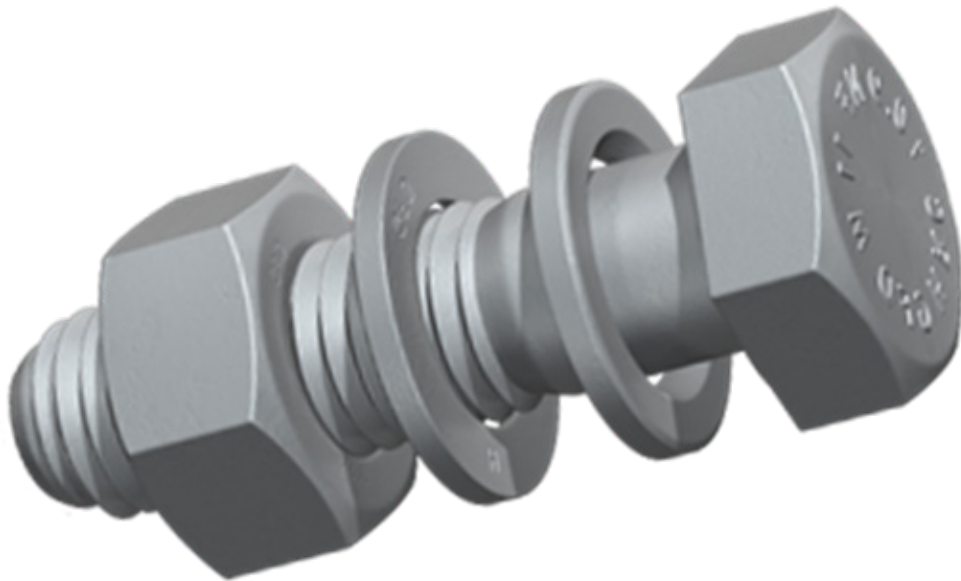


Bulloneria strutturale secondo EN 14399

EN 14399-1...10

- UNI EN 14399-1:2005 Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Requisiti generali
- UNI EN 14399-2:2005 Prova di idoneità all'utilizzo
- UNI EN 14399-3:2005 Sistema HR. Assieme vite e dado esagonali
- UNI EN 14399-4:2005 Sistema HV. Assieme vite e dado esagonali
- UNI EN 14399-5:2005 Rondelle piane
- UNI EN 14399-6:2005 Rondelle piane smussate
- UNI EN 14399-7:2008 Sistema HR. Assieme vite con testa svasata piana e dado
- UNI EN 14399-8:2008 Sistema HV. Assieme vite a testa esagonale con gambo calibrato e dado
- UNI EN 14399-9:2008 Sistema HR o HV. Rond. con indicazione di carico per assiami vite e dado
- UNI EN 14399-10:2009 Sistema HRC. Assieme vite e dado con serraggio calibrato



Bulloneria strutturale secondo EN 14399

Le norme sulla bulloneria strutturale a serraggio controllato riflettono una situazione europea dove esistono 3 soluzioni tecniche, ugualmente valide ma in alcuni casi scarsamente diffuse, schematizzate nella seguente tabella:

	ASSIEME HR		ASSIEME HV		ASSIEME HRC
REQUISITI GENERALI	EN14399-1				
TEST DI IDONEITÀ AL PRECARICO	EN14399-2 e se necessario, test addizionali specifici nella norma prodotto				
VITE E DADO	EN14399-3	EN14399-7	EN14399-4	EN14399-8	EN14399-10
MARCATURA DELLA VITE	HR	HR	HV	HVP	HRC
MARCATURA DEL DADO	HR	HR	HV	HV	HR o HRD
CLASSE DI RESISTENZA	8.8/8 - 10.9/10	8.8/8 - 10.9/10	10.9/10	10.9/10	HR o HRD
RONDELLA(E)	EN 14399-5 o EN14399-6				
MARCATURA RONDELLA	H				
INDICATORE DIRETTO DI CARICO. RONDELLA APPOGGIATA AL DADO E/O RONDELLA APPOGGIATA ALLA VITE					DISCREZIONE DELL'UTILIZZATORE
MARCATURA INDICATORE DIRETTO	H8 o H10		H10		
MARCATURA DELLA RONDELLA APPOGGIATA AL DADO					
MARCATURA DELLA RONDELLA APPOGGIATA ALLA VITE	HB	Non applicabile	HB		
I RIVESTIMENTI PIU' DIFFUSI SONO LA ZINCATURA A CALDO E LA BRUNITURA TERMICA					

Sistema HR	Sistema HV	Sistema HRC
<ul style="list-style-type: none"> diametri da M12 a M36 chiave secondo serie larga ISO (tranne M20 e M12) Raggio di raccordo sottotesta maggiorato filettatura parziale ISO 888 (1 filettatura variabile con la l gambo) altezza dado come style 1 ISO (~ 0,8d ÷ 0,85d) carico di prova dado superiore ad ISO 898-2 2 rondelle bonificate (300÷370 HV), smussata quella sotto la testa della vite 	<ul style="list-style-type: none"> diametri da M12 a M36 chiave secondo serie larga ISO (tranne M20 e M12) Raggio di raccordo sottotesta maggiorato filettatura parziale corta (lg. tratto filettato unica in base al solo diametro) altezza dado ~ 0,75d ÷ 0,8 d (DIN 6915) carico di prova dado secondo ISO 898-2 2 rondelle bonificate (300÷370 HV), smussata quella sotto la testa della vite 	<ul style="list-style-type: none"> diametri da M12 a M36 chiave secondo serie larga ISO (tranne M20 e M12) raggio di raccordo sottotesta maggiorato filettatura parziale ISO 888 (1 filettatura variabile con la l gambo) altezza dado come style 1 ISO (~ 0,8d ÷ 0,85d) 2 rondelle bonificate (300÷370 HV), smussata quella sotto la testa della vite Codolo a rottura programmata al raggiungimento del precarico minimo

In base alla tipologia del sistema, sono ammesse differenti condizioni di fornitura secondo tre classi **K0**, **K1** e **K2** , a cui sono correlate differenti *caratteristiche funzionali e modalità di serraggio*.

		Sistema		
		HR	HV	HRC
Classe-k	K0	x	x	x
	K1	x	x	
	K2	x	x	x

Le classi K0, K1 e K2 influenzano le modalità di fornitura degli assiemi

LE VARIABILI	EN14399/3 SISTEMA HR Testa esagonale		EN14399/4 SISTEMA HV Testa Esagonale		EN14399/10 SISTEMA HRC (K2-class) Testa Tonda/Esagonale
	K1	K2	K1	K2	K2
FILETTO	Di tipo lungo: è possibile uniformare molte lunghezze con gestione limitata dei codici	Di tipo lungo: è possibile uniformare molte lunghezze con gestione limitata dei codici	Di tipo corto: richiede l'impiego di molte misure. L'intercambiabilità è limitata	Di tipo corto: richiede l'impiego di molte misure. L'intercambiabilità è limitata	Di tipo lungo: è possibile uniformare molte lunghezze con gestione limitata dei codici
PROCEDURE DI SERAGGIO	Metodo combinato (coppia + angolo) le procedure di serraggio sono molto lunghe e richiedono parecchi operatori	Il metodo a coppia torcente uniforma le procedure di serraggio, il numero di addetti al montaggio rimane tuttavia elevato	Metodo combinato (coppia + angolo) le procedure di serraggio sono molto lunghe e richiedono parecchi operatori	Il metodo a coppia torcente uniforma le procedure di serraggio, il numero di addetti al montaggio rimane tuttavia elevato	Con avvitatore specifico, procedura semplice e funzionale (livello tecnico addetti al montaggio nullo e massima velocità)
NUMERO DI ADDETTI AL MONTAGGIO	MOLTO ELEVATO	ELEVATO	MOLTO ELEVATO	ELEVATO	BASSO
I RIVESTIMENTI	Brunitura nera - z/caldo secondo specifica	Brunitura nera - z/caldo secondo specifica	Brunitura nera - z/caldo secondo specifica	Brunitura nera - z/caldo secondo specifica	Brunitura nera - z/caldo secondo specifica
LE PROCEDURE DI CONTROLLO	Complesse stabilite dalla 1090-2	Complesse stabilite dalla 1090-2	Complesse stabilite dalla 1090-2	Complesse stabilite dalla 1090-2	Semplici; immediate con la rottura del codulo

	Metodo di serraggio con coppia torcente	Metodo di serraggio combinato (coppia+angolo)	Metodo con indicatore di tensione diretta (DTI)	Metodo di serraggio controllato (HRC)
Generale	<p>Prima dell'inizio del precarico i componenti devono essere posti a fermo contatto tra di loro.</p> <p>Ogni giunto deve essere portato nella condizione di serraggio (snug-tight) prestando particolare attenzione ad evitare il sovraccarico.</p> <p>Il processo di serraggio deve essere effettuato da una vite all'altra del gruppo iniziando dalla parte più rigida dell'accoppiamento e proseguendo progressivamente verso la parte meno rigida. Per ottenere una condizione di serraggio uniforme potrebbe essere necessario più di un ciclo di avvitamento.</p>			
Attrezzatura	<p>Le viti devono essere serrate utilizzando una chiave che offra un'adeguata gamma operativa. Le avvitatrici ad impulsi possono essere usate solamente per la prima fase di serraggio. Le chiavi usate durante ciascuna fase devono avere un grado di accuratezza di +/- 4% ed essere controllate settimanalmente</p>	<p>Le chiavi da utilizzare durante la prima fase del metodo combinato devono avere una precisione di +/- 10% ed essere controllate una volta all'anno.</p> <p>Avvitatore idoneo con precisione di +/- 10%</p>	<p>Le viti raggiungono la condizione di serraggio mediante una normale chiave.</p> <p>Le viti vengono strette mediante uno strumento specifico che permette la compressione dell'indicatore di tensione diretta. (DTI)</p>	<p>Electric shear wrench per avvicinamento</p> <p>Electric shear wrench per serraggio con rottura del codolino</p>
Prima fase di serraggio	<p>Durante la prima fase la chiave deve essere regolata fino al raggiungimento del valore di coppia di circa 0.75 Mr_i con Mr_i=Mr₂ o Mr_i test. Questa prima operazione deve essere completata per tutte le viti della giunzione prima di iniziare la fase successiva.</p>		<p>La prima fase di avvitamento che permette al giunto di essere portato ad una condizione uniforme di serraggio avviene quando iniziano a deformarsi le sporgenze delle DTI.</p>	<p>La prima fase di avvitamento si raggiunge utilizzando lo shear wrench di avvicinamento. E' raggiunto quando la bussola esterna dell'avvitatore cessa la sua rotazione.</p>

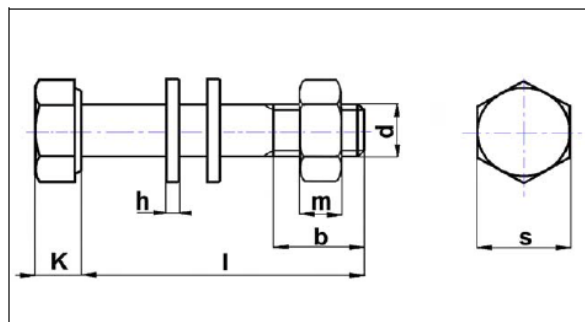
	Metodo di serraggio con coppia torcente	Metodo di serraggio combinato (coppia+angolo)	Metodo con indicatore di tensione diretta (DTI)	Metodo di serraggio controllato (HRC)
Seconda fase di serraggio	<p>Durante la seconda fase la chiave deve essere regolata ad un valore di serraggio di 1.1 Mr,i con Mr,i=Mr2 o Mr, test.</p> <p>I valori di serraggio Mr,i da usare come forza minima di precarico nominale Fp, C sono determinati per ciascuna combinazione vite-dado mediante una delle seguenti opzioni:</p> <p>Valori basati sulla classe funzionale (k-class) dichiarati dal produttore.</p> <p>Valori indicati nella norma EN 1090-2 (che determina i valori di coppia per le viti con precarico</p>	<p>La seconda fase di serraggio prevede una procedura specifica da applicare al giunto.</p> <p>La posizione del dado rispetto alla filettatura della vite deve essere marcata, dopo la conclusione della prima fase, utilizzando opportuni contrassegni in modo che la rotazione finale del dado rispetto alla filettatura della vite possa essere determinata facilmente. Un'ulteriore rotazione durante la seconda fase deve essere effettuata in accordo con i valori espressi nella tabella 21, norma EN 1090-2:2008</p>	<p>La seconda fase di serraggio delle viti deve seguire la norma EN 14399-9 e l'allegato J, norma EN 1090-2;</p> <p>L'indicatore viene generalmente applicato sottotesta e la vite stretta attraverso la rotazione del dado. Per determinare se la DTI è stata compressa secondo i requisiti si userà uno spessore (come specificato nella tabella J.1, norma EN 1090-2). Non più del 10% degli indicatori in un gruppo di giunti deve mostrare la totale compressione dell'indicatore.</p>	La seconda fase di serraggio viene raggiunta con la recisione del codolino
Attrezzature per il controllo	Le chiavi usate durante il serraggio devono essere calibrate ed avere una accuratezza di +/- 4%.		Lo spessore deve essere usato come strumento di controllo "non-passa"	Non presenti

	Metodo di serraggio con coppia torcente	Metodo di serraggio combinato	Metodo con indicatore di tensione diretta	Metodo di serraggio controllato
Controllo viti prima e dopo il serraggio.	Tutti i giunti di viti con precarico devono essere controllati visivamente dopo essere stati assemblati e prima di iniziare il precarico			
	Il numero di viti controllate a campione dipende dalla Classe di Esecuzione specificata (da EXC1 a EXC4). Se la verifica porta allo scarto, tutti i giunti del gruppo devono essere controllati.			Sono possibili controlli a campione con celle di carico portatili da effettuarsi prima dei montaggi Il controllo deve essere effettuato visivamente sul 100% dei giunti.
	Numero complessivo di viti da controllare in una struttura appartenente alla classe EXC2 è - 5% per la seconda fase			
	EXC3 e EXC4 -10% per la seconda fase	EXC3 e EXC4 -5% per la prima fase e -10% per la seconda fase.	EXC3 e EXC4 -10% per la seconda fase.	
	Il controllo deve essere effettuato utilizzando un piano di campionamento sequenziale secondo l'allegato M, norma EN 1090-2. Se il risultato della verifica sul tipo sequenziale A risulta negativo, il controllo può essere ampliato al tipo sequenziale B.			
Se le viti non vengono applicate secondo il metodo definito, si dovrà testimoniare la rimozione e reinstallazione dell'intero gruppo di viti.				
Controllo durante la prima fase	Identificazione dell'ubicazione del lotto del giunto. Controllo della procedura di serraggio per ciascun gruppo di viti.	Per le classi EXC3 e EXC4 la prima fase dovrà essere controllata prima di apporre il contrassegno utilizzando la stessa coppia usata per raggiungere il 75% della condizione.	Le giunzioni devono essere controllate per assicurarsi che vengano montate correttamente come da specifiche.	
Specifico				

	Metodo di serraggio con coppia torcente	Metodo di serraggio combinato	Metodo con indicatore di tensione diretta	Metodo di serraggio controllato
Controllo durante la seconda fase Specifico	La verifica del serraggio deve essere effettuata applicando una coppia al dado mediante l'uso di una chiave tarata. L'obiettivo è di verificare che il valore della coppia necessario per iniziare la rotazione del dado sia almeno pari al valore di coppia $1.1M_{r,i}$ con $M_{r,i}=M_{r,2}$ o $M_{r,test}$.	A conclusione della seconda fase, è necessario verificare la marcatura nel seguente modo: Se l'angolo di rotazione è inferiore di più di 15° rispetto al valore specificato, l'angolo deve essere corretto. Se la rotazione è maggiore di 30° rispetto al valore specificato o la vite risulta danneggiata, il giunto deve essere sostituito	Dopo l'avvitamento finale, i giunti selezionati per la verifica dovranno essere controllati per stabilire che le impostazioni finali dell'indicatore siano in accordo con i requisiti specificati nella norma EN 14399-9 e nell'allegato J, norma EN 1090-2	I giunti assemblati vengono identificati come quelli con il codolino rotto.
Note	Il controllo deve essere effettuato tra 12 e 72 ore dopo il completamento del serraggio dei bulloni coinvolti.			

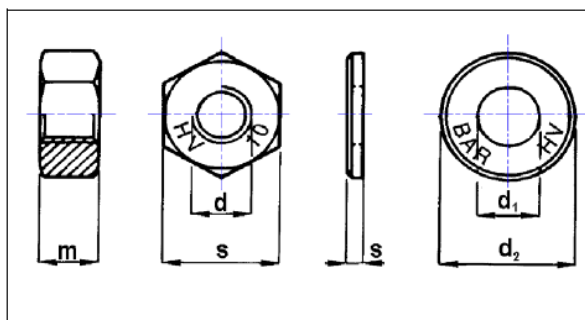
HV EN ISO 14399-4
 EN 14399-6
 classe K1
 alta resistenza 10.9

Vite a testa esagonale ad alta resistenza, secondo norme EN 14399-4.



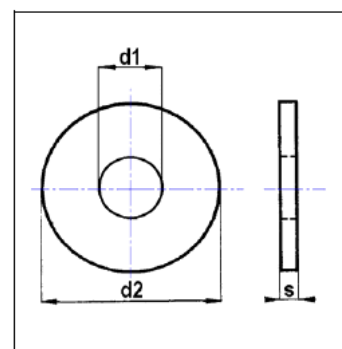
Filettatura	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36*
P	1,75	2	2.5	2.5	3	3	3.5	4
s max.	22	27	32	36	41	46	50	60
k nom	8	10	13	14	15	17	19	23
b (ref).	23	28	33	34	39	41	44	52

Dado esagonale ad alta resistenza, secondo norme EN 14399-4.



Filettatura	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36*
P	1,75	2	2.5	2.5	3	3	3.5	4
s max.	22	27	32	36	41	46	50	60
k nom	10	13	16	18	20	22	24	29

Rondelle per bulloneria ad alta resistenza, secondo norme EN 14399-6.



Filettatura nominale delle viti associate	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36*
d1 min.	13	17	21	23	35	38	31	37
d2 max.	24	30	37	39	44	50	56	66
s nom.	3	4	4	4	4	5	5	6

*solo su richiesta