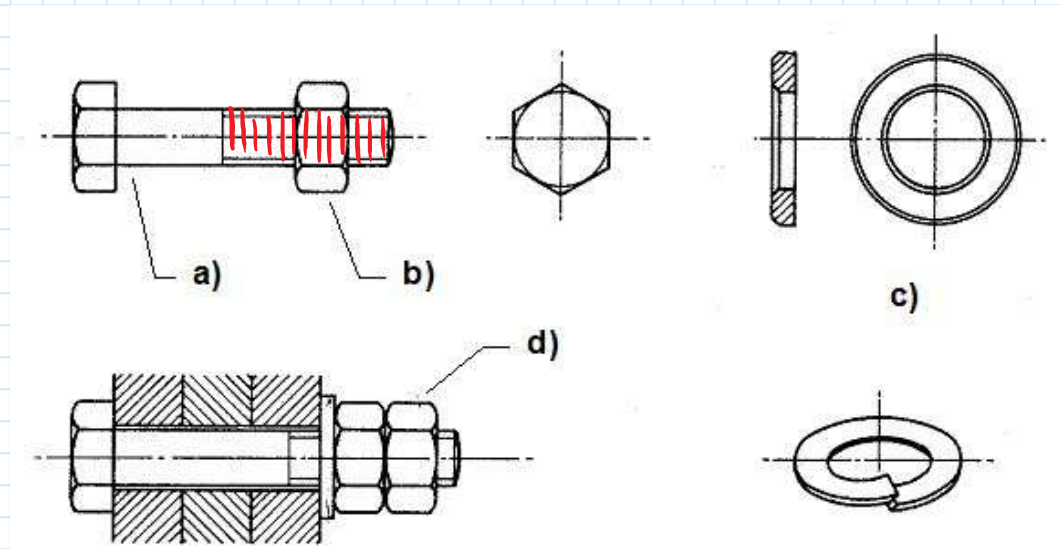


Collegamenti bullonati

Bulloni



Diámetro

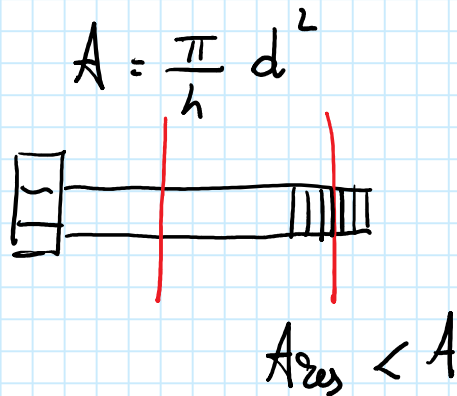
	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27	30

lunghezza delle parti filettate

- gambo interamente filettato
- estremità filettate

Sul gambo del bullone misureremo:

1. "Area nominale" A sulla parte non filettata
2. "Area resistente" A_{res} sulle parti filettate



sigla	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
$A \text{ (mm}^2\text{)}$	113	154	201	254	314	380	452	573	707
$A_{res} \text{ (mm}^2\text{)}$	84.3	115	157	192	245	303	353	459	581
A_{res} / A	0.75	0.75	0.78	0.75	0.78	0.80	0.78	0.80	0.82

Classe di resistenza

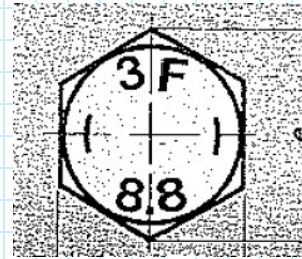
4.6 5.6 6.8 8.8 10.9

$$6 = \frac{f_{ub}}{100}$$

$$0,8 = \frac{f_{yb}}{f_{ub}}$$

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{ub} (kN)	400	500	600	800	1000
f_{yb} (kN)	240	300	480	640	900

Le classe di resistenza è indicata sulle teste del bullone



Collegamenti bullonati:

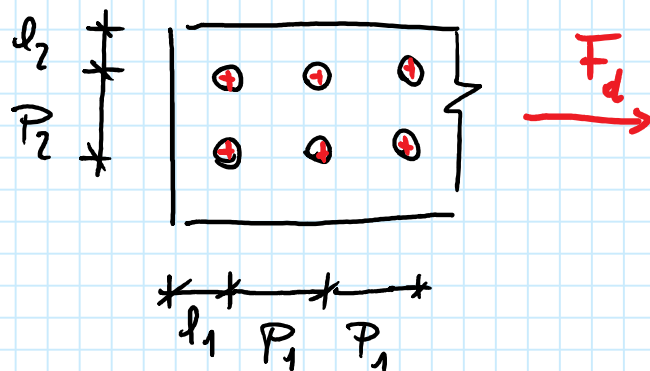
Fori:

d_o diametro del foro

$d_o - d$ gioco foro bullone

NTE 18 $d_o - d \leq 1 \text{ mm}$ $H12 - H20$

$d_o - d \leq 1,5 \text{ mm}$ $> H20$



$$e_1 \geq 1,2 d_o$$

$$P_1 \geq 2,2 d_o$$

$$e_2 \geq 1,2 d_o$$

$$P_2 \geq 2,4 d_o$$

limiti minimi

Le distanze devono rispettare anche i limiti massimi

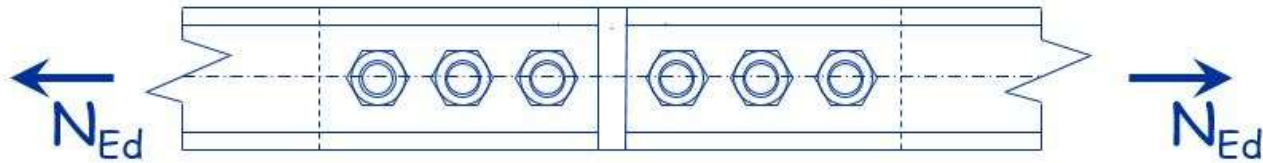
Tab. 4.2.XVIII - Posizione dei fori per unioni bullonate e chiodate.

Distanze e interassi (Fig. 4.2.5)	Minimo	Massimo		
		Unioni esposte a fenomeni corrosivi o ambientali	Unioni non esposte a fenomeni corrosivi o ambientali	Unioni di elementi in acciaio resistente alla corrosione (UNI EN10025-5)
e_1	$1,2 d_0$	$4t+40 \text{ mm}$	-	$\max(8t; 12 \text{ mm})$
e_2	$1,2 d_0$	$4t+40 \text{ mm}$	-	$\max(8t; 125 \text{ mm})$
p_1	$2,2 d_0$	$\min(14t; 200 \text{ mm})$	$\min(14t; 200 \text{ mm})$	$\min(14t; 175 \text{ mm})$
$p_{1,0}$	-	$\min(14t; 200 \text{ mm})$	-	-
$p_{1,i}$	-	$\min(28t; 400 \text{ mm})$	-	-
p_2	$2,4 d_0$	$\min(14t; 200 \text{ mm})$	$\min(14t; 200 \text{ mm})$	$\min(14t; 175 \text{ mm})$

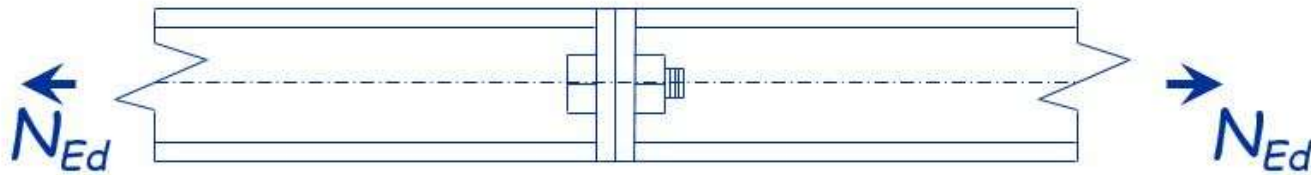
L'instabilità locale del piatto posto tra i bulloni/chiodi non deve essere considerata se $(p_1/t) < [9(235/f_y)^{0.5}]$:
in caso contrario si assumerà una lunghezza di libera inflessione pari a $0.6 \cdot p_1$.

t è lo spessore minimo degli elementi esterni collegati.

Collegamenti bullonati:



Taglio



Trazione

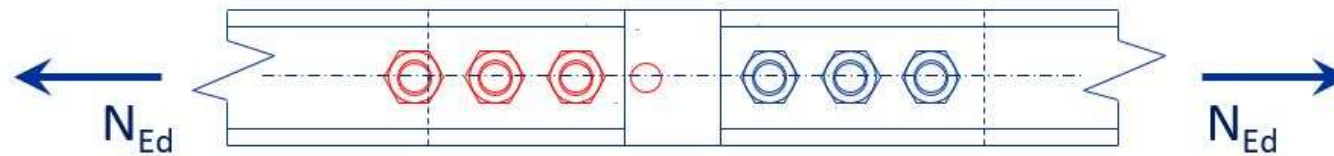
oppure taglio + trazione

Non esistono stati di sollecitazione dei bulloni diversi da questi.

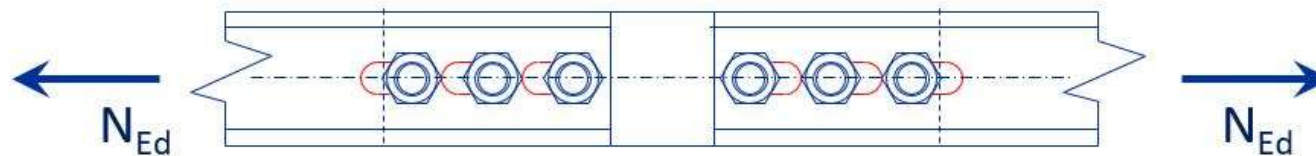
Bulloni collegati a taglio

Meccanismi di rottura

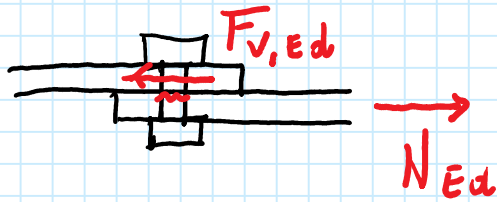
1 - Rottura dei bulloni a taglio



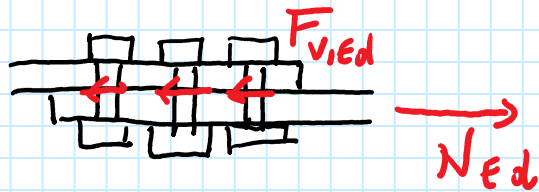
2 - Rifollamento delle lamiere



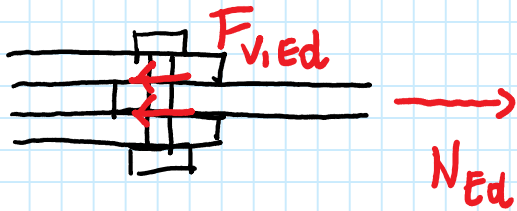
Teglio sulle eieente di progetto del bullone $F_{V,Ed}$



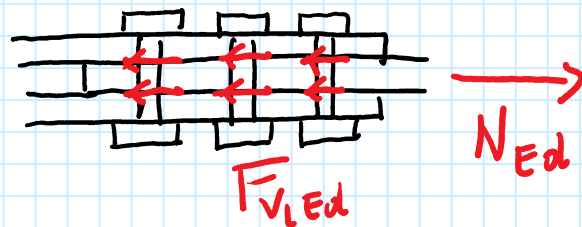
$$F_{V,Ed} = N_{Ed}$$



$$F_{V,Ed} = \frac{N_{Ed}}{m_b}$$



$$F_{V,Ed} = \frac{N_{Ed}}{2}$$



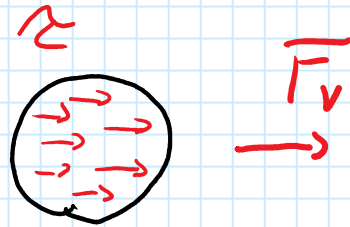
$$F_{V,Ed} = \frac{N_{Ed}}{m_b m_s}$$

$$\Rightarrow F_{V,Ed} \leq F_{V,Rd}$$

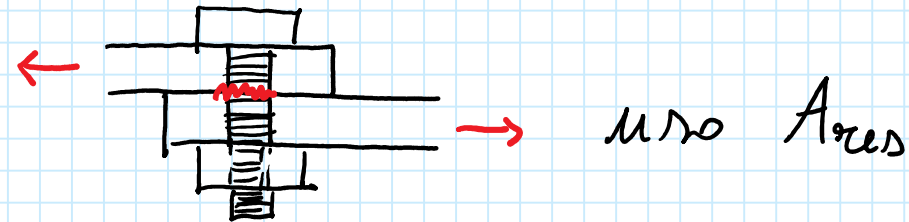
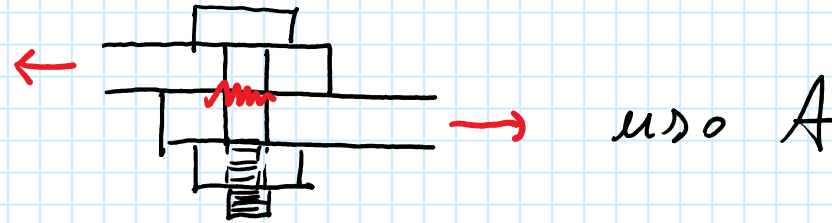
m_b = numero di bulloni

m_s = numero di sezioni resistenti

Rotture dei bulloni



$$\tau = \frac{F_v}{A}$$



$F_v \rightarrow \tau_{yb}$ primo e ultimo evento.

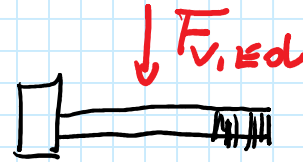
$F_{v,Rd} \rightarrow \tau_{ub} \rightarrow$ il bullone si rompe e taglia

$$\tau_{ub} = \frac{F_{v,Rd}}{A} \Rightarrow F_{v,Rd} = A \tau_{ub} = \frac{A f_{ub}}{\sqrt{3}}$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\cancel{\sigma^2} + 3\tau^2} = \sqrt{3}\tau \Rightarrow \sqrt{3}\tau_{ub} = f_{ub} \Rightarrow \tau_{ub} = \frac{f_{ub}}{\sqrt{3}}$$

Resistenza e teglio, formule di normative

$$F_{v,Rd} = 0,6 A \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$



$$F_{v,Rd} = 0,6 A_{res} \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

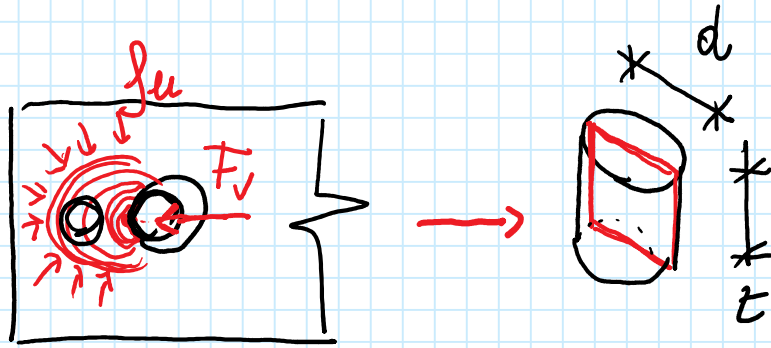
4.6 ; 5.6 ; 8.8

$$F_{v,Rd} = 0,5 A_{res} \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

6.8 , 10.9



Rifollamento delle lamiere



d = diametro del bullone
 t = spessore delle lamiere

$d t$ è l'area delle sezioni "convenzionali" che resistono al rifollamento.

Per considerare che le sezioni che "realmente" resistono al rifollamento è ben più grande si assume una tensione di rottura maggiore:

$K_d f_u$ con K_d che può essere ≥ 1 fino ad un massimo di 2,5

Si ottiene $F_{rag.} = F_{b,Rd} = K_d d t f_u$