tali ragioni si è convenuto di misurare lo spessore del materiale d'apporto in determinate zone degli elementi di collegamento, denominate superfici significative e di definire il significato di spessore di riporto sugli elementi di collegamento. Il concetto informatore per tutti i tipi di rivestimento è che in ogni caso la filettatura con rivestimento sia avvitabile nell'organo d'accoppiamento previsto, e che abbia dimensioni comprese entro la linea dello zero, corrispondenti alla posizione **h** e **H**, rispettivamente per viti e madreviti (filettature senza giuoco con scostamento fondamentale nullo).
- 3.2** Occorre prevedere una posizione di tolleranza tale che la filettatura, prima del ricoprimento, permetta l'apporto di spessore nel rispetto di quanto detto sopra. Gli scostamenti fondamentali della filettatura prima del rivestimento, sono quelli corrispondenti alle posizioni di tolleranza **g**, **f**, **e** per filettature esterne (viti); **H**, **G** per filettature interne (dadi).
- Tutte queste posizioni di tolleranza di regola, sono utilizzate rivestimenti elettrolitici e meccanici, mentre per rivestimenti chimici fosfatici si utilizza di regola la posizione di tolleranza **g** per viti e **H** per dadi.

### 4] Definizioni

- 4.1 Lotto**  
È la quantità di unità dello stesso tipo prodotte con lo stesso processo produttivo e sottoposte dal fornitore al controllo in una sola volta.
- 4.2 Spessore locale del rivestimento**  
È lo spessore del rivestimento, misurato in un punto prefissato per la verifica dello spessore.
- 4.3 Superficie significativa del rivestimento**  
È la superficie ricoperta sulla quale viene effettuata la misurazione dello spessore locale e la valutazione dell'efficacia protettiva del rivestimento.  
Essa è determinante per la funzionalità d'impiego o per l'aspetto del prodotto.  
La superficie significativa è quella rappresentata nella figura 1.
- 4.4 Spessore minimo del rivestimento**  
È lo spessore locale minimo del rivestimento.
- 4.5 Spessore medio del rivestimento**  
È lo spessore teorico che si sarebbe ottenuto, se il rivestimento si fosse distribuito uniformemente su tutta la superficie del pezzo considerato.
- 4.6 Spessore medio del lotto**  
È la media degli spessori medi del rivestimento di tutti i pezzi costituenti un prelievo.
- 4.7 Superficie di misura per lo spessore del rivestimento**  
È la superficie di misura dello spessore locale per i diversi tipi di rivestimento ed è la superficie significativa in 4.3 ed indicata nella figura 1.

Figura 1 Superficie di misura per lo spessore locale (superficie significativa)



Lo spessore locale misurato non deve essere inferiore al valore dello spessore nominale indicato nelle singole prescrizioni. Lo spessore del rivestimento sulla filettatura deve essere comunque tale da consentire l'avvitamento con un calibro ad anello filettato PASSA (AP) **h** per le viti e con un calibro a tampone filettato PASSA (TP) **H** per i dadi con coppia di serraggio, espresso in newton per metro, non maggiore di  $0,001 d^3$  (Nm) essendo  $d$  il diametro nominale della vite espresso in mm.

## 5] Spessori applicabili

### 5.1 Spessori per rivestimenti elettrolitici

#### 5.1.1 Relazione fra gli spessori

Le relazioni intercorrenti fra spessori nominali del lotto e spessore medio del lotto sono indicati nel prospetto 1.

Prospetto 1 Relazione tra gli spessori

Spessore nominale prescrivibile in designazione $\mu\text{m}$	Spessore locale minimo* $\mu\text{m}$	Spessore medio del lotto**	
		min. $\mu\text{m}$	max. $\mu\text{m}$
3	3	3	5
5	5	4	6
8	8	7	10
10	10	9	12
12	12	11	15
15	15	14	18
20	20	18	23

\* Misurato sulla superficie di misura (vedere 4.7) con metodo magnetico o equivalente (vedere sezione 2).  
 \*\* Misurato con metodo gravimetrico (vedere sezione 2).

Possono essere forniti spessori nominali di rivestimento maggiori del prescritto, se non diversamente specificati all'ordinazione purchè non venga pregiudicato l'accoppiamento con il calibro di controllo.

#### 5.1.2 Spessori del rivestimento per viti

Nel prospetto 2 viene dato per ogni passo il relativo scostamento fondamentale, corrispondente alle posizioni di tolleranza **6g**, **6f**, **6e**.

Vengono inoltre dati per ciascuna posizione di tolleranza gli spessori massimi ammissibili, misurati sulle superfici significative, a seconda che si sia concordata la misura dello spessore locale o la misura dello spessore medio del lotto (diversificato in base al rapporto  $l/d$ ).

Tali spessori sono dati a titolo indicativo.

#### 5.1.3 Spessore del rivestimento per dadi

Nel prospetto 2 viene dato per ogni passo il relativo scostamento fondamentale, corrispondente alla posizione di tolleranza **6G** e lo spessore massimo ammissibile.

Tali spessori sono dati solo a titolo indicativo.

Prospetto 2 Limite superiore degli spessori per filettature metriche ISO

Passo <i>P</i>	Filettatura interna			Filettatura esterna				
	Posizione di tolleranza G			Posizione di tolleranza g				
	Scostamento fondamentale	Spessore max.		Scostamento fondamentale	Spessore max.			
		a	b		Tutte le lunghezze	Lunghezza nominale, <i>l</i>		
mm	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
0,5	+20	5	-20	5	5	3	3	
0,6	+21	5	-21	5	5	3	3	
0,7	+22	5	-22	5	5	3	3	
0,8	+24	5	-24	5	5	3	3	
1	+26	5	-26	5	5	3	3	
1,25	+28	5	-28	5	5	5	3	
1,5	+32	8	-32	8	8	5	5	
1,75	+34	8	-34	8	8	5	5	
2	+38	8	-38	8	8	5	5	
2,5	+42	10	-42	10	10	8	5	
3	+48	12	-48	12	12	8	8	

Passo <i>P</i>	Filettatura esterna									
	Posizione di tolleranza f					Posizione di tolleranza e				
	Scostamento fondamentale	Spessore max.				Scostamento fondamentale	Spessore max.			
		a	b				a	b		
mm	$\mu\text{m}$	Tutte le lunghezze	Lunghezza nominale, <i>l</i>			$\mu\text{m}$	Tutte le lunghezze	Lunghezza nominale, <i>l</i>		
		$\mu\text{m}$	$l \leq 5d$	$5d < l \leq 10d$	$10d < l \leq 15d$		$\mu\text{m}$	$l \leq 5d$	$5d < l \leq 10d$	$10d < l \leq 15d$
0,5	-36	8	8	5	5	-50	12	12	10	8
0,6	-36	8	8	5	5	-53	12	12	10	8
0,7	-38	8	8	5	5	-56	12	12	10	8
0,8	-38	8	8	5	5	-60	15	15	12	10
1	-40	10	10	8	5	-60	15	15	12	10
1,25	-42	10	10	8	5	-63	15	15	12	10
1,5	-45	10	10	8	5	-67	15	15	12	10
1,75	-48	12	12	8	8	-71	15	15	12	10
2	-52	12	12	10	8	-71	15	15	12	10
2,5	-58	12	12	10	8	-80	20	20	15	12
3	-63	15	15	12	10	-85	20	20	15	12

a Valore massimo di spessore se è concordata la misura dello spessore locale.

b Valore massimo di spessore se è concordata la misura dello spessore medio del lotto.

## 5.2 Spessori per rivestimenti chimici fosfatici

I rivestimenti di fosfatazione ottenuti per via chimica hanno masse generalmente comprese tra 8 e 15 g/m<sup>2</sup> (corrispondenti ad uno spessore da 5 a 11 µm) nel caso di fosfati di zinco-ferro, e fra 10 e 20 g/m<sup>2</sup> (corrispondenti ad uno spessore da 7 a 15 µm) nel caso di fosfati di manganese-ferro.

Rivestimenti più sottili possono essere ottenuti con processi particolari (fosfati di zinco: massa tra 3 e 5 g/m<sup>2</sup> corrispondenti ad uno spessore nominale attorno a 3 µm).

Va anche tenuta presente l'asportazione del metallo di supporto (Fe) per dissoluzione, che ha luogo durante la reazione di conversione superficiale.

Tale asportazione può essere considerata nell'ordine del 40 + 60% dello spessore di rivestimento ottenuto.

Di regola per rivestimenti chimici fosfatici viene usata la posizione di tolleranza **g** per filettature esterne (viti) ed **H** per filettature interne (dadi).

Per ulteriori dettagli si rimanda alla parte 3.

## 5.3 Spessori per rivestimenti chimici a base di metalli e leganti organici

Nel prospetto 3 vengono dati per ogni passo e relativo scostamento fondamentale, corrispondenti alle posizioni di tolleranza **G**, **g**, **f**, **e** gli spessori massimi ammessi e gli spessori nominali massimi prescrivibili misurati sulle superfici significative.

Di regola per i rivestimenti chimici a base di metalli e leganti organici vengono impiegati gli spessori nominali prescrivibili 5 e 8 µm, e le posizioni di tolleranza **g**, **f**, **e** per le filettature esterne (viti) e **G** per le filettature interne (dadi).

Prospetto 3 Spessori per rivestimenti chimici a base di metalli e leganti organici e rivestimenti meccanici

Passo <i>P</i>  mm	Filettatura interna		Filettatura esterna					
	Posizione di tolleranza <b>G</b>		Posizione di tolleranza <b>g</b>		Posizione di tolleranza <b>f</b>		Posizione di tolleranza <b>e</b>	
	Scostamento fondamentale µm	Spessore max. µm						
0,5	+20	5	-20	5	-36	9	-50	12
0,6	+21	5	-21	5	-36	9	-53	13
0,7	+22	5	-22	5	-38	9	-56	14
0,8	+24	6	-24	6	-38	9	-60	15
1	+26	6	-26	6	-40	10	-60	15
1,25	+28	7	-28	7	-42	10	-63	15
1,5	+32	8	-32	8	-45	11	-67	16
1,75	+34	8	-34	8	-48	12	-71	17
2	+38	9	-38	9	-52	13	-71	17
2,5	+42	10	-42	10	-58	14	-80	20
3	+48	12	-48	12	-63	15	-85	21

## 5.4 Spessori per rivestimenti meccanici

In genere per i rivestimenti meccanici il riporto non comporta problemi di notevole variazione di spessore in funzione della lunghezza come per i rivestimenti elettrolitici.

Pertanto è sufficiente prevedere i valori dello spessore del riporto fra quelli del prospetto 3.

## 5.5 Spessori per rivestimenti per immersione a caldo

In relazione del notevole spessore del materiale d'apporto per immersione a caldo, non possono essere considerate le posizioni di tolleranza previste per tutti gli altri tipi di rivestimento.

Gli scostamenti sono riportati nella parte 6 in funzione delle due possibili differenti opzioni di accoppiamento vite/dado.

---

## 6] Efficacia protettiva

- 6.1** Tutti i rivestimenti precedentemente considerati, con l'esclusione dei rivestimenti di zinco per immersione a caldo, dopo l'applicazione dello spessore richiesto, possono essere sottoposti ad uno o più trattamenti finali, che conferiscono al metallo di apporto, secondo il tipo di trattamento, particolari caratteristiche di resistenza alla corrosione.  
In alcuni casi per i rivestimenti galvanici e fosfatici, è necessario far precedere ai trattamenti finali un trattamento termico di deidrogenazione per eliminare la fragilizzazione dovuta all'assorbimento di idrogeno.  
Per i trattamenti finali di ogni tipo di rivestimento vedere le relative norme dettagliate.
- 6.2** Per ciascun tipo di rivestimento la resistenza alla corrosione secondo UNI ISO 9227 valutata sulle superfici significative, deve soddisfare le prescrizioni di durata, previste dai vari prospetti nelle sezioni pertinenti.
- 

## 7] Prove sul rivestimento

Le prove sui rivestimenti sono divise in due categorie: prove ordinarie e prove straordinarie.  
In ogni sezione vengono stabilite le prove raccomandate per ciascun tipo di rivestimento.  
Per l'esecuzione delle prove di resistenza alla corrosione in nebbia salina e la prova di aderenza dei materiali di riporto i campioni devono essere lasciati a temperatura ambiente per almeno 48 h prima di essere sottoposti alle relative prove.

### 7.1 Prove ordinarie

Le prove ordinarie sono quelle che vengono eseguite per il collaudo corrente del rivestimento.  
Esse sono sufficienti a verificare le caratteristiche del rivestimento in relazione alle esigenze d'impiego.  
Le prove ordinarie per ciascun tipo di rivestimento sono specificate in ogni singola sezione.

### 7.2 Prove straordinarie

Sono quelle che permettono un esame più approfondito delle condizioni del rivestimento.  
Dette prove devono essere concordate all'atto dell'ordinazione e sono comunque utilizzate in caso di contestazione.  
Le prove straordinarie, per ciascun tipo di rivestimento, sono specificate in ogni singola sezione.

---

## 8] Piani campionamento

I piani di campionamento da impiegare per le prove ordinarie e straordinarie devono essere scelti fra quelli previsti dalla EN ISO 3269.

# Rivestimenti protettivi degli elementi di collegamento

## Parte 2 - Rivestimenti elettrolitici di zinco e leghe di zinco (Fe, Ni, Co)

### 1] Generalità sui rivestimenti elettrolitici di zinco e sue leghe

Di seguito sono elencate le prescrizioni tecniche per la corretta realizzazione dei rivestimenti elettrolitici di zinco sugli elementi di collegamento. Lo scopo è quello di garantire che le caratteristiche siano conformi alle esigenze di impiego.

### 2] Sistema di designazione

Il sistema di designazione (vedere UNI ISO 2018 e UNI ISO 4520) è composto dai seguenti simboli:

- **Fe**: metallo base seguito da una barra obliqua
- **Zn**: Zinco
- **ZnFe**: ZincoFerro
- **ZnNi**: ZincoNichel
- **ZnCo**: ZincoCobalto
- **(3), 5, 8, (10), 12, (15), 20**: numeri che indicano i valori nominali degli spessori del rivestimento prescritti, espressi in  $\mu\text{m}$ ; i valori tra parentesi sono possibilmente da evitare
- **c**: rivestimenti di conversione a base di cromati (passivazione)
- **1 e 2**: classi del rivestimento di conversione a base di cromati (resistenza alla corrosione 1=leggera 2=forte)
- **A,B,C,D,Bk**: tipo del rivestimento di conversione a base di cromati contraddistinto dall'aspetto visivo.

**A** = Trasparente chiaro

**B** = Trasparente iridescente

**C** = Giallo iridescente

**D** = Verde oliva

**Bk** = Nero

Per esempio:

**Fe/Zn 8 c 2C** significa rivestimento elettrolitico su base acciaio, con  $8\mu\text{m}$  di spessore di strato di zinco, con conversione a base di cromati avente simbolo **c**, classe **2** e tipo **C** con aspetto caratteristico giallo iridescente.

### 3] Caratteristiche

#### 3.1 Aspetto

Su tutte le superfici l'aspetto del riporto deve essere esente dai difetti quali bolle, zone polverulente, discontinuità o zone non rivestite, ecc.

#### 3.2 Spessore

Lo spessore nominale dei rivestimenti (vedere prospetto 1 parte 1) deve essere prescritto a disegno o all'ordine in relazione alle posizioni di tolleranze **6e, 6f, 6g, 6G** e al tipo di misurazione di spessore concordato. Dopo rimozione del rivestimento i pezzi filettati devono rispettare le tolleranze previste.

#### 3.3 Cromatazione

I depositi elettrolitici di zinco sono cromatati per migliorare le caratteristiche anticorrosive del rivestimento in atmosfera corrosiva ed inoltre per conferire al rivestimento stesso un particolare aspetto (vedere UNI ISO 4520). La cromatazione è particolarmente efficace per ritardare la formazione dei prodotti bianchi di corrosione sui rivestimenti di zinco e deve essere effettuata salvo accordo contrario.

Può essere a base di cromo esavalente (più efficace contro la corrosione, ma di uso vietato nel campo automobilistico a partire dal 1 luglio 2007) o a base di cromo trivalente.

#### 3.4 Aderenza

Il rivestimento non deve presentare segni di distacco dal metallo base dopo riscaldamento a  $120\text{ }^\circ\text{C}$  seguito da un brusco raffreddamento in acqua.

#### 3.5 Sigillanti

Sono rivestimenti organico-minerale di finitura, trasparenti, applicati per immersione sul rivestimento elettrolitico. Hanno la funzione di sigillare le microfessurazioni che si creano sullo strato di cromatazione e aumentano la resistenza alla corrosione. Inoltre riducono la dispersione dei valori di attrito delle superfici interessate. Con opportuna scelta dei componenti costituenti il sigillante, si possono ottenere valori predefiniti del coefficiente di attrito personalizzabili secondo le varie politiche di serraggio.

#### 3.6 Lubrificanti

Sono rivestimenti di finitura trasparenti o colorati a base di oli, cere, lacche, applicati per immersione sul rivestimento elettrolitico. La loro funzione è quella di ridurre i valori e le dispersioni del coefficiente di attrito. Un'adeguata formulazione dei componenti costituenti il lubrificante consente di ottenere valori predeterminati del coefficiente di attrito.

### 3.7 Resistenza alla corrosione

La resistenza alla corrosione sulle superfici significative definite in 4.3 della parte 1 può essere determinata dalla seguenti prove:

- prova in nebbia salina UNI ISO 9227 con o senza preriscaldamento
- resistenza a prove cicliche in ambiente acido

La resistenza alla corrosione, risultante da prove in nebbia salina, è influenzata dal tipo di cromatazione, dalla presenza di un sigillante e dallo spessore del rivestimento di zinco o delle sue leghe.

A titolo indicativo si elencano le durate della resistenza alla nebbia salina di alcuni tipi di rivestimento di zinco.

Prospetto 4 **Resistenza nebbia salina**

Tipo del rivestimento	Aspetto	Tempo minimo senza comparsa di prodotti di corrosione bianchi sulla superficie significativa (viti e dadi)	Tempo minimo senza comparsa di prodotti di corrosione rossi sulla superficie significativa (viti e dadi)
		h	h ★
<b>A</b>	Bianco	6	48 ÷ 120
<b>B</b>	Bianco iridescente	12	36 ÷ 144
<b>C</b>	Giallo	72	96 ÷ 216
<b>D</b>	Verde oliva	96	120 ÷ 240
<b>Bk</b>	Nero	12	48 ÷ 120
<b>Senza cromo esavalente</b>	Bianco iridescente	72	144 ÷ 288

★ Variazioni in funzione dello spessore di zinco

L'applicazione di un sigillante fa ritardare la comparsa di prodotti di corrosione bianchi a oltre 150 ore e di pari entità la comparsa di prodotti di corrosione rossi. I rivestimenti a base di leghe di zinco (ZincoFerro, ZincoNichel, ZincoCobalto) con passivazioni esenti da cromo esavalente, hanno resistenza alla corrosione superiore ai rivestimenti di solo zinco. Si possono raggiungere, nella prova in nebbia salina, le 700 ÷ 800 ore prima della comparsa di ruggine rossa e, nel caso di rivestimenti con sigillanti, superare le 1000 ore.

## 4] Deidrogenazione

Il processo di decapaggio in acido per eliminare gli ossidi superficiali prima del rivestimento galvanico ed il processo galvanico stesso, generano la formazione di idrogeno atomico che ha la tendenza ad entrare negli spazi intergranulari dell'acciaio costituente gli elementi di collegamento.

In caso di acciai con resistenza alla trazione elevata la presenza di idrogeno provoca fragilità e pertanto è indispensabile sottoporre i componenti interessati ad un processo per eliminare l'idrogeno dall'acciaio. I particolari dovranno essere sottoposti a trattamento di deidrogenazione entro 4 h dall'applicazione del rivestimento di zincatura elettrolitica. La deidrogenazione deve avvenire mediante riscaldamento in forno a circolazione d'aria, seguito dal raffreddamento a temperatura ambiente. La durata e la temperatura del trattamento di deidrogenazione dovranno essere di almeno 2 ore a 200° ÷ 230 °C. Durate superiori, fino a 12 ore, possono essere utilizzate in caso di forti spessori del deposito elettrolitico. Per le viti con carico unitario di rottura  $R_m$  maggiore od uguale a 1040 N/mm<sup>2</sup> è obbligatorio il trattamento di deidrogenazione.

## 5] Programma di prove

### 5.1 Prove ordinarie

Le prove ordinarie sono le seguenti:

- controllo dell'aspetto mediante esame visivo
- misura dello spessore con metodo magnetico secondo UNI ISO 2178, UNI ISO 2361
- determinazione della resistenza alla corrosione in nebbia salina secondo UNI ISO 9227.

### 5.2 Prove straordinarie

Le prove straordinarie sono le seguenti:

- identificazione della natura del rivestimento secondo UNI ISO 2178, UNI ISO 2361
- misura dello spessore medio con metodo gravimetrico (dissoluzione e pesata) secondo UNI EN ISO 3882
- misura dello spessore con metodo microscopico
- misura dello spessore con altri metodi secondo UNI EN ISO 3882
- prova di aderenza (vedere 3.4).

# Rivestimenti protettivi degli elementi di collegamento

## Parte 3 - Rivestimenti chimici fosfatici

### 1] Generalità sui rivestimenti chimici fosfatici

I rivestimenti fosfatici a base di fosfato di zinco sono raccomandati per applicazione anticorrosiva e quelli a base di fosfato di manganese sono raccomandati per applicazione antiusura.

I rivestimenti a base di fosfato di manganese possono essere richiesti qualora sia accettabile una non grande resistenza alla corrosione ma non sono raccomandati per elementi di collegamento ad alta resistenza per problemi di infragilimento da idrogeno (vedere 3.2).

### 2] Sistema di designazione

Il sistema di designazione (vedere UNI ISO 9717) è composto dai seguenti simboli:

- **Fe**: metallo base seguito da una barra obliqua
- **FAR**: fosfatazione antiruggine allo zinco
- **FAG**: fosfatazione antigrippaggio al manganese
- **Zn**: zinco (o zinco-ferro)
- **Mn**: manganese (o manganese-ferro)
- numero eventuale: dello spessore nominale del rivestimento espresso in  $\mu\text{m}$

Per esempio:

**Fe/FAR Zn 6**

significa fosfatazione antiruggine su base acciaio, allo zinco (o zinco-ferro), spessore nominale del rivestimento pari a  $6\mu\text{m}$ . Lo spessore nominale del rivestimento si ottiene dividendo la massa del rivestimento per unità di superficie (espressa in  $\text{g}/\text{m}^2$ ) per 1,4.

### 3] Caratteristiche

#### 3.1 Caratteristiche del rivestimento

##### 3.1.1 Aspetto

Il rivestimento fosfatico deve presentarsi uniforme, colore da grigio chiaro a nero, più o meno finemente cristallino, esente da tonalità o da macchie giallastre.

Sono ammesse lievi variazioni nell'aspetto (e nel colore) del rivestimento.

##### 3.1.2 Natura chimica del rivestimento

Ove non diversamente indicato, i cristalli di rivestimento si intendono costituiti da fosfati di zinco-ferro o manganese-ferro. Per particolari esigenze, legate alla riduzione del coefficiente di attrito in avvitamento, può essere consigliabile l'ottenimento di strati fosfatici più sottili, a base di zinco oppure zinco-calcio.

##### 3.1.3 Spessore e massa del rivestimento fosfatico

La valutazione più attendibile è quella relativa alla massa specifica del rivestimento fosfatico, che si indica in grammi di rivestimento per metro quadrato di superficie ferrosa. Tale misura deve essere utilizzata in caso di contestazione. Le misure dello spessore di strato, con metodi magnetici o elettrici sono consigliate solo per controlli orientativi. Qualora sia importante la variazione dimensionale del pezzo, occorre tenere presente l'asporto di materiale di base che ha luogo durante il processo stesso di fosfatazione.

##### 3.1.4 Tipo di olio assorbito sullo strato fosfatico

In assenza di esplicite indicazioni, l'olio applicato sul rivestimento fosfatico, è in emulsione acquosa.

Per particolari esigenze di maggior resistenza alla corrosione, o altro, devono essere concordati fra committente e fornitore i tipi di olio da impiegare.

In tal caso i dati di identificazione dell'olio devono essere specificati a disegno o all'ordinazione.

##### 3.1.5 Resistenza alla corrosione

L'efficacia protettiva del rivestimento fosfatico si esprime come ore di permanenza in "nebbia salina", prima della comparsa di punti di ossidazione sulle superfici significative.

La superficie significativa è tutta la superficie del campione tranne gli spigoli.

Prospetto 5 **Resistenza alla corrosione (strati oliati)**

Designazione	Natura chimica del rivestimento	Massa di rivestimento g/m <sup>2</sup> *	Tempo minimo di esposizione in nebbia salina secondo UNI 5687 h**
Fe/FAR Zn 3	Fosfato di zinco	3 a 5	6
Fe/FAR Zn 6	Fosfato di zinco-ferro	> 8	24
Fe/FAG Mn 7	Fosfato di manganese-ferro	> 10	16

\* La massa di rivestimento si ottiene moltiplicando lo spessore nominale per 1,4.  
 \*\* Al termine della prova l'intera superficie, esclusi gli spigoli, deve essere priva di focolai di corrosione visibili a occhio nudo a normale distanza di lettura.

**3.2 Caratteristiche del post-trattamento di deidrogenazione**

I fenomeni di infragilimento da idrogeno possono avere luogo soprattutto nel decapaggio acido. In genere, durante la fosfatazione allo zinco (stante la ridotta acidità dei bagni), questi non assumono intensità rilevante; viceversa la fosfatazione al manganese da questo punto di vista tende ad essere più pericolosa. Qualora il carico unitario di rottura  $R_m$  del materiale sia maggiore od uguale a 1040 N/mm<sup>2</sup> (o di durezza corrispondente) può essere richiesto il trattamento di deidrogenazione, e ciò deve essere specificato a disegno o all'ordinazione. In questo caso la deidrogenazione può avvenire mediante riscaldamento in forno seguito da raffreddamento a temperatura ambiente secondo quanto riportato nel prospetto 6, oppure con permanenza di 120 h a temperatura ambiente.

Prospetto 6 **Trattamento di deidrogenazione**

Carico unitario di rottura $R_m$	Trattamento di deidrogenazione	
	Permanenza a regime h	Temperature °C
≥ 1040 N/mm <sup>2</sup>	8	110

Non è ammesso portare la temperatura al di sopra di 110 °C, per evitare fenomeni di sfarinamento dello strato fosfatico (solo la fosfatazione zinco-calcio sopporta temperature superiori, fino a 150 °C).

**4] Programma di prove**

**4.1 Prove ordinarie**

Le prove ordinarie sono le seguenti:

- controllo dell'aspetto mediante esame visivo
- misura dello spessore con metodo magnetico secondo UNI EN ISO 3882
- determinazione della resistenza alla corrosione in nebbia salina secondo UNI ISO 9227.

**4.2 Prove straordinarie**

Le prove straordinarie sono le seguenti:

- identificazione della natura del rivestimento
- misura della massa specifica di rivestimento con metodo gravimetrico (dissoluzione e pesata) secondo UNI ISO 3892 e UNI EN ISO 3882
- misura della massa specifica di rivestimento con metodo gravimetrico (dissoluzione senza pesata).

In taluni casi, soprattutto ove sia previsto l'impiego di oli particolari, è possibile procedere a una determinazione della massa specifica di olio assorbito.

# Rivestimenti protettivi degli elementi di collegamento

## Parte 4 - Rivestimenti chimici a base di metalli e di leganti organici

### 1] Generalità sui rivestimenti chimici a base di metalli e leganti organici

Sono rivestimenti chimici anticorrosivi, ottenuti per immersione (o spruzzo), in una sospensione acquosa, o a base di solventi, di lamelle metalliche di zinco e alluminio anodiche rispetto al supporto, con l'aggiunta di polimeri organici quali leganti. Possono contenere, tra gli elementi componenti, del cromo esavalente (di uso vietato nel campo automobilistico a partire dal 1 luglio 2007) o esserne esenti.

All'applicazione segue una fase di cottura in forno per polimerizzare e fissare il rivestimento.

Con l'aggiunta di polimeri di fluoruro di carbonio, si ottiene una leggera riduzione del coefficiente d'attrito ed una considerevole riduzione della dispersione del coefficiente di attrito stesso rispetto ai rivestimenti senza polimeri di fluoruro di carbonio.

Tali rivestimenti sono particolarmente raccomandati per bulloneria con carico unitario di rottura  $R_m$  maggiore o uguale a 1040 N/mm<sup>2</sup> perché non causano infragilimento da idrogeno, in quanto la preparazione della superficie da rivestire è eseguita con mezzi meccanici.

### 2] Sistema di designazione

Il sistema di designazione è composto dai seguenti simboli:

- **Fe**: metallo base seguito da una barra obliqua
- **AC**: rivestimento anticorrosivo chimico a base di metalli, cromati e leganti organici polimerici
- **ACL**: rivestimento anticorrosivo chimico lubrificante, a base di metalli, cromati o leganti organici polimerici, in cui sia presente un polimero fluoro carbonico
- **5**: spessore nominale 5µm (classe ordinaria) con massa specifica minima di 20 g/m<sup>2</sup>
- **8**: spessore nominale 8µm (classe straordinaria) con massa specifica minima di 32 g/m<sup>2</sup>

Per esempio:

**Fe/AC5**

Significa rivestimento anticorrosivo chimico su base acciaio, con spessore nominale pari a 5µm, di classe ordinaria.

### 3] Caratteristiche

#### 3.1 Aspetto

Il rivestimento deve essere color grigio argenteo, semi opaco (se in assenza di post-trattamenti) omogeneo e uniforme su tutta la superficie.

#### 3.2 Spessore

In base allo spessore, i rivestimenti in oggetto vengono suddivisi in due classi:

Classe ordinaria: spessore minimo 5µm (nominale 5µm).

Classe straordinaria: spessore minimo 8µm (nominale 8µm).

Nel caso dei dadi occorre tener presente che il rivestimento si deposita sulle superfici filettate, pertanto è necessario prescrivere la posizione di tolleranza **G**.

#### 3.3 Lubrificanti

Sono rivestimenti di finitura trasparenti o colorati a base di oli, cere e lacche applicati per immersione sul rivestimento. Hanno la funzione di ridurre i valori e le dispersioni del coefficiente di attrito.

Consentono di ottenere valori predeterminati del coefficiente di attrito con una formulazione adeguata dei componenti costituenti il lubrificante.

#### 3.4 Finizioni

Si tratta di un ulteriore strato applicato sul rivestimento, per immersione e successiva cottura in forno. È formato da sostanze organico minerali trasparenti o colorate.

Si ottengono incrementi notevoli della resistenza alla corrosione fino a oltre 800 ore senza comparsa di prodotti di corrosione rossi e riduzioni della dispersione dei valori di attrito delle superfici interessate.

Con opportuna scelta dei componenti costituenti queste finizioni, si possono ottenere valori predefiniti del coefficiente di attrito personalizzabili secondo le varie politiche di serraggio.

#### 3.5 Resistenza alla corrosione

La resistenza alla corrosione viene determinata con prova in camera di nebbia salina secondo UNI ISO 9227.

La resistenza alla corrosione degli elementi di collegamento in funzione dei prodotti e del tipo di rivestimento applicato deve risultare come prescritto nel prospetto 7.

La superficie significativa è tutta la superficie del campione tranne le concavità.

Prospetto 7 **Resistenza alla corrosione**

Designazione	Tempo minimo senza comparsa di prodotti di corrosione rossi sulla superficie significativa h
Fe/AC 5	300
Fe/ACL 5	300
Fe/AC 8	600
Fe/ACL 8	600

**3.6 Aderenza**

Il rivestimento non deve presentare segni di distacco dal metallo dopo un riscaldamento a 210 °C ed un brusco raffreddamento in acqua.

**4] Programma di prove**

**4.1 Prove ordinarie**

Le prove ordinarie sono le seguenti:

- controllo dell'aspetto secondo esame visivo
- misura dello spessore con metodo magnetico secondo UNI ISO 2178, UNI ISO 2361
- determinazione della resistenza in nebbia salina secondo UNI ISO 9227.

**4.2 Prove straordinarie**

Le prove straordinarie sono le seguenti:

- identificazione della natura del rivestimento con metodo da concordare
- misura dello spessore medio con metodo gravimetrico (dissoluzione e pesata) secondo UNI EN ISO 3882
- misura dello spessore con metodo microscopico
- prova di aderenza (vedere 3.6)
- misura dello spessore con altri metodi (vedere UNI EN ISO 3882).

# Rivestimenti protettivi degli elementi di collegamento

## Parte 5 - Rivestimenti metallici depositati meccanicamente

### 1] Generalità sui rivestimenti metallici depositati meccanicamente

Il rivestimento meccanico è particolarmente indicato quale riporto protettivo per elementi di collegamento ad alta resistenza con carico unitario di rottura  $R_m$  maggiore od uguale a  $1040 \text{ N/mm}^2$ , poiché non provoca infragilimento da idrogeno. Inoltre, per la particolare natura del rivestimento, questo è indicato per conferire la resistenza alla corrosione in ambienti solforosi.

### 2] Sistema di designazione

Il sistema di designazione è composto dai seguenti simboli:

- **Fe**: metallo base seguito da una barra obliqua
- **M**: applicazione meccanica del rivestimento
- Simbolo chimico del metallo del rivestimento: **Zn** (vedere nota)
- **8, 10, 12, 15, 20**: numeri dei valori nominali degli spessori del rivestimento, espressi in  $\mu\text{m}$
- **c**: rivestimento di conversione a base di cromati (passivazione)
- **1 e 2**: classi del rivestimento di conversione a base di cromati (resistenza alla corrosione 1=leggera, 2=forte)
- **A, C**: tipo del rivestimento di conversione a base di cromati contraddistinto dall'aspetto visivo

**A** = Trasparente chiaro  
**C** = Giallo iridescente

Per esempio:

**Fe/M Zn 8 c 1A**

significa rivestimento meccanico su base acciaio, con  $8 \mu\text{m}$  di spessore di strato di zinco con conversione a base di cromati avente simbolo **c**, di classe **1** e tipo **A** con aspetto caratteristico trasparente, chiaro, con deboli riflessi bluastri.

**Nota** Possono essere riportati strati di metallo diverso in funzione delle finalità applicative. Possono inoltre essere impiegati anche gli spessori seguenti: 25, 30, 40, 50, 70, e 80; per questi spessori devono essere scelti gli opportuni scostamenti fondamentali sulla filettatura tra le posizioni di scostamento intermedio fino a quella massima prevista per i rivestimenti di zinco a caldo. Dietro accordo tra committente e fornitore possono anche essere impiegati i rivestimenti di conversione a base di cromati con designazione B avente aspetto caratteristico "trasparente con debole iridescenza" e D avente aspetto caratteristico "verde oliva con tonalità marrone o bronzo" e le relative resistenze alla corrosione conformi alla UNI ISO 4520.

### 3] Caratteristiche

#### 3.1 Aspetto

Il rivestimento meccanico, senza conversione cromica, assume tonalità diversa in funzione del metallo depositato; comunque deve avere un aspetto argenteo, da opaco a semilucido, omogeneo ed uniforme su tutta la superficie. Dopo la conversione cromica assume l'aspetto caratteristico della stessa.

#### 3.2 Spessore

Per le viti sono da assegnare alle filettature gli spessori del prospetto 3 della parte 1.

Per i dadi, qualora venga eseguito il trattamento di deposizione meccanica sul dado filettato, occorre verificare le caratteristiche meccaniche risultanti dalla posizione di tolleranza scelta per la filettatura in relazione allo spessore prescritto.

#### 3.3 Resistenza alla corrosione

La resistenza alla corrosione viene determinata con prova in nebbia salina secondo UNI ISO 9227.

La resistenza alla corrosione degli elementi di collegamento è in funzione del rivestimento applicato e deve risultare come nel prospetto 8, nel quale vengono considerati i rivestimenti a singolo strato generalmente impiegati.

La presenza di prodotti di corrosione visibili ad occhio nudo, alla fine della prova, sugli spigoli della campionatura non viene considerata causa di scarto.

La superficie significativa è tutta la superficie del campione, tranne gli spigoli.

Prospetto 8 **Resistenza alla corrosione**

Designazione	Aspetto caratteristico	Tempo minimo senza comparsa di prodotti di corrosione bianchi sulla superficie significativa	Tempo minimo senza comparsa di prodotti di corrosione rossi sulla superficie significativa
		h	h
Fe/M Zn 8 c 1A	Trasparente, chiaro, con deboli riflessi bluastrì	6	72
Fe/M Zn 12 c 1A		6	96
Fe/M Zn 20 c 1A		6	120
Fe/M Zn 8 c 2C	Giallo iridescente	72	144
Fe/M Zn 12 c 2C		72	192
Fe/M Zn 20 c 2C		72	216

### 3.4 Aderenza

Il rivestimento meccanico non deve presentare segni di distacco dal metallo base dopo riscaldamento a 210 °C seguito da un brusco raffreddamento in acqua.

## 4] Programma di prove

### 4.1 Prove ordinarie

Le prove ordinarie sono:

- controllo dell'aspetto mediante esame visivo
- misura dello spessore con metodo magnetico secondo UNI ISO 2178, UNI ISO 2361
- prova di resistenza alla corrosione in nebbia salina secondo UNI ISO 9227

### 4.2 Prove straordinarie

Le prove straordinarie sono:

- identificazione della natura del rivestimento secondo UNI 4179
- misura dello spessore medio con metodo gravimetrico (dissoluzione e pesata) secondo UNI EN ISO 3882
- misura dello spessore con metodo microscopico
- misura dello spessore con altri metodi secondo UNI EN ISO 3882
- prova di aderenza (vedere 3.4.)

## Rivestimenti protettivi degli elementi di collegamento

### Parte 6 - Rivestimenti galvanici per immersione a caldo

#### 1] Generalità sui rivestimenti galvanici per immersione a caldo

Di seguito sono elencate le caratteristiche del materiale e le dimensioni della filettatura per elementi di collegamento sottoposti a rivestimento galvanico per immersione a caldo.

Essa si applica a viti:

- con diametro nominale di filettatura a passo grosso compreso tra M8 e M64
- con classe di resistenza fino a 10.9 inclusa.

Essa si applica a dadi:

- con diametro nominale di filettatura a passo grosso tra M8 e M64
- con classe di resistenza fino a 12 inclusa.

#### 2] Sistema di designazione

Il sistema di designazione è composto dai seguenti simboli:

- **5.8 , 6.8 , 8.8 , 10.9**: classe di resistenza della vite
- **5 , 6 , 8 , 10 , 12**: classe di resistenza del dado
- **U**: identifica dimensioni di filettatura minorate con campo di tolleranza 6az per le viti
- **Z**: identifica dimensioni di filettatura maggiorate con campo di tolleranza 6AZ per i dadi
- **X**: identifica dimensioni di filettatura maggiorate con campo di tolleranza 6AX per i dadi
- **tZn**: identifica rivestimento galvanico per immersione a caldo

Esempio 1:

**8.8U tZn** significa vite di classe 8.8 con rivestimento galvanico per immersione a caldo con campo di tolleranza 6az.

Esempio 2:

**8Z tZn** significa dado di classe 8 con rivestimento galvanico per immersione a caldo con campo di tolleranza 6AZ.

#### 3] Termini e definizioni

Ai fini della presente norma si applicano i termini e le definizioni seguenti. Essi si basano sui termini e sulle definizioni fornite dalla ISO 2064.

##### 3.1 Cestello (\*)

Quantità di particolari identici, lavati, decapati, preparati e sottoposti a trattamento galvanico tutti insieme in un singolo cesto.

(\*) Intendasi per "cestello" un contenitore di particolari fra di loro uguali in ognuna delle fasi dei processi produttivi e la somma dei quali costituisce un "lotto".

##### 3.2 Lotto di produzione

Insieme dei cestelli che traggono origine dallo stesso lotto di produzione, sottoposti senza interruzione allo stesso processo di lavaggio, decapaggio, attivazione, immersione in bagno di zinco fuso e centrifugazione, senza che varino la temperatura e la concentrazione degli elementi che intervengono nel processo.

##### 3.3 Spessore medio del cestello

Spessore medio calcolato di un rivestimento come se fosse uniformemente distribuito sui particolari che compongono il cesto.

##### 3.4 Deidrogenazione

Processo di riscaldamento dei particolari per un tempo definito ad una data temperatura allo scopo di ridurre al minimo il rischio di infragilimento da idrogeno.

### 3.5 Distensione

Processo di riscaldamento dei particolari per un tempo definito ad una data temperatura allo scopo di eliminare le tensioni indotte da incrudimento da lavorazione.

### 3.6 Rivestimento galvanico per immersione a caldo

Processo tramite il quale gli elementi di collegamento sono zincati per immersione in bagno di zinco fuso. Ciò ha come risultato la formazione di un rivestimento di lega Zinco-Ferro oppure un rivestimento di lega Zinco-Ferro più un rivestimento di Zinco sulla superficie del particolare.

**Nota** Questo processo prevede la rimozione dello zinco in eccesso per centrifugazione o altro metodo equivalente.

---

## 4] Materiali

### 4.1 Materiale grezzo per la costruzione dei componenti

#### 4.1.1 Composizione chimica

I materiali prescritti dalle norme EN ISO 898-1 e EN 20898-2 sono adatti all'applicazione di rivestimento galvanico per immersione a caldo fatta eccezione per i casi in cui il contenuto totale di fosforo e silicio si attesti entro i valori di 0.03% e 0.13%, nei quali casi si raccomanda un rivestimento galvanico per immersione a caldo ad alta temperatura (530 ÷ 560 °C).

#### 4.1.2 Condizioni superficiali

La superficie del componente, prima dell'immersione nel bagno di zinco, deve essere pulita ed esente da elementi contaminanti che possano influire negativamente sul processo di rivestimento galvanico per immersione a caldo.

### 4.2 Zinco

Lo zinco usato in questo tipo di processo deve attenersi ai requisiti richiesti dalla ISO 1461.

---

## 5] Procedure per applicazione del rivestimento galvanico per immersione a caldo

### 5.1 Distensione

I particolari che risentono di forte incrudimento da lavorazione, devono essere sottoposti ad un processo di distensione prima del decapaggio e dell'applicazione del rivestimento galvanico per immersione a caldo.

### 5.2 Pulitura e decapaggio

I particolari devono essere lavati. Durante il processo di decapaggio l'idrogeno può essere assorbito nell'acciaio e quindi causare fragilità. Salvo diversamente specificato, i particolari trattati termicamente o incruditi per lavorazione con durezza risultante 320 HV, devono essere decapati con l'impiego di un acido spento oppure con processo meccanico o trattamento alcalino.

**Nota** Un acido spento è un acido al quale è stato aggiunto un inibitore al fine di ridurre il grado di attacco corrosivo sull'acciaio e l'assorbimento da idrogeno.

### 5.3 Deidrogenazione

Se necessaria deve avvenire prima dell'attivazione della superficie.

### 5.4 Attivazione

I particolari devono essere attivati superficialmente ed asciugati se necessario.

### 5.5 Rivestimento galvanico per immersione a caldo

Il rivestimento galvanico per immersione a caldo a temperatura normale è effettuato in un bagno ad una temperatura di 455 ÷ 480 °C.

Il rivestimento galvanico per immersione a caldo ad alta temperatura è utilizzato per ottenere un rivestimento più liscio e di spessore ridotto ed è effettuato in un bagno ad una temperatura di 530 ÷ 550 °C.

Si ottiene con questo metodo un aspetto superficiale opaco.

Al fine di evitare microfessure, alle viti con diametro nominale di filettatura maggiore o uguale a M27 con classe di resistenza 10.9 non può essere applicato un rivestimento galvanico per immersione a caldo.

Il rivestimento galvanico non deve mai essere effettuato in un bagno ad una temperatura di 480 ÷ 530 °C.

## 5.6 Centrifugazione e raffreddamento

Dopo il rivestimento galvanico per immersione a caldo i pezzi devono essere immediatamente centrifugati in barile e raffreddati in acqua o aria in funzione della loro dimensione.

## 5.7 Maschiatura dei dadi

I dadi devono essere maschiati dopo l'applicazione del rivestimento galvanico per immersione a caldo.

## 5.8 Trattamenti aggiuntivi

La gran parte dei particolari con rivestimento galvanico per immersione a caldo non necessita di trattamenti aggiuntivi. Se richiesto dal cliente, è possibile applicare trattamenti aggiuntivi quali la cromatazione o la fosfatazione al fine di ridurre la possibilità di degrado per stoccaggio in ambiente umido (corrosione bianca), o per favorire una eventuale verniciatura aggiuntiva.

## 6] Requisiti relativi alle tolleranze sul filetto e marcatura addizionale

### 6.1 Generalità

Le dimensioni limite delle filettature metriche ISO prima e dopo il rivestimento sono specificate nelle norme ISO 965-1, 965-2, 965-3, 965-4, 965-5. Tutte le altre dimensioni e tolleranze si intendono prima dell'applicazione del rivestimento galvanico per immersione a caldo.

**Nota** Non è possibile controllare la tolleranza sul filetto di un particolare con rivestimento galvanico per immersione a caldo eliminando il rivestimento e misurando poi il filetto, poiché una parte dell'acciaio si è disciolta durante l'applicazione del rivestimento.

### 6.2 Requisiti e precauzioni nel montaggio di elementi di collegamento con rivestimento galvanico per immersione a caldo

#### 6.2.1 Raccomandazioni

Queste disposizioni sono da applicare esclusivamente agli elementi di collegamento con tolleranze di filettatura secondo ISO 965-1, 965-2, 965-3, 965-4, 965-5 e stampigliatura secondo EN ISO 898-1 e EN 20898-2.

La marcatura specificata nei punti 6.2.2 e 6.2.3 deve essere eseguita in aggiunta a quella prescritta dalle EN ISO 898-1 e EN 20898-2.

L'applicazione di un rivestimento galvanico per immersione a caldo ha come risultato un elevato spessore di zinco (sempre superiore a 40 µm). Di qui la necessità di utilizzare filettature con dimensioni che possano assorbire tali importanti spessori, ottenibile con due differenti metodi.

Il primo metodo (vedi 6.2.2) consiste nell'utilizzare dadi maschiati con dimensioni di filettatura maggiorate con campo di tolleranza **6AX** o **6AZ**, da accoppiare con viti che abbiano posizione di tolleranza **g** o **h** prima del rivestimento.

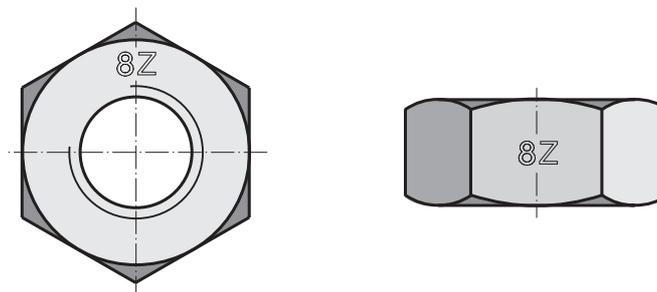
Il secondo metodo (vedi 6.2.3) consiste nell'utilizzare viti filettate con dimensioni di filettatura minorate con campo di tolleranza **6az** prima del rivestimento, da accoppiare a dadi che abbiano posizione di tolleranza **G** o **H** dopo il rivestimento.

#### 6.2.2 Dadi con dimensioni di filettatura maggiorate. Campo di tolleranza 6AZ o 6AX

Le dimensioni di filettatura maggiorate dei dadi, con campo di tolleranza **6AZ** o **6AX** in accordo con la ISO 965-5, sono prescritte dopo il rivestimento galvanico per immersione a caldo quando le viti da accoppiare sono fabbricate con filettature con posizione di tolleranza **g** o **h**, in accordo con le ISO 965-1, 965-2, 965-3, 965-4, 965-5, prima del rivestimento galvanico per immersione a caldo.

I dadi con dimensioni di filettatura maggiorate sono marchiati con lettera **Z** immediatamente dopo il simbolo di classe di resistenza nel caso di filettatura con campo di tolleranza **6AZ** o con la lettera **X** nel caso di filettatura con campo di tolleranza **6AX** (figura 1).

Figura 1 **Esempio di marcatura di dadi maschiati con dimensioni di filettatura maggiorate, rivestiti galvanicamente per immersione a caldo con campo di tolleranza 6AZ.**



Al fine di ridurre il rischio di interferenze al montaggio, lo spessore del rivestimento delle viti da accoppiare non deve superare un quarto del gioco minimo esistente nella combinazione vite/dado. Questi valori sono dati nel prospetto 1, per informazione.

Prospetto 1 **Deviazioni fondamentali e limiti superiori degli spessori di rivestimento per montaggi con dadi maschiati con dimensioni di filettatura maggiorate**

Passo  P  mm	Diametro nominale filettatura  d  mm	Deviazioni fondamentali				Gioco minimo e massimo spessore del rivestimento per combinazioni delle filettature							
		Filettatura interna		Filettatura esterna		AZ/h		AZ/g		AX/h		AX/g	
		AZ	AX	h	g	Gioco minimo	massimo spessore rivest.	Gioco minimo	massimo spessore rivest.	Gioco minimo	massimo spessore rivest.	Gioco minimo	massimo spessore rivest.
$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
1,75	12	+335	+365	0	-34	335	84	369	92	365	91	399	100
2	14	+340	+420	0	-38	340	85	378	95	420	105	458	115
2	16	+340	+420	0	-38	340	85	378	95	420	105	458	115
2,5	18	+350	+530	0	-42	350	88	392	98	530	133	572	143
2,5	20	+350	+530	0	-42	350	88	392	98	530	133	572	143
2,5	22	+350	+530	0	-42	350	88	392	98	530	133	572	143
3	24	+360	+640	0	-48	360	90	408	102	640	160	688	172
3	27	+360	+640	0	-48	360	90	408	102	640	160	688	172
3,5	30	+370	+750	0	-53	370	93	423	106	750	188	803	201

Le deviazioni fondamentali per AZ e AX sono calcolate secondo le formule date nella ISO 965-5

### 6.2.3 Viti con dimensioni di filettatura minorate. Campo di tolleranza 6az prima del rivestimento

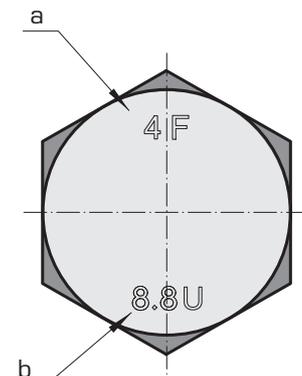
Le dimensioni di filettatura minorate delle viti, con campo di tolleranza **6az** in accordo con la ISO 956-4, sono prescritte prima del rivestimento galvanico per immersione a caldo quando i dadi da accoppiare sono fabbricati con filettature con posizione di tolleranza **G** o **H**, in accordo con la ISO 965-1, 965-2, 965-3, dopo il rivestimento galvanico per immersione a caldo.

Le viti con dimensioni di filettatura minorate sono marchiate con lettera **U** immediatamente dopo il simbolo di classe di resistenza (figura 2)

Figura 2 **Esempio di marcatura di viti con dimensioni di filettatura minorate, rivestite galvanicamente per immersione a caldo con campo di tolleranza 6az prima del rivestimento.**

#### Legenda

- a Marchio del fabbricante
- b Classe di resistenza e marchio aggiuntivo



Al fine di ridurre il rischio di interferenze al montaggio, lo spessore del rivestimento delle viti non deve eccedere un quarto del gioco minimo esistente nella combinazione vite/dado.  
Questi valori sono dati nel prospetto 2, per informazione.

Prospetto 2 **Deviazioni fondamentali e limiti superiori degli spessori di rivestimento per montaggi con viti con dimensioni di filettatura minorate.**

Passo	Diametro nominale filettatura	Deviazioni fondamentali			Gioco minimo e massimo spessore del rivestimento per combinazioni delle filettature			
		Filettatura esterna	Filettatura interna		az/H		az/G	
			az	H	G	Gioco minimo	massimo spessore rivest.	Gioco minimo
P	d	az	H	G	Gioco minimo	massimo spessore rivest.	Gioco minimo	massimo spessore rivest.
mm	mm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm
1,75	12	-335	0	+34	335	84	369	92
2	14	-340	0	+38	340	85	378	95
2	16	-340	0	+38	340	85	378	95
2,5	18	-350	0	+42	350	88	392	98
2,5	20	-350	0	+42	350	88	392	98
2,5	22	-350	0	+42	350	88	392	98
3	24	-360	0	+48	360	90	408	102
3	27	-360	0	+48	360	90	408	102
3,5	30	-370	0	+53	370	93	423	106

Le deviazioni fondamentali per az sono calcolate secondo le formule date nella ISO 965-4

#### 6.2.4 Marcatura per le forniture in contenitori sigillati

Se le viti e i dadi da accoppiare sono imballati insieme e sono forniti in contenitori sigillati del costruttore, la marcatura addizionale come descritto ai punti 6.2.2 e 6.2.3 non è obbligatoria. L'etichetta sul contenitore sigillato assolve anche al compito di marchiatura addizionale come richiesto nei punti 6.2.2 e 6.2.3.

## 7] Proprietà meccaniche

### 7.1 Proprietà meccaniche delle viti

Le viti con dimensioni di filettatura minorate devono rispettare le proprietà meccaniche stabilite dalla EN ISO 898-1.

### 7.2 Proprietà meccaniche dei dadi

I dadi con dimensioni di filettatura maggiorate devono rispettare le proprietà meccaniche stabilite dalla EN 20898-2.

## 8] Requisiti del rivestimento

### 8.1 Aspetto del rivestimento di zinco

I particolari con rivestimento galvanico per immersione a caldo non devono presentare zone non rivestite, bolle, punti neri, inclusioni ed altri difetti che possano pregiudicare il corretto impiego del particolare stesso. L'aspetto opaco non deve essere inteso come motivo di scarto.

### 8.2 Considerazioni relative alle rondelle con rivestimento galvanico per immersione a caldo.

Le rondelle, durante l'applicazione del rivestimento, tendono ad "incollarsi" l'una all'altra. Di conseguenza, al momento dell'ordine, occorre accordarsi al fine di definire un valido criterio di accettazione.

### 8.3 Spessore dello strato di zinco

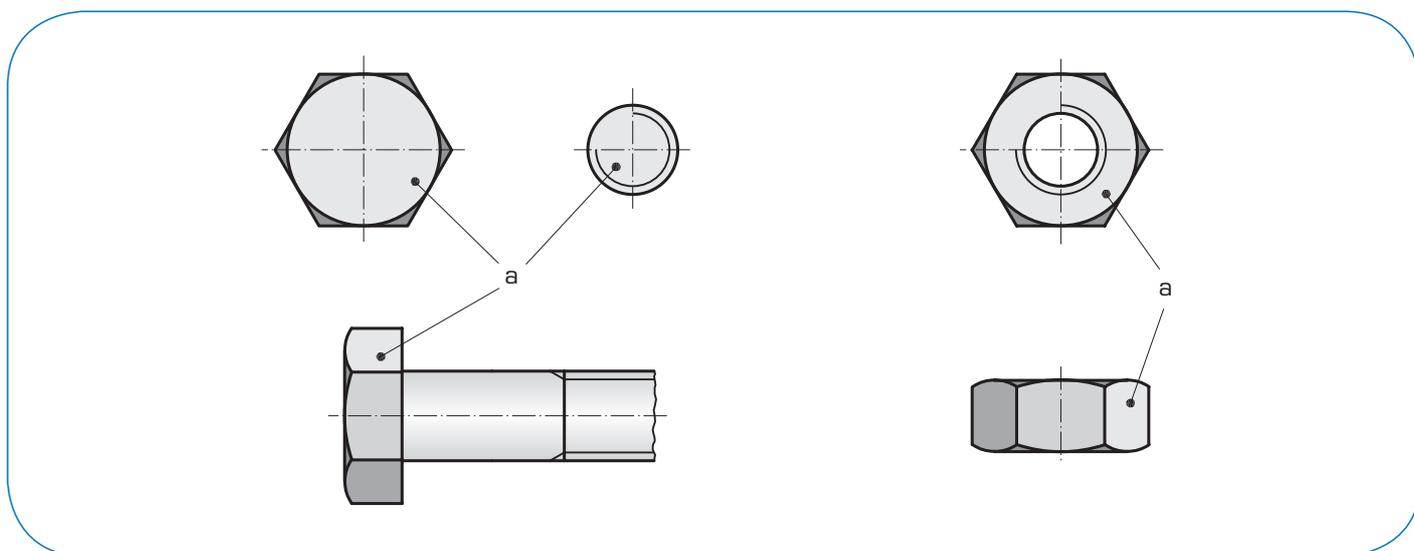
Lo spessore locale deve essere di 40 µm minimo e lo spessore medio della totalità dei cestelli deve essere

di 50 µm minimo. La zona di misurazione dello spessore locale deve essere quella indicata nella figura 3. La misurazione dello spessore locale deve essere eseguita con metodo magnetico in accordo con la ISO 2178 su ogni singolo lotto. Per definire lo spessore locale deve essere calcolata la media su cinque letture. Se la geometria del pezzo non permette di eseguire le cinque letture, la media deve essere calcolata su cinque campioni. In caso di controversia, per la misurazione deve essere utilizzato il metodo gravimetrico in accordo con la ISO 1460.

Figura 3 **Zona di misurazione dello spessore del rivestimento locale**

**Legenda**

a Zona di misurazione



**8.4 Adesione del rivestimento**

Il rivestimento di zinco deve aderire perfettamente alla superficie del metallo base.

**9] Lubrificazione**

Per aumentare la tenuta del montaggio, le viti e i dadi possono essere lubrificati.

## Appendice

### Resistenza del montaggio vite/dado con rivestimento galvanico per immersione a caldo

Le viti con dimensioni di filettatura minorate secondo la ISO 965-4 e i dadi con dimensioni di filettatura maggiorate secondo la ISO 965-5, se sono costruiti utilizzando l'intero campo di tolleranza delle dimensioni di filettatura e delle proprietà meccaniche, possono non raggiungere l'attesa resistenza se montati con l'elemento che a esso si accoppia.

La ridotta resistenza del montaggio è dovuta alla ridotta resistenza al taglio della filettatura modificata; vedere a proposito quanto scritto da Alexander (\*) sulla resistenza della filettatura delle viti.

Quanto segue indica i metodi grazie ai quali un'adeguata resistenza al montaggio può essere raggiunta con tolleranze **6g/6H** con l'impiego di dimensioni di filettatura modificate.

#### A] Viti costruite secondo la ISO 965-4 con campo di tolleranza 6az.

Le viti non devono essere costruite ai valori minimi di resistenza a trazione,  $R_m$ , prescritti dalla EN ISO 898-1. Nel caso di viti aventi classe di resistenza 8.8, non bisogna superare la resistenza a trazione minima prevista per la classe 10.9 al fine di evitare il rischio di infragilimento da idrogeno.

#### B] Dadi costruiti secondo la ISO 965-5 con campo di tolleranza 6AZ.

Per ottenere una buona resistenza al montaggio con dadi con dimensioni di filettatura maggiorate con campo di tolleranza 6AZ, esistono due differenti metodi:

- 1 Utilizzare la vite con un dado con classe di resistenza superiore (ad esempio vite di classe 8.8 con dado di classe 10)
- 2 Utilizzare la vite con un dado con classe di resistenza corretto ma con altezza di tipo 2 anziché di tipo 1.

#### C] Dadi costruiti secondo la ISO 965-5 con campo di tolleranza 6AX.

Per diametri superiori a M10 per ottenere una buona resistenza al montaggio con dadi con dimensioni di filettatura maggiorate con campo di tolleranza 6AX, occorre utilizzare un dado con classe di resistenza superiore a quella usata con campo di tolleranza 6AZ.

(\*) Vedere: *Analisi e progettazione di montaggi filettati* - E.M.Alexander - SAE Transaction, Section 3 - Volume 86

## Resine: sigillanti, frenanti e bloccanti

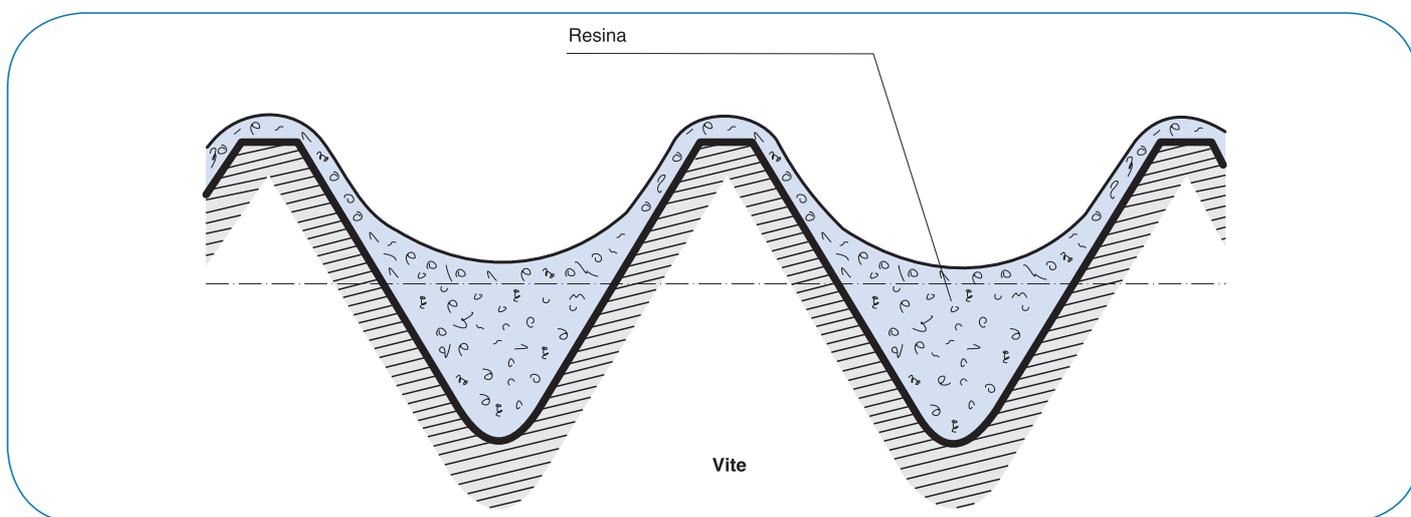
### 1] Generalità

Per ottenere funzioni di sigillatura, frenatura, bloccaggio antisvitante si applicano sulla filettatura delle resine plastiche polimere o dei poliammidi.

I prodotti sono classificabili in relazione alla funzione svolta:

- Categoria 1 - Sigillante
- Categoria 2 - Bloccante leggero/sigillante
- Categoria 3 - Bloccante forte/sigillante
- Categoria 4 - Frenante

Si applicano normalmente su una lunghezza di filettatura pari a una volta il diametro, lasciando i primi due o tre filetti liberi per consentire l'imbocco della vite.



### 2] Caratteristiche

#### 2.1 Categoria 1 - Funzione sigillante

**2.1.1** La funzione è di realizzare una tenuta ai fluidi nell'accoppiamento filettato tramite la formazione di una pellicola plastica tra vite e madrevite.

In genere non è indispensabile modificare i parametri di serraggio rispetto a viti non trattate.

La sigillatura rimane efficace fino a 3 riutilizzi.

I prodotti di questa categoria sono utilizzabili da -50 °C a +150 °C e per pressioni fino a 5 bar.

#### 2.1.2 Controlli

I controlli da eseguire sono:

- colore (normalmente azzurro)
- dimensionale: secondo disegno
- tenuta ai fluidi con pressione di 5 bar minima per 48 ore senza perdite (prova da effettuarsi 24 ore dopo l'applicazione)
- coppia massima all'avvitatura senza pre-carico secondo tabella seguente:

<i>d</i> vite	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Nm max.	1,1	2,5	3,6	5,6	8	9,7

- coppia massima allo svitamento che deve risultare inferiore o uguale a quella rilevata all'avvitamento
- spessore del deposito: deve risultare tra il 50% e l'80% della profondità del filetto
- durante l'avvitatura con un dado con tolleranza di filettatura 6H non devono verificarsi distacchi e/o rifollamenti della resina
- regolarità del deposito: deve risultare uniforme.

## 2.2 Categoria 2 - Funzione bloccante leggero/sigillante

**2.2.1** La funzione è di realizzare un bloccaggio leggero dell'accoppiamento filettato e la tenuta ai fluidi. Si utilizzano resine anaerobiche che consentono un solo montaggio (Le viti devono essere ritrattate e la madrevite pulita dai residui della resina in caso di riutilizzo). I prodotti di questa categoria sono utilizzabili fino a +150 °C.

### 2.2.2 Controlli

I controlli da eseguire sono:

- colore (normalmente verde)
- dimensionale: secondo disegno
- tenuta ai fluidi con pressione di 5 bar minima per 48 ore senza perdite (prova da effettuarsi 24 ore dopo l'applicazione e la polimerizzazione)
- coppia massima all'avvitatura senza precarico secondo tabella seguente.

<i>d</i> vite	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Nm max.	1,1	2,5	3,6	5,6	8	9,7

- coppia minima di scollamento al primo giro, dopo 24 ore dalla applicazione, che deve essere circa uguale a quella di serraggio
- coppia minima allo svitamento dopo il primo giro secondo tabella seguente:

<i>d</i> vite	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Nm max.	2,5	4,6	7,3	10,8	14,6	19,4

- spessore del deposito: deve risultare tra il 50% e l'80% della profondità del filetto
- durante l'avvitatura con un dado con tolleranza di filettatura 6H non devono verificarsi distacchi e/o rifollamenti della resina
- regolarità del deposito: deve risultare uniforme.

## 2.3 Categoria 3 - Funzione bloccante forte/sigillante

**2.3.1** La funzione è quella di assicurare il bloccaggio del collegamento filettato, per viti di sicurezza o collegamenti con carichi trasversali dinamici, per collegamenti soggetti a vibrazioni e deformazioni elastiche e di assicurare inoltre la tenuta ai fluidi.

Sono utilizzate resine anaerobiche e sono tali da non consentire lo smontaggio della vite senza provocarne il danneggiamento; quindi sono sconsigliate per quei collegamenti soggetti a smontaggio.

Non si possono effettuare serraggi in più fasi e non si devono eseguire controlli della chiusura dopo l'avvitatura. I prodotti di questa categoria sono utilizzabili fino a +150 °C.

Sono disponibili prodotti di questa categoria che garantiscono, oltre alle caratteristiche del punto 2.3.2, anche valori del coefficiente di attrito predefiniti e di ridotta dispersione.

### 2.3.2 Controlli

I controlli da eseguire sono:

- colore (normalmente rosso)
- dimensionale: secondo disegno
- tenuta ai fluidi con pressione di 5 bar minima per 48 ore senza perdite (prova da effettuarsi 24 ore dopo l'applicazione e la polimerizzazione)
- coppia massima all'avvitatura senza precarico secondo tabella seguente:

<i>d</i> vite	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Nm max.	1,8	3,3	5,2	7,7	10,4	13,9

- coppia minima di scollamento al primo giro, dopo 24 ore dalla applicazione, che deve essere sempre superiore a quella di serraggio
- coppia minima allo svitamento dopo il primo giro secondo tabella seguente:

<i>d</i> vite	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Nm max.	3,5	6,6	10,4	15,4	20,8	27,7

- spessore del deposito: deve risultare tra il 50% e l'80% della profondità del filetto
- durante l'avvitatura con un dado con tolleranza di filettatura 6H non devono verificarsi distacchi e/o rifollamenti della resina
- regolarità del deposito: deve risultare uniforme.

## 2.4 Categoria 4 - Funzione frenante

**2.4.1** Sono resine poliammidiche, applicate sulla filettatura con lo scopo di evitare allentamenti della giunzione filettata causati da vibrazioni.

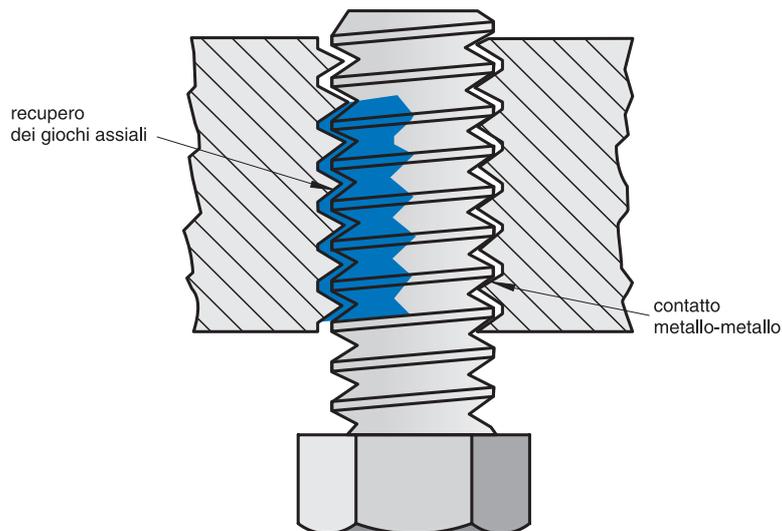
Esplicano tale funzione eliminando i giochi tra vite e madrevite.

Tali resine sono normalmente applicate solamente su un arco di circonferenza compreso tra 90° e 180°.

Se applicate su 360° realizzano anche la funzione sigillante.

L'efficacia della frenatura è mantenuta fino a tre smontaggi successivi.

Le resine di questa categoria sono utilizzabili fino a +120 °C.



## 2.4.2 Controlli

I controlli da eseguire sono:

- colore (normalmente blu)
- dimensionale: secondo disegno
- durante l'avvitatura con un dado standard non devono verificarsi distacchi e/o rifollamenti della resina
- coppia massima al primo avvitamento, senza precarico, secondo tabella seguente:

<i>d</i> vite	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Nm max.	3	6	10,5	15,5	24	32

- coppia minima al primo svitamento secondo tabella seguente:

<i>d</i> vite	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Nm max.	0,35	0,85	1,5	2,3	3,3	4

- coppia minima al terzo svitamento secondo tabella seguente:

<i>d</i> vite	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Nm max.	0,23	0,45	0,75	1,6	2,3	2,8

I valori delle coppie delle tabelle su riportate sono validi per lunghezze di rivestimento in presa pari a 4-6 filetti e dopo 24 ore dall'applicazione.

## Cave esalobate per viti

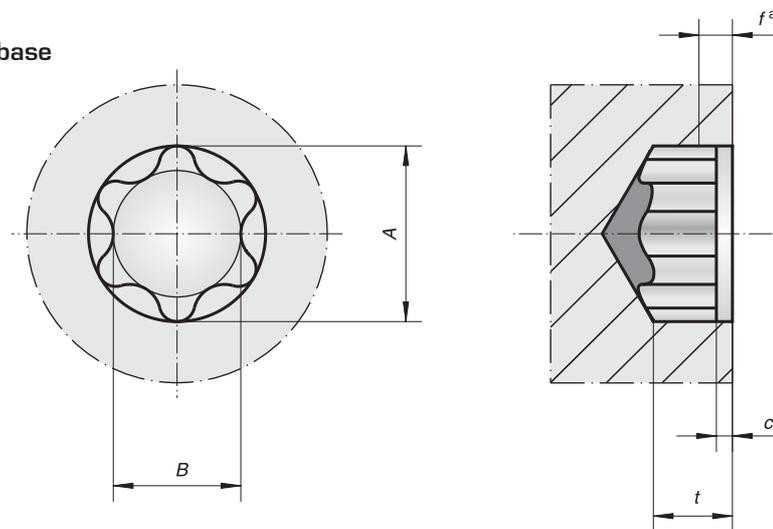
### 1] Generalità

La presente norma prescrive la forma, le dimensioni di base e la verifica mediante calibri delle cave esalobate per viti. La curvatura del contorno della cava esalobata è definita dai calibri specificati nelle tabelle 3, 4 e 5. Le informazioni supplementari necessarie per la rappresentazione grafica del contorno sono date nell'appendice informativa A. L'intento della presente norma è quello di fornire i dettagli necessari per il collaudo delle cave esalobate.

### 2] Dimensioni base

Vedi figura 1 e tabella 1

Figura 1 **Dimensioni base**



$c \leq 0,13$  mm per impronte fino a Nr. 15  
 $c \leq 0,25$  mm per impronte superiori a Nr. 15

Per la profondità di penetrazione  $t$  vedere le attinenti norma di prodotto

a) vedi tabella 2

Tabella 1 **Dimensioni base**

Dimensioni in mm

Cava esalobata Nr.	Dimensioni nominali	
	A	B
6	1,75	1,27
8	2,4	1,75
10	2,8	2,05
15	3,35	2,4
20	3,95	2,85
25	4,5	3,25
30	5,6	4,05
40	6,75	4,85
45	7,93	5,64
50	8,95	6,45
55	11,35	8,05
60	13,45	9,6
70	15,7	11,2
80	17,75	12,8
90	20,2	14,4
100	22,4	16

## 2.1 Calibri

### Principio

Il calibro passa (vedi 2.2) deve entrare liberamente nell'impronta esalobata fino alla profondità di penetrazione  $t$  stabilita dalla attinente norma di prodotto.

Il calibro non passa (ved. 2.3.1 e 2.3.2) non deve poter entrare nella cava esalobata per una profondità maggiore della dimensione  $f$  come specificato nella tabella 2.

Tabella 2 **Dimensioni  $f$**

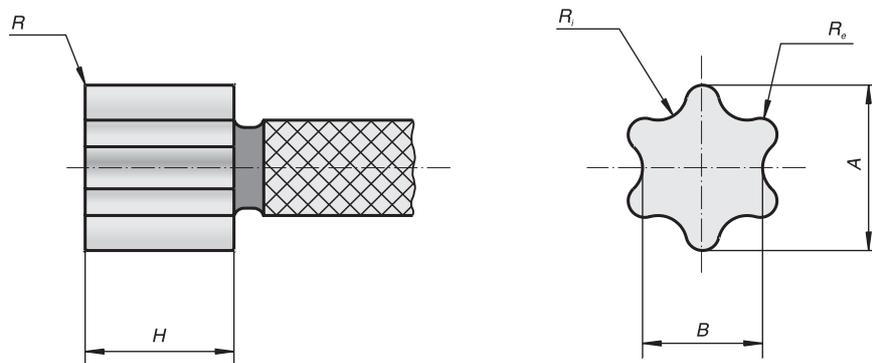
Dimensioni in mm

Impronta elaborata Nr.	6	8	10	15	20	25	30	40	45	50	55	60	70	80	90	100
$f$	0,31	0,41	0,51	0,51	0,64	0,64	0,76	0,89	1,02	1,27	1,27	1,27	1,52	1,52	1,78	2,03

## 2.2 Calibro passa

Il calibro passa deve avere le dimensioni all'interno dei limiti specificati nella tabella 3.

Figura 3 **Dimensioni del calibro passa**



$R_{max}$  0,076 per calibri con impronta  $\geq$  Nr. 10

$R_{max}$  0,0254 per calibri con impronta  $<$  Nr. 10

Tabella 3 **Dimensioni limite del calibro passa**

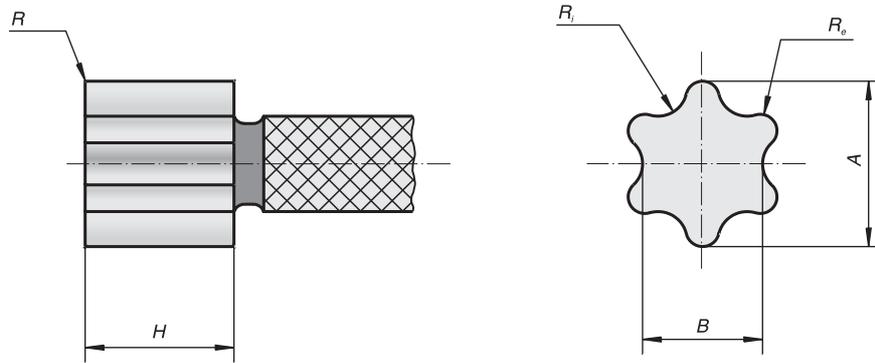
Dimensioni in mm

Impronta esalobata Nr.	A		B		$R_i$		$R_e$		H	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
<b>6</b>	1,695	1,709	1,210	1,224	0,371	0,396	0,130	0,134	1,33	1,82
<b>8</b>	2,335	2,349	1,672	1,686	0,498	0,523	0,188	0,193	2,54	3,05
<b>10</b>	2,761	2,776	1,979	1,993	0,585	0,609	0,227	0,231	3,05	3,56
<b>15</b>	3,295	3,309	2,353	2,367	0,704	0,728	0,265	0,269	3,30	3,81
<b>20</b>	3,879	3,893	2,764	2,778	0,846	0,871	0,303	0,307	3,56	4,07
<b>25</b>	4,451	4,465	3,170	3,185	0,907	0,932	0,371	0,378	3,94	4,45
<b>30</b>	5,543	5,557	3,958	3,972	1,182	1,206	0,448	0,454	4,44	4,95
<b>40</b>	6,673	6,687	4,766	4,780	1,415	1,440	0,544	0,548	5,08	5,59
<b>45</b>	7,841	7,856	5,555	5,570	1,784	1,808	0,572	0,576	5,71	6,22
<b>50</b>	8,857	8,872	6,366	6,380	1,804	1,828	0,773	0,777	5,97	6,48
<b>55</b>	11,245	11,259	7,930	7,945	2,657	2,682	0,765	0,769	6,22	6,73
<b>60</b>	13,302	13,317	9,490	9,504	2,871	2,895	1,065	1,069	7,68	8,17
<b>70</b>	15,588	15,603	11,085	11,099	3,465	3,489	1,192	1,196	8,46	8,96
<b>80</b>	17,619	17,635	12,646	12,661	3,625	3,629	1,524	1,529	9,4	9,9
<b>90</b>	20,021	20,035	14,232	14,246	4,456	4,480	1,527	1,534	10,06	10,56
<b>100</b>	22,231	22,245	15,820	15,834	4,913	4,937	1,718	1,724	10,85	11,35

## 2.3 Calibri non passa

**2.3.1** Calibro per la verifica delle dimensioni  $A$  e  $R_e$   
Il calibro non passa per la verifica delle dimensioni  $A$  e  $R_e$  deve avere le dimensioni all'interno dei limiti specificati nella tabella 4.

Figura 4 Calibro non passa per le dimensioni  $A$  e  $R_e$



$R_{max}$  0,076 per calibri con impronta  $\geq$  Nr. 10

$R_{max}$  0,0254 per calibri con impronta  $<$  Nr.10

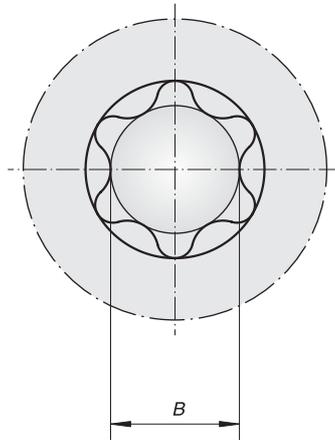
Tabella 4 Dimensioni limite del calibro non passa per le dimensioni  $A$  e  $R_e$

Dimensioni in mm

Impronta esalobata Nr.	$A$		$B$	$R_i$		$R_e$		$H$
	min.	max.	max.	min.	max.	min.	max.	$\pm 0,25$
6	1,778	1,785	1,181	0,231	0,241	0,173	0,180	1,57
8	2,419	2,425	1,664	0,36	0,37	0,231	0,238	2,79
10	2,845	2,852	1,956	0,431	0,441	0,269	0,276	3,3
15	3,379	3,385	1,956	0,398	0,408	0,307	0,315	3,56
20	3,963	3,970	2,616	0,602	0,614	0,345	0,353	3,81
25	4,560	4,556	2,868	0,637	0,647	0,429	0,436	4,19
30	5,652	5,659	3,886	0,939	0,949	0,505	0,513	4,7
40	6,807	6,814	4,661	1,112	1,125	0,612	0,619	5,33
45	7,976	7,983	4,661	1,110	1,123	0,640	0,648	5,97
50	8,992	8,999	6,413	1,628	1,640	0,840	0,848	6,22
55	11,405	11,412	7,684	2,176	2,189	0,845	0,853	6,48
60	13,488	13,495	7,684	2,153	2,164	1,158	1,165	7,92
70	15,774	15,781	10,262	2,545	2,557	1,285	1,292	8,71
80	17,831	17,838	11,760	2,608	2,621	1,628	1,635	9,52
90	20,257	20,264	12,827	3,111	3,121	1,648	1,656	10,31
100	22,467	22,473	15,240	4,006	4,018	1,839	1,847	11,1

### 2.3.2 Calibro per verifica della dimensione *B*

Figura 5 Zona cilindrica da verificare



Un calibro cilindrico non passa, con il diametro specificato nella tabella 5, non deve entrare nella cava esalobata per una profondità superiore al valore *f* specificato nella tabella 2.

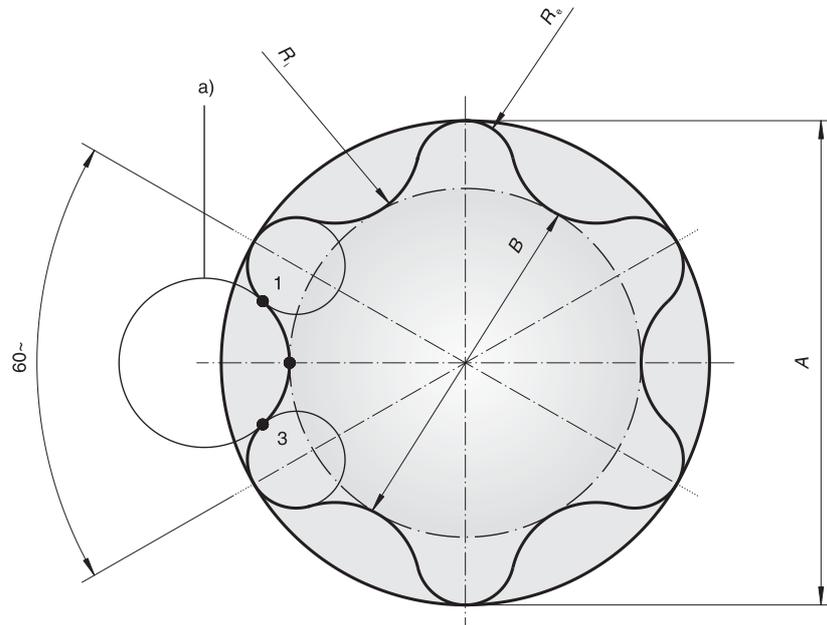
Tabella 5 **Diametro del calibro cilindrico non passa per verifica dimensione *B***

Dimensioni in mm

Cava esalobata Nr.	Diametro del calibro cilindrico "NON PASSA"	
	min.	max.
6	1,440	1,445
8	1,920	1,925
10	2,280	2,285
15	2,760	2,765
20	3,280	3,285
25	3,720	3,725
30	4,660	4,665
40	5,600	5,605
45	6,660	6,665
50	7,380	7,385
55	9,660	9,665
60	11,340	11,345
70	13,340	13,345
80	14,920	14,925
90	17,160	17,165
100	19,020	19,025

### Appendice A (informativa)

Rappresentazione del contorno di una cava esalobata.



$$B = 0,72 A$$

$$R_e = 0,1 A$$

$$R_i \cong 0,175 A$$

a) Il cerchio deve essere tangente al contorno della cava esalobata nei punti 1, 2 e 3.

## Caratteristiche meccaniche e prestazionali delle viti autoformanti metriche bonificate

### 1] Scopo e campo di applicazione

La presente norma internazionale specifica le caratteristiche delle viti autoformanti metriche bonificate. Le viti autoformanti metriche, in accordo con la presente norma internazionale, producono una filettatura femmina che soddisfa i requisiti generali ISO per le filettature metriche, in una gamma di diametri nominali che vanno da 2 mm a 12 mm incluso, da utilizzarsi nelle applicazioni meccaniche generali. La EN ISO 898-1 non è applicabile alle viti realizzate in accordo con la presente norma internazionale.

### 2] Materiali

Le viti autoformanti devono essere realizzate in acciaio da cementazione per stampaggio a freddo; la composizione chimica data nel prospetto 1 è solo a titolo di guida.

Prospetto 1 **Composizione chimica**

Analisi	Limiti della composizione % (in massa)	
	Carbonio	Manganese
<b>Colata</b>	da 0,15 a 0,25	da 0,70 a 1,65
<b>Controllo</b>	da 0,13 a 0,27	da 0,64 a 1,71

**Nota** Il contenuto di boro può raggiungere lo 0,005% a condizione che il boro non efficace sia controllato con l'aggiunta di titanio e/o alluminio

### 3] Caratteristiche meccaniche

#### 3.1 Quadro generale

Un quadro generale delle caratteristiche meccaniche e dei paragrafi a cui fare riferimento per le prove è dato nel prospetto 2.

Prospetto 2 **Caratteristiche meccaniche**

Caratteristiche	Paragrafo/prospetto	Prova di riferimento
Durezza a cuore	3.3	4.1
Durezza di cementazione	3.3	4.2
Profondità di cementazione	3.4 e prospetto 4	4.3
Resistenza alla torsione	3.5 e prospetto 3	4.4
Duttilità	3.6	4.5
Avvitabilità	3.7 e prospetto 3	4.6
Fragilità	3.8	4.7
Durezza a cuore dopo il secondo rinvenimento	3.9	4.8
Carico di rottura a trazione	3.10 e prospetto 3	4.9

#### 3.2 Trattamento termico

Le viti finite devono essere bonificate ad una temperatura minima di rinvenimento di 340 °C, al fine di soddisfare tutte le caratteristiche meccaniche e prestazionali della presente norma internazionale come definite nel prospetto 3.

#### 3.3 Durezza

La durezza a cuore deve essere compresa tra 290 HV10 e 370 HV10, la durezza di cementazione deve essere di 450 HV 0,3, al minimo.

#### 3.4 Profondità di cementazione

La profondità di cementazione deve essere quella prescritta nel prospetto 4.

#### 3.5 Coppia di rottura

La coppia di rottura minima è data nel prospetto 3, quando verificata in accordo con 4.4. Non deve verificarsi alcuna rottura in corrispondenza dei filetti serrati.

### 3.6 Duttilità

Non ci deve essere alcuna frattura all'intersezione della testa con il gambo quando una deformazione permanente di 7° è indotta tra la faccia di appoggio sotto testa ed un piano perpendicolare all'asse della vite, quando provato in accordo con 4.5. La prova deve essere giudicata superata anche se la frattura appare nel primo filetto, a condizione che la testa non sia schiantata.

### 3.7 Capacità di formare la controfilettatura

La vite deve formare una controfilettatura in una piastra di prova in accordo con 4.6, senza permanenti deformazioni nella propria filettatura quando osservata con un ingrandimento 10x.

Durante la prova di avvitamento la coppia applicata non deve superare il valore massimo dato nel prospetto 3.

La filettatura formata dalla vite nella piastra di prova deve essere in grado di accettare un elemento di collegamento filettato in accordo con la ISO 965-3, con classe di tolleranza 6h e deve resistere alla prova di carico in accordo con la EN ISO 898-2, classe di resistenza 8.

Prospetto 3 **Caratteristiche meccaniche e prestazionali**

Diametro nominale di filettatura <i>d</i> mm	Coppia di rottura min. Nm	Coppia di avvitamento max. Nm	Carico di rottura a trazione <sup>a)</sup> min. N
2,0	0,5	0,3	1940
2,5	1,2	0,6	3150
3,0	2,1	1,1	4680
3,5	3,4	1,7	6300
4,0	4,9	2,5	8170
5,0	10,0	5,0	13200
6,0	17,0	8,5	18700
8,0	42,0	21,0	34000
10,0	85,0	43,0	53900
12,0	150,0	75,0	78400

a) Solo per informazione

Prospetto 4 **Profondità di cementazione**

Dimensioni in mm

Diametro nominale di filettatura <i>d</i>	Profondità di cementazione	
	min.	max.
da 2 a 2,5	0,04	0,12
da 3 a 3,5	0,05	0,18
4 e 5	0,10	0,25
6 e 8	0,15	0,28
10 e 12	0,15	0,32

### 3.8 Infragilimento

Per le viti autoformanti esiste il rischio di rottura a causa dell'infragilimento da idrogeno, in particolar modo se sono rivestite elettroliticamente. Pertanto, al fine di essere sicuri che il processo sia sotto controllo per quanto riguarda l'infragilimento da idrogeno, devono essere eseguiti controlli sul processo utilizzando una prova per individuare l'infragilimento quale "il metodo delle superfici di appoggio parallele" in accordo con la ISO 15330. È necessario modificare il processo di produzione qualora l'infragilimento venga individuato.

Nel caso di rivestimenti elettrolitici, il trattamento di deidrogenazione deve essere eseguito in accordo con la ISO 4042.

**Nota** Sono da preferirsi rivestimenti applicati non elettroliticamente, per esempio in accordo con la ISO 10683.

### 3.9 Durezza a cuore dopo il secondo rinvenimento

La riduzione della durezza a cuore dopo il secondo rinvenimento, in accordo con la procedura di prova descritta in 4.8, non deve essere maggiore di 20 HV.

### 3.10 Carico di rottura a trazione

La prova di trazione per viti aventi lunghezza uguale o maggiore di 12 mm oppure lunghezza uguale o maggiore di 3 volte il diametro nominale di filettatura può essere eseguita previo accordo tra committente e fornitore.

**Nota** I carichi di rottura minimi a trazione del prospetto 3 sono dati a titolo informativo.

## 4] Metodi di prova

### 4.1 Prova della durezza a cuore

La durezza a cuore deve essere misurata a metà raggio in una sezione trasversale della vite, abbastanza lontana dall'estremità, ottenuta in una zona dove il diametro di fondo filetto è costante. La prova deve essere in accordo con la ISO 6507-1.

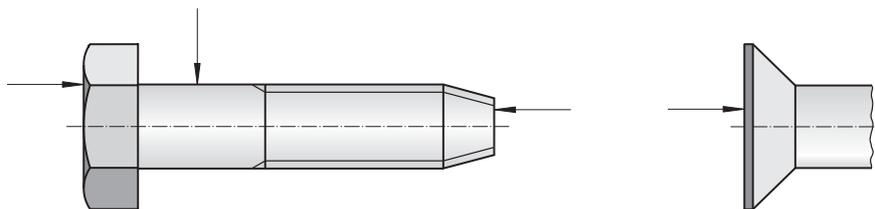
### 4.2 Prova della durezza di cementazione

Per i controlli di routine (dove la profondità di cementazione e la geometria della vite lo permettono), la durezza di cementazione può essere misurata all'estremità, sul gambo o sulla testa utilizzando la prova di durezza Vickers in accordo con la ISO 6507-1 (vedere figura 1).

La prova di durezza deve essere eseguita su viti aventi rivestimenti superficiali dopo la rimozione degli stessi. A scopo di riferimento, deve essere utilizzata per le viti con diametri nominali  $\geq 4$  mm un microduremetro con penetratore Vickers ed un carico HV 0,1. In questi casi, le misurazioni devono essere effettuate sul profilo della filettatura di una sezione longitudinale adeguatamente preparata ad una distanza di almeno 0,05 mm dal bordo del provino.

Per diametri nominali di filettatura  $< 4$  mm le condizioni di prova devono essere oggetto di accordo.

Figura 1 Posizioni dove può essere misurata la durezza di cementazione



### 4.3 Prova della profondità di cementazione

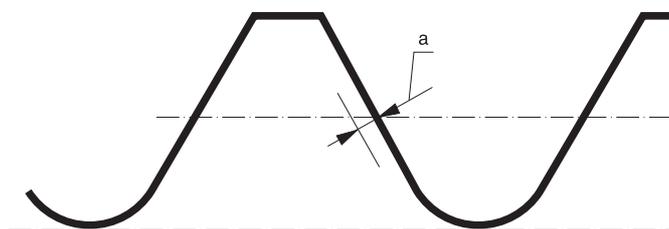
La profondità di cementazione è la distanza, perpendicolare alla superficie, tra la superficie e il punto nel quale la durezza è 30 HV 0,3 sopra la durezza a cuore rilevata.

A scopo di riferimento, si deve eseguire una serie di microdurezze utilizzando un penetratore Vickers ed un carico di HV 0,3 su un provino opportunamente preparato metallograficamente (vedere figura 2).

Figura 2 Posizione dove può essere misurata la profondità di cementazione

#### Legenda

a Solo se la filettatura non è totalmente carburata



#### 4.4 Prova di torsione

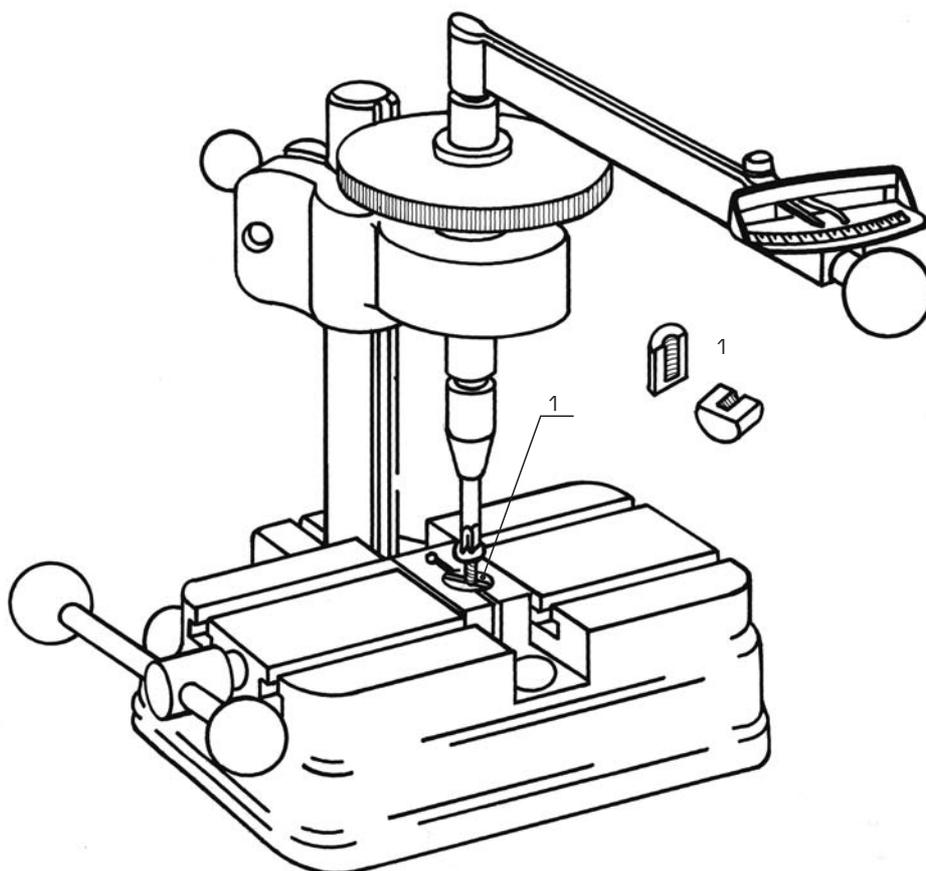
La vite da provare deve essere saldamente serrata per mezzo di un'attrezzatura appropriata (vedere figura 3) e almeno due filetti completi devono sporgere al di sopra del dispositivo di serraggio, ed almeno due filetti, escludendo l'estremità, devono essere serrati dallo stesso dispositivo.

La coppia di prova deve essere applicata alla vite, per mezzo di un adeguato dispositivo, finché non avvenga la rottura. La coppia necessaria a causare la rottura deve essere registrata come coppia di rottura e deve essere uguale o maggiore della coppia di rottura minima specificata nel prospetto 3.

Figura 3 **Dispositivo di prova per la resistenza a torsione**

##### Legenda

1 Inserto filettato in due parti



#### 4.5 Prova di duttilità

La vite da provare deve essere inserita in un foro, avente un diametro uguale al diametro esterno massimo della vite + 0,05 mm (fino al diametro 6 mm) e + 0,1 mm (dal diametro 6 mm al diametro 12 mm), di un appoggio a cuneo temprato, o in altra attrezzatura appropriata, quindi si applica un carico assiale di compressione sulla testa della vite (vedere figura 4).

Il carico deve essere applicato fino a che il piano di appoggio sotto testa è piegato permanente di 7° rispetto al piano perpendicolare all'asse della vite.

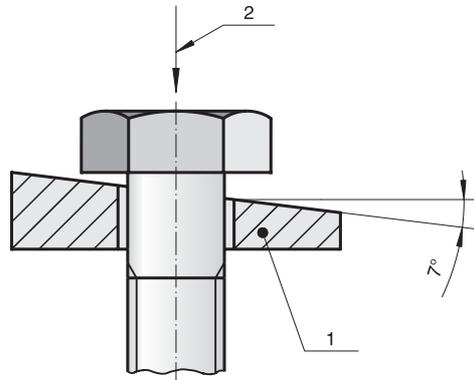
La prova non si applica alle viti a testa svasata.

**Nota** È procedura normale indurre la deformazione permanente di 7° attraverso uno o più colpi di martello.

Figura 4 **Prova di duttilità**

**Legenda**

- 1 Appoggio a cuneo
- 2 Carico di compressione



**4.6 Prova di avvitabilità**

La prova di avvitabilità definisce la capacità della filettatura autoformante nell'acciaio.

La vite da provare deve essere avvitata nella piastra di prova (vedere prospetto 5) fino a che almeno un filetto completo della vite, escludendo i filetti posti sulla parte conica, fuoriescano dall'altro lato della piastra di prova.

L'operazione di formatura del filetto deve iniziare applicando una forza assiale di:

$$F_{max} = 50 \text{ N per diametri nominali di filettatura fino a 5 mm}$$

$$F_{max} = 100 \text{ N per diametri nominali di filettatura oltre i 5 mm}$$

A scopo di riferimento la velocità di avvitamento non deve superare i 0,5 s<sup>-1</sup> (30 giri/min).

Il valore della coppia massima durante la prova deve essere considerato come la coppia di avvitamento.

Un lubrificante può essere aggiunto al fine di raggiungere la coppia di avvitamento specificata.

La piastra di prova deve essere di acciaio laminato a basso tenore di carbonio, avente durezza compresa tra 140 HV 30 e 180 HV 30. Lo spessore della piastra deve essere uguale a quello del diametro nominale della vite. Il diametro del foro deve essere quello dato nel prospetto 5.

Prospetto 5 **Spessore della piastra di prova e diametro del foro**

Dimensioni in mm

Diametro nominale di filettatura <i>d</i>	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	12	
<b>Spessore della piastra</b>	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	12	
<b>Diametro del foro</b>	<b>max.</b>	1,825	2,275	2,775	3,18	3,68	4,53	5,43	7,336	9,236	11,143
	<b>min.</b>	1,800	2,250	2,750	3,15	3,65	4,50	5,40	7,300	9,200	11,100
<b>Nota</b> La tolleranza dello spessore della piastra deve essere in accordo con la ISO 5954 (per piastre laminate)											

**4.7 Prova di infragilimento**

Vedere ISO 15330.

**4.8 Prova di secondo rinvenimento**

La media delle letture di tre durezza a cuore di una vite autoformante, provate prima e dopo il secondo rinvenimento ad una temperatura di 330 °C per 1 h, non deve differire per più di 20 HV.

La presente prova non è obbligatoria ma deve essere applicata esclusivamente come prova di riferimento in caso di controversia.

**4.9 Prova di trazione**

La vite campione deve essere vincolata in una macchina per la prova di trazione con un minimo di 6 filetti liberi sottotesta, ed un carico assiale deve essere applicato fino a che non avvenga la rottura nella vite.

La velocità della prova non deve essere maggiore di 25 mm/min.

I morsetti della macchina di prova devono essere autoallineanti per evitare spinte laterali sul pezzo in prova.

Il carico di rottura a trazione della vite è il carico massimo applicato in coincidenza con o immediatamente prima della rottura della vite.

Al fine di soddisfare i requisiti della presente prova la rottura deve avvenire nel gambo o nella filettatura della vite, e non all'intersezione tra il gambo e la testa.

## Collaudo per l'accettazione degli elementi di collegamento

### Introduzione

Sebbene ogni elemento di collegamento debba soddisfare tutti i requisiti della norma per la quale è specificato, nella produzione di serie questo non è sempre possibile.

Si presume che il fabbricante adotti le misure di attenzione dovuta in tutte le fasi della produzione al fine di ridurre al minimo il rischio di parti che non soddisfano i requisiti.

Tuttavia i processi di controllo utilizzati a tale scopo non sono soggetti alla presente norma internazionale.

È auspicabile che sia il fornitore sia il committente siano perfettamente a conoscenza dei processi di valutazione qualitativa che devono essere utilizzati dal committente. Di conseguenza, la presente norma internazionale definisce i requisiti da applicare da parte del committente nel caso in cui non esistano accordi precedenti.

### 1] Generalità

- 1.1** La presente norma internazionale definisce la procedura del collaudo per l'accettazione che il committente di elementi di collegamento deve seguire al fine di determinare se un lotto di elementi di collegamento è accettato o rifiutato nei casi in cui non siano state concordate altre procedure simili con il fornitore al momento dell'ordine dei detti elementi.  
Requisiti supplementari per l'accettazione possono essere inclusi in una norma per prodotti specifici (per esempio, una sui dadi normali autofrenanti).  
La stessa procedura deve inoltre essere applicata nei casi di controversia sulla conformità alle specifiche.
- 1.2** La presente norma internazionale è applicabile a viti, dadi, rondelle, e altri elementi di collegamento correlati non destinati a essere impiegati per l'assemblaggio di macchine di grande volume, per applicazioni speciali o per applicazioni di produzione speciale che richiedono un maggiore controllo durante la lavorazione e una maggiore rintracciabilità del lotto.  
La procedura per questi prodotti deve essere concordata dal fornitore e dal committente prima della conferma dell'ordine.
- 1.3** La presente norma internazionale è applicabile unicamente a prodotti finiti; essa non implica né include alcuna procedura particolare di controllo durante la lavorazione o collaudo durante la produzione.
- 1.4** La produzione di accessori, di servizi e di parti parzialmente finite (per esempio rondelle, dadi, rivestimenti, trattamento termico e pezzi grezzi) da utilizzare per la fabbricazione di elementi di collegamento può essere subappaltata ad altri fornitori dal fornitore degli elementi di collegamento. Tuttavia, il fornitore del prodotto finale finito deve essere il responsabile unico della qualità degli elementi di collegamento.  
I requisiti della presente norma internazionale si applicano solo alla condizione degli elementi di collegamento al momento della consegna. Qualunque processo effettuato dopo il ricevimento (per esempio i rivestimenti) privano di efficacia i requisiti della presente norma internazionale.

### 2] Termini e definizioni

Ai fini della presente norma internazionale, si applicano i termini e le definizioni seguenti. Essi si basano sui termini e sulle definizioni forniti nella ISO 3534-2 e nella ISO 8402.

- 2.1 Collaudo per l'accettazione**  
Procedure quali il campionamento, la verifica mediante calibro, la misurazione, il confronto e la prova atti a determinare l'accettazione o il rifiuto di un lotto di elementi di collegamento.
- 2.2 Fornitore**  
Fabbricante, commerciante o rappresentante che fornisce gli elementi di collegamento.
- 2.3 Committente**  
Destinatario o rappresentante del destinatario che riceve gli elementi di collegamento.
- Nota** Il committente non è necessariamente l'utilizzatore degli elementi di collegamento.
- 2.4 Lotto per il collaudo**  
Quantità definita di elementi di collegamento della stessa designazione, ricevuta dallo stesso fornitore in uno stesso momento.
- 2.5 Numerosità del lotto *N***  
Numero di elementi di collegamento contenuti in un lotto.

- 2.6 Campione**  
Uno o più elementi di collegamento prelevati a caso da un lotto per il collaudo in modo che tutti gli elementi di collegamento del lotto abbiano la stessa possibilità di essere scelti.
- 2.7 Numerosità del campione  $n$**   
Numero di elementi di collegamento in un campione.
- 2.8 Caratteristica**  
Elemento dimensionale, proprietà meccanica o altra caratteristica riconoscibile del prodotto per la quale sono specificati dei limiti. Esempi: altezza di testa, diametro del gambo, carico di rottura e durezza.
- 2.9 Non conformità**  
Deviazione di una caratteristica da un particolare requisito.
- 2.10 Elemento di collegamento non conforme**  
Elemento di collegamento con una o più non conformità.
- 2.11 Numero di accettazione  $A_c$**   
Numero massimo di non conformità della stessa caratteristica in ogni dato campione che quando viene superato determina il rifiuto del lotto.
- 2.12 Piano di campionamento**  
Piano in base al quale un campione è prelevato al fine di ottenere informazioni e determinare l'accettazione di un lotto.
- 2.13 Livello di qualità accettabile LQA**  
Livello di qualità in un piano di campionamento corrispondente a un'alta probabilità di accettazione.
- Nota 1** Nella presente norma internazionale, la probabilità è maggiore o pari al 95%.
- 2.14 Qualità limite QL**  
Livello di qualità in un piano di campionamento corrispondente a una bassa probabilità di accettazione.
- Nota 1** Nella presente norma internazionale, la probabilità è minore o pari al 10%.
- Nota 2**  $QL_{10}$  è la percentuale di elementi di collegamento non conformi rispetto alla caratteristica del prodotto, aventi una possibilità su dieci di essere accettati nel piano di campionamento; spesso definita come rischio del committente.
- 2.15 Rischio del fornitore**  
Probabilità che un lotto possa essere rifiutato indipendentemente dal fatto che il suo livello di qualità corrisponda ai rispettivi valori di LQA in un piano di campionamento.
- 2.16 Probabilità di accettazione  $P_a$**   
Probabilità che un lotto di una data qualità sia accettato in un dato piano di campionamento.

### **3] Principi generali e requisiti**

- 3.1** Il committente può sottoporre a prova gli elementi di collegamento consegnati per verificarne la funzione e l'usabilità, quando ciò è ritenuto necessario o economicamente giustificabile da parte del committente stesso, a condizione che il rischio del fornitore non sia maggiore del 5% e nei casi in cui non sia stato raggiunto alcun accordo precedente.
- 3.2** La capacità del prodotto di eseguire la sua funzione prevista è una considerazione importante da sottolineare durante il collaudo per l'accettazione.  
Obiezioni devono essere sollevate solo qualora delle non conformità pregiudichino l'impiego o la funzione prevista dell'elemento di collegamento. Non è pertanto sempre necessario effettuare tutte le prove definite nelle norme. Il committente deve dare al fornitore l'opportunità di verificare ogni non conformità riscontrata.  
Se, al momento del collaudo il successivo impiego è incerto (per esempio, nel caso di parti a magazzino), qualsiasi deviazione dalle tolleranze specificate deve essere considerata come pregiudizievole della funzione o dell'impiego.
- 3.3** Un lotto rifiutato di elementi di collegamento non deve essere ripresentato per un nuovo collaudo a meno che la non conformità non sia stata corretta o il lotto selezionato (vedere 4.6).
- Nota** Qualunque rettifica che possa pregiudicare la funzione e l'impiego previsti necessita del consenso del committente.

- 3.4** I calibri e gli strumenti di misura utilizzati per il collaudo non devono fare sì che qualsiasi elemento di collegamento sia non accettabile se le sue dimensioni e proprietà rientrano nei limiti delle specifiche. Qualora sorga una controversia, devono essere effettuate misurazioni dirette affinché possa essere presa una decisione. Questo non si applica alle filettature per le quali il controllo mediante calibri è sempre determinante; vedere inoltre ISO 1502.
- 3.5** Anche quando il lotto soddisfa le condizioni di accettazione della presente norma internazionale, è possibile rifiutare elementi di collegamento singoli non conformi ai requisiti tecnici concordati.

## 4] Procedura del collaudo per l'accettazione per le caratteristiche di elementi di collegamento

- 4.1** Ogni caratteristica deve essere verificata singolarmente.
- 4.2** Individuare la descrizione dell'elemento di collegamento da sottoporre a collaudo per le caratteristiche dimensionali nei prospetti 1 e 2.  
Annotare tutte le caratteristiche appropriate per il collaudo e il valore LQA associato a ciascuna di esse. Per le caratteristiche non dimensionali, annotare tutte quelle da ispezionare, compresi i valori LQA a esse associati, riportate nei prospetti 4 e 5.
- 4.3** Scegliere il valore  $QL_{10}$ , appropriato secondo il punto 3.1 (vedere gli esempi nel prospetto 3).
- Nota 1** Il valore  $QL_{10}$ , deve corrispondere alla funzione o all'impiego dell'elemento di collegamento, oppure a entrambi. Per funzioni o impieghi più importanti degli elementi di collegamento, il valore  $QL_{10}$  può essere minore, ma richiede numerosità del campione maggiore e più elevati costi di collaudo. È possibile ridurre la proporzione di elementi di collegamento da collaudare se il lotto proviene da sorgenti conosciute con controlli continui della produzione. In tale caso, se i lotti collaudati fino a quel punto si sono rivelati di buona qualità, scegliere un valore  $QL_{10}$  maggiore. Se invece non si può supporre che il lotto sia uniforme o se il lotto è fornito da più di un fabbricante, può essere necessario aumentare la proporzione di elementi di collegamento ispezionati. La scelta del valore  $QL_{10}$  deve essere esclusivamente alla discrezione del committente.
- Nota 2** I piani di campionamento nel prospetto 3 sono determinati dalla scelta dell'LQA e del rischio del committente ( $QL_{10}$ ). Una volta determinati questi due parametri, seguono automaticamente la numerosità del campione e il numero di accettazione. La relazione numerosità lotto/campione mostrata nel prospetto 1 della ISO 2859-1 non è applicabile, in quanto la sua applicazione è prevista unicamente nel caso della produzione di una serie continua di lotti. Tuttavia, il prospetto 3 può essere applicato in tale caso, nonché a lotti isolati, se si effettua una scelta appropriata del valore  $QL_{10}$ .
- 4.4** Conoscendo l'LQA e con il valore  $QL_{10}$  scelto, trovare la numerosità del campione e il numero di accettazione, per esempio nel prospetto 3.
- 4.5** Selezionare il campione secondo il punto 2.6. Per ogni caratteristica effettuare il collaudo, annotare il numero di elementi di collegamento non conformi e accettare il lotto se il loro numero è minore o pari al numero di accettazione. Se, in caso di prova non distruttiva, la grandezza del lotto è minore di quella del campione richiesto, deve essere effettuato un collaudo al 100%.
- 4.6** In caso di rifiuto, un opportuno smaltimento del lotto deve essere concordato fra il committente e il fornitore (vedere 3.3).
- 4.7** Quando è possibile, i campioni per le prove di trazione dovrebbero essere quelli utilizzati per le prove non distruttive di durezza. Conviene utilizzare i pezzi con durezza più bassa per la prova del carico di rottura e quelli con durezza più elevata per la prova di allungamento. Poiché la prova di trazione è distruttiva, essa richiede l'impiego di un numero minore di campioni rispetto a una prova non distruttiva di durezza.
- Nota** Quanto riportato sopra non è applicabile nei casi di prove distruttive di durezza per esempio prove di durezza di cementazione, prove di durezza per rilevare la carburazione o la decarburazione e altre prove simili effettuate su sezioni del provino.
- La prova con carico unitario di scostamento dalla proporzionalità è considerata distruttiva.
- Esempio 1:  
Il collaudo di filettature di viti a testa esagonale di categoria A da un fornitore conosciuto per la qualità costante. In questo caso, il valore  $QL_{10} = 6,5$  (per LQA 1,0) è applicabile:

**LQA1 – Numerosità campione 80 – Numero accettazione Ac2**

Esempio 2:  
Il collaudo della manovra di viti a testa cilindrica con cava esagonale provenienti da un fornitore non conosciuto. In questo caso, il valore  $QL_{10}$  deve essere ridotto a 3,0:

**LQA1 – Numerosità campione 400 – Numero accettazione Ac7**

Esempio 3:  
Collaudo della proprietà meccanica: carico unitario di prova per dadi:

**LQA 1,5 – Numerosità campione 3 - Numero accettazione AcO**

- 4.8** Prove non distruttive (visive) per il rilevamento di difetti superficiali non possono sempre dare risultati del tipo e della dimensione del difetto, i quali possono essere unicamente verificati mediante prove distruttive. Numerosità del campione maggiori sono pertanto necessarie per le prove non distruttive relative ai difetti superficiali al fine di identificare gli elementi di collegamento che dovrebbero successivamente essere sottoposti a prove distruttive (vedere inoltre nota "a" nel prospetto 4).
- 4.9** La prova di accettazione sulla base dei valori LQA è solo possibile per non conformità sistematiche in grado di essere valutate a livello statistico. Per le non conformità non sistematiche per le quali non possono essere specificati limiti, per esempio "mancanza di trattamento termico", "mancanza di marcatura", "mancanza di filettatura", i mezzi di valutazione sono lasciati alla discrezione del committente.

Prospetto 1 **Caratteristiche dimensionali di elementi di collegamento filettati**

Caratteristiche dimensionali	Gruppo di prodotti				
	1	2	3	4	5
	Viti di categoria A e B <sup>a)</sup>	Viti di categoria C <sup>a)</sup>	Dadi di categoria A e B <sup>a)</sup>	Dadi di categoria C <sup>a)</sup>	Viti autoformanti <sup>b)</sup>
LQA					
Larghezza in chiave	1	1,5	1	1,5	1,5
Larghezza sugli spigoli	1	1,5	1	1,5	1,5
Altezza del dado	-	-	1	1,5	-
Larghezza dell'intaglio	1	-	-	-	1,5
Profondità dell'intaglio	1	-	-	-	1,5
Penetrazione dell'impronta	1	-	-	-	1,5
Cava, calibro "PASSA"	1	-	-	-	-
Cava, calibro "NON PASSA"	1	-	-	-	-
Configurazione sotto testa	1	-	-	-	-
Calibro a tampone filettato "PASSA"	1	1,5	1	1,5	-
Calibro a tampone filettato "NON PASSA"	1	1,5	1	1,5	-
Diametro esterno	-	-	-	-	2,5
Tolleranze geometriche <sup>c)</sup>	1	1,5	1	1,5	2,5
Tutte le altre	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5
Elementi di collegamento non conformi	2,5	4	2,5	4	4

a) Le categorie del prodotto si riferiscono alla classificazione del prodotto relativamente all'accoppiamento e alle tolleranze (vedere ISO 4759-1)

b) Viti con filettature secondo la ISO 1478

c) Ogni tolleranza geometrica deve essere verificata singolarmente

**Prospetto 2 Caratteristiche dimensionali di rondelle piane**

Caratteristiche dimensionali	Prodotto di categoria A <sup>a)</sup>	Prodotto di categoria C <sup>a)</sup>
	LQA	
Diametro foro	1	1,5
Diametro esterno	1,5	2,5
Altre	2,5	4

<sup>a)</sup> La categoria del prodotto si riferisce alla classificazione del prodotto relativamente all'accoppiamento e alle tolleranze (vedere ISO 4759-3).

**Prospetto 3 Esempi di piani di campionamento<sup>a)</sup>**

Ac	LQA				
	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0
	$n^{b)}$ $QL_{10}$				
0	8 25	5 37	3 54	-	-
1	50 7,6	32 12	20 18	13 27	8 42
2	125 4,3	80 6,5	50 10	32 17	20 25
3	200 3,3	125 5,4	100 6,6	50 13	32 20
4	315 2,6	200 3,9	125 6,2	80 9,6	50 15
5	400 2,4	250 3,7	160 5,8	100 9,3	-
6	-	315 3,4	200 5,2	125 8,4	80 13
7	-	400 3,0	250 4,7	160 7,3	100 11,5
8	-	-	315 4,2	200 6,6	125 10
10	-	-	400 3,9	250 6,0	160 9,5
12	-	-	-	315 5,6	200 8,8
14	-	-	-	400 5,0	250 8,0
18	-	-	-	-	315 7,8
22	-	-	-	-	400 7,3

**Nota** Per tutti i piani di campionamento, il rischio del fornitore è minore o pari al 5%

<sup>a)</sup> I piani di campionamento sono derivati dalla ISO 2859-1 direttamente o, in alcuni casi, per interpolazione

<sup>b)</sup> In caso di prove non distruttive, se la numerosità del lotto è minore della numerosità richiesta del campione, deve essere effettuato un collaudo al 100%

Prospetto 4 **Caratteristiche di elementi di collegamento filettati, ad eccezione di quelle dimensionali**

Caratteristiche		LQA	Norme di riferimento
Caratteristiche meccaniche ed integrità superficiale	Prove non distruttive <sup>a)</sup>	0,65	ISO 898 <sup>c)</sup>
	Prove distruttive	1,5	ISO 2320
Composizione chimica		1,5	ISO 2702
Caratteristiche metallurgiche		1,5	ISO 3506 <sup>c)</sup>
Caratteristiche funzionali (prestazionali)		1,5	ISO 6157 <sup>c)</sup> ISO 7085 ISO 8839 ecc.
Rivestimento		1,5	ISO 4042 ISO 10683
Altre <sup>b)</sup>		1,5	

<sup>a)</sup> Se difetti superficiali non consentiti (per esempio, cricche di tempra) sono rilevati durante il collaudo per difetti superficiali (prova non distruttiva), indipendentemente dalla loro dimensione, il lotto per il collaudo deve essere rifiutato

<sup>b)</sup> Altre caratteristiche possono essere richieste in base alle specifiche applicabili

<sup>c)</sup> Vedere le parti applicabili delle presenti norme

Prospetto 5 **Caratteristiche meccaniche di rondelle piane**

Caratteristiche meccaniche <sup>a)</sup>	Acciaio al carbonio o legato	Acciaio inossidabile	Metallo non ferroso
	LQA		
Durezza	0,65	0,65	-

<sup>a)</sup> Specificate nelle norme di prodotto. Altre caratteristiche possono essere richieste in base alle specifiche dell'applicazione.

## Confezionamento e tolleranze di fornitura degli elementi di collegamento

### 1] Generalità

La presente norma stabilisce le modalità per il confezionamento e le tolleranze di fornitura degli elementi di collegamento

### 2] Confezionamento

Per confezionamento si intende la prima operazione che raggruppa elementi di collegamento omogenei per dimensioni e categoria in imballaggi unitari denominati confezioni.

#### 2.1 Confezioni

Gli elementi di collegamento sono confezionati, di regola, in scatole, in scatoloni, in casse o in sacchi. Questi ultimi solamente per prodotti di categoria **C**.

La capacità numerica delle confezioni deve essere scelta in relazione alle dimensioni degli elementi di collegamento, in modo che la confezione non superi in nessun caso una massa di circa 35 Kg.

Il produttore dovrà scegliere la capacità numerica delle confezioni fra le seguenti:

10 - 15 - 20 - 25 - 50 - 100 - 200 - 500 e multipli di 500.

Le confezioni possono avere forma e dimensioni palettizzabili, per essere caricate su palette 800x1200 UNI 4121 o 1000x1200 UNI 4121 o 800x1000 UNI 4121, secondo le modalità di sistemazione stabilite dalla UNI 5607.

#### 2.2 Identificazione delle confezioni

Ogni confezione deve portare, salvo diversamente specificato all'ordinazione, in modo ben visibile un contrassegno (etichetta, cartellino od altro) con le indicazioni seguenti:

- figura dei pezzi contenuti (facoltativa)
- marchio o nome del produttore
- designazione senza denominazione (facoltativa)
- capacità numerica

Per un rapido riconoscimento degli elementi di collegamento contenuti nelle confezioni, i contrassegni di identificazione delle stesse devono essere colorati in relazione alle classi di resistenza, come indicato nel prospetto 1; la colorazione dei contrassegni può essere parziale.

Prospetto 1 **Colore dei contrassegni**

Classe di resistenza per viti	Classe di resistenza per dadi	Colore
fino a 6.8	fino a 5S* 6°	Verde (facoltativo)
8.8	6S* 8° 04°	Rosso
10.9	10° 05°	Azzurro
12.9	12°	Giallo

\* Classi di resistenza per dadi con prescrizione della sola durezza

° Classi di resistenza per dadi con prescrizione della durezza e del carico di prova

### 3] Tolleranze di fornitura

#### 3.1 Tolleranze sulla capacità numerica delle confezioni

Sul numero di pezzi dichiarato sulle confezioni sono ammessi gli scostamenti limite seguenti.

##### 3.1.1 Per le confezioni con meno di 100 pezzi

0 per elementi di collegamento con  $d > 12$  mm;  
 $\pm 1$  per elementi di collegamento con  $d \leq 12$  mm

##### 3.1.2 Per le confezioni con 100 pezzi ed oltre

$\pm 1\%$  per elementi di collegamento con  $d > 12$  mm;  
 $\pm 2\%$  per elementi di collegamento con  $d \leq 12$  mm

#### 3.2 Tolleranze sulla quantità richiesta

Per la bulloneria unificata, la quantità fornita deve essere uguale a quella richiesta a meno della tolleranza sulle singole confezioni (vedere 3.1) e dell'arrotondamento che si rendesse necessario se la quantità richiesta non è uguale o multiplo intero della capacità numerica delle confezioni.

Per la bulloneria non unificata, la quantità fornita deve essere uguale a quella richiesta con la tolleranza, salvo diverso accordo all'ordinazione, indicata ne prospetto 2.

Prospetto 2 Tolleranze sulla quantità richiesta

Quantità richiesta	Scostamento limite	
	superiore	inferiore
fino a 100	+ 20%	0
oltre 100 fino a 1000	+ 14%	0
oltre 1000 fino a 10000	+ 5%	- 5%
oltre 10000 fino a 100000	+ 3%	- 3%
oltre 100000	+ 2%	- 2%

# Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento

## Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale di filettatura $1\text{ mm} \leq d \leq 10\text{ mm}$

### 1] Generalità

La presente norma specifica la prova di torsione per la determinazione delle coppie di rottura di viti con diametro nominale di filettatura  $1\text{ mm} \leq d \leq 10\text{ mm}$  e classe di resistenza da 8.8 a 12.9 secondo la ISO 898.1. La prova si applica a viti con diametro nominale di filettatura  $d \leq 3\text{ mm}$  così come alle viti corte con diametro nominale di filettatura  $3\text{ mm} \leq d \leq 10\text{ mm}$  alle quali non si può applicare la prova di trazione. La coppia di rottura minima non è valida per viti a testa cilindrica con esagono incassato.

### 2] Prova di torsione

#### 2.1 Principio

Determinare la coppia di rottura di una vite tramite un dispositivo per la prova di torsione.

#### 2.2 Apparecchiatura

2.2.1 Dispositivo per la prova di torsione, come indicato in figura 1

2.2.2 Misuratore di coppia, con campo di misura non superiore a 5 volte il valore da misurare. La massima imprecisione dello strumento dovrà essere  $\pm 7\%$  del valore minimo di coppia di rottura da misurare.

#### 2.3 Condizioni di prova

La vite dovrà essere esclusivamente soggetta a torsione e la rottura dovrà avvenire ad un valore superiore a quelli indicati in tabella 2.

Il risultato della prova non dovrà essere influenzato dall'attrito sottotesta o dall'attrito del gambo.

#### 2.4 Procedura

Chiudere la vite nel dispositivo di serraggio, assicurandosi che la lunghezza di serraggio sia almeno uguale ad un diametro e che almeno due filetti completi sporgano superiormente dal dispositivo di serraggio. Applicare la chiusura con una forza continua crescente.

### 3] Coppia di rottura minima

Di seguito la formula da applicare per la determinazione della coppia di rottura minima

$$M_{B_{\min}} = \tau_{B_{\min}} \cdot W_{p_{\min}}$$

dove

$$W_{p_{\min}} = \frac{\pi}{16} \cdot d_{3_{\min}}^3$$

e

$$\tau_{B_{\min}} = X \cdot R_{m_{\min}}$$

dove

$M_{B_{\min}}$  = coppia minima di rottura (vedi tabella 2)

$\tau_B$  = carico unitario di torsione

$W_p$  = modulo di resistenza polare

$d_{3_{\min}}$  = valore minimo del diametro di nocciolo per una filettatura esterna

$R_m$  = carico unitario di rottura

$X$  = rapporto tra i carichi unitari  $\tau_B/R_m$  (vedi tabella 1)

### 4] Valutazione dei risultati

La vite provata è da considerarsi conforme se la rottura a torsione è avvenuta ad un valore di coppia superiore a quelli indicati nella tabella 2.

Tabella 1 **Rapporto carichi X**

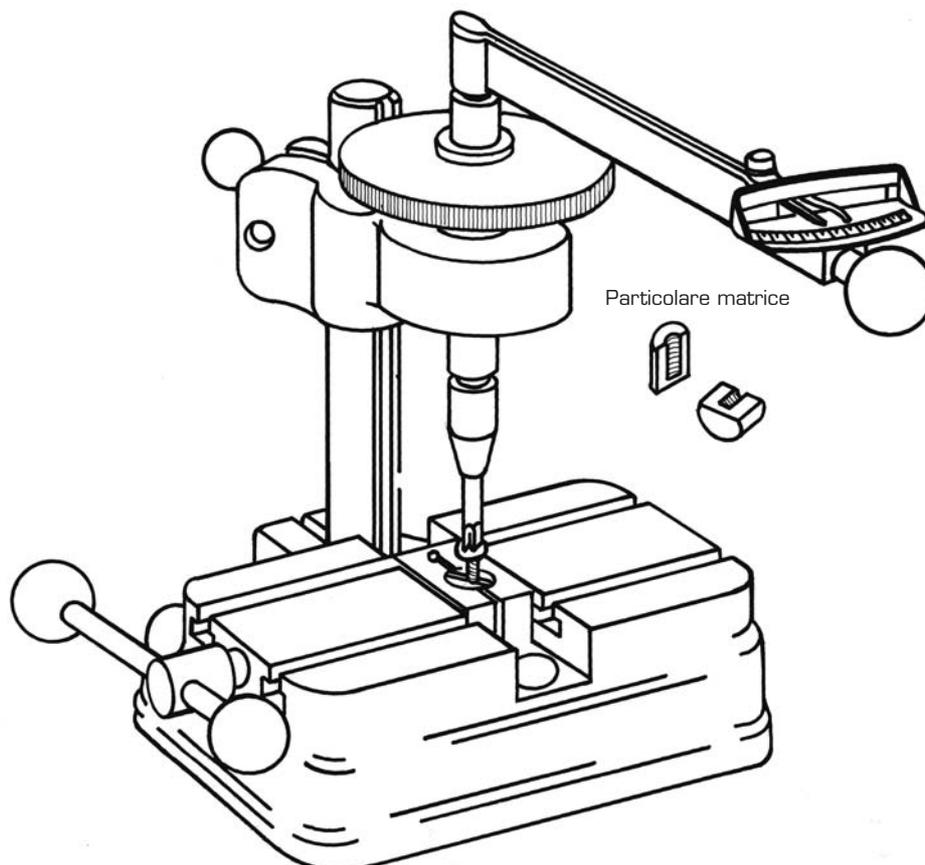
Classe di resistenza	8.8	9.8	10.9	12.9
Rapporto X	0,84	0,815	0,79	0,75

Tabella 2 Coppia di rottura minima

Filettatura	Passo mm	Coppia di rottura minima $M_{B\ min}$ Nm			
		Classe di resistenza			
		8.8	9.8	10.9	12.9
M1	0,25	0,033	0,036	0,040	0,045
M1,2	0,25	0,075	0,082	0,092	0,10
M1,4	0,3	0,12	0,13	0,14	0,16
M1,6	0,35	0,16	0,18	0,20	0,22
M2	0,4	0,37	0,40	0,45	0,50
M2,5	0,45	0,82	0,90	1,0	1,1
M3	0,5	1,5	1,7	1,9	2,1
M3,5	0,6	2,4	2,7	3,0	3,3
M4	0,7	3,6	3,9	4,4	4,9
M5	0,8	7,6	8,3	9,3	10
M6	1	13	14	16	17
M7	1	23	25	28	31
M8	1,25	33	36	40	44
M8x1	-	38	42	46	52
M10	1,5	66	72	81	90
M10x1	-	84	92	102	114
M10x1,25	-	75	82	91	102

**Nota** Queste coppie di rottura minime sono valide per viti con tolleranza di filettatura 6g, 6f, 6e.

Figura 1 Dispositivo per la prova di torsione



## Dadi esagonali autofrenanti di acciaio

### Caratteristiche meccaniche e prestazioni

#### 1] Generalità

La presente norma specifica le caratteristiche meccaniche e le prestazioni dei dadi esagonali autofrenanti di acciaio (compresi quelli con flangia) quando provati a una temperatura ambiente compresa tra 10 °C e 35 °C. Le caratteristiche variano a temperature maggiori o minori.

Essa si applica ai dadi autofrenanti

- con diametro nominale  $D \leq 39$  mm
- con filettatura metrica triangolare ISO in accordo alla ISO 68
- con combinazioni diametro/passaggio in accordo alla ISO 261
- con tolleranza di filettatura 6H in accordo alla ISO 965-2
- con specifici requisiti meccanici
- con dimensioni specificate nelle norme di prodotto, a condizione che esse facciano riferimento alla presente norma internazionale
- all'interno dell'intervallo di temperatura compresa tra -50 °C e +300 °C per i dadi interamente metallici
- all'interno dell'intervallo di temperatura compresa tra -50 °C e +120 °C per i dadi con inserto non metallico

Essa non si applica ai dadi che richiedono caratteristiche particolari che possono richiedere materiali o rivestimenti speciali al fine di incrementarne

- saldabilità
- resistenza alla corrosione;
- prestazioni fuori dagli intervalli di temperatura sopra indicati.

Le prestazioni autofrenanti decrescono all'aumentare del riutilizzo.

L'utilizzatore dovrebbe considerare le conseguenze del decremento delle prestazioni prima del riutilizzo.

**Nota** Informazioni sui requisiti e sulla prova delle prestazioni coppia/forza di serraggio sono date nell'appendice C. Questi requisiti funzionali ed il relativo metodo di prova sono ancora in discussione e pertanto non possono essere specificati, per il momento, come obbligatori.

#### 2] Definizioni

Ai fini della presente norma si applicano le definizioni seguenti

##### 2.1 Dato autofrenante

Dado che non si muove liberamente sulla filettatura di accoppiamento in virtù di un elemento autofrenante contenuto nel dado stesso, e che fornisce una certa resistenza alla rotazione indipendentemente dalle forze di serraggio e di compressione.

##### 2.2 Coppia autofrenante sviluppata da un dado

Coppia necessaria per ruotare un dado sulla filettatura esterna di accoppiamento e senza carico assiale sulla stessa.

#### 3] Sistema di designazione

Le classi di resistenza specificate per i dadi autofrenanti sono le stesse indicate nella EN ISO 20898-2 e nella EN ISO 898-6 per i dadi esagonali, cioè

- dadi con altezza nominale  $\geq 0,8 D$  (altezza effettiva della filettatura  $\geq 0,6 D$ ) vengono designati con un numero corrispondente alla classe massima della vite con cui il dado può essere accoppiato, vedere prospetto 1;
- dadi con altezza nominale  $\geq 0,5 D$  e  $< 0,8 D$  (altezza effettiva della filettatura  $\geq 0,4 D$  e  $< 0,6 D$ ) sono designati da un numero a due cifre: la seconda cifra indica 1/100 del carico unitario nominale di prova, espresso in N/mm<sup>2</sup>, mentre la prima cifra indica che il carico ammissibile di un collegamento vite-dado è ridotto rispetto al carico ammissibile del dado su un mandrino di prova temprato e rispetto anche al carico ammissibile dei collegamenti vite-dado descritti nel prospetto 1.  
Il prospetto 2 fornisce il sistema di designazione ed i carichi unitari di prova di questi dadi.

Prospetto 1 **Sistema di designazione per i dadi con altezza nominale  $\geq 0,8 D$**

Classe di resistenza del dado	passo grosso	5	6	8	9	10	12
	passo fine	-	6	8	-	10	12
Classe di resistenza della vite da accoppiare		$\leq 5.8$	$\leq 6.8$	$\leq 8.8$	9.8 $\leq 8.8$	10.9 9.8 8.8	12.9 10.9 8.8

**Nota** In generale i dadi di una classe di resistenza superiore possono sostituire dadi di una classe di resistenza inferiore. Tuttavia non è consigliabile che un dado interamente metallico, trattato termicamente, sia accoppiato con una vite di classe di resistenza inferiore.

Prospetto 2 **Sistema di designazione e carico unitario di prova per i dadi con altezza nominale  $\geq 0,5 D$  e  $< 0,8 D$**

Classe di resistenza del dado	Carico unitario di prova nominale N/mm <sup>2</sup>	Carico unitario di prova effettivo N/mm <sup>2</sup>
04	400	380
05	500	500

## 4] Materiali e processi

### 4.1 Materiali

I dadi devono essere costruiti di acciaio avente una composizione chimica entro limiti prescritti nel prospetto 3. L'inserito autofrenante dei dadi può essere costruito anche di materiale diverso dall'acciaio. Si raccomanda agli utilizzatori ed ai produttori di tenere in considerazione i limiti massimi per zolfo, manganese, boro e di altri elementi aggiunti intenzionalmente che possono condurre alla rottura del componente, qualora essi siano in quantità eccessive.

Prospetto 3 **Limiti della composizione chimica**

Classe di resistenza		Composizione chimica limite (analisi di controllo), %			
Passo grosso	Passo fine	C max.	Mn min.	P max.	S min.
5 <sup>1)</sup> ; 6 <sup>1)</sup>	6	0,50	-	0,060	0,150
8; 9; 04 <sup>1)</sup>	8	0,58	0,25	0,060	0,150
10 <sup>2)</sup> ; 05 <sup>2)</sup>	10 <sup>2)</sup>	0,58	0,30	0,048	0,058
12 <sup>2)</sup>	12 <sup>2)</sup>	0,58	0,45	0,048	0,058

1) I dadi possono essere costruiti di acciaio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità, a meno che diversamente concordato tra committente e fornitore. In questi casi i tenori massimi ammessi di zolfo, fosforo e piombo sono i seguenti: zolfo 0,34%, fosforo 0,11% e piombo 0,35%.

2) Se necessario, per ottenere le caratteristiche meccaniche dei dadi, possono essere aggiunti elementi di lega.

### 4.2 Trattamento termico

#### 4.2.1 Dadi con filettatura a passo grosso

I dadi di classe di resistenza 05, 8 (tipo 1, > M16), 10 e 12 devono essere bonificati. La cementazione non è ammessa per nessuna classe di resistenza.

#### 4.2.2 Dadi con filettatura a passo fine

I dadi di classe di resistenza O5, 8 (tipo 1), 10 e 12 devono essere bonificati. La cementazione non è ammessa per nessuna classe di resistenza.

#### 4.3 Filettatura

La filettatura dei dadi autofrenanti deve essere conforme alla ISO 965-2 ad eccezione dell'elemento autofrenante. Nel caso di dadi autofrenanti con inserto non-metallico, il calibro passa deve poter essere avvitato liberamente a mano fino all'inserto. Nel caso di dadi autofrenanti interamente metallici, il calibro passa deve poter essere avvitato liberamente a mano per almeno un filetto.

#### 4.4 Finitura

I dadi interamente metallici devono essere lubrificati e i dadi con inserto non-metallico possono essere lubrificati per raggiungere le prestazioni dichiarate. Il lubrificante non deve costituire un pericolo per la salute dell'utilizzatore, non deve emettere cattivo odore durante l'assemblaggio e deve essere adatto per l'assemblaggio automatico o effettuato da robot.

Il lubrificante, quando utilizzato, deve essere adatto a velocità di assemblaggio comprese tra i 10 giri/min ed i 500 giri/min.

Le prestazioni dei dadi forniti con un rivestimento protettivo e/o lubrificati non devono deteriorarsi quando i dadi sono immagazzinati al coperto per un periodo di sei mesi. La temperatura di immagazzinamento deve essere compresa tra -5 °C e +40 °C.

##### Nota

Nel caso che i dadi vengano rivestiti o puliti dopo la consegna al committente, il fornitore del dado non può essere ritenuto responsabile per quanto riguarda l'incapacità del dado stesso a soddisfare le caratteristiche dimensionali, meccaniche o le prestazioni attribuibili al ricoprimento o alla pulitura.

#### 4.5 Infragilimento da idrogeno

Per l'infragilimento da idrogeno vedere ISO 4042.

## 5] Caratteristiche meccaniche

Quando provati secondo i metodi descritti in 7.1 e 7.2, i dadi devono avere le caratteristiche meccaniche date nei prospetti 4 e 5.

I dadi devono resistere ai carichi di prova specificati nei prospetti 6 e 7 per le relative classi di resistenza quando provati come indicato in 7.1.

Prospetto 4 **Caratteristiche meccaniche, filettatura a passo grosso**

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		O4					O5				
		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max.		stato	tipo	min.	max.		stato	tipo		
oltre	fino a (compreso)	380	188	302	non bonificato	basso	500	272	353	bonificato	basso
-	M4										
M4	M7										
M7	M10										
M10	M16										
M16	M39										

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		5 <sup>1)</sup>					6				
		Carico unitario di prova <i>S<sub>p</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova <i>S<sub>p</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max.		stato	tipo	min.	max.		stato	tipo		
-	M4	520	130	302	non bonificato	1	600	150	302	non bonificato	1
M4	M7	580					670				
M7	M10	590					680				
M10	M16	610					700				
M16	M39	630	146				720	170			

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		8									
		Carico unitario di prova <i>S<sub>p</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova <i>S<sub>p</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max.		stato	tipo	min.	max.		stato	tipo		
-	M4	800	180	302	non bonificato	1					
M4	M7	855	200				-	-	-	-	
M7	M10	870					-	-	-	-	
M10	M16	880					-	-	-	-	
M16	M39	920	233	353	bonificato		890	180	302	non bonificato	2

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		9 <sup>1)</sup>					10				
		Carico unitario di prova <i>S<sub>p</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova <i>S<sub>p</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max.		stato	tipo	min.	max.		stato	tipo		
-	M4	900	170	302	non bonificato	2	1040	272	353	bonificato	1
M4	M7	915	188				1040				
M7	M10	940					1040				
M10	M16	950					1050				
M16	M39	920					1060				

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm		Classe di resistenza									
		12									
		Carico unitario di prova <i>S<sub>p</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado		Carico unitario di prova <i>S<sub>p</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers		Dado	
min.	max.		stato	tipo	min.	max.		stato	tipo		
-	M4	1140	295	353	bonificato	1	1150	272	353	bonificato	2
M4	M7	1140					1150				
M7	M10	1140					1160				
M10	M16	1170					1190				
M16	M39	-	-	-	-	-	1200				

**Nota** La durezza minima è obbligatoria solo per i dadi trattati termicamente e per i dadi troppo grandi per essere sottoposti al carico di prova. Per tutti gli altri dadi, la durezza minima non è obbligatoria ma è data solo a titolo indicativo. Per i dadi non bonificati, che soddisfano al carico unitario di prova, la durezza minima non può essere causa di rigetto.

1) La durezza massima della vite con classe di resistenza 5.8 verrà portata a 220 HV nella prossima revisione della EN ISO 898-1. Questa è la durezza massima della vite nella parte di filetto impegnato, mentre la fine del filetto e la testa possono avere una durezza massima di 250 HV. Pertanto i valori dei carichi unitari di prova sono basati su una durezza massima della vite di 220 HV.

## Prospetto 5 Caratteristiche meccaniche, filettatura a passo fine

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm	Classe di resistenza									
	04					05				
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado	
min.		max	stato	tipo	min.		max	stato	tipo	
$8 \leq D \leq 39$	380	188	302	non bonif.	basso	500	272	353	bonificato	basso

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm	Classe di resistenza 6				
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado	
		min.	max	stato	tipo
$8 \leq D \leq 10$	770	188	302	non bonificato <sup>1)</sup>	1
$10 \leq D \leq 16$	780				
$16 \leq D \leq 33$	870	233			

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm	Classe di resistenza 8									
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado	
		min.	max	stato	tipo		min.	max	stato	tipo
$8 \leq D \leq 10$	955	250	353	bonificato	1	890	195	302	non bonificato	2
$10 \leq D \leq 16$										
$16 \leq D \leq 33$						1030	295	-	-	-

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm	Classe di resistenza 10									
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado		Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado	
		min.	max	stato	tipo		min.	max	stato	tipo
$8 \leq D \leq 10$	1100	295	353	bonificato	1	1055	250	353	bonificato	2
$10 \leq D \leq 16$	1100									
$16 \leq D \leq 39$	-	-	-			-	-	1080		

Diametro esterno nominale di filettatura <i>D</i> mm	Classe di resistenza 12				
	Carico unitario di prova $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Durezza Vickers HV		Dado	
		min.	max	stato	tipo
$8 \leq D \leq 10$	1200	295	353	bonificato	2
$10 \leq D \leq 16$					
$16 \leq D \leq 39$					

**Nota** La durezza minima è obbligatoria solo per i dadi trattati termicamente e per i dadi troppo grandi per essere sottoposti al carico di prova. Per tutti gli altri dadi, la durezza minima non è obbligatoria ma è data solo a titolo indicativo. Per i dadi non bonificati, che soddisfano al carico unitario di prova, la durezza minima non può essere causa di rigetto.

1) Per i diametri nominali sopra i 16 mm, i dadi possono essere bonificati a discrezione del fornitore.

Prospetto 6 **Carichi di prova - Filettatura a passo grosso** (vedere anche EN ISO 20898-2)

Filettatura <i>D</i> mm	Passo mm	Sezione resistente nominale del mandrino <i>A<sub>s</sub></i> mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza									
			04	05	5	6	8	9	10	12		
			Carico di prova ( <i>A<sub>s</sub></i> x <i>S<sub>p</sub></i> ) N									
				tipo 1	tipo 1	tipo 1	tipo 2	tipo 2	tipo 1	tipo 1	tipo 2	
M3	0,5	5,03	1910	2500	2600	3000	4000	-	4500	5200	5700	5800
M4	0,7	8,78	3340	4400	4550	5250	7000	-	7900	9150	10000	10100
M5	0,8	14,2	5400	7100	8250	9500	12140	-	13000	14800	16200	16300
M6	1	20,1	7640	10000	11700	13500	17200	-	18400	20900	22900	23100
M7	1	28,9	11000	14500	16800	19400	24700	-	26400	30100	32900	33200
M8	1,25	36,6	13900	18300	21600	24900	31800	-	34400	38100	41700	42500
M10	1,5	58,0	22000	29000	34200	39400	50500	-	54500	60300	66100	67300
M12	1,75	84,3	32000	42200	51400	59000	74200	-	80100	88500	98600	100300
M14	2	115	43700	57500	70200	80500	101200	-	109300	120800	134600	136900
M16	2	157	59700	78500	95800	109900	138200	-	149200	164900	183700	186800
M18	2,5	192	73000	96000	121000	138200	176600	170900	176000	203500	-	230400
M20	2,5	245	93100	122500	154400	176400	225400	218100	225400	259700	-	294000
M22	2,5	303	115100	151500	190900	218200	278800	269700	278800	321200	-	363600
M24	3	353	134100	176500	222400	254200	324800	314200	324800	374200	-	423600
M27	3	459	174400	229500	289200	330500	422300	408500	422300	486500	-	550800
M30	3,5	561	213200	280500	353400	403900	516100	499300	516100	594700	-	673200

Prospetto 7 **Carichi di prova - Filettatura a passo fine** (vedere anche EN ISO 898-6)

Filettatura <i>D x P</i> mm	Sezione resistente nominale del mandrino <i>A<sub>s</sub></i> mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza							
		04	05	6	8	10	12		
		Carico di prova ( <i>A<sub>s</sub></i> x <i>S<sub>p</sub></i> ) N							
		basso	basso	tipo 1	tipo 1	tipo 2	tipo 1	tipo 2	tipo 2
M8 x 1	39,2	14900	19600	30200	37400	34900	43100	41300	47000
M10 x 1	64,5	24500	32200	49600	61600	57400	71000	68000	77400
M10 x 1,25	61,2	23300	30600	47100	58400	54500	67300	64600	73400
M12 x 1,25	92,1	35000	46000	71800	88000	82000	102200	97200	110500
M12 x 1,5	88,1	33500	44000	68700	84100	78400	97800	92900	105700
M14 x 1,5	125	47500	62500	97500	119400	111200	138700	131900	150000
M16 x 1,5	167	63500	83500	130300	159500	148600	185400	176200	200400
M18 x 1,5	215	81700	107500	187000	221500	-	-	232200	-
M18 x 2	204	77500	102000	177500	210100	-	-	220300	-
M20 x 1,5	272	103400	136000	236600	280200	-	-	293800	-
M20 x 2	258	98000	129000	224500	265700	-	-	278600	-
M22 x 1,5	333	126500	166500	289700	343000	-	-	359700	-
M22 x 2	318	120800	159000	276700	327500	-	-	343400	-
M24 x 2	384	145900	192000	334100	395500	-	-	414700	-
M27 x 2	496	188500	248000	431500	510900	-	-	535700	-
M30 x 2	621	236000	310500	540300	639600	-	-	670600	-

## 6] Prestazioni

### 6.1 Coppia autofrenante

La coppia autofrenante sviluppata dai dadi (vedere 2.2) durante il loro primo assemblaggio, o durante ciascun seguente assemblaggio o rimozione, non deve superare la coppia massima di primo assemblaggio indicata, per le classi di resistenza di pertinenza, nei prospetti 8 e 9, qualora provati come specificato in 7.3. In aggiunta, le coppie autofrenanti sviluppate dai dadi durante la loro prima e quinta rimozione non devono essere minori delle coppie autofrenanti in rimozione indicate nei prospetti 8 e 9 qualora provati come specificato in 7.3.

Prospetto 8 **Forze di serraggio e coppie autofrenanti per dadi esagonali e dadi esagonali con flangia con filettatura a passo grosso**

Filettatura <i>D</i> mm	Forza di serraggio, kN								Coppia autofrenante, Nm					
	Classe di resistenza								Classi di resist. 04, 5, 6, 8 e 9			Classi di resist. 05, 10 e 12		
									Primo assembl. <sup>1)</sup> max.	Prima rimozione min.	Quinta rimozione min.	Primo assembl. <sup>1)</sup> max.	Prima rimozione min.	Quinta rimozione min.
04	05	5	6	8	9	10	12							
<b>M3</b>	1,4	1,9	1,4	1,7	2,2	2,5	3,1	3,7	0,43	0,12	0,08	0,6	0,15	0,1
<b>M4</b>	2,5	3,3	2,5	2,9	3,8	4,3	5,5	6,4	0,9	0,18	0,12	1,2	0,22	0,15
<b>M5</b>	4	5,2	4	4,7	6,2	6,9	8,9	10,4	1,6	0,29	0,2	2,1	0,35	0,24
<b>M6</b>	5,7	7,4	5,7	6,6	8,7	9,8	12,5	14,6	3	0,45	0,3	4	0,55	0,4
<b>M7</b>	8,2	10,7	8,3	9,5	12,6	14,1	18,0	21,0	4,5	0,65	0,45	6	0,85	0,6
<b>M8</b>	10,3	13,5	10,4	12,1	15,9	17,8	22,8	26,6	6	0,85	0,6	8	1,15	0,8
<b>M10</b>	16,4	21,5	16,5	19,1	25,3	28,3	36,1	42,4	10,5	1,5	1	14	2	1,4
<b>M12</b>	23,8	31,2	24	27,8	36,7	41,1	52,5	61,4	15,5	2,3	1,6	21	3,1	2,1
<b>M14</b>	32,5	42,5	32,8	38	50	56,1	71,6	84	24	3,3	2,3	31	4,4	3
<b>M16</b>	44,4	58	45	51,8	68,2	76,5	97,5	114	32	4,5	3	42	6	4,2
<b>M18</b>	56,1	73	55	63,4	86,2	-	119	140	42	6	4,2	56	8	5,5
<b>M20</b>	71,7	94	70	81	110	-	152	178	54	7,5	5,3	72	10,5	7
<b>M22</b>	88,7	116	86	100	136	-	189	220	68	9,5	6,5	90	13	9
<b>M24</b>	103	135	101	116	159	-	220	256	80	11,5	8	106	15	10,5
<b>M27</b>	134	175	107	152	206	-	286	334	94	13,5	10	123	17	2
<b>M30</b>	164	215	131	185	253	-	350	408	108	16	12	140	19	14

**Nota 1** Le forze di serraggio per i dadi di classe di resistenza 5 sono pari al 75% dei carichi di prova delle viti di classe di resistenza 5.8 per diametri nominali *D* da 3 mm a 24 mm incluso, e pari al 75% dei carichi di prova delle viti di classe di resistenza 4.8 per diametri nominali maggiori di 24 mm.

Le forze di serraggio per i dadi di classe di resistenza 6, 8, 9, 10 e 12 sono pari rispettivamente al 75% dei carichi di prova delle viti di classe di resistenza 6.8, 8.8, 9.8, 10.9 e 12.9. I carichi di prova delle viti sono dati nella ISO 898-1.

**Nota 2** La valutazione dei risultati della prova della coppia autofrenante per mezzo del metodo di controllo del processo statistico (SPC) non ha rilevanza statistica.

1) Le coppie autofrenanti per il primo assemblaggio si applicano esclusivamente ai dadi interamente metallici.

Per i dadi con inserto non metallico le coppie massime per il primo assemblaggio devono essere pari al 50% di questi valori.

Prospetto 9 **Forze di serraggio e coppie autofrenanti per dadi esagonali e dadi esagonali con flangia con filettatura a passo fine**

Filettatura <i>D x P</i>  mm	Forza di serraggio, kN						Coppia autofrenante, Nm					
	Classe di resistenza						Classi di resist. 04, 6 e 8			Classi di resist. 05, 10 e 12		
							Primo assembl. <sup>1)</sup> max.	Prima rimozione min.	Quinta rimozione min.	Primo assembl. <sup>1)</sup> max.	Prima rimozione min.	Quinta rimozione min.
04	05	6	8	10	12							
<b>M8 x 1</b>	11,1	14,5	12,9	17	24,4	28,5	6	0,85	0,6	8	1,15	0,8
<b>M10 x 1</b>	18,2	23,8	21,3	28,1	40,1	47	10,5	1,5	1	14	2	1,4
<b>M10 x 1,25</b>	17,3	22,6	20,2	26,6	38,1	44,6	10,5	1,5	1	14	2	1,4
<b>M12 x 1,25</b>	26	34,1	30,4	41	57,3	67	15,5	2,3	1,6	21	3,1	2,1
<b>M12 x 1,5</b>	24,9	32,6	29,1	38,3	54,8	64	15,5	2,3	1,6	31	3,1	2,1
<b>M14 x 1,5</b>	35,3	46,2	41,3	54,4	78	91	24	3,3	2,3	31	4,4	3
<b>M16 x 1,5</b>	47,2	61,8	55,1	72,7	104	121	32	4,5	3	42	6	4,2
<b>M18 x 1,5</b>	63,4	82,9	71,3	97,5	134	157	42	6	4,2	56	8	5,5
<b>M18 x 2</b>	59,7	78	67,6	92,3	127	149	42	6	4,2	56	8	5,5
<b>M20 x 1,5</b>	79,5	104	90	122	169	198	54	7,5	5,3	72	10,5	7
<b>M20 x 2</b>	75,5	98,7	85,4	116	161	187	54	7,5	5,3	72	10,5	7
<b>M22 x 1,5</b>	97,5	127	110	150	207	242	68	9,5	6,5	90	13	9
<b>M22 x 2</b>	93	122	105	143	198	231	68	9,5	6,5	90	13	9
<b>M24 x 2</b>	112	147	127	173	239	279	80	11,5	8	106	15	10,5
<b>M27 x 2</b>	145	190	164	224	309	361	94	13,5	10	123	17	12
<b>M30 x 2</b>	182	238	205	280	386	451	108	16	12	140	19	14

**Nota** Vedere note del prospetto 8.

1) Le coppie autofrenanti per il primo assemblaggio si applicano esclusivamente ai dadi interamente metallici.  
Per i dadi con inserto non metallico le coppie massime per il primo assemblaggio devono essere pari al 50% di questi valori.

## 6.2 Coppia/forza di serraggio

Previo accordo tra committente e fornitore i valori di coppia/forza di serraggio dati nell'appendice C possono essere applicati.

## 6.3 Resistenza alla temperatura dei dadi autofrenanti con inserto non metallico

Previo accordo tra committente e fornitore può essere condotta per i dadi autofrenanti con inserto non-metallico la prova di resistenza alla temperatura come indicato nell'appendice B.

## 7] Metodi di prova

### 7.1 Prova di carico

Il dado in prova deve essere avvitato su una vite di prova (7.1) oppure su un mandrino temprato (7.1.2)  
La coppia autofrenante massima nell'assemblare il dado su una rotazione di 360° deve essere registrata dopo che il primo filetto intero è passato attraverso l'elemento autofrenante e l'assemblaggio prosegue fino a che tre filetti interi fuoriescono dal dado.

Come prova decisiva, un mandrino temprato deve essere utilizzato per dadi interamente metallici.

La coppia autofrenante massima verificatasi durante l'assemblaggio del dado sulla vite di prova o sul mandrino deve essere registrata dopo che il primo filetto completo è passato attraverso l'elemento autofrenante.

Un carico uguale al carico di prova specificato per il dado, come indicato nei prospetti 6 e 7, deve essere applicato attraverso la vite di prova o il mandrino, sulla faccia di appoggio del dado in direzione assiale e deve essere mantenuta per 15 s.

Il dado deve resistere al carico senza strappamento della filettatura o rottura.

La prova di carico è decisiva.

La coppia autofrenante massima verificatasi durante la rimozione del dado dopo il primo mezzogiro fino alla separazione del dado dalla vite di prova o dal mandrino, misurata con il dado in movimento, non deve essere maggiore della coppia autofrenante massima registrata durante l'assemblaggio.

### 7.1.1 Vite di prova per la prova di carico

La vite utilizzata per la prova di carico del dado deve essere come specificato in 7.3.4 ma deve avere un carico di prova maggiore del carico di prova del dado da verificare.

### 7.1.2 Mandrino temprato per la prova di carico

Il mandrino utilizzato deve avere una filettatura con classe di tolleranza 5h, ad eccezione del diametro esterno che deve essere compreso nel quarto inferiore del campo di tolleranza 6g.

La durezza del mandrino di prova deve essere non meno di 45 HRC.

### 7.2 Prova di durezza

Per i controlli correnti, la prova di durezza deve essere effettuata sulla faccia di appoggio del dado.

Il valore di durezza è dato dalla media di tre valori a 120° tra di loro.

Nei casi controversi vale la prova di durezza eseguita su una sezione longitudinale passante per l'asse del dado, con le impronte eseguite quanto più possibile vicino al diametro esterno nominale della filettatura del dado.

La prova di durezza avente carattere decisivo è quella Vickers e, dove applicabile, deve essere utilizzato

un carico di HV30. Nel caso la prova di durezza venga eseguita con il metodo Brinell o Rockwell, devono essere usati i prospetti di conversione in accordo con gli appropriati documenti ISO.

La prova di durezza Vickers deve essere condotta in accordo alla ISO 6507-1.

La prova di durezza Brinell deve essere condotta in accordo alla ISO 6506.

La prova di durezza Rockwell deve essere condotta in accordo alla ISO 6508.

### 7.3 Prova della coppia autofrenante

**Nota** Nell'appendice A è descritto un dispositivo di prova raccomandato.

#### 7.3.1 Programma di prova

La prova della coppia autofrenante deve essere condotta a temperatura ambiente utilizzando un dispositivo per la misura della forza di serraggio (7.3.3).

Una vite di prova (7.3.4) deve essere inserita nel dispositivo per la misura della forza di serraggio, una rondella di prova (7.3.5) deve essere posizionata sulla vite prima del montaggio del dado in prova.

Il serraggio del dado può essere eseguito sia manualmente attraverso una chiave dinamometrica sia con un equivalente dispositivo in grado di misurare la coppia (7.3.2).

Il dado deve essere avvitato sulla vite fino a che almeno due filetti completi della vite non siano passati attraverso il dado. La coppia massima che si verifica sulla successiva rotazione del dado di 360°, durante la fase di avvitamento, deve essere misurata.

Affinché il dado sia accettato, questa coppia non deve essere maggiore del valore della coppia di primo assemblaggio data nei prospetti 8 e 9 per il dado corrispondente.

Il serraggio deve continuare fino a che il dado non è appoggiato alla rondella di prova.

La lunghezza della vite di prova deve essere tale che, quando il dado si appoggia alla rondella, questa fuoriesca dalla parte superiore del dado per una lunghezza equivalente a un minimo di quattro passi e ad un massimo di sette passi.

Il dado deve essere quindi serrato fino a che non si raggiunga la forza di serraggio indicata nei prospetti 8 e 9. Deve essere impedito alla rondella di ruotare durante il serraggio del dado.

Il dado deve essere quindi allentato, applicando una coppia contraria, fino a che la forza di serraggio nella vite non venga ridotta a zero. La coppia massima che si verifica quando il dado viene allentato durante i primi 360° di rotazione deve essere misurata.

Affinché il dado sia accettato, questa coppia non deve essere inferiore al valore della coppia di prima rimozione data nei prospetti 8 e 9 per il dado corrispondente.

Dopo che la coppia di prima rimozione è stata misurata, il dado deve essere svitato fino a che l'elemento autofrenante non si disimpegna dalla filettatura della vite.

Il dado deve essere assemblato e rimosso per altre quattro volte.

Durante ogni assemblaggio, il dado deve essere avvitato in modo sufficiente da permettere che la vite di prova fuoriesca per una lunghezza equivalente ad un minimo di quattro passi e ad un massimo di sette passi.

Durante ciascuna rimozione, l'elemento autofrenante deve disimpegnarsi dalla filettatura delle viti.

Questa parte della prova non deve essere necessariamente condotta attraverso il dispositivo di misura della forza. Durante la quinta rimozione, la coppia massima che si verifica quando il dado viene allentato durante i primi 360° di rotazione deve essere misurata.

Affinché il dado sia accettato, questa coppia non deve essere inferiore al valore della coppia di quinta rimozione data nei prospetti 8 e 9. In aggiunta, in nessun momento durante questi quattro assemblaggi e rimozioni aggiuntivi la coppia deve essere superiore al valore della coppia massima di primo assemblaggio dato nei prospetti 8 e 9.

Al fine di evitare il surriscaldamento durante la prova di assemblaggio, sufficiente tempo deve trascorrere tra i cicli di applicazione della coppia. La velocità di rotazione durante l'assemblaggio e la rimozione del dado non deve superare i 25 giri/min, e deve essere continua ed uniforme.

#### 7.3.2 Dispositivo per la misurazione della coppia

Il dispositivo per la misurazione della coppia (chiave dinamometrica o apparecchio per la misurazione della coppia) deve avere una precisione pari a  $\pm 2\%$  della coppia specificata per il dado da provare.

Il dispositivo per la misurazione deve essere scelto in modo tale che tutte le letture cadano nella metà superiore del suo intervallo di misura.

### 7.3.3 Dispositivo per la misurazione della forza di serraggio

Il dispositivo per la misurazione della forza di serraggio utilizzato nella prova della coppia autofrenante deve essere uno strumento capace di misurare la reale forza di serraggio indotta nella vite di prova quando il dado viene serrato. L'apparecchio deve poter misurare la forza di serraggio esercitata nel corso della prova con una precisione del  $\pm 5\%$ . Il foro di alloggiamento della vite nel piatto di appoggio deve avere lo stesso diametro e la stessa tolleranza della rondella di prova.

### 7.3.4 Vite di prova per la prova della coppia

La filettatura della vite deve essere in accordo alla ISO 965-2.

La filettatura di tutte le viti con diametro  $D \leq 24$  mm deve essere prodotta per rullatura.

La lunghezza della vite deve essere tale che, quando il dado si appoggia alla rondella, dalla parte superiore del dado la vite di prova fuoriesca per una lunghezza equivalente ad un minimo di quattro passi e ad un massimo di sette passi. La lunghezza della filettatura deve essere tale che un minimo di due filetti completi siano in presa dopo che il dado si è appoggiato.

La vite deve avere l'estremità smussata in accordo alla ISO 4753.

La filettatura deve essere priva di bave o altre non-conformità che possono influenzare una accurata determinazione delle prestazioni del dado.

La vite deve avere un carico di rottura correlato con la specificata classe di resistenza in prova e le caratteristiche devono essere in accordo alla EN ISO 898-1.

Per la prova di dadi bassi devono essere utilizzate viti di prova come specificato nel prospetto 10.

Prospetto 10 Viti di prova per la prova di dadi bassi

Classe di resistenza del dado di prova	Classe di resistenza della vite di prova
04	8.8
05	10.9

Una nuova vite deve essere utilizzata per provare ciascun dado.

I dadi con rivestimenti di zinco devono essere provati con viti zincate non lubrificate.

Tutti gli altri dadi devono essere provati con viti fosfatate allo zinco e oliate se non diversamente specificato tramite accordo tra committente e fornitore.

### 7.3.5 Rondella di prova

Le rondelle di prova devono essere fabbricate di acciaio al carbonio bonificato con durezza superficiale compresa tra 500 HV30 e 600 HV30 e durezza a cuore compresa tra 450 HV30 e 490 HV30 e non devono essere rivestite. Le dimensioni devono essere quelle specificate nel prospetto 11.

Prospetto 11 Dimensioni delle rondelle di prova

Dimensioni in mm

Diametro nominale della vite di prova $d$	Foro della rondella		Diametro esterno min.	Spessore min.
	max.	min.		
3	3,3	3,2	6,7	0,45
4	4,4	4,3	8,9	0,7
5	5,4	5,3	12,4	0,9
6	6,6	6,4	15,6	1,4
7	7,6	7,4	17,7	1,4
8	8,6	8,4	19,8	1,4
10	10,7	10,5	24,5	1,8
12	13,2	13,0	29,3	2,3
14	15,2	15,0	33,6	2,3
16	17,2	17,0	38,5	2,7
18	19,2	19,0	42,4	2,7
20	21,2	21,0	47,3	2,7
22	23,2	23,0	52	2,7
24	25,2	25,0	56	3,7
27	28,3	28,0	62	3,7
30	31,3	31,0	70	3,7

Le facce devono essere piane e parallele con una tolleranza del 4% dello spessore minimo specificato. La rugosità superficiale  $R_a$  di entrambe le facce deve essere compresa tra  $0,2\mu\text{m}$  e  $0,4\mu\text{m}$ . La rondella di prova deve essere tale che, quando assemblata nel dispositivo di prova la sua rotazione sia impedita al momento del serraggio del dado. Qualsiasi dispositivo atto ad impedire la rotazione non deve essere all'interno di un diametro pari alla lunghezza sugli spigoli del dado in prova. In alternativa possono essere utilizzate piastrine o piatti a più fori con una larghezza minima pari al diametro esterno minimo come dato nel prospetto 11, a condizione che esse/i siano conformi ai requisiti di durezza, dimensioni del foro e condizioni superficiali.

## 8] Marcatura

I dadi con diametro nominale  $D \geq 5$  mm devono essere marcati in maniera leggibile in modo da poter identificare la classe di resistenza ed il produttore. I simboli di identificazione della classe di resistenza devono essere in accordo rispettivamente alla EN ISO 20898-2 e EN ISO 898-6. I simboli di identificazione del produttore sono a discrezione del produttore stesso. La marcatura può essere in rilievo oppure in profondità a discrezione del produttore. Tuttavia, le marcature in rilievo non devono sporgere oltre la larghezza massima e l'altezza massima del dado. La marcatura in profondità può essere posizionata su qualunque superficie, ma preferibilmente non sulla faccia d'appoggio del dado; la marcatura in rilievo non deve essere situata sulla faccia d'appoggio del dado.

## Appendice A

### Tecnica di prova raccomandata utilizzando una chiave dinamometrica manuale per determinare le caratteristiche prestazioni di coppia di un dado esagonale autofrenante di acciaio

#### A.1 Applicazione

La presente appendice descrive una tecnica di prova per la misurazione della coppia e delle prestazioni dei dadi autofrenanti, utilizzando una chiave dinamometrica manuale o utilizzando un'altra tecnica con bassa velocità. Essa è principalmente intesa per la valutazione della qualità del prodotto e come prova di riferimento.

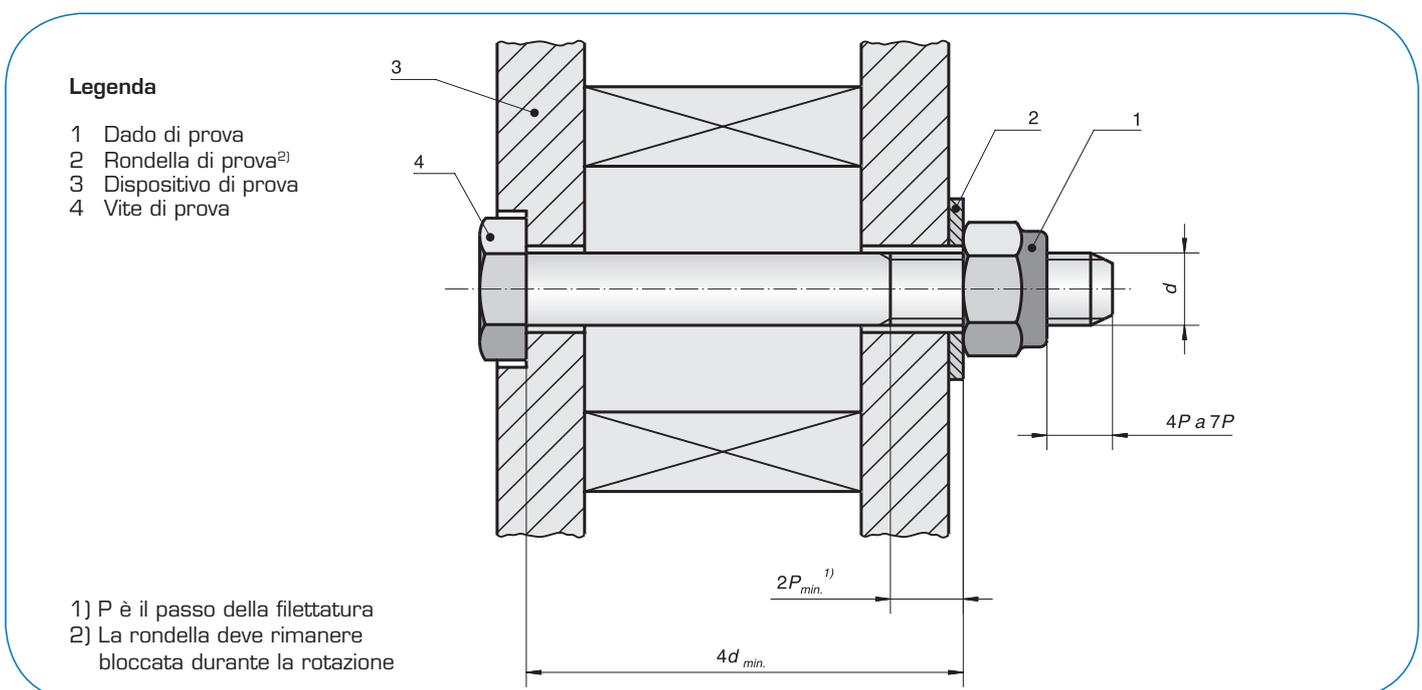
#### A.2 Apparecchiatura

##### A.2.1 Chiavi dinamometriche di dimensioni appropriate ai valori di coppia previsti.

Può essere eventualmente utilizzata un'unità meccanica avente una velocità massima di rotazione di 25 giri/min e avente un sistema di misurazione della coppia.

##### A.2.2 Dispositivo per la misurazione della forza di serraggio per trattenere la vite di prova, il dado e la rondella di prova, e per misurare la forza di serraggio generata dal serraggio del dado. È preferibile utilizzare una cella di carico estensimetrica, tuttavia è accettabile anche una cella idraulica. Un dispositivo appropriato è riportato nella figura A.1.

Figura A.1 Dispositivo per la misurazione della forza di serraggio



**A.3 Procedura di prova**

Il metodo di prova per determinare le prestazioni autofrenanti è specificato in 7.3.  
Per le prestazioni coppia/forza di serraggio, vedere appendice C.

**Appendice B**

**Prova di resistenza alla temperatura per dadi autofrenanti con inserto non metallico**

Le specifiche date nella presente appendice possono essere concordate tra committente e fornitore, se appropriate.

A temperatura ambiente  $+20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  il dado deve essere assemblato fino a quando dai 4 ai 7 filetti completi della vite di prova sporgano da sopra il dado senza che alcuna forza di serraggio venga generata.

L'insieme deve essere posto in una camera a  $+120\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ; dopo un'ora, esso deve essere rimosso dalla camera e lasciato raffreddare fino alla temperatura ambiente.

L'insieme deve essere posto in una camera a  $-50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ; dopo un'ora esso deve essere rimosso dalla camera e lasciato riscaldare fino alla temperatura ambiente.

Con l'insieme a temperatura ambiente, eseguire la prova per la determinazione della coppia autofrenante come indicato in 7.3.1, con l'eccezione del primo avvitamento e serraggio. La coppia autofrenante misurata alla prima ed alla quinta rimozione non deve essere inferiore ai valori specificati nei prospetti 8 e 9.

Previo accordo tra committente e fornitore le temperature possono essere modificate al fine di adattare a particolari condizioni di utilizzo.

**Appendice C**

**Requisiti e prova della coppia/forza di serraggio**

Le specifiche date nella presente appendice possono essere concordate, se necessario, tra committente e fornitore.

**C.1 Definizione**

**C.1.1 Coppia/forza di serraggio**

Coppia di serraggio necessaria per generare la specificata forza di serraggio nella vite di prova.

**C.2 Requisiti coppia/forza di serraggio**

I requisiti per la forza di serraggio in funzione della coppia applicata sono dati nei prospetti da C.1 a C.4.

**C.3 Prova dei valori coppia/forza di serraggio**

La prova della coppia/forza di serraggio deve essere condotta in connessione con il programma di prova specificato in 7.3.1.

Continuare a serrare il dado finché è raggiunta la forza di serraggio specificata nei prospetti da C.1 a C.4 ed appropriata alla classe di resistenza del dado.

La coppia applicata deve essere misurata e deve essere tra i valori specificati nei prospetti da C.1 a C.4.

**Nota** Un metodo di prova è descritto nell'appendice A.

**Prospetto C.1 Forze di serraggio e coppie applicate per dadi esagonali con filettatura a passo grosso**

Filettatura <i>D</i> mm	Forza di serraggio, kN				Coppia applicata, Nm								
	Classe di resistenza				Classe di resistenza								
	04	05	5	6	04		05		5		6		
				min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
<b>M3</b>	1,4	1,9	1,4	1,7	0,7	1,1	0,9	1,3	0,7	1,1	0,8	1,2	
<b>M4</b>	2,5	3,3	2,5	2,9	1,6	2,4	2,1	3,1	1,6	2,4	1,9	2,7	
<b>M5</b>	4	5,2	4	4,7	3,2	4,8	4,2	6,3	3,2	4,8	3,8	5,6	
<b>M6</b>	5,7	7,4	5,7	6,6	5,4	8,1	7,1	10,7	5,4	8,1	6,4	9,5	
<b>M7</b>	8,2	10,7	8,3	9,5	9,2	13,7	12	17,9	9,3	13,8	10,7	16	
<b>M8</b>	10,3	13,5	10,4	12,1	13,2	19,8	17,3	26	13,3	20	15,5	23,1	
<b>M10</b>	16,4	21,5	16,5	19,1	26,3	39,5	34	52	26,4	39,6	30,6	45,9	
<b>M12</b>	23,8	31,2	24	27,8	45,8	68,7	60	90	46	69	53	80	
<b>M14</b>	32,5	42,5	32,8	38	73,8	109	95	143	73	110	85	127	
<b>M16</b>	44,4	58	45	51,8	113	170	148	223	115	173	133	199	
<b>M18</b>	56,1	73	55	63,4	161	242	211	317	158	238	183	273	
<b>M20</b>	71,7	94	70	81	229	344	300	450	224	336	260	389	
<b>M22</b>	88,7	116	86	100	312	468	408	613	303	454	351	527	
<b>M24</b>	103	135	101	116	397	595	519	778	388	582	447	670	
<b>M27</b>	134	175	77	152	579	869	757	1136	333	500	655	982	
<b>M30</b>	164	215	95	185	789	1183	1031	1547	456	684	889	1334	

Filettatura <i>D</i> mm	Forza di serraggio, kN				Coppia applicata, Nm								
	Classe di resistenza				Classe di resistenza								
	8	9	10	12	8		9		10		12		
				min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
<b>M3</b>	2,2	2,5	3,1	3,7	1,1	1,6	1,2	1,7	1,5	2,3	1,8	2,7	
<b>M4</b>	3,8	4,3	5,5	6,4	2,5	3,7	2,8	4,1	3,7	5,3	4,2	6,2	
<b>M5</b>	6,2	6,9	8,9	10,4	5	7,4	5,6	8,2	7,2	10,6	8,4	12,4	
<b>M6</b>	8,7	9,8	12,5	14,6	8,4	12,4	9,5	14	12,1	17,8	14,1	20,8	
<b>M7</b>	12,6	14,1	18	21	14,2	16,9	15,8	23,6	20,2	30,2	23,6	35,2	
<b>M8</b>	15,9	17,8	22,8	26,6	20	30	23	34	29	43	34	50	
<b>M10</b>	25,3	28,3	36,1	42,4	41	60	46	68	59	85	69	100	
<b>M12</b>	36,7	41,1	52,5	61,4	71	105	80	118	102	150	119	175	
<b>M14</b>	50	56,1	71,6	84	112	168	127	187	161	240	189	282	
<b>M16</b>	68,2	76,5	97,5	114	175	260	198	292	250	371	293	434	
<b>M18</b>	86,2	-	119	140	255	372	-	-	353	513	415	603	
<b>M20</b>	110	-	152	178	355	520	-	-	491	718	574	840	
<b>M22</b>	136	-	189	220	500	705	-	-	675	989	787	1161	
<b>M24</b>	159	-	220	256	620	928	-	-	857	1283	997	1493	
<b>M27</b>	206	-	286	334	900	1330	-	-	1249	1845	1459	2155	
<b>M30</b>	253	-	350	408	1230	1810	-	-	1701	2503	1982	2918	

**Nota 1** I valori delle coppie applicate sono validi per la valutazione dei risultati di prova e possono non essere adatti alle condizioni reali di assemblaggio.

**Nota 2** La valutazione dei risultati della prova della coppia autofrenante per mezzo del metodo di controllo del processo statistico (SPC) non ha rilevanza statistica.

Prospetto C.2 Forze di serraggio e coppie applicate per dadi esagonali con filettatura a passo fine

Filettatura <i>D x P</i> mm	Forza di serraggio, kN						Coppia applicata, Nm											
	Classe di resistenza						Classe di resistenza											
	04	05	6	8	10	12	04		05		6		8		10		12	
							min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M8x1	11,1	14,5	12,9	17	24,4	28,5	14,2	21,3	18,5	27,8	16,5	24,5	22	33	31	47	37	55
M10x1	18,2	23,8	21,3	28,1	40,1	47	29,2	43,8	38,2	57,2	34	51	45	67	64	96	75	113
M10x1,25	17,3	22,6	20,2	26,6	38,1	44,6	27,7	41,5	36,2	54,3	33	48	43	64	61	91	71	107
M12x1,25	26	34,1	30,4	41	57,3	67	50	75	65	98	59	87	79	118	110	165	129	193
M12x1,5	24,9	32,6	29,1	38,3	54,8	64	48	72	63	94	56	83	74	110	105	158	123	185
M14x1,5	35,3	46,2	41,4	54,4	78	91	79	119	104	155	92	138	122	183	175	262	203	305
M16x1,5	47,2	61,8	55,1	72,7	104	121	121	181	158	237	141	211	186	279	267	401	311	467
M18x1,5	63,4	82,9	71,3	97,5	134	157	183	274	239	358	205	308	280	421	387	580	454	680
M18x2	59,7	78	67,6	92,3	127	149	172	258	225	337	195	292	266	399	367	550	430	646
M20x1,5	79,5	103,9	90	122	169	198	254	381	333	499	288	432	390	586	542	814	634	950
M20x2	75,5	98,7	85,4	116	161	187	242	362	316	474	273	410	371	557	515	772	600	900
M22x1,5	92,5	122,7	110	150	207	242	343	515	449	673	385	578	528	792	729	1093	853	1279
M22x2	93	122	105	143	198	231	327	491	428	642	368	552	503	755	697	1095	815	1222
M24x2	112	147	127	173	239	279	431	646	563	845	487	730	664	996	918	1376	1071	1607
M27x2	145	190	164	224	309	361	628	941	821	1231	706	1059	968	1452	1335	2003	1559	2338
M30x2	182	238	205	280	386	451	873	1309	1141	1712	983	1474	1344	2016	1853	2779	2167	3251

Nota Vedere note nel prospetto C.1.

Prospetto C.3 Forze di serraggio e coppie applicate per dadi esagonali con flangia e filettatura a passo grosso

Filettatura <i>D</i> mm	Forza di serraggio, kN						Coppia applicata, Nm											
	Classe di resistenza						Classe di resistenza											
	5	6	8	9	10	12	5		6		8		9		10		12	
							min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M5	4	4,7	6,2	6,9	8,9	10,4	3,6	5,1	4,2	6	5,6	7,9	6,2	8,8	8	11,4	9,3	13,3
M6	5,7	6,6	8,7	9,8	12,5	14,6	6,2	8,9	7,2	10,3	9,5	13,6	10,7	15,3	13,7	19,5	16	22,8
M7	8,3	9,5	12,6	14,1	18	21	10,1	14,5	11,6	16,6	15,4	22	17,2	24,7	22	31,5	25,6	36,7
M8	10,4	12,1	15,9	17,8	22,8	26,6	14,9	21,3	17,3	24,7	22,7	32,5	25,5	36,4	32,6	46,6	38	54,4
M10	16,5	19,1	25,3	28,3	36,1	42,4	29,3	42	33,9	48,6	44,9	64,4	50,3	72	64,1	91,8	75,3	108
M12	24	27,8	36,7	41,1	52,5	61,4	51,5	73,9	59,6	85,6	78,7	113	88,2	127	113	162	132	189
M14	32,8	38	50	56,1	71,6	84	81,6	117	94,6	136	124	179	140	200	178	256	209	300
M16	45	51,8	68,2	76,5	97,5	114	127	183	146	211	192	277	216	311	275	396	321	463
M20	70	81	110	-	152	178	246	355	285	411	387	558	-	-	534	771	626	903

Prospetto C.4 Forze di serraggio e coppie applicate per dadi esagonali con flangia e filettatura a passo fine

Filettatura <i>D x P</i> mm	Forza di serraggio, kN				Coppia applicata, Nm							
	Classe di resistenza				Classe di resistenza							
	6	8	10	12	6		8		10		12	
					min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M8 x 1	12,9	17	24,4	28,5	18,1	26,1	23,8	34,4	34,2	49,3	39,9	57,6
M10 x 1	21,3	28,1	40,1	47	36,6	53,2	48,3	70,2	68,9	100	80,8	117
M10 x 1,25	20,2	26,6	38,1	44,6	35,3	50,9	46,5	67	66,6	96	77,9	112
M12 x 1,25	30,4	41	57,3	67	63,5	92,2	85,6	124	120	174	140	203
M12 x 1,5	29,1	38,3	54,8	64	61,6	88,9	81,1	117	116	167	136	196
M14 x 1,5	41,4	54,4	78	91	101	146	132	192	190	275	221	321
M16 x 1,5	55,1	72,7	104	121	152	222	201	292	287	418	334	486
M20 x 1,5	90	122	169	198	306	448	415	607	575	842	673	986
M20 x 2	85,4	116	161	187	295	429	401	583	557	809	647	940

## Prove di fatica degli elementi di collegamento

### 1] Generalità

La presente norma definisce la prova di fatica effettuata a temperatura ambiente dove con fatica si intende l'alterazione delle proprietà dei materiali metallici soggetti ad azioni semplici ripetute nel tempo come trazione-compressione, flessione o torsione. Più particolarmente con fatica si intendono tutte quelle alterazioni che provocano la fessurazione o la rottura del materiale.

Lo scopo della prova di fatica è quindi quello di individuare il comportamento dei materiali sottoposti ad azioni sollecitanti o deformazioni per poter così prevenire fenomeni di fessurazione o rottura.

### 2] Modalità di prova

Dopo aver debitamente preparato la provetta, quest'ultima deve essere montata sulla macchina di prova in modo tale che il funzionamento della macchina non provochi nella provetta apprezzabili azioni sollecitanti parassite.

Per esempio, la difettosa coassialità di una provetta soggetta ad azioni assiali di trazione e/o compressione genera azioni parassite di flessione. Il procedimento adottato per arrivare alle condizioni di funzionamento a pieno carico deve essere lo stesso per tutte le provette di una medesima serie; esso dipende dal tipo e dalle condizioni di prova. In generale, le prove devono proseguire senza interruzioni fino alla rottura della provetta.

Tenendo conto del volume del materiale sollecitato, la frequenza dei cicli deve essere scelta in modo da evitare durante la prova un riscaldamento della provetta tale da falsare i risultati della prova stessa. Il numero di provette utilizzate per determinare le caratteristiche di resistenza a fatica può variare in larga misura secondo la natura dell'informazione desiderata. Se l'esperimento è di tipo statistico il numero può essere molto grande; se, viceversa, ciascuna provetta è un pezzo meccanico costoso, il numero sarà necessariamente piccolo.

### 3] Presentazione dei risultati

Lo scopo della ricerca e l'utilizzazione prevista dei risultati ottenuti condizionano la scelta del metodo di presentazione dei risultati più appropriato tra i numerosi metodi esistenti.

I risultati di prove di fatica sono generalmente presentati sotto forma di grafici.

Il metodo di presentazione grafica dei risultati più utilizzato consiste nel riportare in ascisse i valori della durata in cicli e in ordinate i valori dell'ampiezza di tensione o, secondo altre modalità di prova, la tensione massima (metodo di Wöhler). Una scala logaritmica è utilizzata per la durata in cicli, mentre per le tensioni è possibile scegliere tra la scala lineare e la scala logaritmica. Una curva di Wöhler può essere tracciata per ciascuna serie di prove aventi una stessa tensione media oppure uno stesso rapporto di tensione.

Il grafico 1 rappresenta una curva di Wöhler con scala lineare per le tensioni.

Il grafico 2 rappresenta, con scala logaritmica per le tensioni, più curve, ciascuna delle quali corrisponde ad un valore particolare del rapporto di tensione  $\frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$ .

Grafico 1 **Curva  $\sigma - N$**  (scala lineare per le tensioni)

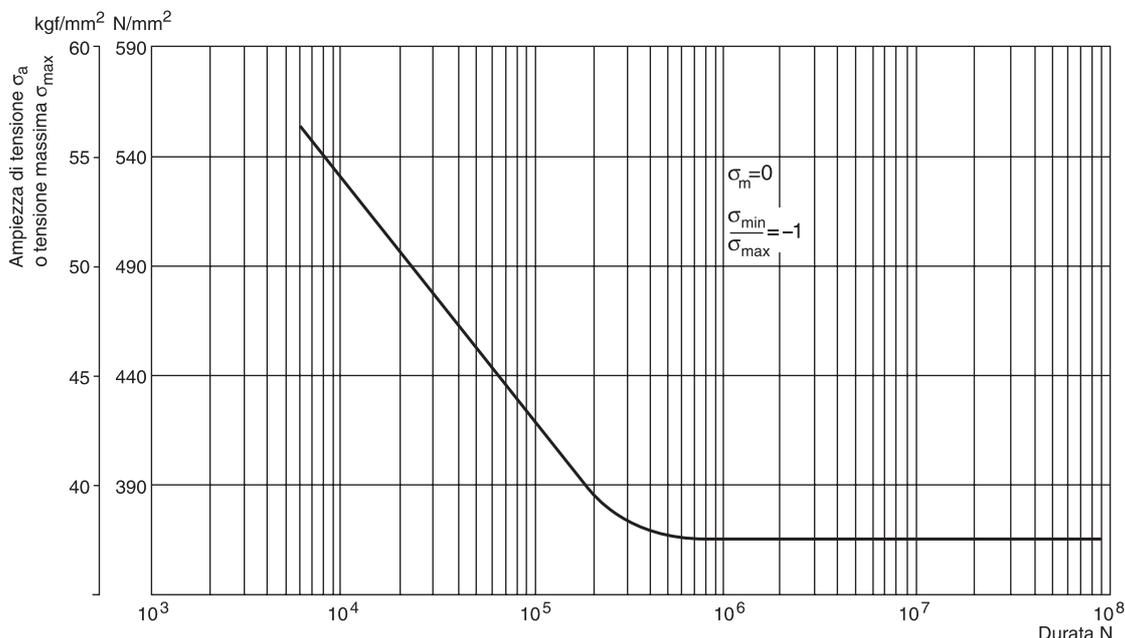
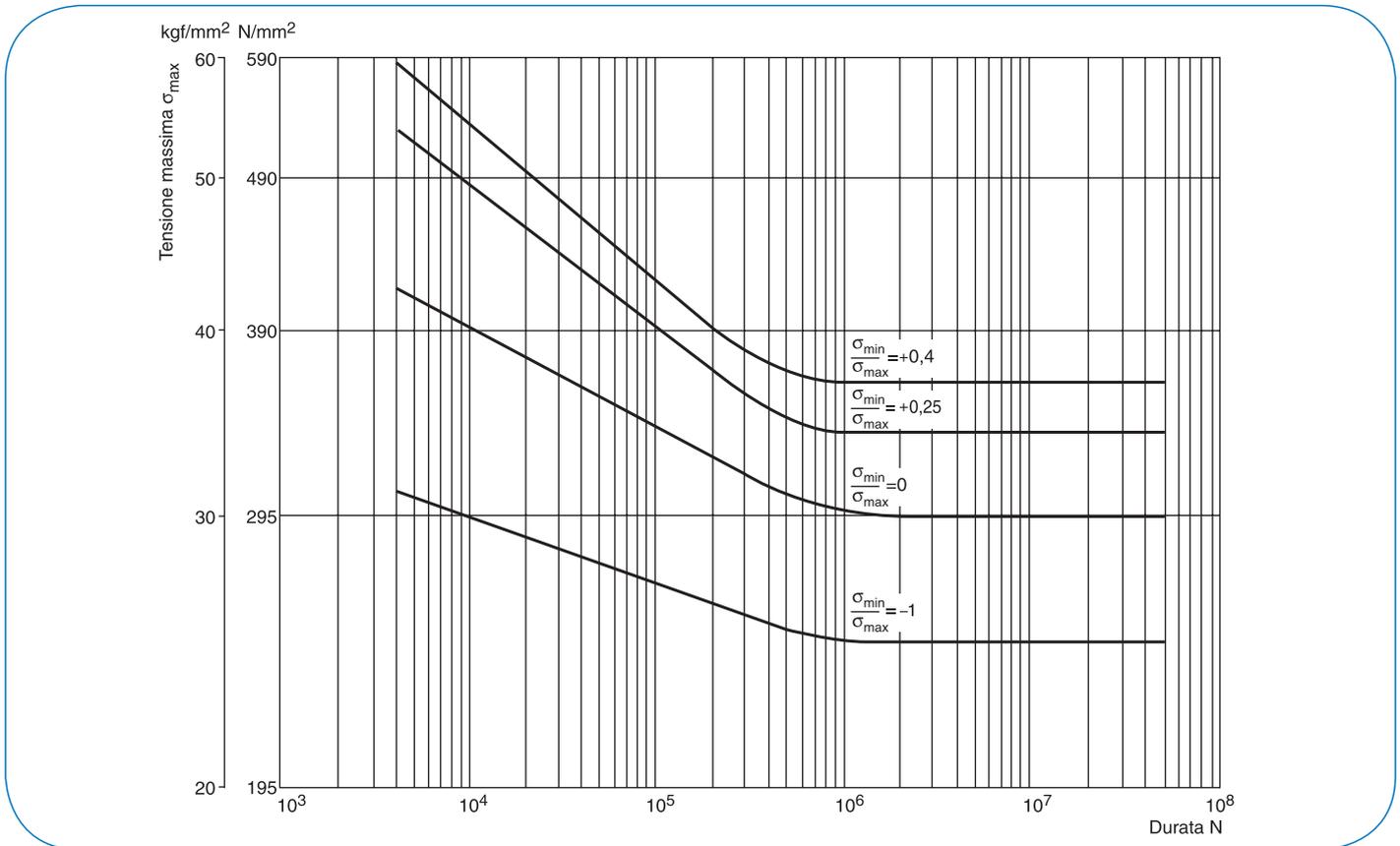


Grafico 2 **Curve  $\sigma - N$**  corrispondenti a rapporti di tensione particolari (scala logaritmica per le tensioni)



L'analisi dei grafici permette di individuare il valore di tensione massima o l'ampiezza di tensione al di sotto del quale nel tempo non compariranno fessurazioni o rotture.

## Prova di allargamento per dadi

### 1] Generalità

La presente norma prescrive la procedura per valutare l'accettabilità delle discontinuità superficiali definite nella ISO 6157-2 ad esclusione dei dadi costruiti in acciaio automatico.

È applicabile a dadi con:

- classi di resistenza secondo ISO 898-2 e EN ISO 898-6
- diametro nominale di filettatura  $5 \text{ mm} \leq D \leq 39 \text{ mm}$
- prodotti di grado A e B

### 2] Prova di allargamento

#### 2.1 Principio

Dopo aver asportato la filettatura fino al diametro nominale di filettatura  $D$ , un mandrino conico è infilato nel dado. L'allargamento è misurato come una percentuale del diametro del foro.

#### 2.2 Mandrino di prova

Il mandrino di prova (vedi figura 1) deve essere utilizzato per misurare un allargamento rispettivamente del 6% e 4% (vedi punto 3). Deve avere una durezza non inferiore a 45 HRC e il cono deve essere lucidato (rugosità  $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ ).

#### 2.3 Dado di prova

Il dado utilizzato per la prova di allargamento deve avere la filettatura asportata fino al diametro nominale di filettatura  $D$  con tolleranza H12.

#### 2.4 Procedura

Prima della prova il mandrino deve essere lubrificato con bisolfuro di molibdeno ( $\text{MoS}_2$ ). Inserire il mandrino nel dado (vedi figura 2) e applicare un carico assiale in modo lento e continuo. Spingere il mandrino attraverso il foro fino a raggiungere la parte cilindrica. Il mandrino deve essere saldamente tenuto all'estremità superiore. È consigliata una velocità di inserimento non superiore a 25 mm/min

### 3] Criterio

L'allargamento deve essere

6% per dadi con classe di resistenza da 4 a 12  
e  
4% per dadi con classe di resistenza O4 e O5

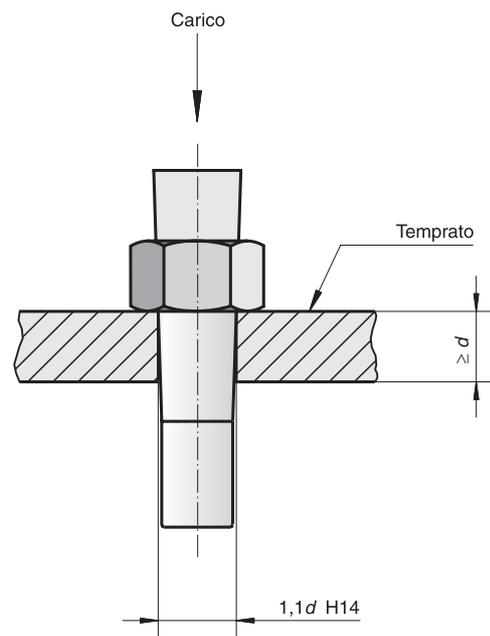
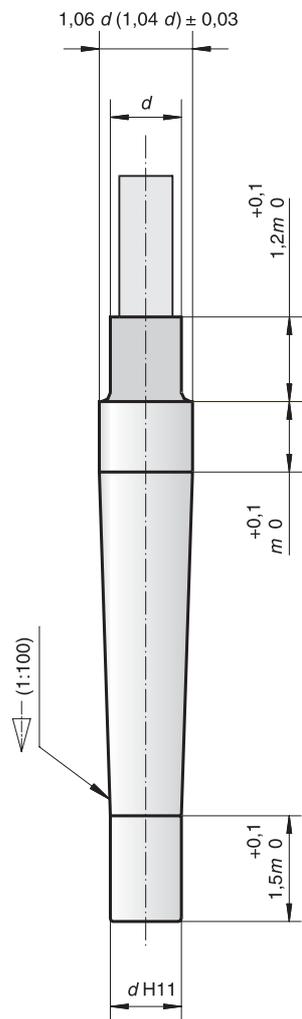
Il risultato è considerato negativo solo se il dado si fessura completamente prima di aver raggiunto il valore minimo prescritto di allargamento. In casi di dubbio, si verifica tagliando il dado sul lato opposto a quello fessurato: il dado deve cadere in due pezzi.

### 4] Casi speciali - Dadi autofrenanti

Per dadi autofrenanti secondo ISO 2320 il valore minimo di allargamento da considerare è l'80% dei valori specificati nel punto 3.

Figura 1 **Mandrino di prova per allargamento**

Figura 2 **Disposizione di prova**



$d$  = diametro nominale di filettatura del dado

$m$  = altezza nominale del dado

# Prova di precarico per la rivelazione dell'infragilimento da idrogeno degli elementi di collegamento Metodo delle superfici di appoggio parallele

## 1] Scopo e campo di applicazione

La presente norma internazionale specifica una prova di precarico che è in grado di determinare il verificarsi di infragilimento da idrogeno negli elementi di collegamento a temperatura ambiente.

La prova è applicabile a:

- viti
- dadi
- rondelle

realizzate in acciaio e sottoposte a carico di trazione.

La prova deve essere eseguita ad una temperatura compresa tra i +10 °C e i +35 °C.

La prova è adatta solo per il controllo durante il processo e può essere eseguita dopo ogni stadio del processo di produzione. Essa non è intesa come prova di accettazione.

Essa è in grado di accertare differenze o variazioni nelle condizioni o nelle tecniche del processo di produzione, di determinare l'efficacia dei vari trattamenti prima e dopo il rivestimento superficiale atti a ridurre l'influenza dell'idrogeno.

La prova non esonera il produttore o chi esegue il processo dalla responsabilità di imporre adeguati controlli di processo o il monitorare lo stesso.

**Nota** La probabilità di scoprire l'infragilimento da idrogeno diminuisce significativamente se la prova ha inizio più di 24h dopo l'ultimo stadio del processo di produzione. Pertanto, normalmente la presente prova non è intesa come prova di accettazione.

Particolare attenzione deve essere data alla prova di riferimento descritta al punto 6.3.

## 2] Termini e definizioni

Ai fini della presente norma internazionale si applicano i presenti termini e definizioni.

### 2.1 Predisposizione all'infragilimento da idrogeno

È la predisposizione del materiale degli elementi di collegamento a subire rotture fragili dovute alla presenza di idrogeno e quando soggetti a un significativo carico di trazione e/o severe condizioni di utilizzo.

**Nota 1** Con l'aumento della predisposizione all'infragilimento da idrogeno, la quantità critica di idrogeno che può causare rotture fragili diminuisce significativamente.

**Nota 2** Dopo il processo di produzione, la predisposizione all'infragilimento da idrogeno non può essere ridotta o cambiata in una condizione di non predisposizione, anche attraverso un trattamento termico successivo al rivestimento (deidrogenazione).

### 2.2 Rischi di infragilimento da idrogeno

Il rischio di infragilimento da idrogeno si presenta quando gli elementi di collegamento, costruiti con acciai sensibili all'infragilimento da idrogeno, assorbono idrogeno e sono soggetti a carichi di trazione.

**Nota** Il pericolo di infragilimento da idrogeno può essere ridotto quando nelle fasi rilevanti del processo è minimizzata la presenza di idrogeno e/o quando successivamente al rivestimento è applicato un adeguato trattamento di deidrogenazione.

### 2.3 Lotto di produzione

Quantità di elementi di collegamento con la medesima designazione incluso grado, classe di resistenza e dimensione, ottenuti da prodotto in barra, filo, tondo o piatto derivante da una singola colata, lavorato attraverso le stesse o simili fasi, nello stesso momento oppure in un periodo continuo di tempo e, se presenti, attraverso lo stesso trattamento termico e/o processo di rivestimento.

Stesso trattamento termico o processo di rivestimento significa:

- per un processo continuo, lo stesso ciclo di trattamento senza alcuna modifica dei parametri operativi
- per un processo discontinuo, lo stesso ciclo di trattamento per identici carichi consecutivi (partita di controllo).

**Nota** Il lotto di produzione, per ragioni produttive, può essere diviso in diverse partite di controllo e quindi riassimate nello stesso lotto di produzione.

### 2.4 Partita di controllo

Quantità di elementi di collegamento identici provenienti dallo stesso lotto di produzione e processati contemporaneamente.

### 3] Principio

La prova di precarico è condotta per mezzo di un appropriato dispositivo di prova. Gli elementi di collegamento sono sottoposti a carichi di trazione in prossimità del loro punto di snervamento avvitandoli, con coppia adeguata, su una piastra filettata, vite o dado. Sono ammessi altri sistemi di tensionamento, a condizione che i carichi che si generano siano in prossimità del punto di snervamento. Il carico deve essere mantenuto per almeno 48h. Dopo ogni 24 h gli elementi di collegamento devono essere riserrati al carico e alla coppia iniziale e contemporaneamente deve essere controllato se si sono verificate rotture dovute ad infragilimento da idrogeno.

### 4] Dispositivi di prova

Vari dispositivi di prova possono essere utilizzati a secondo dei differenti tipi di elementi di collegamento.

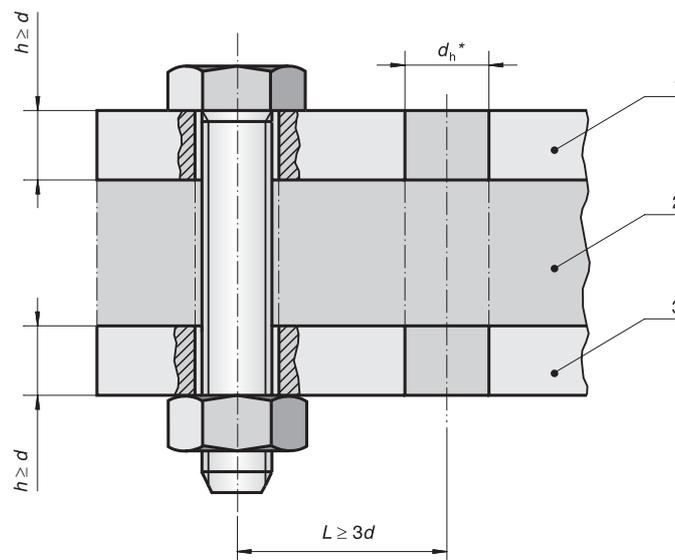
#### 4.1 Viti

Per le viti viene utilizzato un dispositivo con piastre temprate di acciaio a facce parallele, con un foro o più fori perpendicolari alla superficie delle piastre, vedere figura 1.

Figura 1 Dispositivi di prova per viti

#### Legenda

- 1 Piastra superiore
- 2 Piastra di riempimento (per viti lunghe)
- 3 Piastra inferiore



Tolleranza del foro in accordo con la ISO 273, serie fine

Il dispositivo per viti comprende una piastra di acciaio superiore ed una inferiore, vedere figura 1.

La durezza delle piastre superiore ed inferiore deve essere di almeno 45 HRC.

La superficie di appoggio deve essere piana, e la rugosità non deve essere superiore a  $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ .

Lo spessore di ciascuna piastra deve essere minimo di  $1d$  ( $d$  è il diametro nominale di filettatura).

Il foro deve avere un diametro di  $d_h$ , in accordo con la ISO 273, serie fine, e non deve essere smussato.

La distanza,  $L$ , tra un foro e l'altro deve essere come minimo di tre diametri ( $3d$ ).

Durante l'esecuzione della prova, una lunghezza filettata libera pari ad almeno  $1d$  deve essere sottoposta a carico, e non più di 5 filetti completi devono estendersi oltre il dado. Per soddisfare questi requisiti, una o più piastre di acciaio a facce piane e parallele possono essere usate come piastre di riempimento.

La(e) piastra(e) di riempimento può(possano) essere realizzata(e) con un acciaio di grado e durezza differente da quello della piastra superiore ed inferiore.

Le viti da provare sono precaricate mettendole in trazione per mezzo di un dado.

In caso di viti corte ( $L \leq 2,5d$ ) deve essere utilizzata solo una piastra avente un foro filettato nel quale la vite deve essere avvitata direttamente senza utilizzare un dado e serrata contro la sua testa.

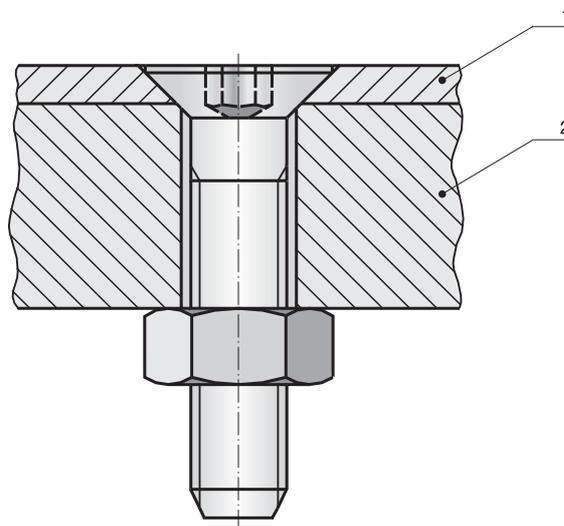
La piastra deve avere le caratteristiche specificate in precedenza per la piastra superiore.

Per provare viti con faccia di appoggio sottotesta non piana (per esempio viti a testa svasata), deve essere utilizzata sotto la testa una piastra superiore o una rondella appropriata, vedere figura 2.

Figura 2 Esempio di dispositivo di prova per viti con faccia di appoggio sottotesta non piana

**Legenda**

- 1 Piastra superiore con svasatura
- 2 Piastra inferiore



**4.2 Viti e rondelle assemblate**

La prova di vite e rondella assemblata deve essere condotta utilizzando il dispositivo appropriato descritto in 4.1.

**4.3 Dadi**

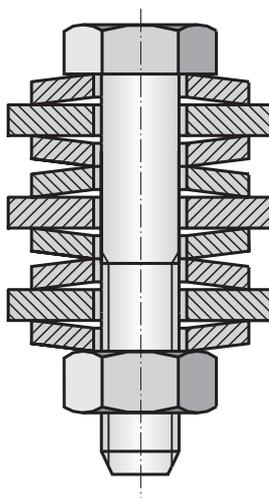
Deve essere riconosciuto che certi dadi possono essere soggetti a carichi di trazione nella zona della superficie di appoggio a causa dell'allargamento. Ciò può applicarsi ai dadi con flangia o ad altri dadi con forma inusuale, ma anche ai dadi comuni. Perciò, la prova dei dadi deve essere tenuta in considerazione come accordo tra committente e fornitore. Il dispositivo per provare i dadi è identico a quello descritto in 4.1.

**4.4 Rondelle elastiche**

Numerose rondelle elastiche devono essere impilate su una vite di diametro nominale di filettatura corrispondente a quello delle rondelle elastiche. Le rondelle elastiche da provare devono essere separate le une dalle altre per mezzo di rondelle piane. Le rondelle piane devono avere una durezza maggiore di quella delle rondelle da provare e tale durezza deve essere almeno di 40 HRC. Le rondelle elastiche coniche devono essere provate a coppie come mostrato nella figura 3.

Il pacco delle rondelle assemblate deve essere serrato fino a generare un carico sufficiente ad appiattare le rondelle elastiche.

Figura 3 Dispositivo di prova per rondelle elastiche coniche



## 5] Campionamento

Per il controllo durante il processo, deve essere utilizzato un adeguato piano di campionamento come concordato tra il produttore e la parte responsabile per un particolare stadio del processo (per esempio tempra o rivestimento) o tra i responsabili di dipartimento della fabbrica. Il piano di campionamento deve essere definito per ogni partita di controllo.

I pezzi del campione devono essere esaminati senza ingrandimento per verificare la presenza di cricche visibili.

## 6] Procedura di prova

### 6.1 Lubrificazione

Le viti, e i dadi devono essere lubrificati prima della prova al fine di aumentare l'attendibilità dei risultati.

**Nota** Con una adeguata lubrificazione (per esempio olio oppure qualsiasi altro lubrificante senza zolfo) vengono raggiunti dei coefficienti di attrito più uniformi. Inoltre, il lubrificante diminuisce la torsione indotta permettendo di raggiungere un più elevato carico di trazione.

### 6.2 Applicazione del precarico

Gli elementi di collegamento infragiliti dall'idrogeno possono rompersi inaspettatamente e causare severe lesioni. Pertanto devono essere utilizzati schermi o altri apparati appropriati per evitare tali lesioni.

La massima velocità di serraggio deve essere di  $0,33 \text{ s}^{-1}$  (20 giri/min).

#### 6.2.1 Viti e dadi

Le viti devono essere assemblate con dadi e serrati con una adeguata chiave dinamometrica fino al punto di snervamento.

Il serraggio al punto di snervamento può essere raggiunto con varie tecniche, quali:

- controllo del rapporto coppia/angolo oppure
- serraggio fino ad una coppia predeterminata quindi rotazione fino ad un angolo predeterminato

I dadi utilizzati per la prova devono appartenere ad un lotto di produzione singolo, possono essere rivestiti o meno, ma devono essere uguali tra di loro.

I dadi devono essere assemblati con viti e serrati fino al punto di snervamento.

Le viti utilizzate per la prova devono appartenere ad un lotto di produzione singolo, possono essere rivestite o meno, ma devono essere uguali tra di loro.

Il precarico deve essere applicato in accordo con la seguente procedura:

- a) montare 5 viti sulle piastre di prova e assemblare i dadi fino a che non siano appoggiati alla superficie della piastra di prova
- b) serrare gli assemblaggi fino al raggiungimento del punto di snervamento individuale.  
Il serraggio può essere applicato al dado oppure alla testa della vite a discrezione di chi esegue la prova, tuttavia il metodo deve essere uniforme nel riguardo di tutti gli elementi di collegamento provati
- c) registrare i valori di coppia al punto di snervamento dei 5 elementi di collegamento assemblati, calcolare il valore medio e la differenza tra il valore massimo e quello minimo. Se questa differenza è minore del 15% del valore medio, questo valore deve essere la coppia di serraggio di prova per lo specifico campione (vedere 5). Nel caso la differenza sia maggiore del 15% tutti gli elementi di collegamento definiti devono essere serrati sino al loro proprio punto di snervamento
- d) serrare tutti gli elementi di collegamento definiti fino alla coppia di serraggio di prova o al punto di snervamento in accordo con i punti da a) a c)

#### 6.2.2 Rondelle elastiche

Il precarico deve essere applicato in accordo con la seguente procedura:

- a) impilare le rondelle elastiche sulla vite di prova come descritto in 4.4 ed avvitare il dado di prova fino a che non si appoggi sulla prima rondella
- b) serrare l'assemblaggio fino a che le rondelle non siano appiattite

### 6.3 Prova di riferimento

Il verificarsi di cricche, distacchi delle teste delle viti o rottura degli elementi di collegamento quando soggetti a carico non necessariamente è dovuto ad infragilimento da idrogeno derivante dal processo di rivestimento.

Una prova con elementi di collegamento non rivestiti (prova di riferimento) può essere eseguita e fornisce una indicazione se ci sono altri stadi all'interno del processo di produzione che possono causare fratture fragili. Il campionamento per una prova di riferimento deve essere concordata tra le parti come descritto in 5. La procedura di prova deve essere in accordo con i punti da 6.2.1 e 6.2.2.

#### **6.4 Momento di inizio della prova**

La sensibilità della prova di precarico dipende dal momento di inizio della prova.

Pertanto, essa deve essere eseguita quanto prima possibile, preferibilmente entro 24h dallo stadio del processo di produzione che è sotto osservazione.

**Nota** Un procrastinarsi di alcuni giorni del momento di inizio della prova o addirittura di una settimana o più riduce considerevolmente la possibilità di scoprire l'indebolimento da idrogeno, che può essere invece facilmente scoperto eseguendo la prova immediatamente dopo il processo in esame.

#### **6.5 Riserraggio durante la prova**

La durata minima della prova deve essere di 48h. L'elemento di collegamento deve essere riserrato almeno ogni 24h alla coppia di serraggio di prova o al carico applicato in origine.

La prova deve essere ricominciata con gli stessi elementi di collegamento se per almeno uno di essi si è verificata una perdita di coppia maggiore del 50%.

Prima del completamento della prova deve essere attuato un riserraggio finale.

Prima del riserraggio finale, gli elementi di collegamento devono essere svitati approssimativamente di 1/2 giro al fine di verificare se è in essere una rottura nella parte impegnata della filettatura.

### **7] Valutazione della prova**

Gli elementi di collegamento devono essere esaminati, senza ingrandimento, dopo la prova di precarico. Affinché la prova sia superata non devono essere visibili cricche o rotture in alcuna parte degli elementi di collegamento sottoposti a prova.

### **8] Resoconto di prova**

Il resoconto di prova deve indicare:

- a) il numero della presente norma internazionale, cioè ISO 15330
- b) l'identificativo della partita di controllo o del lotto
- c) il numero degli elementi di collegamento sottoposti a prova
- d) il processo che è stato controllato
- e) il numero ed il momento delle operazioni di riserraggio
- f) la durata della prova
- g) il numero di elementi di collegamento rotti o che hanno visibilmente ceduto nella prova di riferimento, se eseguita
- h) il numero di elementi di collegamento rotti o che hanno visibilmente ceduto nella prova del processo
- i) tempo intercorso tra la fine del processo di produzione o dello stadio del processo e l'inizio della prova (se noto)

## Coefficiente d'attrito degli elementi di collegamento

### 1] Generalità

L'applicazione di una coppia su una vite od un dado, per realizzare un giunto o collegamento, genera tensione e torsione sulla vite e compressione del giunto.

La relazione che lega la coppia applicata con la tensione indotta nel gambo della vite è direttamente influenzata dal coefficiente di attrito delle superfici del giunto filettato; tali superfici sono i fianchi dei filetti ed i piani di appoggio (dadi e sottotesta viti).

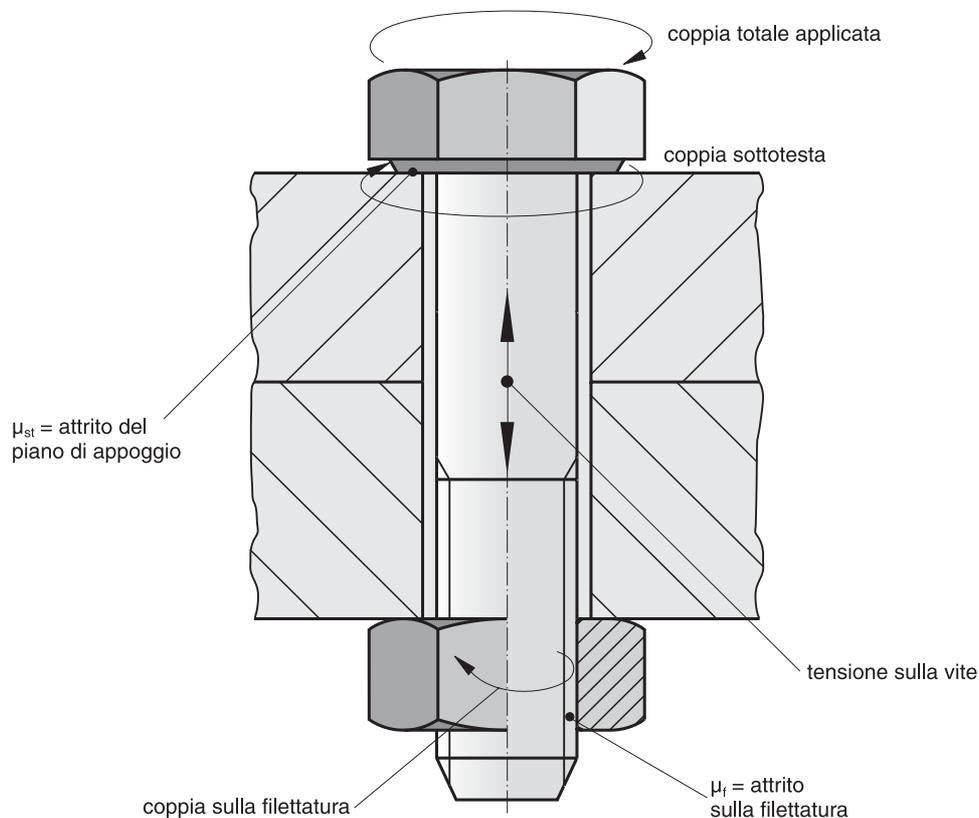
I fattori che maggiormente contribuiscono a caratterizzare il coefficiente di attrito sono:

- lubrificazione
- rivestimenti superficiali
- grado di finitura
- forma
- velocità di serraggio

La lubrificazione consente di minimizzare l'influenza degli altri parametri sopra elencati ed in particolare quella del rivestimento superficiale e del grado di finitura di lavorazione.

Inoltre la lubrificazione permette di controllare i valori del coefficiente di attrito e di ridurre la dispersione, garantendo la miglior qualità del serraggio del giunto filettato.

Lo schema seguente illustra le forze in gioco in un giunto filettato.



## 2] Misura del coefficiente di attrito

Il valore del coefficiente di attrito, per gli elementi di collegamento, viene rilevato su appositi banchi con modalità di prova standardizzate.

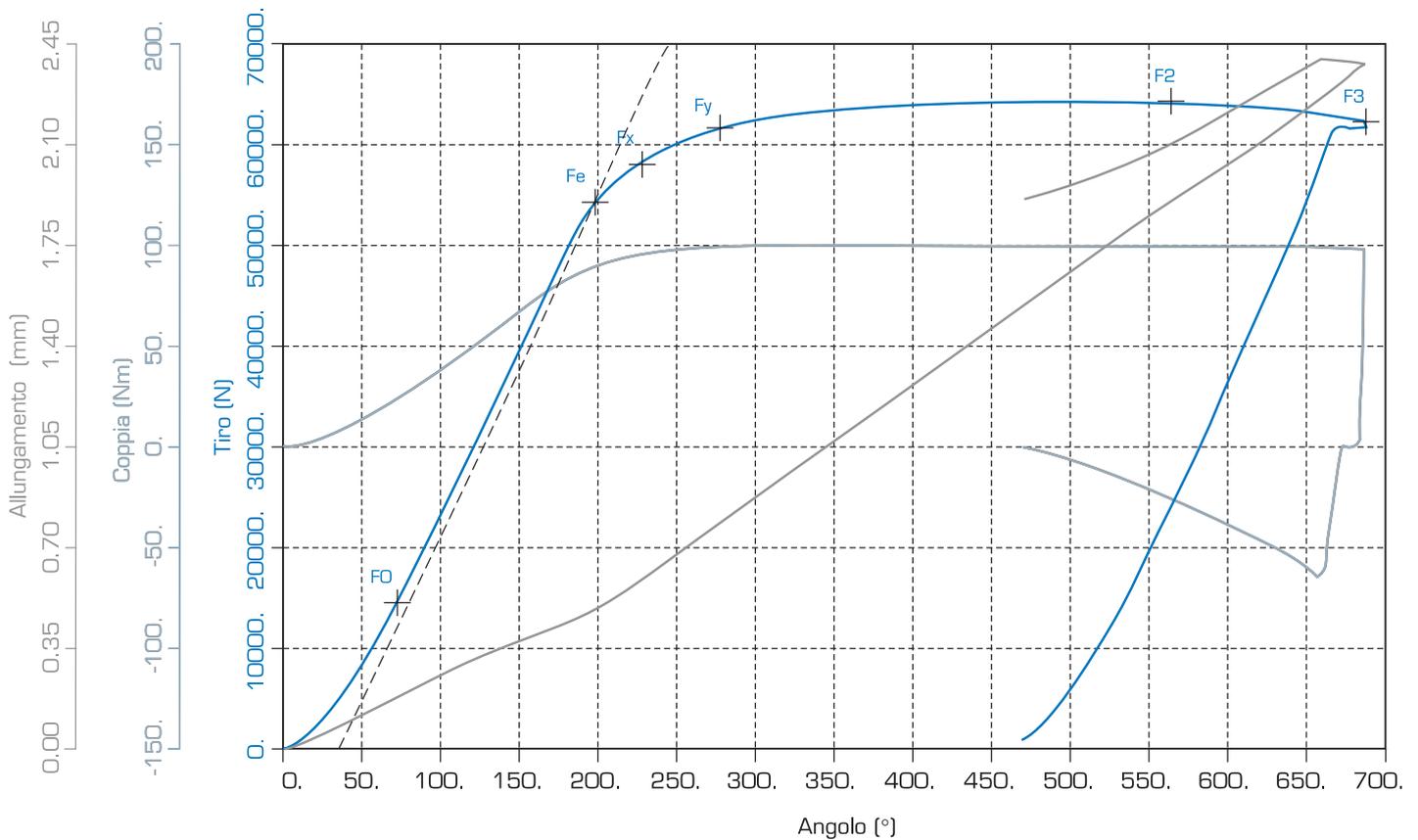
Tali banchi di prova sono in grado di applicare una coppia controllata e di rilevare la tensione indotta sulla vite, la coppia che si induce nel sottotesta della vite o nel piano di appoggio del dado, l'allungamento della vite e l'angolo di rotazione.

Un algoritmo matematico calcola la coppia indotta sulla filettatura, l'attrito del sottotesta della vite o del piano di appoggio del dado, l'attrito sulla filettatura e l'attrito globale.

Le formule matematiche applicate sono quelle del paragrafo 3 del Capitolo "Calcolo dei collegamenti filettati".

Il grafico mostra l'andamento del tiro, della coppia e dell'allungamento di una prova di chiusura.

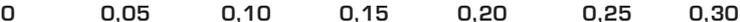
Allungamento - Coppia - Tiro / Angolo



### 3] Valori del coefficiente di attrito

La tabella seguente riporta un sunto indicativo dei valori del coefficiente di attrito per differenti tipi di rivestimenti e lubrificanti rilevati dall'archivio storico delle prove effettuate.

RIVESTIMENTO	COEFFICIENTE DI ATTRITO GLOBALE
Zincatura gialla	0,12  0,30
Zincatura gialla + Sigillante	0,12  0,18
Zincatura gialla + Lubrificante	0,08  0,14
Zincatura nera	0,12  0,30
Zincatura nera + Lubrificante	0,08  0,14
Zincatura Cr <sup>3+</sup>	0,12  0,30
Zincatura Cr <sup>3+</sup> + Sigillante	0,12  0,18
Zincatura Cr <sup>3+</sup> + Lubrificante	0,08  0,14
Zinco nichel	0,12  0,30
Zinco nichel + Sigillante	0,12  0,18
Zinco nichel + Lubrificante	0,08  0,14
Dacromet 320	0,12  0,30
Dacromet 320 + Lubrificante	0,08  0,14
Dacromet 320 + Plus L	0,08  0,14
Dacromet 320 + Plus ML	0,10  0,16
Dacromet 320 + Plus M	0,12  0,18
Dacromet 500	0,12  0,18
Dacromet 500 + Lubrificante	0,08  0,14
Geomet 321	0,12  0,30
Geomet 321 + Plus L	0,08  0,14
Geomet 321 + Plus ML	0,10  0,16
Geomet 321 + Plus M	0,12  0,18
Deltatone + Deltaseal GZ	0,08  0,14
Deltatone + Deltaseal GZ nero	0,08  0,14
Deltatone + Lubrificante	0,08  0,14
Fosfatazione Zn oliata	0,10  0,16
Fosfatazione Mn oliata	0,10  0,16
Microfosfatazione Zn/Ca oliata	0,10  0,16



Dacromet®, Plus®, Geomet®, Deltatone® e Deltaseal® sono marchi registrati.

## Calcolo dei collegamenti filettati Metodi di serraggio

### 1] Generalità

- 1.1** Le sollecitazioni che due organi meccanici (nel prosieguo chiamati per semplicità "piastre"), collegati mediante un bullone, possono trasmettere alla vite sono:
- trazione pura
  - trazione + flessione
  - taglio
  - trazione + flessione + taglio
- 1.2** Salvo casi particolari, gli elementi di collegamento filettati vengono serrati in modo tale che la vite ed il dado possono essere considerati soggetti, in esercizio, come ipotesi semplificativa abbastanza vicina alla realtà ed utile allo studio teorico delle sollecitazioni-deformazioni, al solo carico assiale.
- 1.3** La presenza di una o due rosette può rendersi necessaria quando, a causa dell'entità del carico assiale, la superficie d'appoggio della vite o del dado, in relazione al diametro del foro di passaggio della vite, determina una superficie di contatto con le piastre insufficiente a sopportare correttamente, soprattutto se queste hanno una bassa resistenza, i carichi unitari di compressione che ne derivano.
- 1.4** Il dimensionamento e la classe di resistenza del dado, nonché delle eventuali rosette, in relazione alla corrispondente vite, sono stati unificati in modo tale che il calcolo o la verifica della resistenza degli elementi di collegamento filettati possa essere limitato all'elemento più critico: la vite.
- 1.5** Pertanto un collegamento filettato deve essere realizzato utilizzando una vite la quale, senza eccedere nel dimensionamento e/o nella classe di resistenza, consenta il raggiungimento dei seguenti obiettivi:
- le sollecitazioni durante il serraggio e poi in esercizio non devono sovraccaricarla
  - durante l'esercizio deve garantire una forza assiale tale da mantenere compresse fra di loro le piastre, onde assicurarne la tenuta, impedirne gli spostamenti o l'allentamento della connessione stessa.
- 1.6** Prima di esaminare gli effetti e le modalità dell'applicazione del momento di serraggio sulla vite, esamineremo brevemente il comportamento elastico delle piastre e della vite sottoposta al carico assiale.

### 2] Sistema elastico vite-piastre

- 2.1** Un corpo di lunghezza  $l$  (mm) e sezione costante  $A$  (mm<sup>2</sup>) sottoposto nel campo elastico ad uno sforzo  $F$  (N) di trazione o di compressione, si allunga o si accorcia proporzionalmente di  $f$  (mm) secondo la formula (1):

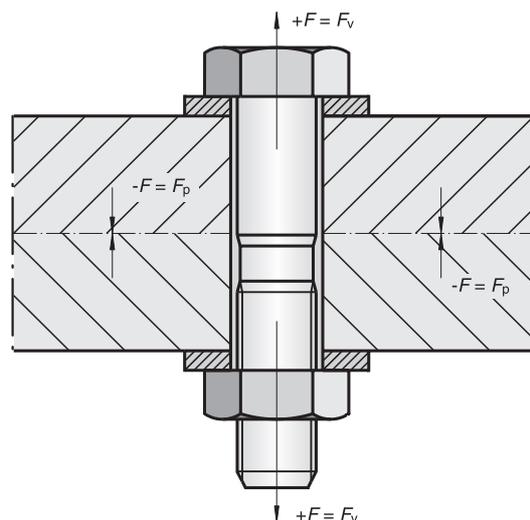
$$(1) \quad \frac{F}{f} = \frac{EA}{l}$$

dove  $E$  (N/mm<sup>2</sup>) è il modulo di elasticità normale (per l'acciaio  $E = 210000$  N/mm<sup>2</sup>).

Il quoziente  $\frac{EA}{l}$  è costante per un corpo avente determinate lunghezza, sezione, tipo di materiale, e viene pertanto definito come la "costante elastica" di quel corpo.

- 2.2** Analogo è il comportamento di una vite e delle due piastre collegate applicando un momento di serraggio  $M$  che genera un precarico assiale  $F$  di trazione (positivo) sulla vite  $F_v$  e di compressione (negativo) sulle piastre  $F_p$ , come mostra la figura 1:

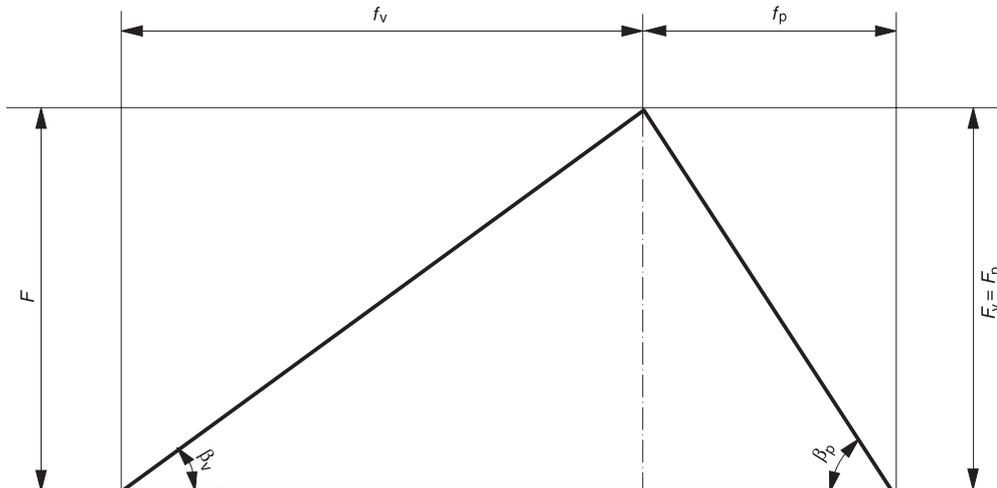
Figura 1



Naturalmente, come vedremo in seguito, durante il serraggio la vite è sottoposta, oltre al precario assiale  $F$ , anche a delle tensioni tangenziali causate dal momento  $M$ .

- 2.3** Mantenendosi la sollecitazione entro il campo elastico, cioè nel campo dove la deformazione è proporzionale al carico, la vite si allungherà proporzionalmente di  $f_v$ , mentre le piastre si accorceranno di  $f_p$ . Tale risultato può essere espresso graficamente con il triangolo d'equilibrio elastico carichi-deformazioni vite-piastre con il solo precarico  $F$ , come mostra la figura 2:

Figura 2



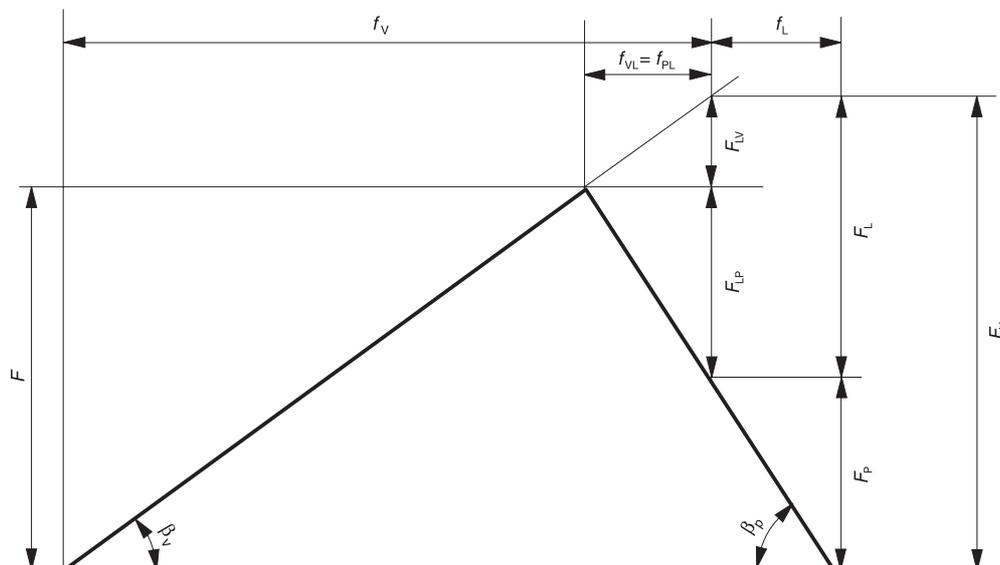
dove gli angoli  $\beta_v$  e  $\beta_p$  rappresentano le rigidità, tanto maggiori quanto più gli angoli sono grandi, della vite e delle piastre, le cui tangenti:

$$\operatorname{tg}\beta_v = \frac{F}{f_v} \quad \text{e} \quad \operatorname{tg}\beta_p = \frac{F}{f_p}$$

sono le rispettive costanti elastiche.

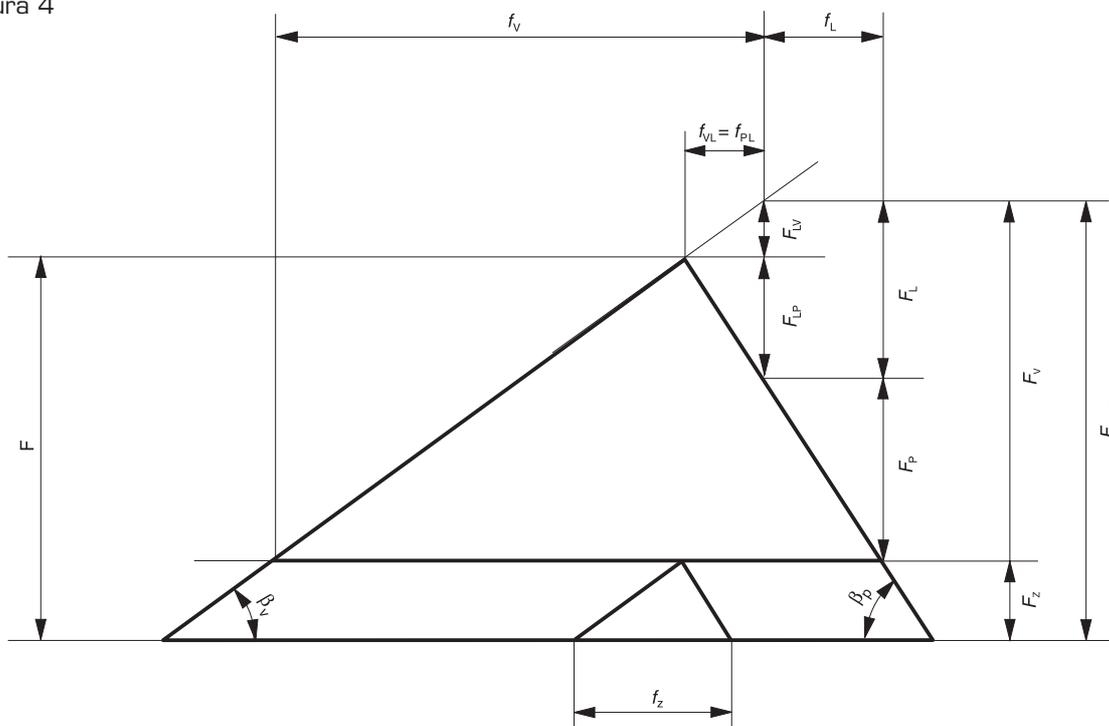
- 2.4** Durante il funzionamento del collegamento insorge anche un carico di lavoro  $F_L$ . Tale carico di lavoro non si aggiunge totalmente sulla vite al precario  $F$ , ma solo in parte con la quantità  $F_{LV}$  determinando un carico totale sulla vite  $F_v = F + F_{LV}$ . Inoltre il carico di lavoro diminuisce in parte il precarico  $F$  sulle piastre con una quantità  $F_{LP}$  tale che  $F_{LV} + F_{LP} = F_L$ . Ciò è dovuto al fatto che il carico di lavoro, aumentando la sollecitazione della vite, ne provoca un ulteriore allungamento  $f_{VL}$ , che a sua volta determina una equivalente riduzione dell'accorciamento  $f_{PL}$  ( $= f_{VL}$ ) delle piastre e quindi del precarico di compressione che diventa  $F_p = F - F_{LP}$ . Queste variazioni possono essere espresse graficamente con il triangolo d'equilibrio elastico carichi-deformazioni vite-piastre con anche il carico di lavoro  $F_L$ , come mostra la figura 3:

Figura 3



**2.5** Sia per la rugosità delle superfici serrate con il collegamento filettato, sia dopo l'applicazione del carico di lavoro, anche per l'eventuale presenza di guarnizioni, si ha un assestamento delle superfici a contatto con riduzione delle deformazioni elastiche sia della vite sia delle piastre, le quali a loro volta provocano una riduzione del precarico. Detta  $f_z$  la riduzione delle deformazioni dovuta all'assestamento e  $F_z$  la corrispondente riduzione delle sollecitazioni, il triangolo d'equilibrio elastico carichi-deformazioni della vite-piastre con il carico di lavoro  $F_L$  e la riduzione del precarico  $F_z$  dovuta all'assestamento si modifica come mostra la figura 4:

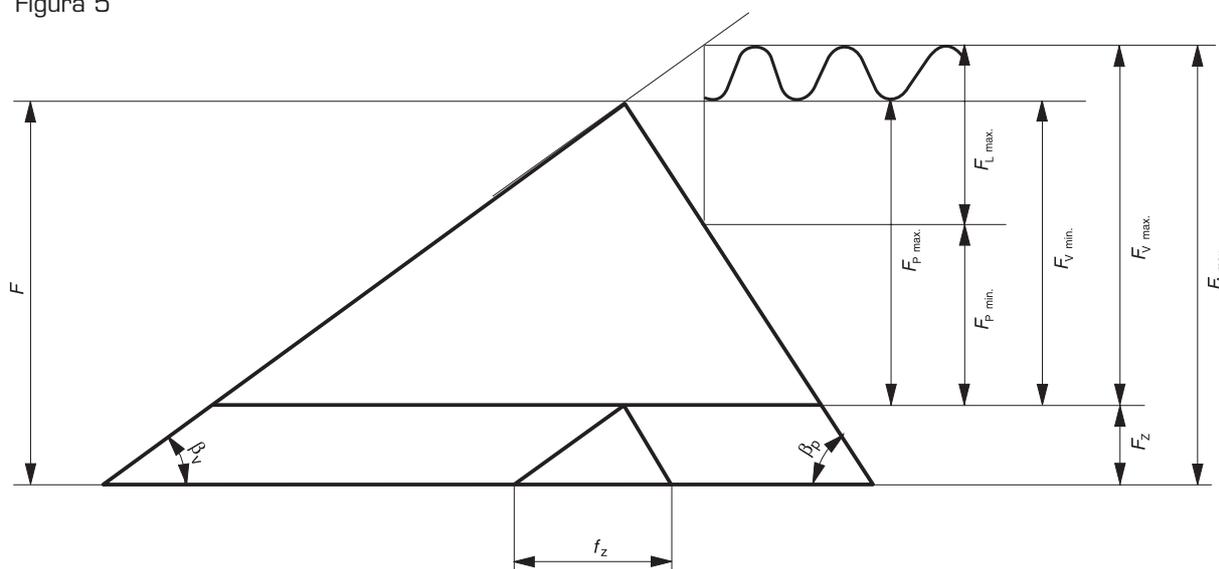
Figura 4



Dove  $F_{A \max}$  è il carico assiale massimo che la vite può essere chiamata a sopportare in esercizio.

**2.6** Se il carico di lavoro  $F_L$ , anziché essere statico, è dinamico, a parte il caso raro che sia alternativamente positivo e negativo o che sia in parte statico ed in parte dinamico positivo, in questo caso assimilabile al carico solamente dinamico positivo (cioè variabile da 0 a un valore  $F_L \max$ ), il triangolo d'equilibrio elastico carichi-deformazioni della vite-piastre, con il carico di lavoro dinamico variabile da 0 a  $F_L \max$  e la riduzione del precarico  $F_z$  dovuto all'assestamento, non viene concettualmente modificato, come mostra la figura 5:

Figura 5



**2.7** Ora perché la vite raggiunga i due obiettivi inizialmente enunciati, è necessario che soddisfi le condizioni che esamineremo prendendo come base, per semplicità, il triangolo d'equilibrio della figura 4. Affinché durante l'esercizio le piastre siano mantenute compresse fra di loro in modo tale da assicurarne la tenuta o comunque l'impossibilità di spostarsi, anche sotto sollecitazioni trasversali, è necessario che il carico di compressione residuo sulle piastre  $F_p$  sia non inferiore a quello che il progettista ha ritenuto opportuno, con il dovuto margine di sicurezza anche per la presenza di carichi dinamici, in relazione alla funzionalità del collegamento.

Poiché operiamo in campo elastico, la riduzione del carico di compressione delle piastre  $F_{LP}$  è proporzionale al carico di lavoro  $F_L$  e pertanto può essere posta la condizione di progetto:

$$(2) \quad F_{LP} = (1 - \Phi) F_L$$

dove  $\Phi = \frac{F_{LV}}{F_L}$  rappresenta la frazione di carico di lavoro  $F_L$  che si aggiunge sulla vite al precarico assiale  $F$

ed il cui valore dipende dai valori delle costanti elastiche ( $tg\beta_v$  e  $tg\beta_p$ ) della vite e delle piastre.

Ne deriva, in base alla figura 4, che il precarico assiale minimo  $F_{min}$  da applicare alla vite, tenendo conto della riduzione di carico  $F_z$  dovuto all'assestamento del collegamento, deve essere:

$$(3) \quad F_{min} = F_z + F_p + F_{LP} = F_z + F_p + (1 - \Phi) F_L$$

La riduzione di carico  $F_z$  dovuta all'assestamento è opportuno, nei casi critici, ricavarla sperimentalmente.

**2.8** La formula (3) ci dà il precarico minimo che deve essere applicato alla vite affinché essa assolva alle sue funzioni. Poiché tale precarico viene generato sulla vite applicando un momento di serraggio che può avere un rapporto variabile rispetto ad esso, è necessario che sia tale da generare il precario  $F_{max}$  dato da:

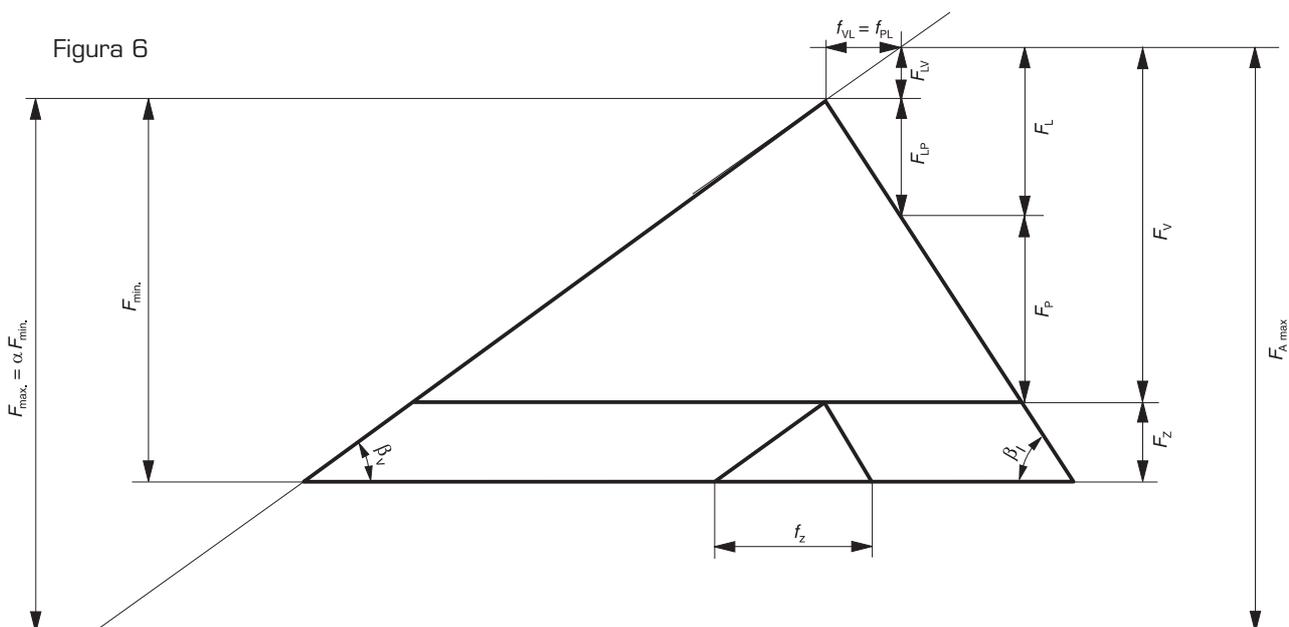
$$(4) \quad F_{max} = \alpha F_{min}$$

dove  $\alpha$  è un coefficiente di sicurezza di serraggio che tiene conto della dispersione dei valori che il precarico  $F$  può presentare durante i montaggi in serie a causa del sistema impiegato per il serraggio delle viti e a causa della variabilità dell'attrito locale nelle superfici di contatto.

Tale carico assiale massimo  $F_{max}$  di montaggio, determina un carico assiale massimo  $F_{Amax} \geq F_{max}$  d'esercizio, del quale il progettista dovrà tenere conto nella scelta della vite, affinché questa non risulti sovraccaricata.

Queste condizioni possono essere rappresentate nel triangolo d'equilibrio elastico carichi-deformazioni della vite-piastre, come è mostrato nella figura 6:

Figura 6



**2.9** Siamo quindi giunti alla conclusione che la vite deve essere calcolata in base alla formula generale:

$$(5) \quad F_{max} = \alpha [F_z + F_p + (1 - \Phi) F_L]$$

### 3] Momento di serraggio e sue componenti

Applicando un momento di serraggio  $M$  ed il conseguente precarico assiale  $F$ , insorgono attriti, durante la rotazione d'avvitamento della vite, sia sulla superficie filettata, sia sulla superficie del sottotesta. Essi generano dei momenti d'attrito che si oppongono, ed in gran parte assorbono (circa i 9/10) il momento di serraggio  $M$  applicato, il quale può essere quindi scomposto come nella formula (6):

$$(6) \quad M = M_p + M_f + M_k$$

dove  $M_p$  è la parte (circa 1/10 di  $M$ ) necessaria per generare il precarico assiale  $F$ ,  $M_f$  è la parte (circa 4/10 di  $M$ ) assorbita per l'attrito sulla filettatura e  $M_k$  è la parte (circa la metà di  $M$ ) assorbita per l'attrito nel sottotesta. Per la geometria delle filettature metriche ISO a profilo triangolare (60°), abbiamo per i tre momenti:

$$(7) \quad M_p = 0,16 P F \quad (8) \quad M_f = 0,58 \mu_G d_2 F \quad (9) \quad M_k = 0,25 \mu_k (D_e + D_i) F$$

dove:

$P$  e  $d_2$  sono il passo ed il diametro medio della filettatura

$\mu_G$  e  $\mu_k$  sono i coefficienti d'attrito sulla filettatura e nel sottotesta

$D_e$  e  $D_i$  sono i diametri d'appoggio esterno ed interno del sottotesta della vite

Pertanto la formula (6) diventa:

$$(10) \quad M = F [ 0,16P + 0,58 \mu_G d_2 + 0,25 \mu_k (D_e + D_i) ]$$

che, nel caso di uguaglianza dei coefficienti d'attrito nella filettatura e nel sottotesta, cioè  $\mu = \mu_G = \mu_k$ , si semplifica in:

$$(10a) \quad M = F \{ 0,16P + \mu [ 0,58 d_2 + 0,25 (D_e + D_i) ] \}$$

Potrà essere utile, ai fini delle determinazioni sperimentali dei parametri in gioco nelle formule (10) e (10a), evidenziarli come segue:

$$(10b) \quad M_G = M_p + M_f = F (0,16P + 0,58 \mu_G d_2)$$

$$(10c) \quad \mu_G = \frac{\frac{M_G}{F} - 0,16P}{0,58 d_2}$$

$$(10d) \quad \mu_k = \frac{M - M_G}{F} \cdot \frac{4}{D_e + D_i}$$

$$(10e) \quad \mu = \frac{\frac{M}{F} - 0,16P}{0,58 d_2 + \frac{D_e + D_i}{4}}$$

### 4] Sollecitazioni sulla vite

Abbiamo già accennato al fatto che applicando un momento di serraggio  $M$ , la vite, a causa dei momenti d'attrito che si oppongono alla sua rotazione, viene sottoposta anche a delle tensioni tangenziali. Trascurando la tensione di taglio che si manifesta nella testa, il gambo della vite viene sollecitato da una tensione normale  $\sigma$  e da una tensione di torsione  $\tau$ , i cui effetti composti possono essere espressi da una tensione ideale  $\sigma_i$  data da:

$$(11) \quad \sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

Se poniamo la condizione che la tensione ideale sia come massimo pari al 90% della tensione unitaria dello scostamento dalla proporzionalità  $R_{p0,2}$ , dalla (11) si ha che la sollecitazione unitaria assiale  $\sigma_M$  che viene generata durante il montaggio, è data da:

$$(12) \quad \sigma_M = \frac{0,9 R_{p0,2}}{\sqrt{1+3 \frac{\tau_M^2}{\sigma_M^2}}}$$

Ora se esprimiamo la (12) in funzione di:

$P$  e  $d_2$ , passo e diametro medio della vite

$d_0$ , diametro della sezione  $S_0 = \frac{\pi}{4} d_0^2$  più debole della vite (che può essere quella del gambo scaricato

o la sezione resistente  $S_r$  della filettatura) si ha:

$$(13) \quad \sigma_M = \frac{0,9 R_{p0,2}}{\sqrt{1+3 \left[ 2 \frac{d_2}{d_0} \left( \frac{P}{\pi d_2} + 1,155 \mu_G \right) \right]^2}}$$

Poste queste condizioni, ne deriva che:

- Il precarico assiale effettivo sulla vite sarà:

$$(14) \quad F = F_{p0,9} = \sigma_M S_0$$

- il carico supplementare sulla vite  $F_{LV}$  che si aggiunge al precarico assiale  $F_M$  a causa del carico di lavoro  $F_L$ , deve risultare inferiore al 10% della sollecitazione di snervamento e cioè:

$$(15) \quad F_{LV} = \Phi F_L \leq 0,1 R_{p0,2} S_0$$

- analogamente il carico assiale massimo  $F_{Amax}$  che la vite può sopportare, deve essere:

$$(16) \quad F_{Amax} = F_{p0,9} + F_{LV} = F_{p0,9} + \Phi F_L$$

## 5] Metodi di serraggio

I principali metodi adottati per il serraggio controllato in serie della bulloneria sono:

- serraggio mediante l'applicazione di un momento stabilito
- serraggio al limite di snervamento della vite
- serraggio mediante l'applicazione di un momento ridotto più un successivo angolo di rotazione della vite (o del dado).

### 5.1 Serraggio mediante l'applicazione di un momento stabilito

È il tradizionale serraggio effettuato con chiavi dinamometriche o con avvitatori automatici elettrici o ad aria compressa. Pur essendo il metodo più diffuso nei collegamenti non critici, è il meno preciso perché, nella relazione tra momento e precarico, intervengono diversi fattori variabili, come abbiamo già detto, per ogni collegamento, tra i quali i coefficienti d'attrito hanno un'influenza predominante.

Quindi se il momento è sempre quello stabilito teoricamente, il precarico varierà in funzione della dispersione dei fattori suddetti, oltreché naturalmente della precisione delle chiavi dinamometriche o degli avvitatori automatici utilizzati. Questa variazione del precarico nei montaggi in serie non è inferiore  $\pm 20\%$  e pertanto il coefficiente di sicurezza di serraggio  $\alpha$  dato dalla formula (4) non risulterà minore di:

$$\alpha = \frac{F_{max}}{F_{min}} = \frac{100 + 20}{100 - 20} = 1,5$$

Ciò comporta che, per non correre il rischio di rompere la vite, il precarico che il progettista dovrà prendere come base per i suoi calcoli deve essere almeno 1,5 volte minore di quello  $F$ , dato dalla formula (14).

Ciò premesso, per questo metodo di serraggio, si consigliano i precarichi  $F$  ed i momenti  $M$  dati dalla tabella 1. Essi sono validi con buona approssimazione per le seguenti condizioni:

- viti a testa esagonale tipo EN ISO 4014, viti a testa cilindrica tipo EN ISO 4762, nelle condizioni normali di fornitura
- il coefficiente d'attrito nella filettatura è stato posto  $\mu_G = 0,12$  e nel sottotesta  $\mu_K = 0,14$
- il momento di serraggio si suppone applicato lentamente con chiavi dinamometriche

Fermi restando i valori dei precarichi, i momenti di serraggio devono essere variati come segue nei seguenti casi:

- maggiorati del 5% per viti a testa larga tipo UNI 5712
- minorati del 10% per viti zincate oliate
- minorati del 20% per viti fosfatate oliate
- minorati del 10% se il serraggio viene fatto con avvitatori ad impulsi

I valori di  $M$  e di  $F$  della tabella 1 sono stati ricavati applicando le formule (10), (13) e (14), dove  $S_0$  e  $d_0$  sono rispettivamente la sezione resistente ed il diametro della filettatura.

### 5.2 Serraggio al limite di snervamento della vite

Questo metodo di serraggio, il più preciso tra quelli oggi esistenti, consente di serrare ciascuna vite fino al suo carico unitario di scostamento dalla proporzionalità  $R_{p0,2}$  in modo praticamente indipendente dalle condizioni d'attrito e consente quindi di adottare per il coefficiente di sicurezza del serraggio il valore:

$$\alpha = 1$$

Esso si basa sul fatto che, raggiunto il limite di snervamento, il momento  $M$  non aumenta più linearmente al crescere dell'angolo di rotazione  $\varphi$ , cioè il gradiente  $\frac{\Delta M}{\Delta \varphi}$  non è più costante.

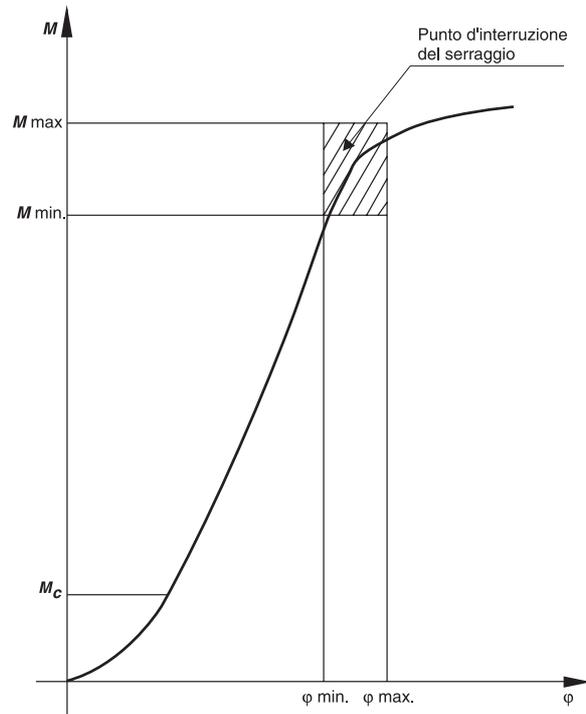
In pratica questo metodo viene realizzato con un avvitatore che si collega ad una unità elettronica di comando la quale fa innanzitutto serrare il collegamento fino ad un valore ridotto del momento  $M_c$ , sufficiente ad eliminare le influenze variabili dell'assestamento iniziale.

Dopodiché la centralina calcola e memorizza il gradiente  $\frac{\Delta M}{\Delta \varphi}$  e disinserisce l'avvitatore quando il valore massimo

di questo quoziente diminuisce di una certa entità (normalmente il 50%).

L'affidabilità del serraggio viene realizzata predisponendo una zona di accettabilità del serraggio mediante una cosiddetta "finestra verde", cioè dei valori minimo e massimo sia per il momento  $M$  che per l'angolo di rotazione  $\varphi$ , come appare nella figura 7.

Figura 7

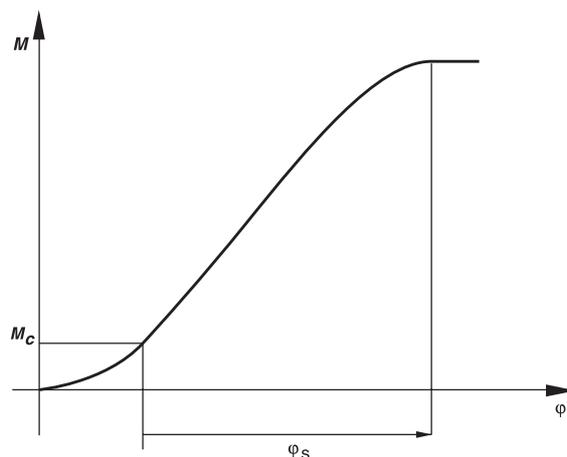


Se il punto d'interruzione del serraggio non cade dentro la finestra tratteggiata, significa che il collegamento è difettoso, cioè non è stato raggiunto il precarico previsto. Questo metodo consente pertanto anche la verifica al 100% del limite di snervamento reale delle viti e, poiché gli allungamenti plastici che ne derivano sono dell'ordine di grandezza dei valori che definiscono il suo carico unitario di scostamento dalla proporzionalità  $R_{p0,2}$  non viene pregiudicata la reimpiegabilità delle viti già serrate con questo metodo.

### 5.3 Serraggio con momento di combaciamento più angolo di rotazione

Questo metodo ha trovato larga diffusione nel serraggio di viti per impieghi importanti in quanto consente, purché il serraggio prosegua oltre il limite elastico della vite, una modesta dispersione del precarico, pur utilizzando semplici attrezzature per l'avvitamento. Esso consiste nell'applicare prima un momento di "combaciamento"  $M_c$  e poi un angolo di serraggio  $\varphi_s$ , da ricavare entrambi sperimentalmente per ogni tipo di vite, fino a raggiungere il campo delle deformazioni plastiche della medesima, come mostra la figura 8. In questo modo risulta modesta l'influenza dei coefficienti d'attrito perché, operando nel campo in cui il diagramma  $M - \varphi$  diventa assai piatto, valori d'angolo anche notevolmente diversi danno luogo a variazioni del precarico assai limitate. Ciò naturalmente richiede che la vite accetti un discreto allungamento.

Figura 8



Prima di realizzare in serie questo tipo di serraggio, è necessario conoscere la variabilità dei coefficienti d'attrito e l'andamento dei diagramma  $M - \varphi$  della fig. 8, nelle condizioni reali d'esercizio, al fine di stabilire opportunamente i valori del momento di combaciamento  $M_C$  e dell'angolo di serraggio  $\varphi_S$ .  
 Queste indagini debbono essere fatte su alcune viti campioni con particolari apparecchiature che consentono di determinare, per un certo tipo di collegamento, le relazioni che intercorrono fra i valori dei seguenti parametri:

- $F$ : precarico assiale
- $M$ : momento totale di serraggio
- $M_K$ : momento d'attrito nel sottotesta
- $\varphi$ : angoli di rotazione durante il serraggio

Noti questi parametri, si possono calcolare o stabilire quanto segue:

- il momento  $M_G = M - M_K$
- il coefficiente d'attrito sul filetto  $\mu_G$  dato dalla formula (10c)
- il coefficiente d'attrito nel sottotesta  $\mu_K$  dato dalla formula (10d)
- il momento di combaciamento  $M_C$  preso nel tratto lineare del diagramma  $M - \varphi$
- l'angolo di serraggio  $\varphi_0$  in modo che il serraggio termini nel tratto del diagramma  $M - \varphi$  dove la vite è sicuramente nel campo delle deformazioni plastiche.

## Appendice

Tabella 1 Precarichi  $F$  e momenti di serraggio  $M$  per viti con filettatura metrica ISO

$d \times P$ mm	$S_r$ mm <sup>2</sup>	4.8		5.8		8.8		10.9		12.9	
		$F$ kN	$M$ Nm								
3 x 0,5	5,03	1,2	0,9	1,5	1,1	2,3	1,8	3,4	2,6	4,0	3,0
4 x 0,7	8,78	2,1	1,6	2,7	2,0	4,1	3,1	6,0	4,5	7,0	5,3
5 x 0,8	14,2	3,5	3,2	4,4	4,0	6,7	6,1	9,8	8,9	11,5	10,4
6 x 1	20,1	4,9	5,5	6,1	6,8	9,4	10,4	13,8	15,3	16,1	17,9
7 x 1	28,9	7,3	9,3	9,0	11,5	13,7	17,2	20,2	25	23,6	30
8 x 1,25	36,6	9,3	13,6	11,5	16,8	17,2	25	25	37	30	44
8 x 1	39,2	9,9	14,5	12,2	18	18,9	27	28	40	32	47
10 x 1,5	58	14,5	26,6	18	33	27	50	40	73	47	86
10 x 1,25	61,2	15,8	28	19,5	35	30	53	43	78	51	91
12 x 1,75	84,3	21,3	46	26	56	40	86	59	127	69	148
12 x 1,25	92,1	23,8	50	29	62	45	95	66	139	77	163
14 x 2	115	29	73	36	90	55	137	80	201	94	235
14 x 1,5	125	32	79	40	98	61	150	90	220	105	257
16 x 2	157	40	113	50	141	76	214	111	314	130	368
16 x 1,5	167	43	121	54	150	82	229	121	336	141	393
18 x 2,5	192	49	157	60	194	95	306	135	435	158	509
18 x 1,5	216	57	178	70	220	110	345	157	491	184	575
20 x 2,5	245	63	222	77	275	122	432	173	615	203	719
20 x 1,5	272	72	248	89	307	140	482	199	687	233	804
22 x 2,5	303	78	305	97	376	152	592	216	843	253	987
22 x 1,5	333	88	337	109	416	172	654	245	932	286	1090
24 x 3	353	90	383	112	474	175	744	250	1060	292	1240
24 x 2	384	101	420	125	519	196	814	280	1160	327	1360
27 x 3	459	119	568	147	703	230	1100	328	1570	384	1840
27 x 2	496	131	615	162	760	225	1200	363	1700	425	1990
30 x 3,5	561	144	772	178	955	280	1500	399	2130	467	2500
30 x 2	621	165	859	204	1060	321	1670	457	2370	535	2780

## Valori approssimativi di conversione tra resistenze a trazione e durezza

Resistenze <i>R</i>			Durezza			
MPa	Kgf/mm <sup>2</sup>	psi x 1000	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell	
					HRB	HRC
330	33,6	47,9	95	90	52,0	
340	34,7	49,3	99	94	55,4	
350	35,7	50,8	103	98	58,1	
360	36,7	52,2	106	101	60,3	
370	37,7	53,7	110	105	62,2	
380	38,7	55,1	113	108	63,9	
390	39,8	56,6	117	111	65,5	
400	40,8	58,0	120	114	67,0	
410	41,8	59,5	124	118	68,5	
420	42,8	60,9	127	121	69,9	
430	43,8	62,4	131	125	71,3	
440	44,9	63,8	134	128	72,6	
450	45,9	65,3	138	131	73,9	
460	46,9	66,7	141	134	75,1	
470	47,9	68,2	145	138	76,3	
480	48,9	69,6	148	141	77,5	
490	50,0	71,1	152	144	78,6	
500	51,0	72,5	155	147	79,7	
510	52,0	74,0	159	151	80,8	
520	53,0	75,4	162	154	81,8	
530	54,0	76,9	166	158	82,8	
540	55,1	78,3	169	161	83,8	
550	56,1	79,8	173	164	84,7	
560	57,1	81,2	176	167	85,6	
570	58,1	82,7	180	171	86,7	
580	59,1	84,1	183	174	87,5	
590	60,2	85,6	187	177	88,3	
600	61,2	87,0	190	180	89,0	
610	62,2	88,5	193	183	89,7	
620	63,2	89,9	196	186	90,4	
630	64,2	91,4	199	189	91,0	
640	65,3	92,8	202	192	91,6	
650	66,3	94,3	205	195	92,2	
660	67,3	95,7	208	198	92,8	
670	68,3	97,2	211	201	93,4	
680	69,3	98,6	214	204	94,0	
690	70,4	100,1	217	207	94,5	

Resistenze <i>R</i>			Durezze			
MPa	Kgf/mm <sup>2</sup>	psi x 1000	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell	
					HRB	HRC
700	71,4	101,5	220	210	95,0	
710	72,4	103,0	223	212	95,5	
720	73,4	104,4	226	215	96,0	
730	74,4	105,9	229	218	96,5	
740	75,5	107,3	232	221	97,0	
750	76,5	108,8	235	224	97,4	
760	77,5	110,2	238	227	97,8	
770	78,5	111,7	241	229	98,2	20,5
780	79,5	113,1	244	232	98,6	21,1
790	80,6	114,6	247	235	99,0	21,7
800	81,6	116,0	250	238	99,4	22,2
810	82,6	117,5	253	241		22,7
820	83,6	118,9	256	244		23,3
830	84,6	120,4	260	247		23,8
840	85,7	121,8	263	250		24,3
850	86,7	123,3	266	253		24,8
860	87,7	124,7	269	256		25,3
870	88,7	126,2	272	258		25,8
880	89,7	127,6	275	261		26,3
890	90,8	129,1	278	264		26,8
900	91,8	130,5	281	267		27,3
910	92,8	132,0	284	270		27,7
920	93,8	133,4	287	273		28,1
930	94,8	134,9	290	276		28,5
940	95,9	136,3	294	279		28,9
950	96,9	137,8	297	282		29,3
960	97,9	139,2	300	285		29,7
970	98,9	140,7	303	288		30,1
980	99,9	142,1	306	291		30,5
990	101	143,6	309	294		30,9
1000	102	145,0	312	296		31,2
1010	103	146,5	315	299		31,6
1020	104	147,9	318	302		31,9
1030	105	149,4	321	305		32,2
1040	106,1	150,8	324	308		32,6
1050	107,1	152,3	327	311		32,9
1060	108,1	153,7	330	314		33,2

Resistenze <i>R</i>			Durezze			
MPa	Kgf/mm <sup>2</sup>	psi x 1000	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell	
					HRB	HRC
1070	109,1	155,2	333	317		33,6
1080	110,1	156,6	336	320		33,9
1090	111,2	158,1	339	323		34,2
1100	112,2	159,5	342	325		34,6
1110	113,2	161,0	345	328		34,9
1120	114,2	162,4	348	331		35,2
1130	115,2	163,9	351	334		35,6
1140	116,3	165,3	354	337		35,9
1150	117,3	166,8	357	340		36,2
1160	118,3	168,2	360	342		36,6
1170	119,3	169,7	363	345		36,9
1180	120,3	171,1	366	348		37,2
1190	121,4	172,6	369	351		37,5
1200	122,4	174,0	372	354		37,9
1210	123,4	175,5	375	357		38,2
1220	124,4	176,9	378	360		38,5
1230	125,4	178,4	381	363		38,9
1240	126,5	179,8	384	366		39,2
1250	127,5	181,3	387	369		39,5
1260	128,5	182,7	390	371		39,8
1270	129,5	184,2	393	374		40,1
1280	130,5	185,6	396	377		40,4
1290	131,6	187,1	399	380		40,7
1300	132,6	188,5	402	382		41,0
1310	133,6	190,0	405	385		41,3
1320	134,6	191,4	408	388		41,6
1330	135,6	192,9	411	391		41,9
1340	136,7	194,3	414	394		42,1
1350	137,7	195,8	417	397		42,4
1360	138,7	197,2	420	399		42,7
1370	139,7	198,7	423	402		43,0
1380	140,7	200,1	426	405		43,3
1390	141,8	201,6	429	408		43,5
1400	142,8	203,0	432	411		43,8
1410	143,8	204,5	435	413		44,1
1420	144,8	205,9	438	416		44,4
1430	145,8	207,4	441	419		44,6



## FONTANA LUIGI S.p.A.

VITERIA - BULLONERIA AD ALTA RESISTENZA

20050 Veduggio (MI) - Via Piave, 29  
Tel. 0362989.1 - Fax 0362924897  
info@fontanalugi.com - www.fontanalugi.com



## INDUSTRIA BULLONERIA SPECIALE

s.r.l.

10090 Ferrera di Buttiglieria Alta (TO) - Corso Susa, 20  
Tel. 01193621 - Fax 0119366427  
info@ibsbulloneria.it - www.ibsbulloneria.it



## LOBO

S.p.A.

20010 Cornaredo (MI) - Via Edison, 2  
Tel. 029317951 - Fax 0293566786  
indcommercio@lobospa.it - indauto@lobospa.it - www.lobospa.it



## BULLONERIA BARGE

S.p.A.

10071 Borgaro Torinese (TO) - Via Emilia, 3  
Tel. 0114701158 - Fax 0114703014  
info@bulloneriabarge.com - www.bulloneriabarge.com



## MERIDBULLONI

S.p.A.

80053 Castellammare di Stabia (NA)  
C.so A. De Gasperi, 319  
Tel. 0818716972/3 - Fax 0818705105  
info@meridbulloni.it - www.meridbulloni.it



## BULLONERIA BRIANTEA

20067 Zoate Tribiano (MI) - Via Verdi, 20  
Tel. 0290634048 - 0290634060 - Fax 0290632992  
info@bulloneriabriantea.com - www.bulloneriabriantea.com



AV MARECHAL FOCH  
25250 ISLE SUR LE DOUBS  
Tel. 0033 381963010 - Fax 0033 381927741  
St Etienne - 301 rue René Cassin - BP 54  
42350 LA TALAUDIÈRE  
Tel. 0033 477343050 - Fax 0033 477374767  
www.gruppofontana.it/gfd

Stampato nel 2004 in 5.000 copie numerate

5.000 Italiano da 0.0001 a 5.000

COPIA N.

Descrizione	Norme	Pag.
Filettature metriche ISO: profilo base, procedimento di calcolo e dimensioni nominali	ISO 68 ISO 262 ISO 724	8-9
Filettature metriche ISO: sistema di tolleranze per accoppiamenti mobili	ISO 965-1	10-13
Filettature metriche ISO: dimensioni limite per filettature di qualità media 6H/6g	ISO 965-2	14-15
Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Viti	EN ISO 898-1	16-31
Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Dadi con carichi di prova determinati - passo grosso	EN 20898-2	32-39
Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Dadi con carichi di prova determinati - passo fine	EN ISO 898-6	40-47
Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Dadi: classi di resistenza e metodi di prova	UNI 3740-4	48-55
Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Dadi classificati secondo durezza	UNI 11103	56-59
Tolleranze per elementi di collegamento Viti e dadi - Categorie A, B, C	EN ISO 4759-1	60-91
Difetti superficiali degli elementi di collegamento Viti per applicazioni generali	ISO 6157-1	92-100
Difetti superficiali degli elementi di collegamento Dadi	ISO 6157-2	101-107
Difetti superficiali degli elementi di collegamento Viti per applicazioni particolari	ISO 6157-3	108-120
Rivestimenti protettivi degli elementi di collegamento		121-141
Resine: sigillanti, frenanti e bloccanti		142-145
Cave esalobate per viti	ISO 10664	146-150

Descrizione	Norme	Pag.
Caratteristiche meccaniche e prestazionali delle viti autoformanti metriche bonificate	EN ISO 7085	151-155
Collaudo per l'accettazione degli elementi di collegamento	EN ISO 3269	156-161
Confezionamento e tolleranze di fornitura degli elementi di collegamento	UNI 3740-9	162-163
Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale di filettatura $1 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$	EN ISO 898-7	164-165
Dadi esagonali autofrenanti di acciaio Caratteristiche meccaniche e prestazioni	EN ISO 2320	166-179
Prove di fatica degli elementi di collegamento		180-181
Prove di allargamento per dadi	ISO 10484	182-183
Prova di precarico per la rivelazione dell'infragilimento da idrogeno degli elementi di collegamento Metodo delle superfici di appoggio parallele	EN ISO 15330	184-188
Coefficiente di attrito degli elementi di collegamento		189-191
Calcolo dei collegamenti filettati Metodi di serraggio		192-199
Valori approssimativi di conversione tra resistenze a trazione e durezza		200-202