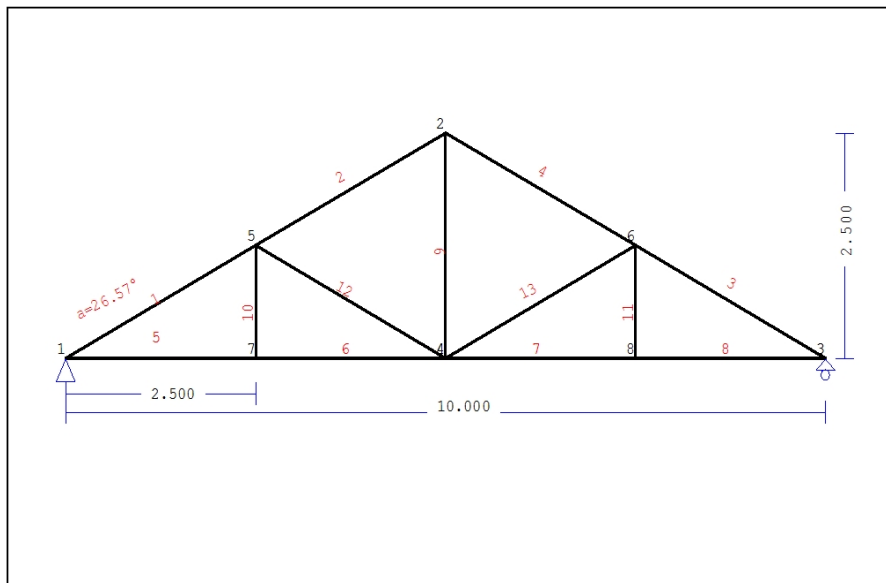


## 1. CAPRIATA-03

Tetto con capriate di tipo N



### 1.1. Descrizione tecnica

#### 1.1.1. Tipologia costruttiva

Tetto in legno C22. La tipologia della capriata è illustrata nel disegno soprastante.  
 Luce della capriata 10.000m, altezza 2.500m, inclinazione 26.57°, interasse delle capriate 0.700m  
 Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm  
 Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]  
 Elementi 1, 2, 3, 4, sezione 58x150 [mm]  
 Elementi 5, 6, 7, 8, sezione 58x150 [mm]  
 Elementi 9, sezione 58x150 [mm]  
 Elementi 10,11, sezione 58x150 [mm]  
 Elementi 12,13, sezione 58x150 [mm]  
 Volume della capriata =0.276 m<sup>3</sup>, peso proprio della capriata =0.922 kN

#### 1.1.2. Normative di calcolo

Norme Tecniche per le Costruzioni (DM2008)  
 UNI EN1990-1-1:2004, Eurocodice 0 Parte 1-1, Basi di calcolo  
 UNI EN1991-1-1:2004, Eurocodice 1 Parte 1-1, Azioni sulle strutture  
 DM2008, §3.4, Azioni della neve  
 DM2008, §3.3, Azioni del vento  
 UNI EN1995-1-1:2009, Eurocodice 5 Parte 1-1, Progettazione delle strutture di legno

#### 1.1.3. Metodo di calcolo

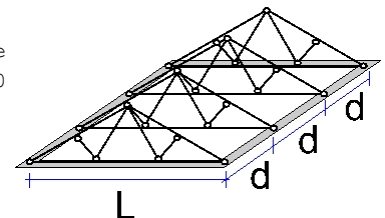
Gli sforzi interni alla capriata sono calcolati mediante analisi ad elementi finiti. La capriata è considerata come un elemento trave reticolare a due dimensioni. La rigidità delle unioni è modulata secondo il grado desiderato di rigidità. Per calcolare il valore di progetto degli sforzi interni, gli sforzi interni sono dapprima calcolati come sforzi unitari e successivamente, dalle loro combinazioni si ottengono gli sforzi interni nelle varie condizioni di carico. Tutte le combinazioni di carico previste dall'Eurocodice 5 sono considerate, e le verifiche sono svolte nelle condizioni di carico più sfavorevoli, per le combinazioni di carico, allo stato limite ultimo di progetto, secondo EN1995-1-1, §6. Le giunzioni sono considerate come unioni con bulloni con piastre metalliche e sono dimensionate secondo EN1995-1-1, §8. In aggiunta le deformazioni sono verificate nello stato limite di servizio, secondo UNI EN1995-1-1:2009, §7.

**1.1.4. Proprietà dei materiali (capriata) (NTC-DM2008, §4.4)**

Classe del legno : C22

Classe di servizio : Classe 1, umidità  $\leq 12\%$  (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.4 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.8 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 10000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6700 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 330 \text{ MPa}$  $G_m = 630 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 340 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.5. Proprietà dei materiali (legname, finitura) (NTC-DM2008, §4.4)**

Classe del legno : C22

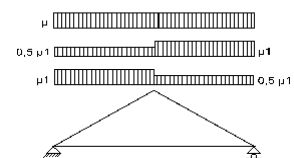
Classe di servizio : Classe 1, umidità  $\leq 12\%$  (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.4 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.8 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 10000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6700 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 330 \text{ MPa}$  $G_m = 630 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 340 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.6. Carichi distribuiti sulla copertura**Carico permanente del manto di copertura  $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$  (Tegole)Travetti, assito, isolamento  $G_t = 0.100 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 0$ Peso del controsoffitto del tetto  $G_c = 0.100 \text{ kN/m}^2$ Carico della neve sul terreno  $S_k = 1.500 \text{ kN/m}^2$ Pressione del vento sulle superfici vert.  $Q_w = 0.754 \text{ kN/m}^2$ Carico (categoria H)  $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **1.2. Azioni della neve (DM2008, §3.4)**Carico neve al suolo  $S_k$  (DM2008, §3.4.2)

Classe di importanza 1, vita utile 50 anni, periodo di ritorno 500 anni (§3.3.2)

Zona climatica : I, altitudine del suolo sul livello del mare = 200 m

 $s_{sk} = 1.500 \text{ kN/m}^2$  ( $s_s = 200 \leq 200 \text{ m}$ )Valore di riferimento del carico neve al suolo:  $s_k = q_{ref}(T) = 1.500 \text{ kN/m}^2$ 

Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)

Inclinazione del tetto :  $\alpha = 26.565^\circ$ Coefficiente di esposizione :  $C_e = 1.000$  (DM2008 §5.2(7))Coefficiente termico :  $C_t = 1.000$  (DM2008 §5.2(8))Fattori di forma,  $\alpha_1 = \alpha_2 = 26.57^\circ$ ,  $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.800$  (Tab. 3.4.II) $S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.200 \text{ kN/m}^2$  (§3.4.1) $S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.200 \text{ kN/m}^2$ 

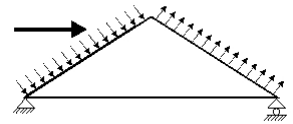
Azioni della neve (DM2008, §3.4.1)

Combinazione di carico (I),  $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 1.200 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 1.200 \text{ kN/m}^2$ Combinazione di carico (II),  $S(\text{Sinistra}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.600 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 1.200 \text{ kN/m}^2$ Combinazione di carico (III),  $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 1.200 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Destra}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.600 \text{ kN/m}^2$ **1.3. Azioni del vento (DM2008 §3.3)**Pressione del vento  $q_b(z) = C_e(z) \cdot V_b^2 / 1.6$  (DM2008 §3.3.6)

Classe di importanza 1, vita utile 50 anni, periodo di ritorno 500 anni (§3.3.2)

Zona: 1,  $V_b = 25.00 \text{ m/s}$  ( $s_s = 500 < a_o = 1000 \text{ m}$ ),  $V_b = 25 \text{ m/s}$ ,  $a_o = 1000 \text{ m}$ ,  $K_a = 0.012 (1/s)$  (Tab. 3.3.I)Velocità di riferimento,  $T_r = 500$  anni (§3.3.2)Classe di rugosità del terreno = D,  $10 \text{ km} < \text{distanza costa} < 30 \text{ km}$ , altitudine di riferimento = 500 mCategorie di esposizione del sito: II,  $k_r = 0.19$ ,  $z_o = 0.05 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 4.00 \text{ m}$  (Tab. 3.3.II)Coefficiente di topografia :  $C_t = 1.000$  (§3.3.7)Coefficiente di esposizione:  $C_e = 0.19^2 \times 1.000 \times \ln(5/0.05) \times [7 + 1.000 \times \ln(5/0.05)] = 1.929$  (§3.3.7)Pressione del vento sulla superficie verticale:  $Q_{ref} \cdot C_e = 0.001 \times (25.00^2 / 1.6) \times 1.929 = 0.754 \text{ kN/m}^2$

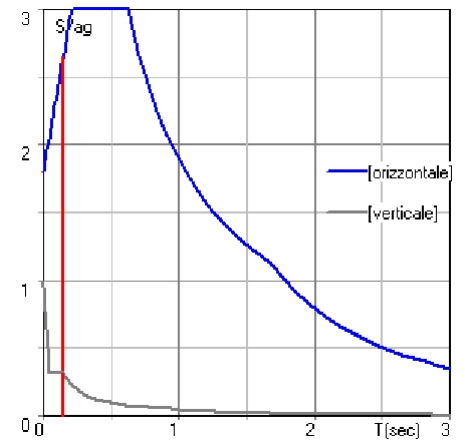
Pressione del vento  $p_f = C_p \cdot q_b$  (DM2008, §3.3.7.1)  
 Coefficiente di forma  $C_p$  (DM2008 §3.3.7.1)  
 Con inclinazione  $\alpha = 26.57^\circ$ ,  $C_p(+) = -0.20$ ,  $C_p(-) = -0.40$   
 Pressione del vento  $p_f(\text{Sinistra}) = -0.153 \text{ kN/m}^2$   
 Pressione del vento  $p_f(\text{Destra}) = -0.302 \text{ kN/m}^2$



#### 1.4. Azione sismica (DM2008, §3.2)

Accelerazione orizzontale (§3.2.3.2.1)	$a_g/g = 0.02$
Fattore d'importanza (§3.2.1)	$\gamma_i = 1.00$
Fattore di suolo [orizzontale] (§3.2.3.2.1)	$S_o = 1.80$
Fattore di suolo [verticale]	$S_v = 1.00$
Fattore di struttura [orizzontale] (§7.3.1)	$q_o = 1.50$
Fattore di struttura [verticale]	$q_v = 1.50$
Fattore di spettro [orizzontale] (§3.2.3.1)	$\beta_o(T) = 2.21$
Fattore di spettro [verticale] (§3.2.3.2.2)	$\beta_v(T) = 0.48$
Fattore di correzione (§7.3.3.2)	$\lambda = 1.00$
Distribuzione della forza $\zeta = z_i W_i / \Sigma z_j W_j$ (§7.3.3.2)	$\zeta = 1.00$
Primo periodo di vibrazione (§7.3.3.2)	$T(\text{sec}) = 0.15$
Fattore di combinazione carichi accidentali	$\psi_2 = 0.30$
Fattore di combinazione carico da neve	$\psi_2 = 0.20$

Periodi di spettro [orizzontale]:  $T_b = 0.21 \text{ sec}$ ,  $T_c = 0.63 \text{ sec}$ ,  $T_d = 1.68 \text{ sec}$   
 Periodi di spettro [verticale]:  $T_b = 0.05 \text{ sec}$ ,  $T_c = 0.15 \text{ sec}$ ,  $T_d = 1.00 \text{ sec}$



Orizzontale :  $F_o = a_g \cdot \gamma_i \cdot S_o \cdot \beta_o(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_o$   
 $F_o = g \times 0.02 \times 1.00 \times 1.80 \times 2.21 \times 1.00 \times 1.00 / 1.50 = 0.053 \times g$  (DM2008 §3.2.3.2.1)  
 Verticale :  $F_v = a_g \cdot \gamma_i \cdot S_v \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$   
 $F_v = g \times 0.02 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.48 \times 1.00 \times 1.00 / 1.50 = 0.006 \times g$  (DM2008 §3.2.3.2.2)

### 1.5. Finitura del tetto

#### Sistema strutturale dell'assito

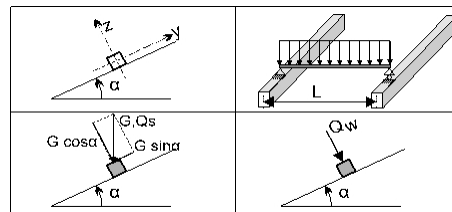
L'assito è progettato come trave semplicemente appoggiata con luce  
Interasse delle capriate  $L=0.700\text{m}$ , e larghezza  $1.00\text{m}$ .

#### Dimensioni del materiale dell'assito

Specie legnosa dell'assito: C22, classe di servizio: Classe 1, umidità  $\leq 12\%$   
Interasse dei capriate  $L=0.700\text{m}$ , inclinazione del tetto  $\alpha=26.57^\circ$ , spessore dell'assito  $20\text{mm}$

#### Carico sull'assito

Manto di copertura  $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$   
Peso proprio  $G_l = 0.067 \text{ kN/m}^2$   
Carico neve  $Q_s = 1.200 \text{ kN/m}^2$   
Carico da vento  $Q_w = -0.153 \text{ kN/m}^2$   
Peso del carpentiere  $Q_p = 1.200 \text{ kN}$



#### Sforzi interni dell'assito (luce $L=0.700 \text{ m}$ , larghezza $=1.00 \text{ m}$ )

Carico	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max V [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$	
(Gk) Permanente	$G_k = 0.567 [\text{kN/m}]$	Permanente	1.30	0.00	1.00	0.000	0.177	0.031
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 1.200 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.000	0.336	0.059
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = -0.153 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	0.000	-0.054	-0.009
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.000	0.537	0.188

#### 1.5.1. Stato limite di servizio (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

##### Deformazione a flessione (EC5 §7.2)

Carico	$[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$	
(Gk) Permanente	$G_k = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.099	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.187	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60	
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = 0.000 [\text{kN/m}]$	-0.030	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60	

Combinazione di carico	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.099	0.158
2 Gk + Qk1	0.286	0.367
3 Gk + Qk2	0.099	0.158
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.286	0.367
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.230	0.311

$w_{fin, g} = w_{inst, g}(1 + k_{def})$ ,  $w_{fin, q} = w_{inst, q}(1 + \psi_2 \cdot k_{def})$  (EC5 §2.2.3, Eq.2.3, Eq.2.4)

#### Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.286 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 0.367 \text{ mm}$

#### Verifica secondo UNI EN1995-1-1:2009 §7.2, Tab.7.2

##### Deformazioni finali

$w_{inst} = 0.286 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$

$w_{net, fin} = 0.367 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.367 \text{ mm} < L/150 = 700/150 = 4.667 \text{ mm}$

La verifica è soddisfatta

**1.5.2. Verifica dell'assito, Stato limite ultimo di progetto** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.000	0.385	0.067
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	0.000	0.816	0.143
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	0.000	0.256	0.045
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	0.000	0.767	0.228
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	0.816	0.143
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	0.648	0.113
	Valori massimi			0.000	0.816	0.228

**Assito, combinazione di carico No 5****Taglio, Fv=0.735 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

fvk=3.80 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.90x3.80/1.50=2.28N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fv=0.735 kN, fv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.735/13400=0.08N/mm<sup>2</sup> < 2.28N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

**Assito, combinazione di carico No 4****Flessione, Myd=0.228 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.667E+004mm<sup>3</sup>, Wz=3.333E+006mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

fmyk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm<sup>2</sup>fmzk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm<sup>2</sup>

Sezione rettangolare Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.228/6.667E+004= 3.42 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.233+0.000= 0.23 &lt; 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.163+0.000= 0.16 &lt; 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

**1.6. Progettazione della capriata****Caratteristiche geometriche della capriata**

Lunghezza  $L=10.000$  m, altezza  $H=2.500$  m, interasse capriate  $d=0.700$  m

Inclinazione  $=50.00\%$ , angolo  $\alpha=26.57^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.500$ ,  $\sin\alpha=0.447$ ,  $\cos\alpha=0.894$

Numero dei nodi = 8, numero degli elementi =13, numero degli appoggi =2

**Coordinate dei nodi****Caratteristiche degli elementi della capriata**

Nodo	x[m]	y[m]	Sup.	Elemento	K1	K2	b x h [mm]	L [m]	A [mm <sup>2</sup> ]	Iy [mm <sup>4</sup> ]	Wy [mm <sup>3</sup> ]
1	0.000	0.000	11	1	1	5	58x150	2.795	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
2	5.000	2.500		2	5	2	58x150	2.795	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
3	10.000	0.000	01	3	6	3	58x150	2.795	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
4	5.000	0.000		4	2	6	58x150	2.795	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
5	2.500	1.250		5	1	7	58x150	2.500	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
6	7.500	1.250		6	7	4	58x150	2.500	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
7	2.500	0.000		7	4	8	58x150	2.500	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
8	7.500	0.000		8	8	3	58x150	2.500	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
				9	4	2	58x150	2.500	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
				10	7	5	58x150	1.250	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
				11	8	6	58x150	1.250	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
				12	5	4	58x150	2.795	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
				13	4	6	58x150	2.795	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005

**Carico lineare per capriata**

Massa volumica del legname  $=340.00$  kg/m<sup>3</sup>, peso proprio della capriata  $=0.922$  kN

Interasse delle capriate  $d=0.70$  m, peso delle unioni delle capriate  $=0.092$  kN

**Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate**

Manto di copertura +peso proprio  $Gk1= 0.521$  kN/m

Controsoffitto del tetto  $Gk2= 0.070$  kN/m

**Carichi lineari variabili di breve durata (kN/m) sulla capriata**

Sovraccario  $Qki= 0.50 \times 0.700 = 0.350$  kN/m

Neve (Sinistra)  $Qk1l= 0.840$  kN/m (Destra )  $Qk1r= 0.840$  kN/m

Neve (Sinistra)  $Qk2l= 0.420$  kN/m (Destra )  $Qk2r= 0.840$  kN/m

Neve (Sinistra)  $Qk3l= 0.840$  kN/m (Destra )  $Qk3r= 0.420$  kN/m

Vento (Sinistra)  $Qk4l=-0.107$  kN/m (Destra )  $Qk4r=-0.211$  kN/m

Vento (Sinistra)  $Qk5l=-0.211$  kN/m (Destra )  $Qk5r=-0.107$  kN/m

**Azioni sismiche dovute alle azioni accidentali (kN/m), sulle capriate**

$AeX$  Sismica  $qh=0.053 \times (G+0.20 \times Qk1)$

$AeY$  Sismica  $qv=0.006 \times (G+0.20 \times Qk1)$

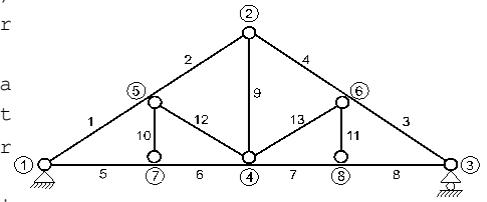
**Combinazioni di carico di progetto**

( $\gamma_g=1.30$ ,  $\gamma_q=1.50$ ,  $\psi_0(\text{di esercizio } Q_f)=0.70$ ,  $\psi_0(\text{neve } Q_1, Q_2, Q_3)=0.70$ ,  $\psi_0(\text{vento } Q_4, Q_5)=0.60$ )

L.C.	Azioni permanenti-Variabili	Classe di durata
1	$\gamma_g.G_k$	Permanente
2	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}$	Breve
3	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}$	Breve
4	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}$	Breve
5	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}$	Breve
6	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}$	Breve
7	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}$	Breve
8	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
9	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
10	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
11	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
12	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
13	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
14	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve
15	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve
16	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}$	Breve
17	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve
18	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve
19	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}$	Breve
20	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
21	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
22	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
23	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
24	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
25	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
26	$G_k + \psi_2.Q_{k1} + A_{ex}$	Accidental
27	$G_k + \psi_2.Q_{k1} + A_{ey}$	Accidental

### 1.7. Analisi statica della capriata

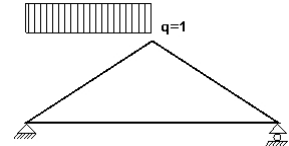
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)  
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una  $r$  di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.  
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico unit e sulla base di questi sono calcolati gli sforzi interni per le varie condizioni di carico e combinazioni di carichi.  
 Numero dei nodi = 8, numero degli elementi =13, numero degli



#### 1.7.1. Analisi statica per carichi unitari

**Sforzi interni per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-6.70	0.83	0.02	-5.58	-1.41	-0.79
2	5	2	-3.51	1.40	-0.79	-2.39	-0.83	0.02
3	6	3	-2.76	-0.01	0.03	-2.76	-0.01	0.00
4	2	6	-2.80	0.01	0.00	-2.80	0.01	0.03
5	1	7	5.62	0.01	0.01	5.62	0.01	0.04
6	7	4	5.62	-0.02	0.04	5.62	-0.02	-0.01
7	4	8	2.46	0.01	-0.01	2.46	0.01	0.02
8	8	3	2.46	-0.01	0.02	2.46	-0.01	0.00
9	4	2	1.56	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00
10	7	5	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
11	8	6	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
12	5	4	-3.48	0.00	0.00	-3.48	0.00	0.00
13	4	6	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00



**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)**

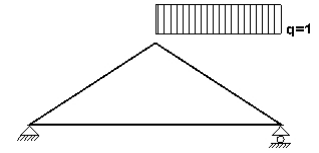
elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	5.62	3.74	0.02	-5.62	-1.24	0.79
2	5	2	2.51	2.82	-0.79	-2.51	-0.32	-0.02
3	6	3	2.46	-1.24	0.03	-2.46	1.24	0.00
4	2	6	2.51	-1.24	0.00	-2.51	1.24	-0.03
5	1	7	-5.62	0.01	0.01	5.62	-0.01	-0.04
6	7	4	-5.62	-0.02	0.04	5.62	0.02	0.01
7	4	8	-2.46	0.01	-0.01	2.46	-0.01	-0.02
8	8	3	-2.46	-0.01	0.02	2.46	0.01	0.00
9	4	2	0.00	-1.56	0.00	0.00	1.56	0.00
10	7	5	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
11	8	6	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
12	5	4	3.11	-1.55	0.00	-3.11	1.55	0.00
13	4	6	-0.04	-0.02	0.00	0.04	0.02	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)



**Sforzi interni per carichi unitari (1 kN/m puntone destro verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	-2.76	0.01	0.00	-2.76	0.01	0.03
2	5	2	-2.80	-0.01	0.03	-2.80	-0.01	0.00
3	6	3	-5.58	1.41	-0.79	-6.70	-0.83	0.02
4	2	6	-2.39	0.83	0.02	-3.51	-1.40	-0.79
5	1	7	2.46	0.01	0.00	2.46	0.01	0.02
6	7	4	2.46	-0.01	0.02	2.46	-0.01	-0.01
7	4	8	5.62	0.02	-0.01	5.62	0.02	0.04
8	8	3	5.62	-0.01	0.04	5.62	-0.01	0.01
9	4	2	1.56	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00
10	7	5	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
11	8	6	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
12	5	4	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
13	4	6	-3.48	0.00	0.00	-3.48	0.00	0.00

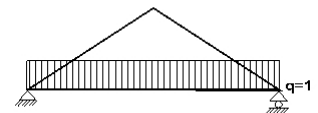
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone destro verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	2.46	1.24	0.00	-2.46	-1.24	-0.03
2	5	2	2.51	1.24	0.03	-2.51	-1.24	0.00
3	6	3	5.62	-1.24	-0.79	-5.62	3.74	-0.02
4	2	6	2.51	-0.32	0.02	-2.51	2.82	0.79
5	1	7	-2.46	0.01	0.00	2.46	-0.01	-0.02
6	7	4	-2.46	-0.01	0.02	2.46	0.01	0.01
7	4	8	-5.62	0.02	-0.01	5.62	-0.02	-0.04
8	8	3	-5.62	-0.01	0.04	5.62	0.01	-0.01
9	4	2	0.00	-1.56	0.00	0.00	1.56	0.00
10	7	5	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
11	8	6	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
12	5	4	-0.04	0.02	0.00	0.04	-0.02	0.00
13	4	6	3.11	1.55	0.00	-3.11	-1.55	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi interni per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	-8.93	0.02	0.01	-8.93	0.02	0.05
2	5	2	-5.80	-0.02	0.05	-5.80	-0.02	0.00
3	6	3	-8.93	-0.02	0.05	-8.93	-0.02	0.01
4	2	6	-5.80	0.02	0.00	-5.80	0.02	0.05
5	1	7	7.98	0.99	0.02	7.98	-1.51	-0.63
6	7	4	7.98	1.32	-0.63	7.98	-1.18	-0.46
7	4	8	7.98	1.18	-0.46	7.98	-1.32	-0.63
8	8	3	7.98	1.51	-0.63	7.98	-0.99	0.02
9	4	2	5.15	0.00	0.00	5.15	0.00	0.00
10	7	5	2.82	0.00	0.00	2.82	0.00	0.00
11	8	6	2.82	0.00	0.00	2.82	0.00	0.00
12	5	4	-3.12	0.00	0.00	-3.12	0.00	0.00
13	4	6	-3.12	0.00	0.00	-3.12	0.00	0.00



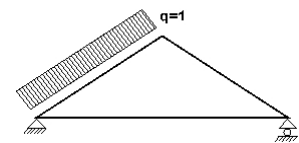
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	7.98	4.01	0.01	-7.98	-4.01	-0.05
2	5	2	5.19	2.58	0.05	-5.19	-2.58	0.00
3	6	3	7.98	-4.01	0.05	-7.98	4.01	-0.01
4	2	6	5.19	-2.58	0.00	-5.19	2.58	-0.05
5	1	7	-7.98	0.99	0.02	7.98	1.51	0.63
6	7	4	-7.98	1.32	-0.63	7.98	1.18	0.46
7	4	8	-7.98	1.18	-0.46	7.98	1.32	0.63
8	8	3	-7.98	1.51	-0.63	7.98	0.99	-0.02
9	4	2	0.00	-5.15	0.00	0.00	5.15	0.00
10	7	5	0.00	-2.82	0.00	0.00	2.82	0.00
11	8	6	0.00	-2.82	0.00	0.00	2.82	0.00
12	5	4	2.79	-1.39	0.00	-2.79	1.39	0.00
13	4	6	2.79	1.39	0.00	-2.79	-1.39	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi interni per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-5.58	1.04	0.02	-5.58	-1.76	-0.99
2	5	2	-2.98	1.76	-0.99	-2.98	-1.04	0.02
3	6	3	-3.45	-0.01	0.03	-3.45	-0.01	0.00
4	2	6	-3.49	0.01	0.00	-3.49	0.01	0.03
5	1	7	7.03	0.01	0.01	7.03	0.01	0.04
6	7	4	7.03	-0.02	0.04	7.03	-0.02	-0.01
7	4	8	3.08	0.01	-0.01	3.08	0.01	0.03
8	8	3	3.08	-0.01	0.03	3.08	-0.01	0.00
9	4	2	1.96	0.00	0.00	1.96	0.00	0.01
10	7	5	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
11	8	6	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
12	5	4	-4.36	0.00	0.00	-4.36	0.00	0.00
13	4	6	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00

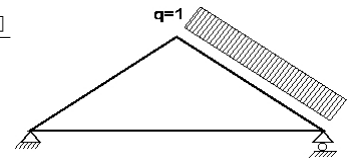
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	4.53	3.42	0.02	-5.78	-0.92	0.99
2	5	2	1.88	2.91	-0.99	-3.13	-0.41	-0.02
3	6	3	3.08	-1.55	0.03	-3.08	1.55	0.00
4	2	6	3.13	-1.55	0.00	-3.13	1.55	-0.03
5	1	7	-7.03	0.01	0.01	7.03	-0.01	-0.04
6	7	4	-7.03	-0.02	0.04	7.03	0.02	0.01
7	4	8	-3.08	0.01	-0.01	3.08	-0.01	-0.03
8	8	3	-3.08	-0.01	0.03	3.08	0.01	0.00
9	4	2	0.00	-1.96	0.00	0.00	1.96	-0.01
10	7	5	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
11	8	6	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
12	5	4	3.90	-1.95	0.00	-3.90	1.95	0.00
13	4	6	-0.05	-0.03	0.00	0.05	0.03	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi interni per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	-3.46	0.01	0.00	-3.46	0.01	0.02
2	5	2	-3.49	-0.01	0.02	-3.49	-0.01	0.00
3	6	3	-5.60	1.76	-1.00	-5.60	-1.03	0.02
4	2	6	-2.98	1.03	0.02	-2.98	-1.76	-1.00
5	1	7	0.60	0.01	0.00	0.60	0.01	0.01
6	7	4	0.60	-0.01	0.01	0.60	-0.01	-0.01
7	4	8	4.55	0.01	-0.01	4.55	0.01	0.03
8	8	3	4.55	-0.01	0.03	4.55	-0.01	0.01
9	4	2	1.96	0.00	0.00	1.96	0.00	-0.01
10	7	5	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
11	8	6	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
12	5	4	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
13	4	6	-4.38	0.00	0.00	-4.38	0.00	0.00

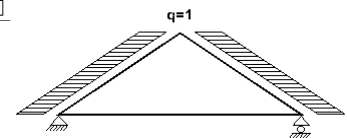
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	3.10	1.56	0.00	-3.10	-1.56	-0.02
2	5	2	3.13	1.55	0.02	-3.13	-1.55	0.00
3	6	3	5.80	-0.93	-1.00	-4.55	3.43	-0.02
4	2	6	3.13	-0.41	0.02	-1.88	2.91	1.00
5	1	7	-0.60	0.01	0.00	0.60	-0.01	-0.01
6	7	4	-0.60	-0.01	0.01	0.60	0.01	0.01
7	4	8	-4.55	0.01	-0.01	4.55	-0.01	-0.03
8	8	3	-4.55	-0.01	0.03	4.55	0.01	-0.01
9	4	2	0.00	-1.96	0.00	0.00	1.96	0.01
10	7	5	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
11	8	6	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
12	5	4	-0.03	0.02	0.00	0.03	-0.02	0.00
13	4	6	3.92	1.96	0.00	-3.92	-1.96	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi interni per carichi unitari (1 kN/m seismic load)**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	4.07	0.46	0.01	1.57	-0.79	-0.44
2	5	2	2.72	0.79	-0.44	0.22	-0.46	0.01
3	6	3	-1.49	-0.80	0.49	-3.99	0.45	-0.01
4	2	6	-0.23	-0.45	-0.01	-2.73	0.80	0.49
5	1	7	7.33	0.01	0.00	7.33	0.01	0.02
6	7	4	7.33	-0.02	0.02	7.33	-0.02	-0.01
7	4	8	3.77	0.02	-0.01	3.77	0.02	0.03
8	8	3	3.77	-0.01	0.03	3.77	-0.01	0.00
9	4	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
10	7	5	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
11	8	6	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
12	5	4	-1.94	0.00	0.00	-1.94	0.00	0.00
13	4	6	2.04	0.00	0.00	2.04	0.00	0.00



**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m seismic load)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-3.85	-1.41	0.01	1.05	1.41	0.44
2	5	2	-2.79	-0.51	-0.44	-0.01	0.51	-0.01
3	6	3	0.97	-1.38	0.49	-3.77	1.38	0.01
4	2	6	0.00	-0.50	-0.01	-2.80	0.50	-0.49
5	1	7	-7.33	0.01	0.00	7.33	-0.01	-0.02
6	7	4	-7.33	-0.02	0.02	7.33	0.02	0.01
7	4	8	-3.77	0.02	-0.01	3.77	-0.02	-0.03
8	8	3	-3.77	-0.01	0.03	3.77	0.01	0.00
9	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
10	7	5	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
11	8	6	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
12	5	4	1.74	-0.87	0.00	-1.74	0.87	0.00
13	4	6	-1.82	-0.91	0.00	1.82	0.91	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**1.7.2. Forze interne****Forze interne, Carico, : ( Gk) Proprio Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	5	-6.14	0.49	0.01	-5.48	-0.81	-0.44	-5.89	0.00	0.27
2	5	2	-4.08	0.81	-0.44	-3.43	-0.49	0.01	-3.67	0.00	0.27
3	6	3	-5.48	0.81	-0.44	-6.14	-0.49	0.01	-5.89	0.00	0.27
4	2	6	-3.43	0.49	0.01	-4.08	-0.81	-0.44	-3.67	0.00	0.27
5	1	7	5.27	0.08	0.01	5.27	-0.09	-0.01	5.27	0.00	0.05
6	7	4	5.27	0.07	-0.01	5.27	-0.10	-0.04	5.27	0.00	0.03
7	4	8	5.27	0.10	-0.04	5.27	-0.07	-0.01	5.27	0.00	0.03
8	8	3	5.27	0.09	-0.01	5.27	-0.08	0.01	5.27	0.00	0.05
9	4	2	2.18	0.00	0.00	2.18	0.00	0.00	2.18	0.00	0.00
10	7	5	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
11	8	6	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
12	5	4	-2.22	0.00	0.00	-2.22	0.00	0.00	-2.22	0.00	0.00
13	4	6	-2.22	0.00	0.00	-2.22	0.00	0.00	-2.22	0.00	0.00

(m punto del momento massimo per il carico permanente, o punto medio dell'elemento)

**Forze interne, Carico, : (Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	5	-7.94	0.71	0.01	-7.00	-1.17	-0.64	-7.59	0.00	0.39
2	5	2	-5.29	1.17	-0.64	-4.35	-0.71	0.01	-4.71	0.00	0.38
3	6	3	-7.00	1.17	-0.64	-7.94	-0.71	0.01	-7.59	0.00	0.39
4	2	6	-4.35	0.71	0.01	-5.29	-1.17	-0.64	-4.71	0.00	0.38
5	1	7	6.79	0.02	0.01	6.79	0.02	0.05	6.79	0.02	0.03
6	7	4	6.79	-0.03	0.05	6.79	-0.03	-0.02	6.79	-0.03	0.02
7	4	8	6.79	0.03	-0.02	6.79	0.03	0.05	6.79	0.03	0.02
8	8	3	6.79	-0.02	0.05	6.79	-0.02	0.01	6.79	-0.02	0.03
9	4	2	2.63	0.00	0.00	2.63	0.00	0.00	2.63	0.00	0.00
10	7	5	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
11	8	6	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
12	5	4	-2.88	0.00	0.00	-2.88	0.00	0.00	-2.88	0.00	0.00
13	4	6	-2.88	0.00	0.00	-2.88	0.00	0.00	-2.88	0.00	0.00

(m punto del momento massimo per il carico permanente, o punto medio dell'elemento)

**Forze interne, Carico, : (Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	5	-5.13	0.36	0.01	-4.66	-0.58	-0.31	-4.95	0.00	0.20
2	5	2	-3.82	0.58	-0.31	-3.35	-0.36	0.00	-3.53	0.00	0.19
3	6	3	-5.84	1.18	-0.65	-6.78	-0.70	0.01	-6.43	0.01	0.38
4	2	6	-3.18	0.70	0.01	-4.12	-1.17	-0.65	-3.53	-0.01	0.38
5	1	7	4.43	0.01	0.00	4.43	0.01	0.03	4.43	0.01	0.02
6	7	4	4.43	-0.02	0.03	4.43	-0.02	-0.01	4.43	-0.02	0.01
7	4	8	5.75	0.02	-0.01	5.75	0.02	0.04	5.75	0.02	0.02
8	8	3	5.75	-0.01	0.04	5.75	-0.01	0.01	5.75	-0.01	0.02
9	4	2	1.97	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00
10	7	5	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
11	8	6	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
12	5	4	-1.42	0.00	0.00	-1.42	0.00	0.00	-1.42	0.00	0.00
13	4	6	-2.90	0.00	0.00	-2.90	0.00	0.00	-2.90	0.00	0.00

**Forze interne, Carico, : (Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-6.78	0.70	0.01	-5.84	-1.18	-0.65	-6.43	-0.01	0.38
2	5	2	-4.12	1.17	-0.65	-3.18	-0.70	0.01	-3.53	0.01	0.38
3	6	3	-4.66	0.58	-0.31	-5.13	-0.36	0.01	-4.95	0.00	0.20
4	2	6	-3.35	0.36	0.00	-3.82	-0.58	-0.31	-3.53	0.00	0.19
5	1	7	5.75	0.01	0.01	5.75	0.01	0.04	5.75	0.01	0.02
6	7	4	5.75	-0.02	0.04	5.75	-0.02	-0.01	5.75	-0.02	0.02
7	4	8	4.43	0.02	-0.01	4.43	0.02	0.03	4.43	0.02	0.01
8	8	3	4.43	-0.01	0.03	4.43	-0.01	0.00	4.43	-0.01	0.02
9	4	2	1.97	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00	1.97	0.00	0.00
10	7	5	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
11	8	6	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
12	5	4	-2.90	0.00	0.00	-2.90	0.00	0.00	-2.90	0.00	0.00
13	4	6	-1.42	0.00	0.00	-1.42	0.00	0.00	-1.42	0.00	0.00

**Forze interne, Carico, : (Qk4) Vento QkwL=-0.107, QkwR=-0.211 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	1.33	-0.11	0.00	1.33	0.19	0.10	1.33	0.00	-0.06
2	5	2	1.06	-0.19	0.10	1.06	0.11	0.00	1.06	0.00	-0.06
3	6	3	1.55	-0.37	0.21	1.55	0.22	0.00	1.55	0.00	-0.12
4	2	6	1.00	-0.22	0.00	1.00	0.37	0.21	1.00	0.00	-0.12
5	1	7	-0.88	0.00	0.00	-0.88	0.00	-0.01	-0.88	0.00	0.00
6	7	4	-0.88	0.00	-0.01	-0.88	0.00	0.00	-0.88	0.00	0.00
7	4	8	-1.29	0.00	0.00	-1.29	0.00	-0.01	-1.29	0.00	0.00
8	8	3	-1.29	0.00	-0.01	-1.29	0.00	0.00	-1.29	0.00	-0.01
9	4	2	-0.62	0.00	0.00	-0.62	0.00	0.00	-0.62	0.00	0.00
10	7	5	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
11	8	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12	5	4	0.46	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00
13	4	6	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00

(m punto del momento massimo per il carico permanente, o punto medio dell'elemento)

**Forze interne, Carico, : (Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.107 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	1.55	-0.22	0.00	1.55	0.37	0.21	1.55	0.00	-0.12
2	5	2	1.00	-0.37	0.21	1.00	0.22	0.00	1.00	0.00	-0.12
3	6	3	1.33	-0.19	0.10	1.33	0.11	0.00	1.33	0.00	-0.06
4	2	6	1.06	-0.11	0.00	1.06	0.19	0.10	1.06	0.00	-0.06
5	1	7	-1.55	0.00	0.00	-1.55	0.00	-0.01	-1.55	0.00	-0.01
6	7	4	-1.55	0.01	-0.01	-1.55	0.01	0.00	-1.55	0.01	0.00
7	4	8	-1.14	0.00	0.00	-1.14	0.00	-0.01	-1.14	0.00	0.00
8	8	3	-1.14	0.00	-0.01	-1.14	0.00	0.00	-1.14	0.00	0.00
9	4	2	-0.62	0.00	0.00	-0.62	0.00	0.00	-0.62	0.00	0.00
10	7	5	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
11	8	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12	5	4	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
13	4	6	0.46	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00

**Forze interne, Carico, : (Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-3.31	0.29	0.01	-2.92	-0.49	-0.27	-3.16	0.00	0.16
2	5	2	-2.21	0.49	-0.27	-1.81	-0.30	0.00	-1.96	0.00	0.16
3	6	3	-2.92	0.49	-0.27	-3.31	-0.29	0.01	-3.16	0.00	0.16
4	2	6	-1.81	0.30	0.00	-2.21	-0.49	-0.27	-1.96	0.00	0.16
5	1	7	2.83	0.01	0.00	2.83	0.01	0.02	2.83	0.01	0.01
6	7	4	2.83	-0.01	0.02	2.83	-0.01	-0.01	2.83	-0.01	0.01
7	4	8	2.83	0.01	-0.01	2.83	0.01	0.02	2.83	0.01	0.01
8	8	3	2.83	-0.01	0.02	2.83	-0.01	0.00	2.83	-0.01	0.01
9	4	2	1.09	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00
10	7	5	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
11	8	6	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
12	5	4	-1.20	0.00	0.00	-1.20	0.00	0.00	-1.20	0.00	0.00
13	4	6	-1.20	0.00	0.00	-1.20	0.00	0.00	-1.20	0.00	0.00

(m punto del momento massimo per il carico permanente, o punto medio dell'elemento)

**Forze interne, Carico, : (Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1) [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	0.16	0.02	0.00	0.06	-0.03	-0.02	0.12	0.00	0.01
2	5	2	0.11	0.03	-0.02	0.01	-0.02	0.00	0.05	0.00	0.01
3	6	3	-0.06	-0.03	0.02	-0.16	0.02	0.00	-0.12	0.00	-0.01
4	2	6	-0.01	-0.02	0.00	-0.11	0.03	0.02	-0.05	0.00	-0.01
5	1	7	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
6	7	4	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
7	4	8	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
8	8	3	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
9	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
13	4	6	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00

(m punto del momento massimo per il carico permanente, o punto medio dell'elemento)

**Forze interne, Carico, : (Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1) [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-0.05	0.00	0.00	-0.04	-0.01	0.00	-0.05	0.00	0.00
2	5	2	-0.03	0.01	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
3	6	3	-0.04	0.01	0.00	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00
4	2	6	-0.03	0.00	0.00	-0.03	-0.01	0.00	-0.03	0.00	0.00
5	1	7	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
6	7	4	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
7	4	8	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
8	8	3	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
9	4	2	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
13	4	6	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00

**1.7.3. Sforzi all'estremità dell'elemento**

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: ( Gk) Proprio Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	5.27	3.18	0.01	-5.27	-1.73	0.44
2	5	2	3.29	2.55	-0.44	-3.29	-1.09	-0.01
3	6	3	5.27	-1.73	-0.44	-5.27	3.18	-0.01
4	2	6	3.29	-1.09	0.01	-3.29	2.55	0.44
5	1	7	-5.27	0.08	0.01	5.27	0.09	0.01
6	7	4	-5.27	0.07	-0.01	5.27	0.10	0.04
7	4	8	-5.27	0.10	-0.04	5.27	0.07	0.01
8	8	3	-5.27	0.09	-0.01	5.27	0.08	-0.01
9	4	2	0.00	-2.18	0.00	0.00	2.18	0.00
10	7	5	0.00	-0.17	0.00	0.00	0.17	0.00
11	8	6	0.00	-0.17	0.00	0.00	0.17	0.00
12	5	4	1.98	-0.99	0.00	-1.98	0.99	0.00
13	4	6	1.98	0.99	0.00	-1.98	-0.99	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	6.79	4.18	0.01	-6.79	-2.08	0.64
2	5	2	4.21	3.41	-0.64	-4.21	-1.31	-0.01
3	6	3	6.79	-2.08	-0.64	-6.79	4.18	-0.01
4	2	6	4.21	-1.31	0.01	-4.21	3.41	0.64
5	1	7	-6.79	0.02	0.01	6.79	-0.02	-0.05
6	7	4	-6.79	-0.03	0.05	6.79	0.03	0.02
7	4	8	-6.79	0.03	-0.02	6.79	-0.03	-0.05
8	8	3	-6.79	-0.02	0.05	6.79	0.02	-0.01
9	4	2	0.00	-2.63	0.00	0.00	2.63	0.00
10	7	5	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
11	8	6	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
12	5	4	2.58	-1.29	0.00	-2.58	1.29	0.00
13	4	6	2.58	1.29	0.00	-2.58	-1.29	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	4.43	2.61	0.01	-4.43	-1.56	0.31
2	5	2	3.16	2.23	-0.31	-3.16	-1.18	0.00
3	6	3	5.75	-1.56	-0.65	-5.75	3.66	-0.01
4	2	6	3.16	-0.79	0.01	-3.16	2.89	0.65
5	1	7	-4.43	0.01	0.00	4.43	-0.01	-0.03
6	7	4	-4.43	-0.02	0.03	4.43	0.02	0.01
7	4	8	-5.75	0.02	-0.01	5.75	-0.02	-0.04
8	8	3	-5.75	-0.01	0.04	5.75	0.01	-0.01
9	4	2	0.00	-1.97	0.00	0.00	1.97	0.00
10	7	5	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
11	8	6	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
12	5	4	1.27	-0.63	0.00	-1.27	0.63	0.00
13	4	6	2.59	1.30	0.00	-2.59	-1.30	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)



**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	5.75	3.66	0.01	-5.75	-1.56	0.65
2	5	2	3.16	2.89	-0.65	-3.16	-0.79	-0.01
3	6	3	4.43	-1.56	-0.31	-4.43	2.61	-0.01
4	2	6	3.16	-1.18	0.00	-3.16	2.23	0.31
5	1	7	-5.75	0.01	0.01	5.75	-0.01	-0.04
6	7	4	-5.75	-0.02	0.04	5.75	0.02	0.01
7	4	8	-4.43	0.02	-0.01	4.43	-0.02	-0.03
8	8	3	-4.43	-0.01	0.03	4.43	0.01	0.00
9	4	2	0.00	-1.97	0.00	0.00	1.97	0.00
10	7	5	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
11	8	6	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
12	5	4	2.59	-1.30	0.00	-2.59	1.30	0.00
13	4	6	1.27	0.63	0.00	-1.27	-0.63	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk4) Vento QkwL=-0.107, QkwR=-0.211[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-1.14	-0.70	0.00	1.27	0.43	-0.10
2	5	2	-0.86	-0.64	0.10	1.00	0.37	0.00
3	6	3	-1.55	0.36	0.21	1.29	-0.89	0.00
4	2	6	-1.00	0.25	0.00	0.73	-0.78	-0.21
5	1	7	0.88	0.00	0.00	-0.88	0.00	0.01
6	7	4	0.88	0.00	-0.01	-0.88	0.00	0.00
7	4	8	1.29	0.00	0.00	-1.29	0.00	0.01
8	8	3	1.29	0.00	-0.01	-1.29	0.00	0.00
9	4	2	0.00	0.62	0.00	0.00	-0.62	0.00
10	7	5	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
11	8	6	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
12	5	4	-0.41	0.21	0.00	0.41	-0.21	0.00
13	4	6	-0.82	-0.41	0.00	0.82	0.41	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.107[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-1.29	-0.89	0.00	1.55	0.36	-0.21
2	5	2	-0.73	-0.78	0.21	1.00	0.25	0.00
3	6	3	-1.27	0.43	0.10	1.14	-0.70	0.00
4	2	6	-1.00	0.37	0.00	0.86	-0.64	-0.10
5	1	7	1.55	0.00	0.00	-1.55	0.00	0.01
6	7	4	1.55	0.01	-0.01	-1.55	-0.01	0.00
7	4	8	1.14	0.00	0.00	-1.14	0.00	0.01
8	8	3	1.14	0.00	-0.01	-1.14	0.00	0.00
9	4	2	0.00	0.62	0.00	0.00	-0.62	0.00
10	7	5	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
11	8	6	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
12	5	4	-0.82	0.41	0.00	0.82	-0.41	0.00
13	4	6	-0.41	-0.20	0.00	0.41	0.20	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.83	1.74	0.01	-2.83	-0.87	0.27
2	5	2	1.75	1.42	-0.27	-1.75	-0.55	0.00
3	6	3	2.83	-0.87	-0.27	-2.83	1.74	-0.01
4	2	6	1.75	-0.55	0.00	-1.75	1.42	0.27
5	1	7	-2.83	0.01	0.00	2.83	-0.01	-0.02
6	7	4	-2.83	-0.01	0.02	2.83	0.01	0.01
7	4	8	-2.83	0.01	-0.01	2.83	-0.01	-0.02
8	8	3	-2.83	-0.01	0.02	2.83	0.01	0.00
9	4	2	0.00	-1.09	0.00	0.00	1.09	0.00
10	7	5	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
11	8	6	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
12	5	4	1.07	-0.54	0.00	-1.07	0.54	0.00
13	4	6	1.07	0.54	0.00	-1.07	-0.54	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1) [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.15	-0.06	0.00	0.04	0.06	0.02
2	5	2	-0.11	-0.02	-0.02	0.00	0.02	0.00
3	6	3	0.04	-0.06	0.02	-0.15	0.06	0.00
4	2	6	0.00	-0.02	0.00	-0.11	0.02	-0.02
5	1	7	-0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
6	7	4	-0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
7	4	8	-0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
8	8	3	-0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
9	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	0.07	-0.03	0.00	-0.07	0.03	0.00
13	4	6	-0.07	-0.04	0.00	0.07	0.04	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1) [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.04	0.03	0.00	-0.04	-0.01	0.00
2	5	2	0.03	0.02	0.00	-0.03	-0.01	0.00
3	6	3	0.04	-0.01	0.00	-0.04	0.03	0.00
4	2	6	0.03	-0.01	0.00	-0.03	0.02	0.00
5	1	7	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
6	7	4	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
7	4	8	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
8	8	3	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
9	4	2	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	0.02	-0.01	0.00	-0.02	0.01	0.00
13	4	6	0.02	0.01	0.00	-0.02	-0.01	0.00

(sforzi alle estremità dell'elemento nel sistema di coordinate globali x-y)

**1.7.4. spostamenti verticali dei nodi (in mm)**

nodo	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.30	-1.68	-1.26	-1.26	0.30	0.33	-0.79
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-1.37	-1.75	-1.31	-1.31	0.32	0.35	-0.83
5	-1.28	-1.65	-1.14	-1.33	0.28	0.36	-0.82
6	-1.28	-1.65	-1.33	-1.14	0.33	0.31	-0.73
7	-1.28	-1.64	-1.14	-1.32	0.28	0.36	-0.82
8	-1.28	-1.64	-1.32	-1.14	0.33	0.31	-0.73

**1.7.5. Reazioni agli appoggi (kN)**

nodo	reaz.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.26	0.26	0.00
1	Fy	3.26	4.20	2.63	3.68	-0.70	-0.89	1.75
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	3.26	4.20	3.67	2.62	-0.89	-0.70	1.75

**1.8. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi (kN)**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
( Gk) Proprio $G_{k1} = 0.521$ , $G_{k2} = 0.070$	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve $Q_{ksL} = 0.840$ , $Q_{ksR} = 0.840$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve $Q_{ksL} = 0.420$ , $Q_{ksR} = 0.840$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve $Q_{ksL} = 0.840$ , $Q_{ksR} = 0.420$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento $Q_{kwL} = -0.107$ , $Q_{kwR} = -0.211$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento $Q_{kwL} = -0.211$ , $Q_{kwR} = -0.107$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) $Q_i = 0.350$	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica $q_h = 0.053 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				
(Aey) AeY Sismica $q_v = 0.006 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				

**1.8.1. Reazioni nel nodo : 1 (kN)**

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g.G_k$	Permanente	0.60	0.000	4.244	0.000	7.074	
2	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	10.544	0.000	11.716	
3	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	8.182	0.000	9.091	
4	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	9.757	0.000	10.841	
5	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.390	3.197	-0.433	3.552	
6	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k5}$	Breve	0.90	0.390	2.904	0.433	3.227	
7	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	6.869	0.000	7.632	
8	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.234	9.916	-0.260	11.018	
9	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	9.740	0.260	10.823	
10	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.234	7.553	-0.260	8.393	
11	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	7.378	0.260	8.198	
12	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k3} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.234	9.128	-0.260	10.143	
13	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k3} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	8.953	0.260	9.948	
14	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k4} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve	0.90	-0.390	7.607	-0.433	8.452	
15	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k4} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve	0.90	-0.390	5.953	-0.433	6.615	
16	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k4} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k3}$	Breve	0.90	-0.390	7.056	-0.433	7.840	
17	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k5} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve	0.90	0.390	7.314	0.433	8.127	
18	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k5} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve	0.90	0.390	5.661	0.433	6.290	
19	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k5} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k3}$	Breve	0.90	0.390	6.763	0.433	7.515	
20	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.234	10.651	-0.260	11.834	
21	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	10.475	0.260	11.639	
22	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k2} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.234	8.997	-0.260	9.997	
23	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k2} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	8.822	0.260	9.802	
24	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k3} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.234	10.100	-0.260	11.222	
25	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k3} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	9.924	0.260	11.027	
26	$G_k + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.00	0.504	4.160	0.504	4.160	
27	$G_k + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.00	0.000	4.131	0.000	4.131	
	Valori massimi				0.504	10.651	0.504	11.834
28	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k4} = 0.9G_k + 1.5Q_{k4}$ , (EQU)	Breve	0.90	-0.390	1.891	-0.433	2.101	
29	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k5} = 0.9G_k + 1.5Q_{k5}$ , (EQU)	Breve	0.90	0.390	1.599	0.433	1.776	

**1.8.2. Reazioni nel nodo : 3 (kN)**

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.000	4.244	0.000	7.074	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.000	10.544	0.000	11.716	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.000	9.757	0.000	10.841	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.000	8.182	0.000	9.091	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.000	2.904	0.000	3.227	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.000	3.197	0.000	3.552	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.000	6.869	0.000	7.632	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	9.740	0.000	10.823	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	9.916	0.000	11.017	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	8.953	0.000	9.948	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	9.128	0.000	10.142	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	7.378	0.000	8.198	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	7.553	0.000	8.392	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	7.314	0.000	8.127	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	6.763	0.000	7.515	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	5.661	0.000	6.290	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	7.607	0.000	8.452	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	7.056	0.000	7.839	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	5.953	0.000	6.614	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	10.475	0.000	11.639	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	10.651	0.000	11.834	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	9.924	0.000	11.027	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	10.099	0.000	11.222	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	8.822	0.000	9.802	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	8.997	0.000	9.997	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	4.160	0.000	4.160	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	4.131	0.000	4.131	
	Valori massimi				0.000	10.651	0.000	11.834
28	yg.Gk+yq.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	1.599	0.000	1.776	
29	yg.Gk+yq.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	1.891	0.000	2.101	

**1.9. Stato limite di servizio****1.9.1. Stato limite di servizio** (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Deformazione a flessione nel nodo 4** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Kdef		
(Gk) Proprio	Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070	-1.366	Permanente	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	QksL= 0.840, QksR= 0.840	-1.753	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk2) Neve	QksL= 0.420, QksR= 0.840	-1.315	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk3) Neve	QksL= 0.840, QksR= 0.420	-1.315	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk4) Vento	QkwL=-0.107, QkwR=-0.211	0.323	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	
(Qk5) Vento	QkwL=-0.211, QkwR=-0.107	0.353	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.366	2.186
2 Gk + Qk1	3.119	4.150
3 Gk + Qk2	2.681	3.659
4 Gk + Qk3	2.681	3.659
5 Gk + Qk4	1.366	2.186
6 Gk + Qk5	1.366	2.186
7 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk4	3.119	4.150
8 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk5	3.119	4.150
9 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk4	2.681	3.659
10 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk5	2.681	3.659
11 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk4	2.681	3.659
12 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk5	2.681	3.659
13 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk1	2.594	3.624
14 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk2	2.287	3.264
15 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk3	2.287	3.264
16 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk1	2.594	3.624
17 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk2	2.287	3.264
18 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk3	2.287	3.264

$w_{fin,g}=w_{inst,g}(1+k_{def})$ ,  $w_{fin,q}=w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$  (EC5 §2.2.3, Eq.2.3, Eq.2.4)

**Massimi valori della freccia nel nodo 4**

$w_{inst} = 3.119$  mm,  $w_{fin} = 4.150$  mm

**Verifica secondo UNI EN1995-1-1:2009 §7.2, Tab.7.2**Deformazioni finali nel nodo 4

$w_{inst} = 3.119$  mm <  $L/300=10000/300= 33.333$  mm

$w_{net,fin} = 4.150$  mm <  $L/250=10000/250= 40.000$  mm

$w_{fin} = 4.150$  mm <  $L/150=10000/150= 66.667$  mm

La verifica è soddisfatta

**1.9.2. Stato limite di servizio** (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Deformazione a flessione a metà asta 2** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Kdef	
( Gk) Proprio	Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070		0.945	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 0.840, QksR= 0.840		1.523	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 0.420, QksR= 0.840		0.761	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 0.840, QksR= 0.420		1.523	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL=-0.107, QkwR=-0.211		-0.217	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.211, QkwR=-0.107		-0.428	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.945	1.512
2 Gk + Qk1	2.468	3.218
3 Gk + Qk2	1.707	2.365
4 Gk + Qk3	2.468	3.218
5 Gk + Qk4	0.945	1.512
6 Gk + Qk5	0.945	1.512
7 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk4	2.468	3.218
8 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk5	2.468	3.218
9 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk4	1.707	2.365
10 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk5	1.707	2.365
11 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk4	2.468	3.218
12 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk5	2.468	3.218
13 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk1	2.011	2.761
14 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk2	1.478	2.137
15 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk3	2.011	2.761
16 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk1	2.011	2.761
17 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk2	1.478	2.137
18 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk3	2.011	2.761

$w_{fin,g}=w_{inst,g}(1+k_{def})$ ,  $w_{fin,q}=w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$  (EC5 §2.2.3, Eq.2.3, Eq.2.4)

**Massimi valori della freccia a metà asta 2**

$w_{inst} = 2.468$  mm,  $w_{fin} = 3.218$  mm

**Verifica secondo UNI EN1995-1-1:2009 §7.2, Tab.7.2**Deformazioni finali a metà asta 2

$w_{inst} = 2.468$  mm <  $L/300=2795/300= 9.317$  mm

$w_{net,fin} = 3.218$  mm <  $L/250=2795/250= 11.180$  mm

$w_{fin} = 3.218$  mm <  $L/150=2795/150= 18.634$  mm

La verifica è soddisfatta

**1.10. Frequenze strutturali naturali caratteristiche (peso proprio + carichi permanenti)**

Dopo un'analisi dinamica vengono calcolate le frequenze naturali di base della struttura.  
Per il calcolo delle frequenze naturali si considera una massa corrispondente

No.	Frequenza[Hz]	Periodo[sec]
1	13.59766	0.07354
2	21.14537	0.04729
3	24.66171	0.04055
4	26.97084	0.03708
5	37.32458	0.02679
6	42.10308	0.02375
7	49.93403	0.02003
8	61.26794	0.01632



**1.11. Stato limite ultimo****1.11.1. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.107, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.107	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Permanente	0.60	-13.294	0.000	1.760	0.950
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-22.097	0.000	3.127	1.694
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-20.166	0.000	3.134	1.713
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-20.166	0.000	3.134	1.713
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.863	0.000	1.173	0.633
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.863	0.000	1.173	0.633
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-14.377	0.000	1.987	1.075
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-22.097	0.000	3.127	1.694
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-22.097	0.000	3.127	1.694
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-20.166	0.000	3.134	1.713
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-20.166	0.000	3.134	1.713
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-20.166	0.000	3.134	1.713
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-20.166	0.000	3.134	1.713
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-18.127	0.000	2.541	1.376
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-16.775	0.000	2.546	1.389
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-16.775	0.000	2.546	1.389
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-18.127	0.000	2.541	1.376
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-16.775	0.000	2.546	1.389
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-16.775	0.000	2.546	1.389
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-23.641	0.000	3.355	1.818
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-23.641	0.000	3.355	1.818
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-22.290	0.000	3.359	1.831
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-22.290	0.000	3.359	1.831
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-22.290	0.000	3.359	1.831
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-22.290	0.000	3.359	1.831
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-5.255	0.000	0.719	0.389
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-5.182	0.000	0.702	0.379
	Valori massimi				-23.641	0.000	3.359 1.831

**1.11.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4****Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-21.277 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=58 mm, h=150 mm, A= 8 700 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)fc0k=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 20.00 / 1.50=12.00$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-21.277 kN,  $\sigma_{c0d}=Fc0d/A_{netto}=1000 \times 21.277 / 8700=2.45$  N/mm<sup>2</sup> < 12.00 N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 23****Taglio, Fv=3.023 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x58=39 mm, h=150 mm, A= 5 850 mm<sup>2</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

fvk=3.80 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.90x3.80/1.50=2.28N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fv=3.023 kN, fv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x3.023/5850=0.78N/mm<sup>2</sup> < 2.28N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 25****Flessione, Myd=1.648 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

fmyk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>fmzk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>

Sezione rettangolare Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.648/2.175E+005= 7.58 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.574+0.000= 0.57 &lt; 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.402+0.000= 0.40 &lt; 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21****Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-21.277kN, Myd=1.636kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

fc0k=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x20.00/1.50=12.00N/mm<sup>2</sup>fmyk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>fmzk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>

Sezione rettangolare Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x21.277/8700= 2.45 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.636/2.175E+005= 7.52 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.042+0.570+0.000= 0.61 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.042+0.399+0.000= 0.44 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 25****Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-20.061kN, Myd=1.648kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

fc0k=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x20.00/1.50=12.00N/mm<sup>2</sup>fmyk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>fmzk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>

Sezione rettangolare Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x20.061/8700= 2.31 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.648/2.175E+005= 7.58 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.037+0.574+0.000= 0.61 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.037+0.402+0.000= 0.44 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21****Stabilità a pressoflessione,  $F_{c0d}=-21.277\text{kN}$ ,  $M_{yd}=1.636\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare,  $b=58\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=8.700\text{E}+003\text{mm}^2$ ,  $W_y=2.175\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.410\text{E}+004\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.90$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$ ,  $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$  $f_{c0k}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 20.00/1.50=12.00\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 22.00/1.50=13.20\text{N/mm}^2$  $f_{mk}=22.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 22.00/1.50=13.20\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 21.277/8700= 2.45\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 1.636/2.175\text{E}+005= 7.52\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/8.410\text{E}+004= 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky}= 1.00\times 2.795=2.795\text{ m}= 2795\text{ mm}$  (più sfavorevole) $S_{kz}= 0.11\times 2.795=0.300\text{ m}= 300\text{ mm}$  (lunghezza efficace/lunghezza totale= $0.30/2.80=0.11$ )Snellezza $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 150= 43\text{ mm}$ ,  $\lambda_y= 2795/ 43= 65.00$  $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 58= 17\text{ mm}$ ,  $\lambda_z= 300/ 17= 17.65$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 15.65\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}= 1.13$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 212.27\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}= 0.31$  (EC5 Eq.6.22) $\beta_c=0.20$  (legno massiccio) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]= 1.22$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.593$  (Eq.6.27 6.25) $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]= 0.55$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=0.998$  (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.344+0.570+0.000= 0.91 < 1$  (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.204+0.399+0.000= 0.60 < 1$  (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 25****Stabilità a pressoflessione,  $F_{c0d}=-20.061\text{kN}$ ,  $M_{yd}=1.648\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare,  $b=58\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=8.700\text{E}+003\text{mm}^2$ ,  $W_y=2.175\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.410\text{E}+004\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.90$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$ ,  $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$  $f_{c0k}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 20.00/1.50=12.00\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 22.00/1.50=13.20\text{N/mm}^2$  $f_{mk}=22.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 22.00/1.50=13.20\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 20.061/8700= 2.31\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 1.648/2.175\text{E}+005= 7.58\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/8.410\text{E}+004= 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky}= 1.00\times 2.795=2.795\text{ m}= 2795\text{ mm}$  (più sfavorevole) $S_{kz}= 0.11\times 2.795=0.300\text{ m}= 300\text{ mm}$  (lunghezza efficace/lunghezza totale= $0.30/2.80=0.11$ )Snellezza $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 150= 43\text{ mm}$ ,  $\lambda_y= 2795/ 43= 65.00$  $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 58= 17\text{ mm}$ ,  $\lambda_z= 300/ 17= 17.65$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 15.65\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}= 1.13$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 212.27\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}= 0.31$  (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c=0.20$  (legno massiccio)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=1.22$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.593$  (Eq.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.55$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=0.998$  (Eq.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.324 + 0.574 + 0.000 = 0.90 < 1$  (EC5 Eq.6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{my} \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.193 + 0.402 + 0.000 = 0.59 < 1$  (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

#### **Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 25**

**Stabilità laterale, Myd=1.648 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare,  $b=58\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=8.700\text{E}+003\text{mm}^2$ ,  $W_y=2.175\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.410\text{E}+004\text{mm}^3$

Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.90$  (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (DM2008

$f_{c0k}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90 \times 20.00/1.50=12.00\text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90 \times 22.00/1.50=13.20\text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=22.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.90 \times 22.00/1.50=13.20\text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=\text{Myd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06 \times 1.648/2.175\text{E}+005=7.58\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=\text{Mzd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06 \times 0.000/8.410\text{E}+004=0.00\text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione  $S_k$

$S_{ky}=1.00 \times 2.795=2.795\text{ m}=2795\text{ mm}$  (più sfavorevole)

$S_{kz}=0.11 \times 2.795=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$  (lunghezza efficace/lunghezza totale=0.30/2.80=0.11)

Snellezza

$i_y=\sqrt{(I_y/A)}=0.289 \times 150=43\text{ mm}$ ,  $\lambda_y=2795/43=65.00$

$i_z=\sqrt{(I_z/A)}=0.289 \times 58=17\text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/17=17.65$

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot L_{ef})=0.78 \times 58^2 \times 6700/(150 \times 2516)=46.59\text{ N/mm}^2$  (EC5 Eq.6.32)

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot L_{ef})=0.78 \times 150^2 \times 6700/(58 \times 300)=6757.76\text{ N/mm}^2$  (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m,crit,y}=46.59\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,my}=\sqrt{(f_{myk}/\sigma_{m,crit,y})}=0.69$  (EC5 Eq.6.30)

$\sigma_{m,crit,z}=6757.76\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,mz}=\sqrt{(f_{mzk}/\sigma_{m,crit,z})}=0.06$  (EC5 Eq.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.69$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,y}=1.00$  (EC5 Eq.6.34)

$\lambda_{rel,mz}=0.06$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,z}=1.00$  (EC5 Eq.6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd}/(K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.574 + 0.000 = 0.57 < 1$  (EC5 Eq.6.33)

$K_{my} \cdot \sigma_{myd}/(K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd}/(K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.402 + 0.000 = 0.40 < 1$  (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

**1.11.3. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Catena, elementi: 5, 6, 7, 8**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.107, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.107	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod	
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Permanente	0.60	0.000	11.415	0.218	0.114	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	18.920	0.189	0.119	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	17.197	0.180	0.112	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	17.197	0.180	0.112	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	7.610	0.146	0.076	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	7.610	0.146	0.076	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	12.323	0.164	0.094	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	18.920	0.189	0.119	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	18.920	0.189	0.119	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	17.197	0.180	0.112	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	17.197	0.180	0.112	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	17.197	0.180	0.112	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	17.197	0.180	0.112	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	15.527	0.176	0.106	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	14.321	0.170	0.101	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	14.321	0.170	0.101	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	15.527	0.176	0.106	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	14.321	0.170	0.101	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	14.321	0.170	0.101	
20	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	20.240	0.194	0.124	
21	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	20.240	0.194	0.124	
22	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	19.033	0.188	0.119	
23	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	19.033	0.188	0.119	
24	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	19.033	0.188	0.119	
25	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	19.033	0.188	0.119	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	4.612	0.071	0.039	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	4.445	0.071	0.039	
Valori massimi					0.000	20.240	0.218	0.124

**1.11.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 5, 6, 7, 8****Catena, elementi: 5, 6, 7, 8, combinazione di carico No 21****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=18.216 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=58 mm, h=150 mm, A= 8 700 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)ft0k=13.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Ft0d=18.216 kN,  $\sigma_{t0d}=Ft0d/A_{netto}=1000 \times 18.216 / 8700 = 2.09$  N/mm<sup>2</sup> < 7.80 N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

**Tensione di taglio trascurabile, verifica a taglio non necessaria** (EC5 §6.1.7)

**Catena, elementi: 5, 6, 7, 8, combinazione di carico No 21****Flessione, Myd=0.112 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

fmyk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>fmzk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>

Sezione rettangolare Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.112/2.175E+005= 0.51 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.039+0.000= 0.04 &lt; 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.027+0.000= 0.03 &lt; 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

**Catena, elementi: 5, 6, 7, 8, combinazione di carico No 21****Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=18.216kN, Myd=0.112kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

ft0k=13.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x13.00/1.50=7.80N/mm<sup>2</sup>fmyk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>fmzk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>

Sezione rettangolare Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x18.216/8700= 2.09 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.112/2.175E+005= 0.51 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.268+0.039+0.000= 0.31 &lt; 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.268+0.027+0.000= 0.30 &lt; 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

**Catena, elementi: 5, 6, 7, 8, combinazione di carico No 21****Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=18.216kN, Myd=0.112kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

ft0k=13.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x13.00/1.50=7.80N/mm<sup>2</sup>fmyk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>fmzk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm<sup>2</sup>

Sezione rettangolare Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x18.216/8700= 2.09 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.112/2.175E+005= 0.51 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.268+0.039+0.000= 0.31 &lt; 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.268+0.027+0.000= 0.30 &lt; 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

**1.11.5. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 9**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.107, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.107	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Permanente	0.60	0.000	4.733	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	7.534	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	6.439	0.001	0.003
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	6.439	0.001	0.003
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	3.155	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	2.116	0.000	0.001
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	4.980	0.000	0.000
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	7.534	0.000	0.000
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	6.911	0.000	0.001
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	6.439	0.001	0.003
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	5.816	0.001	0.004
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	5.816	0.001	0.004
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	6.439	0.001	0.003
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	6.220	0.000	0.000
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	5.454	0.001	0.002
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	5.454	0.001	0.002
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	5.182	0.000	0.001
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	4.415	0.001	0.003
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	4.415	0.000	0.001
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	8.045	0.000	0.000
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	7.422	0.000	0.001
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	7.279	0.001	0.002
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	6.655	0.001	0.003
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	6.655	0.001	0.003
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	7.279	0.001	0.002
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	1.806	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	1.818	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	8.045	0.001 0.004

**1.11.6. Verifica della sezione Elementi: 9****Elementi: 9 , combinazione di carico No 20****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=7.241 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=58 mm, h=150 mm, A= 8 700 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)ft0k=13.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Ft0d=7.241 kN,  $\sigma_{td}=Ft0d/A_{netto}=1000 \times 7.241 / 8700 = 0.83$  N/mm<sup>2</sup> < 7.80 N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

**1.11.7. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 10, 11**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.107, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.107	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Permanente	0.60	0.000	0.364	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	0.170	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	0.192	0.000	0.000
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	0.192	0.000	0.000
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.255	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.255	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	0.212	0.000	0.000
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.170	0.000	0.000
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.179	0.000	0.000
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.192	0.000	0.000
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.201	0.000	0.000
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.192	0.000	0.000
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.192	0.000	0.000
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	0.204	0.000	0.000
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	0.218	0.000	0.000
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	0.220	0.000	0.000
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	0.205	0.000	0.000
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	0.214	0.000	0.000
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	0.220	0.000	0.000
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.162	0.000	0.000
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.171	0.000	0.000
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.179	0.000	0.000
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.186	0.000	0.000
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.178	0.000	0.000
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.177	0.000	0.000
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	0.105	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	0.107	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	0.364	0.000 0.000

**1.11.8. Verifica della sezione Elementi: 10, 11****Elementi: 10, 11 , combinazione di carico No 1****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=0.218 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=58 mm, h=150 mm, A= 8 700 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)ft0k=13.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.60 \times 13.00 / 1.50 = 5.20$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Ft0d=0.218 kN,  $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 0.218 / 8700 = 0.03$  N/mm<sup>2</sup> < 5.20 N/mm<sup>2</sup> = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta



**1.11.9. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 12, 13**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.521, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.107, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.107	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Permanente	0.60	-4.803	0.000	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-8.001	0.000	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-8.035	0.000	0.000	0.000
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-8.035	0.000	0.000	0.000
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-3.202	0.000	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-3.202	0.000	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-5.202	0.000	0.000	0.000
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.001	0.000	0.000	0.000
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.001	0.000	0.000	0.000
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.035	0.000	0.000	0.000
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.035	0.000	0.000	0.000
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.035	0.000	0.000	0.000
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.035	0.000	0.000	0.000
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-6.561	0.000	0.000	0.000
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-6.585	0.000	0.000	0.000
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-6.585	0.000	0.000	0.000
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-6.561	0.000	0.000	0.000
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-6.585	0.000	0.000	0.000
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-6.585	0.000	0.000	0.000
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.561	0.000	0.000	0.000
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.561	0.000	0.000	0.000
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.585	0.000	0.000	0.000
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.585	0.000	0.000	0.000
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.585	0.000	0.000	0.000
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.585	0.000	0.000	0.000
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.913	0.000	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.874	0.000	0.000	0.000
	Valori massimi				-8.585	0.000	0.000

**1.11.10. Verifica della sezione Elementi: 12, 13****Elementi: 12, 13 , combinazione di carico No 25****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-7.726 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=58 mm, h=150 mm, A= 8 700 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)fc0k=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-7.726 kN,  $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 7.726 / 8700 = 0.89$  N/mm<sup>2</sup> < 12.00 N/mm<sup>2</sup> = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

**Elementi: 12, 13 , combinazione di carico No 25****Stabilità,  $F_{c0d} = -7.726 \text{ kN}$  (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare,  $b=58\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=8.700\text{E}+003\text{mm}^2$ ,  $W_y=2.175\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.410\text{E}+004\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.90$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$ ,  $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$  $f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=22.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 7.726 / 8700 = 0.89 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky}=1.00 \times 2.795 = 2.795 \text{ m} = 2795 \text{ mm}$  (più sfavorevole) $S_{kz}=1.00 \times 2.795 = 2.795 \text{ m} = 2795 \text{ mm}$  (più sfavorevole)Snellezza $i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 150 = 43 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 2795 / 43 = 65.00$  $i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 58 = 17 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 2795 / 17 = 164.42$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 15.65 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,crity})} = 1.13$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 2.45 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,critz})} = 2.86$  (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$  (legno massiccio) $k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.22$ ,  $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.593$  (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 4.84$ ,  $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 0.114$  (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.12 < 1$  (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.65 < 1$  (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

**1.12. Progetto delle unioni****1.12.1. Resistenza di giunzioni** (UNI EN1995-1-1:2009, §8)**Bulloni del giunto e piastre del giunto**

Diametro dei bulloni  $d=4.0$  mm. Piastre del giunto  $t=2.0$  mm.

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$ . Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

**Proprietà della sezione**

Spessore del legname  $d=58.0$  mm, spessore della piastra in acciaio  $t=2.0$  mm

**Proprietà dei bulloni** (EC5 §8.5.1)

Diametro dei bulloni  $d=4.0$  mm, diametro rondella  $\geq 12.0$  mm spessore  $\geq 1.2$  mm.

**Distanza tra i bulloni** (EC5 Table 8.4)

come maggiormente sfavorevole viene scelta  $a_1=7d=7 \times 4.0=28$  mm,  $a_2=4d=16$  mm

**Momento caratteristico di snervamento** (EC5 §8.5.1.1)

$M_{yk}=0.30 f_{yk} \cdot d^2 = 0.30 \times 400 \times 4.0^2 = 4411$  Nmm ( $f_{yk}=400\text{N/mm}^2$ ) (EN1995-1-1 Eq.8.30)

**Valori caratteristici della resistenza a rifollamento** (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk}=0.082(1-0.01d) \rho_k = 26.76\text{N/mm}^2$ , ( $\rho_k=340\text{kg/m}^3$ ,  $d=4.0$  mm) (EN1995-1-1 Eq.8.32)

**Azione permanente****Resistenza caratteristica a taglio dei bulloni -Unione a doppia sezione resistente** (EC5 §8.2.3)

$t_2=28.0$  mm, Spessore della piastra in acciaio  $t=2.0$  mm

$R_d$  = il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.11(f), 8.11(h))

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.997 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.459 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.580 \text{ kN}$$

**Resistenza di progetto del bullone**  $R_d = 2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.60 \times 1.459 / 1.50 = 1.167 \text{ kN}$

**Azione di lunga durata****Resistenza caratteristica a taglio dei bulloni -Unione a doppia sezione resistente** (EC5 §8.2.3)

$t_2=28.0$  mm, Spessore della piastra in acciaio  $t=2.0$  mm

$R_d$  = il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.11(f), 8.11(h))

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.997 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.459 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.580 \text{ kN}$$

**Resistenza di progetto del bullone**  $R_d = 2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.80 \times 1.459 / 1.50 = 1.556 \text{ kN}$

**Azione di breve durata****Resistenza caratteristica a taglio dei bulloni -Unione a doppia sezione resistente** (EC5 §8.2.3)

$t_2=28.0$  mm, Spessore della piastra in acciaio  $t=2.0$  mm

$R_d$  = il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.11(f), 8.11(h))

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.997 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.459 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.580 \text{ kN}$$

**Resistenza di progetto del bullone**  $R_d = 2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.90 \times 1.459 / 1.50 = 1.750 \text{ kN}$

**Azione Accidentale**

**Resistenza di progetto del bullone**  $R_d = 2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 1.00 \times 1.459 / 1.00 = 2.917 \text{ kN}$

**Ipotesi per la progettazione di unioni con bulloni**

La progettazione dell'unione è basata sull'analisi plastica. Gli sforzi sui bullone raggiungono tutti lo stesso valore limite. La resistenza della piastra metallica è basata sulla sezione resistente plastica. Lo sforzo resistente a compressione è ridotto a  $0.50 \times F_d$

**1.12.2. Stato limite ultimo****Progettazione di unione con bulloni al nodo : 2** (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con uno (1) piastra metalliche.

**Verifica dell'unione dell'elemento 2, con gli elementi 4 e 9, al nodo 2**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno (1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=95mmx175mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

5 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$ Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$ 

Fa= forza al centro dell'unione

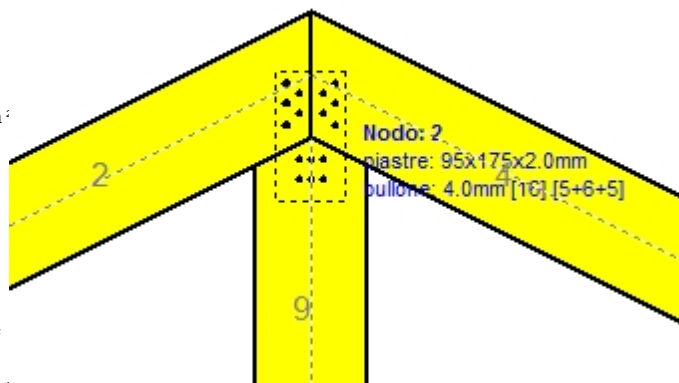
Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$ 

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

 $A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 $W_p$ : modulo di resistenza del collegamenton= 5, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=63\text{mm}^2$ ,  $r=24\text{mm}$ ,  $W_p=1477\text{mm}^3$  $\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$ **Sforzi nel nodo 2 ,dagli elementi 4, 9, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-4.501	0.014	0.503 <	1.167
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-11.117	0.031	1.228 <	1.750
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-9.555	0.037	1.097 <	1.750
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-9.379	0.016	0.998 <	1.750
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-4.501	0.014	0.503 <	1.750
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-4.501	0.014	0.503 <	1.750
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-7.258	0.021	0.805 <	1.750
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.117	0.031	1.228 <	1.750
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.117	0.031	1.228 <	1.750
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.555	0.037	1.097 <	1.750
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.555	0.037	1.097 <	1.750
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.379	0.016	0.998 <	1.750
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.379	0.016	0.998 <	1.750
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.132	0.026	1.010 <	1.750
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.038	0.030	0.919 <	1.750
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-7.915	0.016	0.849 <	1.750
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.132	0.026	1.010 <	1.750
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.038	0.030	0.919 <	1.750
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-7.915	0.016	0.849 <	1.750
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.889	0.033	1.312 <	1.750
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.889	0.033	1.312 <	1.750
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-10.794	0.038	1.221 <	1.750
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-10.794	0.038	1.221 <	1.750
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-10.671	0.023	1.151 <	1.750
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-10.671	0.023	1.151 <	1.750
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.338	0.012	0.480 <	2.917
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.372	0.013	0.486 <	2.917

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-4.501	0.014	9 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-11.117	0.031	23 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-9.555	0.037	20 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-9.379	0.016	19 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-4.501	0.014	9 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-4.501	0.014	9 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-7.258	0.021	15 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-11.117	0.031	23 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-11.117	0.031	23 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-9.555	0.037	20 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-9.555	0.037	20 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-9.379	0.016	19 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-9.379	0.016	19 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk1	Breve	0.90	-9.132	0.026	19 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk2	Breve	0.90	-8.038	0.030	17 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk3	Breve	0.90	-7.915	0.016	16 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk1	Breve	0.90	-9.132	0.026	19 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk2	Breve	0.90	-8.038	0.030	17 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk3	Breve	0.90	-7.915	0.016	16 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-11.889	0.033	24 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-11.889	0.033	24 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-10.794	0.038	22 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-10.794	0.038	22 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-10.671	0.023	21 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-10.671	0.023	21 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.338	0.012	9 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.372	0.013	9 <	240

**Verifica dell'unione dell'elemento 9, con gli elementi 2 e 4, al nodo 2**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=95mmx175mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$

Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

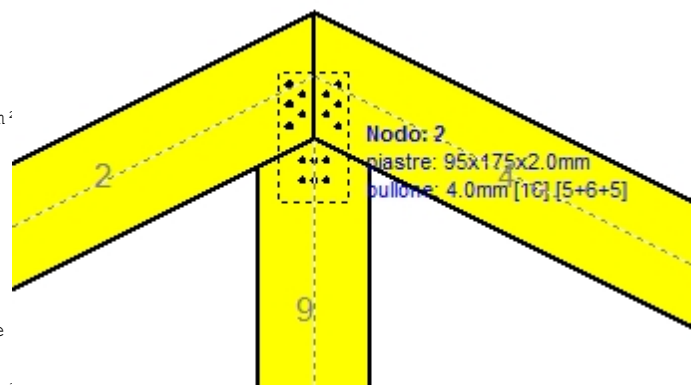
$A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=6$ , ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=75\text{mm}^2$ ,  $r=24\text{mm}$ ,  $W_p=1772\text{mm}^3$

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra N/mm<sup>2</sup>



**Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 9, al centro della unioni F(forza) M(momento)**  
**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	2.840	0.000	0.473 < 1.167	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	6.781	0.000	1.130 < 1.750	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.795	0.003	0.978 < 1.750	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	5.795	-0.003	0.978 < 1.750	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.840	0.000	0.473 < 1.750	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	1.905	0.001	0.321 < 1.750	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	4.482	0.000	0.747 < 1.750	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.781	0.000	1.130 < 1.750	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.220	0.000	1.039 < 1.750	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.795	0.003	0.978 < 1.750	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.234	0.003	0.887 < 1.750	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.234	-0.003	0.887 < 1.750	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.795	-0.003	0.978 < 1.750	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	5.598	0.000	0.933 < 1.750	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	4.909	0.002	0.827 < 1.750	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	4.909	-0.002	0.827 < 1.750	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	4.663	0.001	0.781 < 1.750	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	3.974	0.003	0.675 < 1.750	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.974	-0.001	0.667 < 1.750	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.241	0.000	1.207 < 1.750	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.680	0.000	1.116 < 1.750	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.551	0.002	1.100 < 1.750	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.990	0.002	1.009 < 1.750	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.989	-0.002	1.009 < 1.750	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.551	-0.002	1.100 < 1.750	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	2.709	0.000	0.452 < 2.917	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	2.727	0.000	0.455 < 2.917	

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	2.840	0.000	20 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	6.781	0.000	48 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.795	0.003	41 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	5.795	-0.003	41 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.840	0.000	20 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	1.905	0.001	14 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	4.482	0.000	31 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.781	0.000	48 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.220	0.000	44 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.795	0.003	41 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.234	0.003	38 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.234	-0.003	38 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.795	-0.003	41 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	5.598	0.000	39 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	4.909	0.002	35 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	4.909	-0.002	35 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	4.663	0.001	33 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	3.974	0.003	29 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.974	-0.001	28 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.241	0.000	51 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.680	0.000	47 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.551	0.002	47 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.990	0.002	43 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.989	-0.002	43 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.551	-0.002	47 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	2.709	0.000	19 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	2.727	0.000	19 < 240	

### 1.12.3. Stato limite ultimo

**Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 1, 3** (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con uno (1) piastra metallica.

#### Verifica dell'unione tra gli elementi 1 e 5, al nodo 1

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=95mmx130mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

11 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$

Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

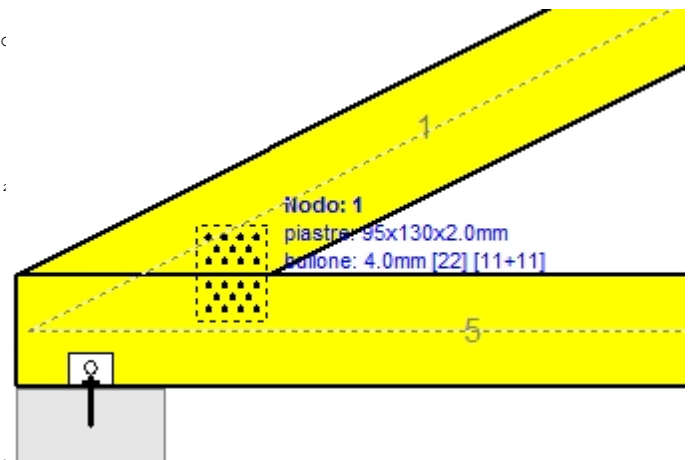
$A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=11$ , ( $n_{ef}=1.34n$ ),  $A=138\text{mm}^2$ ,  $r=42\text{mm}$ ,  $W_p=4515\text{mm}^3$

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$



**Sforzi nel nodo 1 ,dall'elemento 1, al centro della unioni F(forza) M(momento)**

**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-8.002	-0.096	0.492 <	1.167
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-19.959	-0.237	1.225 <	1.750
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-15.713	-0.191	0.970 <	1.750
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-18.229	-0.212	1.114 <	1.750
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-8.002	-0.096	0.492 <	1.750
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-8.002	-0.096	0.492 <	1.750
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-12.984	-0.155	0.798 <	1.750
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.959	-0.237	1.225 <	1.750
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.959	-0.237	1.225 <	1.750
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.713	-0.191	0.970 <	1.750
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.713	-0.191	0.970 <	1.750
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.229	-0.212	1.114 <	1.750
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.229	-0.212	1.114 <	1.750
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-16.372	-0.195	1.005 <	1.750
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-13.400	-0.163	0.827 <	1.750
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.160	-0.178	0.928 <	1.750
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-16.372	-0.195	1.005 <	1.750
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-13.400	-0.163	0.827 <	1.750
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.160	-0.178	0.928 <	1.750
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-21.355	-0.254	1.311 <	1.750
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-21.355	-0.254	1.311 <	1.750
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.382	-0.221	1.132 <	1.750
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.382	-0.221	1.132 <	1.750
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-20.143	-0.236	1.233 <	1.750
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-20.143	-0.236	1.233 <	1.750
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.590	-0.090	0.465 <	2.917
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-7.799	-0.093	0.479 <	2.917

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-8.002	-0.096	42 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-19.959	-0.237	105 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-15.713	-0.191	83 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-18.229	-0.212	95 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-8.002	-0.096	42 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-8.002	-0.096	42 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-12.984	-0.155	68 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-19.959	-0.237	105 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-19.959	-0.237	105 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-15.713	-0.191	83 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-15.713	-0.191	83 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-18.229	-0.212	95 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-18.229	-0.212	95 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-16.372	-0.195	86 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-13.400	-0.163	71 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-15.160	-0.178	79 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-16.372	-0.195	86 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-13.400	-0.163	71 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-15.160	-0.178	79 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-21.355	-0.254	112 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-21.355	-0.254	112 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-18.382	-0.221	97 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-18.382	-0.221	97 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-20.143	-0.236	106 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-20.143	-0.236	106 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.590	-0.090	40 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-7.799	-0.093	41 <	240



**1.12.4. Stato limite ultimo**

**Progettazione di unione con bulloni al nodo : 4** (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con uno (1) piastra metallica.

**Verifica dell'unione tra gli elementi 6 e 7, con gli elementi 9, 12, 13, al nodo 4**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=440mmx105mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$

Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

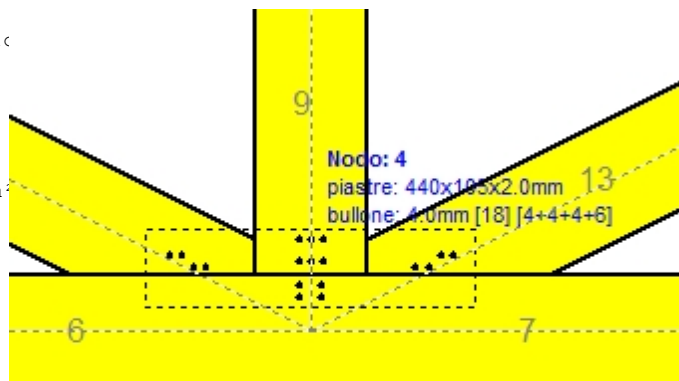
$A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=4$ , ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=18\text{mm}$ ,  $W_p=811\text{mm}^3$

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$



**Sforzi nel nodo 4 ,dagli elementi 9, 12, 13, al centro della unioni F(forza) M(momento)**

**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.262	0.000	0.066 <	1.167	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	0.340	0.000	0.085 <	1.750	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	2.013	-0.048	1.174 <	1.750	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	2.013	0.048	1.223 <	1.750	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	0.262	0.000	0.066 <	1.750	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-0.673	0.000	0.084 <	1.750	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	0.294	0.000	0.074 <	1.750	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.340	0.000	0.085 <	1.750	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.221	0.000	0.028 <	1.750	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	2.013	-0.048	1.174 <	1.750	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-2.002	-0.048	0.608 <	1.750	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-2.002	0.048	0.590 <	1.750	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	2.013	0.048	1.223 <	1.750	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.316	0.000	0.079 <	1.750	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	1.424	-0.033	0.817 <	1.750	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	1.424	0.033	0.864 <	1.750	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-0.618	0.000	0.077 <	1.750	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-1.528	-0.033	0.449 <	1.750	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-1.528	0.033	0.402 <	1.750	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.349	0.000	0.087 <	1.750	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.212	0.000	0.027 <	1.750	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	1.431	-0.033	0.816 <	1.750	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-1.410	-0.033	0.428 <	1.750	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-1.410	0.033	0.411 <	1.750	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	1.431	0.033	0.867 <	1.750	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.256	0.003	0.114 <	2.917	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.213	0.000	0.053 <	2.917	

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.262	0.000	0 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.340	0.000	1 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	2.013	-0.048	4 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	2.013	0.048	4 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.262	0.000	0 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-0.673	0.000	1 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.294	0.000	0 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	0.340	0.000	1 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-0.221	0.000	0 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	2.013	-0.048	4 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-2.002	-0.048	2 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-2.002	0.048	2 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	2.013	0.048	4 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk1	Breve	0.90	0.316	0.000	0 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk2	Breve	0.90	1.424	-0.033	3 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk3	Breve	0.90	1.424	0.033	3 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk1	Breve	0.90	-0.618	0.000	0 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk2	Breve	0.90	-1.528	-0.033	1 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk3	Breve	0.90	-1.528	0.033	1 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	0.349	0.000	1 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-0.212	0.000	0 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	1.431	-0.033	3 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-1.410	-0.033	1 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-1.410	0.033	1 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	1.431	0.033	3 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.256	0.003	0 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.213	0.000	0 <	240

**Verifica dell'unione dell'elemento 9, con gli elementi 6, 7, 12 e 13, al nodo 4**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=440mmx105mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio fy=240N/mm<sup>2</sup>

Superficie netta piastra Anet=(0.75) · b · t

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo Fn=Fa/n+Ma/Wp

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

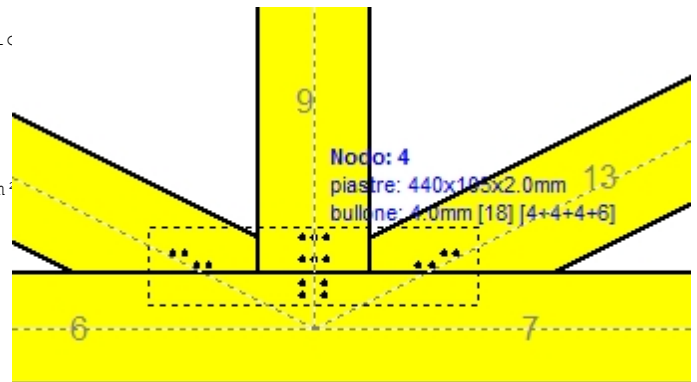
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 6, (nef=1.30n), A=75mm<sup>2</sup>, r=24mm, Wp =1772mm<sup>3</sup>

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra N/mm<sup>2</sup>



**Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 9, al centro della unioni F(forza) M(momento)**  
**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	2.840	0.000	0.473 < 1.167	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	6.781	0.000	1.130 < 1.750	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.795	0.000	0.966 < 1.750	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	5.795	0.000	0.966 < 1.750	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.840	0.000	0.473 < 1.750	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	1.905	0.000	0.317 < 1.750	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	4.482	0.000	0.747 < 1.750	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.781	0.000	1.130 < 1.750	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.220	0.000	1.037 < 1.750	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.795	0.000	0.966 < 1.750	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.234	0.000	0.872 < 1.750	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.234	0.000	0.872 < 1.750	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.795	0.000	0.966 < 1.750	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	5.598	0.000	0.933 < 1.750	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	4.909	0.000	0.818 < 1.750	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	4.909	0.000	0.818 < 1.750	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	4.663	0.000	0.777 < 1.750	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	3.974	0.000	0.662 < 1.750	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.974	0.000	0.662 < 1.750	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.241	0.000	1.207 < 1.750	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.680	0.000	1.113 < 1.750	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.551	0.000	1.092 < 1.750	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.990	0.000	0.998 < 1.750	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.989	0.000	0.998 < 1.750	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.551	0.000	1.092 < 1.750	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	2.709	0.000	0.452 < 2.917	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	2.727	0.000	0.455 < 2.917	

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	2.840	0.000	4 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	6.781	0.000	10 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.795	0.000	9 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	5.795	0.000	9 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.840	0.000	4 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	1.905	0.000	3 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	4.482	0.000	7 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.781	0.000	10 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.220	0.000	9 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.795	0.000	9 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.234	0.000	8 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.234	0.000	8 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.795	0.000	9 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	5.598	0.000	8 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	4.909	0.000	7 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	4.909	0.000	7 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	4.663	0.000	7 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	3.974	0.000	6 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.974	0.000	6 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.241	0.000	11 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.680	0.000	10 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.551	0.000	10 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.990	0.000	9 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.989	0.000	9 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.551	0.000	10 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	2.709	0.000	4 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	2.727	0.000	4 < 240	

**Verifica dell'unione dell'elemento 12, con gli elementi 6, 7, 9 e 13, al nodo 4**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=440mmx105mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$ Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$ 

Fa= forza al centro dell'unione

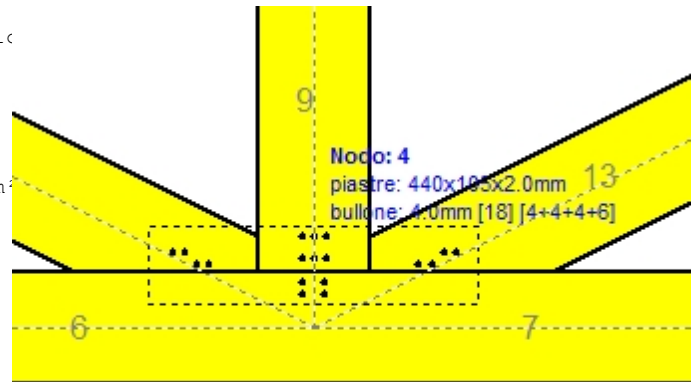
Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$ 

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

 $A=n \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 $W_p$ : modulo di resistenza del collegamenton= 4, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=13\text{mm}$ ,  $W_p =569\text{mm}^3$  $\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$ **Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 12, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	vg.Gk	Permanente	0.60	-2.882	0.000	0.360 < 1.167	
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	-7.201	0.000	0.900 < 1.750	
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	-5.011	0.000	0.627 < 1.750	
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	-7.232	0.000	0.904 < 1.750	
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	-2.882	0.000	0.360 < 1.750	
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	-2.882	0.000	0.360 < 1.750	
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	-4.681	0.000	0.585 < 1.750	
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.201	0.000	0.900 < 1.750	
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.201	0.000	0.900 < 1.750	
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.011	0.000	0.627 < 1.750	
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.011	0.000	0.627 < 1.750	
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.232	0.000	0.904 < 1.750	
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.232	0.000	0.904 < 1.750	
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.905	0.000	0.738 < 1.750	
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.372	0.000	0.547 < 1.750	
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.927	0.000	0.741 < 1.750	
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.905	0.000	0.738 < 1.750	
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.372	0.000	0.547 < 1.750	
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.927	0.000	0.741 < 1.750	
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.705	0.000	0.963 < 1.750	
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.705	0.000	0.963 < 1.750	
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.172	0.000	0.772 < 1.750	
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.172	0.000	0.772 < 1.750	
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.726	0.000	0.966 < 1.750	
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.726	0.000	0.966 < 1.750	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.870	0.000	0.359 < 2.917	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.810	0.000	0.351 < 2.917	

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k <sub>mod</sub>	F <sub>a</sub> (kN)	M <sub>a</sub> (kNm)	σ	σ <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.882	0.000	9 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-7.201	0.000	23 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-5.011	0.000	16 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-7.232	0.000	23 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-2.882	0.000	9 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.882	0.000	9 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-4.681	0.000	15 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.201	0.000	23 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.201	0.000	23 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.011	0.000	16 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.011	0.000	16 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.232	0.000	23 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.232	0.000	23 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.905	0.000	19 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.372	0.000	14 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.927	0.000	19 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.905	0.000	19 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.372	0.000	14 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.927	0.000	19 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.705	0.000	24 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.705	0.000	24 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.172	0.000	20 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.172	0.000	20 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.726	0.000	25 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.726	0.000	25 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.870	0.000	9 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.810	0.000	9 <	240

**1.12.5. Stato limite ultimo**

**Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 5, 6** (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con uno (1) piastra metallica.

**Verifica dell'unione tra gli elementi 1 e 2, con gli elementi 10 e 12, al nodo 5**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=240mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

3 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$

Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

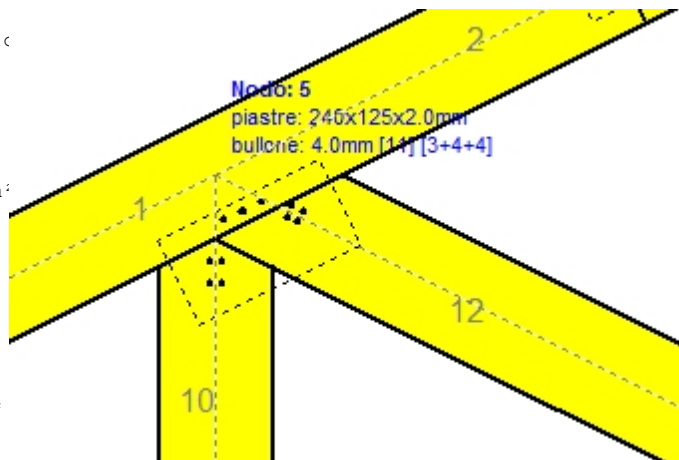
$A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=3$ , ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=38\text{mm}^2$ ,  $r=32\text{mm}$ ,  $W_p=804\text{mm}^3$

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$



**Sforzi nel nodo 5 ,dagli elementi 10, 12, al centro della unioni F(forza) M(momento)**

**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.791	0.029	0.638 <	1.167
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-7.134	0.070	1.587 <	1.750
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-4.936	0.049	1.105 <	1.750
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-7.159	0.071	1.594 <	1.750
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-2.787	0.029	0.639 <	1.750
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-2.791	0.029	0.638 <	1.750
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-4.599	0.046	1.033 <	1.750
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.134	0.070	1.587 <	1.750
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.131	0.070	1.587 <	1.750
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-4.936	0.049	1.105 <	1.750
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-4.933	0.049	1.105 <	1.750
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.157	0.071	1.594 <	1.750
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.159	0.071	1.594 <	1.750
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.826	0.058	1.302 <	1.750
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.288	0.043	0.965 <	1.750
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.844	0.058	1.307 <	1.750
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.830	0.058	1.302 <	1.750
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.292	0.043	0.965 <	1.750
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.848	0.058	1.307 <	1.750
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.641	0.075	1.698 <	1.750
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.638	0.075	1.698 <	1.750
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.102	0.060	1.360 <	1.750
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.099	0.060	1.361 <	1.750
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.656	0.075	1.703 <	1.750
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.659	0.075	1.702 <	1.750
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.803	0.029	0.634 <	2.917
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.743	0.028	0.621 <	2.917

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.791	0.029	5 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-7.134	0.070	12 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-4.936	0.049	8 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-7.159	0.071	12 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-2.787	0.029	5 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.791	0.029	5 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-4.599	0.046	7 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-7.134	0.070	12 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-7.131	0.070	12 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-4.936	0.049	8 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-4.933	0.049	8 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-7.157	0.071	12 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-7.159	0.071	12 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk1	Breve	0.90	-5.826	0.058	9 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk2	Breve	0.90	-4.288	0.043	7 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk3	Breve	0.90	-5.844	0.058	9 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk1	Breve	0.90	-5.830	0.058	9 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk2	Breve	0.90	-4.292	0.043	7 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk3	Breve	0.90	-5.848	0.058	9 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-7.641	0.075	12 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-7.638	0.075	12 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-6.102	0.060	10 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-6.099	0.060	10 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-7.656	0.075	12 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-7.659	0.075	12 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.803	0.029	5 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.743	0.028	4 <	240

**Verifica dell'unione dell'elemento 12, con gli elementi 1, 2 e 10, al nodo 5**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=240mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$

Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

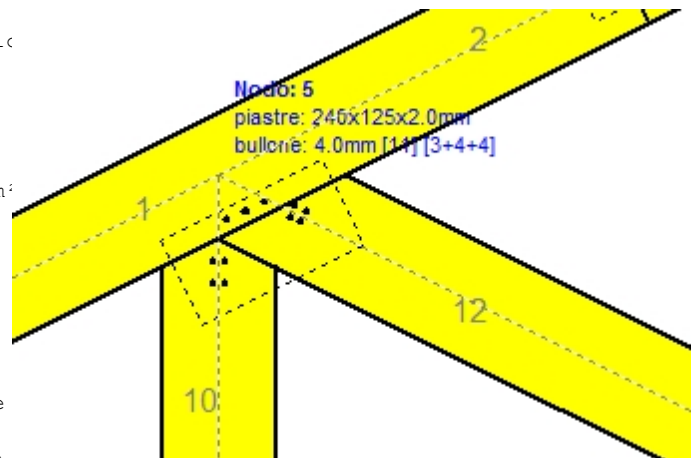
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, (nef=1.00n), A=50mm<sup>2</sup>, r=13mm, Wp =569mm<sup>3</sup>

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra N/mm<sup>2</sup>



**Sforzi nel nodo 5 ,dall'elemento 12, al centro della unioni F(forza) M(momento)**  
**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.882	0.000	0.360 < 1.167	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-7.201	0.000	0.901 < 1.750	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-5.011	0.000	0.627 < 1.750	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-7.232	0.000	0.905 < 1.750	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-2.882	0.000	0.360 < 1.750	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.882	0.000	0.360 < 1.750	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-4.681	0.000	0.586 < 1.750	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.201	0.000	0.901 < 1.750	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.201	0.000	0.901 < 1.750	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.011	0.000	0.627 < 1.750	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.011	0.000	0.627 < 1.750	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.232	0.000	0.905 < 1.750	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.232	0.000	0.905 < 1.750	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.905	0.000	0.739 < 1.750	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.372	0.000	0.547 < 1.750	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.927	0.000	0.741 < 1.750	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.905	0.000	0.739 < 1.750	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.372	0.000	0.547 < 1.750	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.927	0.000	0.741 < 1.750	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.705	0.000	0.964 < 1.750	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.705	0.000	0.964 < 1.750	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.172	0.000	0.772 < 1.750	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.172	0.000	0.772 < 1.750	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.726	0.000	0.966 < 1.750	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.726	0.000	0.966 < 1.750	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.870	0.000	0.359 < 2.917	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.810	0.000	0.352 < 2.917	

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.882	0.000	4 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-7.201	0.000	10 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-5.011	0.000	7 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-7.232	0.000	10 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-2.882	0.000	4 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.882	0.000	4 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-4.681	0.000	7 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.201	0.000	10 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.201	0.000	10 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.011	0.000	7 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.011	0.000	7 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.232	0.000	10 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.232	0.000	10 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.905	0.000	8 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.372	0.000	6 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.927	0.000	8 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.905	0.000	8 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.372	0.000	6 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.927	0.000	8 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.705	0.000	11 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.705	0.000	11 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.172	0.000	9 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.172	0.000	9 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.726	0.000	11 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.726	0.000	11 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.870	0.000	4 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.810	0.000	4 < 240	



**Verifica dell'unione dell'elemento 10, con gli elementi 1, 2 e 12, al nodo 5**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=240mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$ Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$ 

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

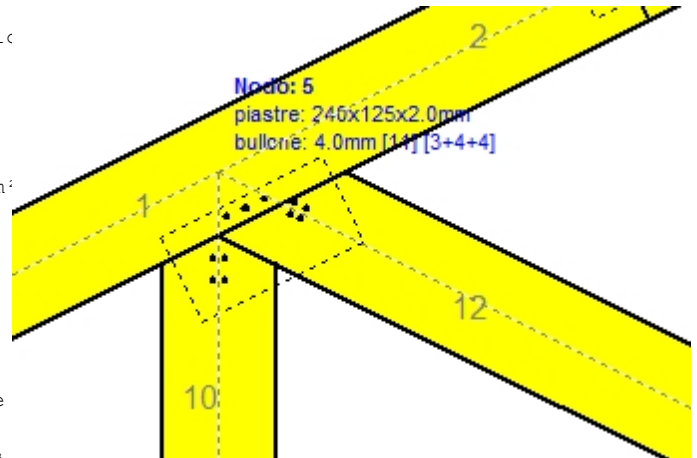
Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$ 

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=18\text{mm}$ ,  $W_p=811\text{mm}^3$  $\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$ **Sforzi nel nodo 5 ,dall'elemento 10, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	vg.Gk	Permanente	0.60	0.218	0.000	0.055 <	1.167
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	0.153	0.000	0.039 <	1.750
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	0.173	0.000	0.044 <	1.750
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	0.166	0.000	0.042 <	1.750
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	0.228	0.000	0.057 <	1.750
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	0.218	0.000	0.055 <	1.750
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	0.191	0.000	0.048 <	1.750
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.153	0.000	0.039 <	1.750
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.161	0.000	0.041 <	1.750
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.173	0.000	0.044 <	1.750
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.181	0.000	0.046 <	1.750
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.172	0.000	0.043 <	1.750
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.166	0.000	0.042 <	1.750
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.182	0.000	0.046 <	1.750
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.196	0.000	0.049 <	1.750
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.191	0.000	0.048 <	1.750
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.173	0.000	0.044 <	1.750
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.187	0.000	0.047 <	1.750
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.182	0.000	0.046 <	1.750
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.146	0.000	0.037 <	1.750
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.154	0.000	0.039 <	1.750
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.160	0.000	0.041 <	1.750
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.167	0.000	0.043 <	1.750
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.160	0.000	0.041 <	1.750
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.155	0.000	0.039 <	1.750
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.158	0.000	0.040 <	2.917
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.160	0.000	0.040 <	2.917

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k <sub>mod</sub>	F <sub>a</sub> (kN)	M <sub>a</sub> (kNm)	σ	σ <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.218	0.000	1 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.153	0.000	1 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.173	0.000	1 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.166	0.000	1 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.228	0.000	1 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.218	0.000	1 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.191	0.000	1 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.153	0.000	1 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.161	0.000	1 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.173	0.000	1 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.181	0.000	1 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.172	0.000	1 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.166	0.000	1 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.182	0.000	1 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.196	0.000	1 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.191	0.000	1 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.173	0.000	1 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.187	0.000	1 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.182	0.000	1 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.146	0.000	1 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.154	0.000	1 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.160	0.000	1 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.167	0.000	1 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.160	0.000	1 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.155	0.000	1 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.158	0.000	1 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.160	0.000	1 <	240

**1.12.6. Stato limite ultimo**

**Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 7, 8 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Unione con uno (1) piastra metallica.

**Verifica dell'unione dell'elemento 10, con gli elementi 5 e 6, al nodo 7**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=45mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$

Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

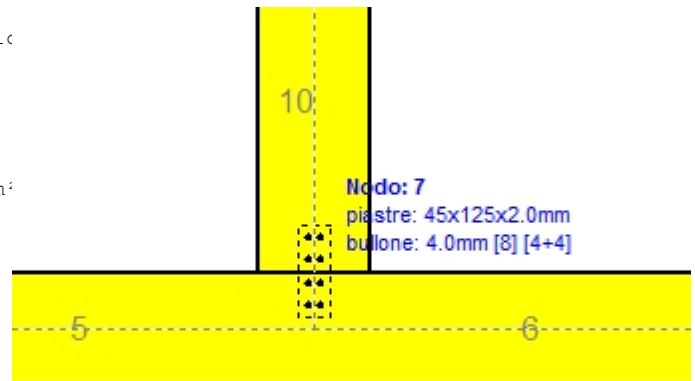
$A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=4$ , ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=18\text{mm}$ ,  $W_p=811\text{mm}^3$

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$

**Sforzi nel nodo 7 ,dall'elemento 10, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	vg.Gk	Permanente	0.60	0.218	0.000	0.055 <	1.167	
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	0.153	0.000	0.039 <	1.750	
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	0.173	0.000	0.044 <	1.750	
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	0.166	0.000	0.042 <	1.750	
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	0.228	0.000	0.057 <	1.750	
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	0.218	0.000	0.055 <	1.750	
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	0.191	0.000	0.048 <	1.750	
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.153	0.000	0.039 <	1.750	
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.161	0.000	0.041 <	1.750	
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.173	0.000	0.044 <	1.750	
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.181	0.000	0.046 <	1.750	
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.172	0.000	0.044 <	1.750	
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.166	0.000	0.042 <	1.750	
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.182	0.000	0.046 <	1.750	
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.196	0.000	0.049 <	1.750	
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.191	0.000	0.048 <	1.750	
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.173	0.000	0.044 <	1.750	
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.187	0.000	0.047 <	1.750	
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.182	0.000	0.046 <	1.750	
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.146	0.000	0.037 <	1.750	
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.154	0.000	0.039 <	1.750	
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.160	0.000	0.040 <	1.750	
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.167	0.000	0.042 <	1.750	
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.160	0.000	0.041 <	1.750	
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.155	0.000	0.039 <	1.750	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.158	0.000	0.040 <	2.917	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.160	0.000	0.040 <	2.917	

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k <sub>mod</sub>	F <sub>a</sub> (kN)	M <sub>a</sub> (kNm)	σ	σ <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.218	0.000	3 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.153	0.000	2 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.173	0.000	3 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.166	0.000	3 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.228	0.000	3 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.218	0.000	3 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.191	0.000	3 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.153	0.000	2 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.161	0.000	2 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.173	0.000	3 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.181	0.000	3 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.172	0.000	3 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.166	0.000	3 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.182	0.000	3 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.196	0.000	3 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.191	0.000	3 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.173	0.000	3 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.187	0.000	3 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.182	0.000	3 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.146	0.000	2 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.154	0.000	2 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.160	0.000	2 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.167	0.000	3 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.160	0.000	2 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.155	0.000	2 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.158	0.000	2 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.160	0.000	2 <	240

**1.12.7. Stato limite ultimo**

**Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 6, 7** (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con uno (1) piastra metallica.

**Verifica dell'unione dell'elemento 6**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno (1) piastra metallica 2.0 mm delle dimensioni

BxH=80mmx180mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

12 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$

Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

$A=n \cdot a$ : area totale bullone

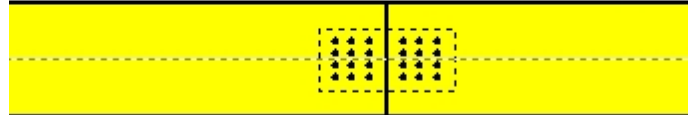
r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

$n=12$ , ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=151\text{mm}^2$ ,  $r=42\text{mm}$ ,  $W_p=4926\text{mm}^3$

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$

Elem: 6  
piastre: 180x80x2.0mm  
bullone: 4.0mm [24] [12+12]

**Forze alla giunzione dell'elemento 6 , al centro della unione F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	$F_n$ (kN)	$F_v$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$F_n$	$R_d$ (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	6.849	0.042	0.029	0.630	<1.167	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	17.028	0.003	0.079	1.577	<1.750	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	13.490	0.015	0.062	1.249	<1.750	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	15.477	0.011	0.070	1.431	<1.750	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	6.849	0.042	0.029	0.630	<1.750	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	6.849	0.042	0.029	0.630	<1.750	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	11.090	0.026	0.049	1.025	<1.750	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	17.028	0.003	0.079	1.577	<1.750	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.028	0.003	0.079	1.577	<1.750	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.490	0.015	0.062	1.249	<1.750	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.490	0.015	0.062	1.249	<1.750	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.477	0.011	0.070	1.431	<1.750	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.477	0.011	0.070	1.431	<1.750	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.974	0.015	0.064	1.293	<1.750	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.497	0.023	0.052	1.063	<1.750	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	12.889	0.020	0.058	1.191	<1.750	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.974	0.015	0.064	1.293	<1.750	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.497	0.023	0.052	1.063	<1.750	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	12.889	0.020	0.058	1.191	<1.750	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	18.216	-0.002	0.084	1.687	<1.750	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	18.216	-0.002	0.084	1.687	<1.750	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.739	0.007	0.073	1.458	<1.750	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.739	0.007	0.073	1.458	<1.750	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	17.130	0.004	0.079	1.585	<1.750	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.130	0.004	0.079	1.585	<1.750	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.918	0.026	0.029	0.636	<2.917	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.668	0.027	0.029	0.615	<2.917	

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k <sub>mod</sub>	F <sub>a</sub> (kN)	M <sub>a</sub> (kNm)	σ	σ <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	6.849	0.030	69 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	17.028	0.079	175 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.490	0.062	138 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	15.477	0.070	158 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	6.849	0.030	69 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	6.849	0.030	69 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	11.090	0.050	113 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	17.028	0.079	175 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.028	0.079	175 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.490	0.062	138 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.490	0.062	138 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.477	0.070	158 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.477	0.070	158 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.974	0.064	143 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.497	0.052	118 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	12.889	0.058	132 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.974	0.064	143 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.497	0.052	118 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	12.889	0.058	132 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	18.216	0.084	187 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	18.216	0.084	187 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.739	0.073	162 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.739	0.073	162 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	17.130	0.079	176 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.130	0.079	176 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.918	0.030	70 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.668	0.029	68 <	240

**1.12.8. Stato limite ultimo**

**Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 2, 4 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Unione con uno (1) piastra metallica.

**Verifica dell'unione dell'elemento 2**

Caratteristiche della ferramenta:

Uno(1) piastra metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=85mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

8 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=28 mm, a2=16 mm

Res. snervamento piastre in acciaio  $f_y=240\text{N/mm}^2$

Superficie netta piastra  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

$A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=8$ , ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=101\text{mm}^2$ ,  $r=32\text{mm}$ ,  $W_p=2207\text{mm}^3$

$\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$

**Forze alla giunzione dell'elemento 2 , al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

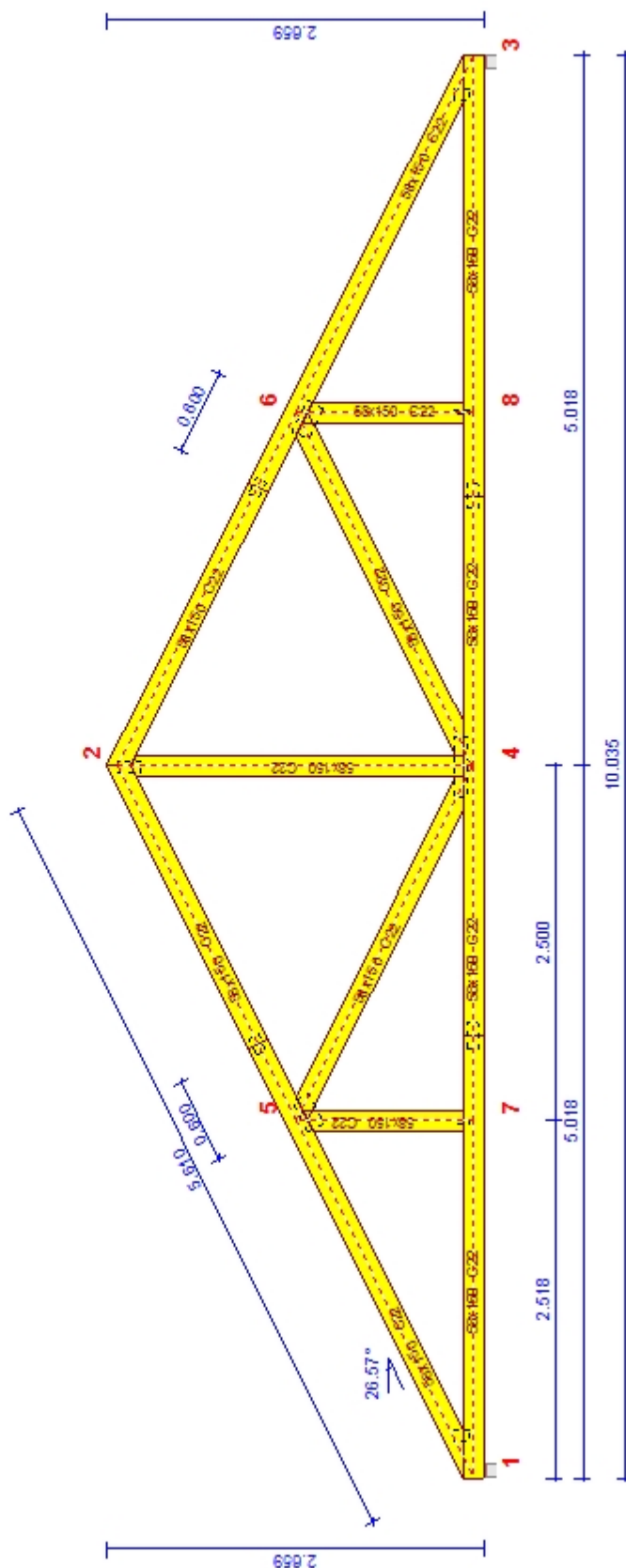
L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	$F_n(\text{kN})$	$F_v(\text{kN})$	$M_a(\text{kNm})$	$F_n$	$R_d(\text{kN})$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-5.121	0.690	-0.046	0.366	<1.167	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-12.758	1.841	-0.129	0.931	<1.750	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-10.700	1.259	-0.075	0.737	<1.750	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-10.996	1.848	-0.142	0.844	<1.750	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-5.121	0.690	-0.046	0.366	<1.750	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-5.121	0.690	-0.046	0.366	<1.750	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-8.303	1.170	-0.081	0.601	<1.750	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.758	1.841	-0.129	0.931	<1.750	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.758	1.841	-0.129	0.931	<1.750	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-10.700	1.259	-0.075	0.737	<1.750	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-10.700	1.259	-0.075	0.737	<1.750	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-10.996	1.848	-0.142	0.844	<1.750	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-10.996	1.848	-0.142	0.844	<1.750	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-10.466	1.496	-0.104	0.761	<1.750	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-9.027	1.088	-0.066	0.626	<1.750	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.234	1.501	-0.114	0.701	<1.750	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-10.466	1.496	-0.104	0.761	<1.750	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-9.027	1.088	-0.066	0.626	<1.750	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.234	1.501	-0.114	0.701	<1.750	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-13.648	1.975	-0.139	0.996	<1.750	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-13.648	1.975	-0.139	0.996	<1.750	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.208	1.568	-0.101	0.861	<1.750	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.208	1.568	-0.101	0.861	<1.750	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.416	1.980	-0.148	0.936	<1.750	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.416	1.980	-0.148	0.936	<1.750	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.870	0.705	-0.049	0.354	<2.917	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.989	0.689	-0.047	0.359	<2.917	

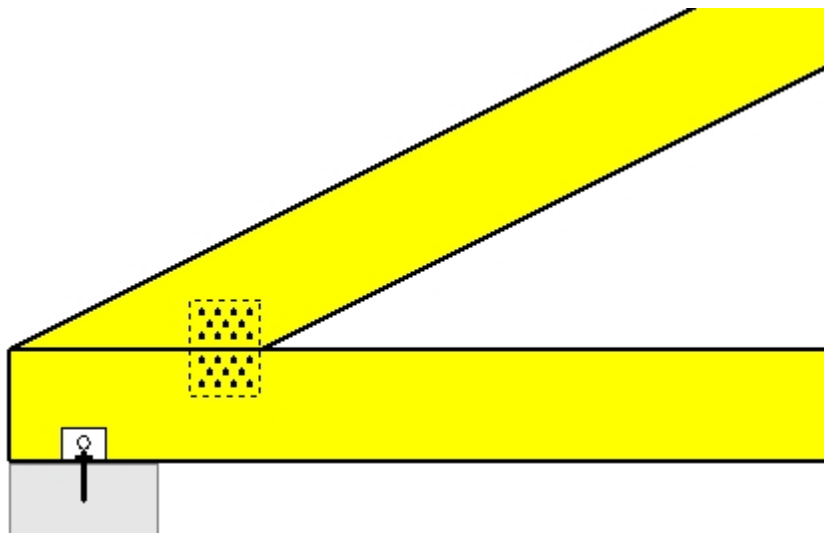
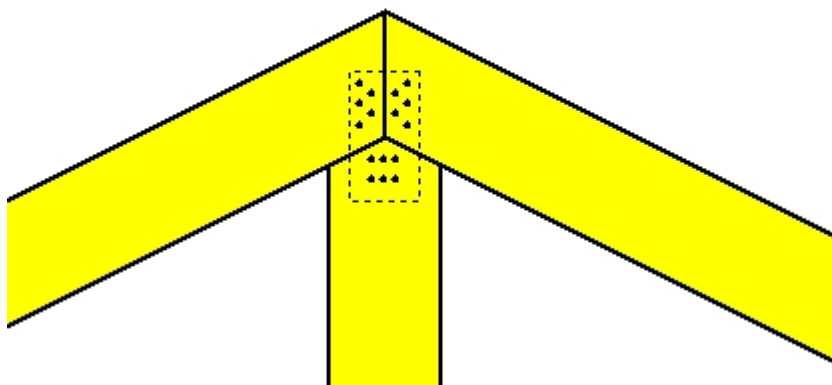
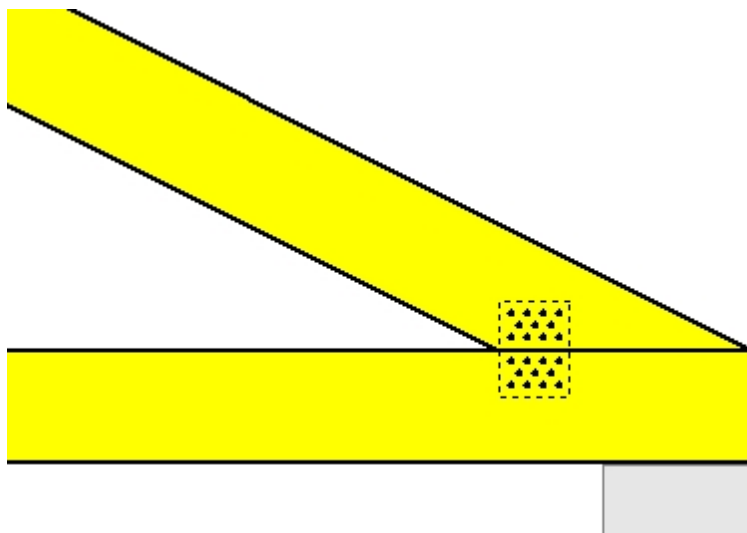
**Verifica la resistenza della piastra di unione**

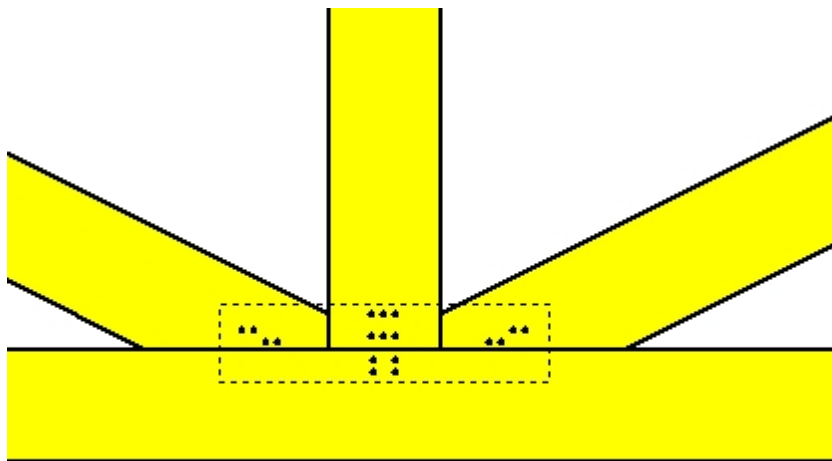
L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-5.167	-0.031	26 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-12.890	-0.089	67 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-10.774	-0.047	51 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-11.150	-0.102	63 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-5.167	-0.031	26 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-5.167	-0.031	26 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-8.385	-0.055	43 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-12.890	-0.089	67 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-12.890	-0.089	67 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-10.774	-0.047	51 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-10.774	-0.047	51 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-11.150	-0.102	63 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-11.150	-0.102	63 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-10.573	-0.072	55 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-9.092	-0.042	43 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-9.355	-0.081	52 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-10.573	-0.072	55 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-9.092	-0.042	43 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-9.355	-0.081	52 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-13.791	-0.096	72 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-13.791	-0.096	72 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-12.309	-0.066	61 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-12.309	-0.066	61 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-12.573	-0.105	69 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-12.573	-0.105	69 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.921	-0.033	25 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-5.036	-0.032	26 <	240



Scala 1:50



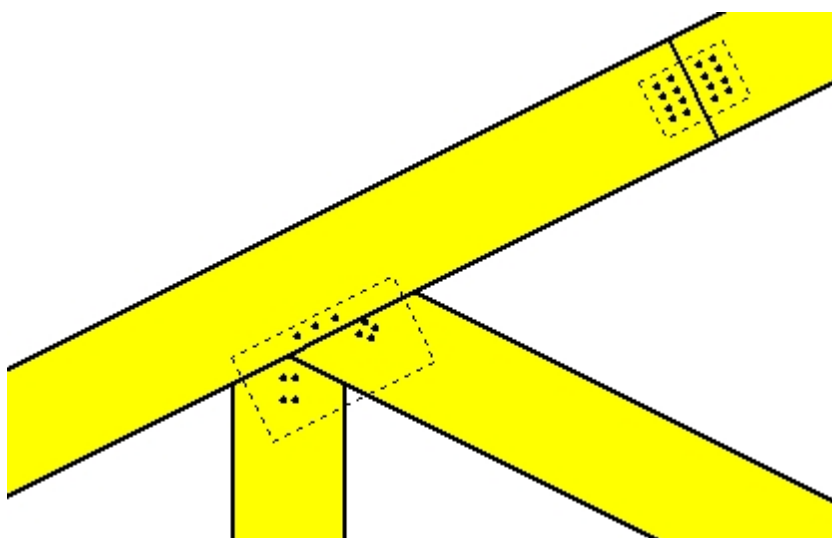
**Unione chiodata al nodo 1**(nodo a  $x=0.270$  m,  $y=0.075$  m)**piastre:** 95x130x2.0mm**bullone:** 4.0mm [22] [11+11]**Unione chiodata al nodo 2**(nodo a  $x=5.000$  m,  $y=2.416$  m)**piastre:** 95x175x2.0mm**bullone:** 4.0mm [16] [5+6+5]**Unione chiodata al nodo 3**(nodo a  $x=9.730$  m,  $y=0.075$  m)**piastre:** 95x130x2.0mm**bullone:** 4.0mm [22] [11+11]

**Unione chiodata al nodo 4**

(nodo a x=5.000 m, y=0.075 m)

**piastre:** 440x105x2.0mm

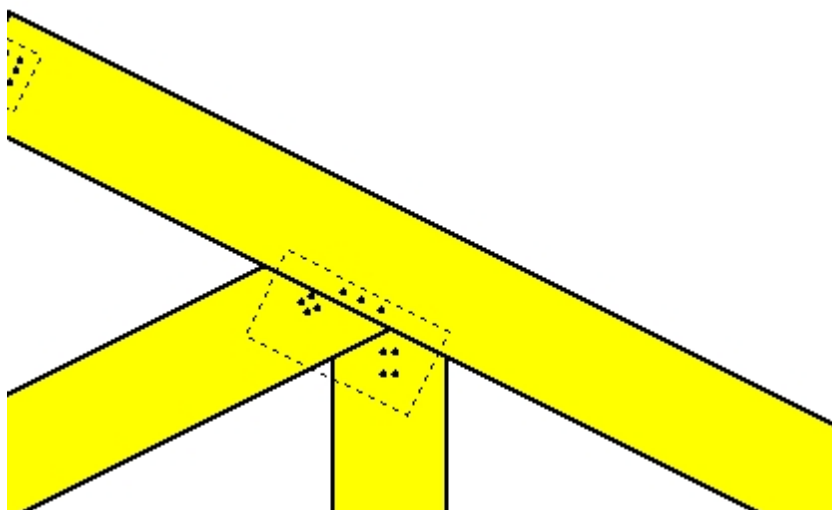
**bullone:** 4.0mm [18] [4+4+4+6]

**Unione chiodata al nodo 5**

(nodo a x=2.526 m, y=1.152 m)

**piastre:** 240x125x2.0mm

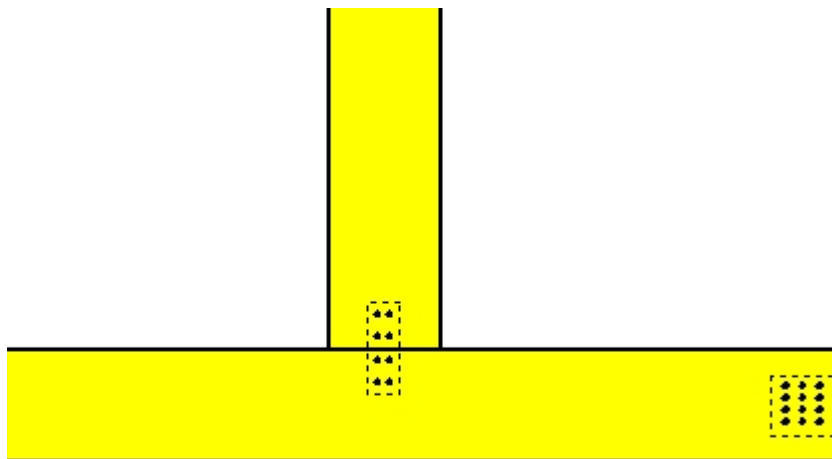
**bullone:** 4.0mm [11] [3+4+4]

**Unione chiodata al nodo 6**

(nodo a x=7.594 m, y=1.152 m)

**piastre:** 240x125x2.0mm

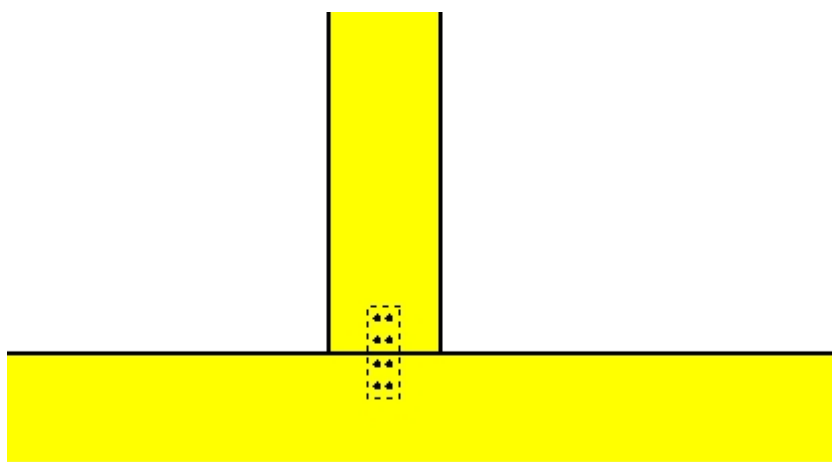
**bullone:** 4.0mm [11] [3+4+4]

**Unione chiodata al nodo 7**

(nodo a  $x=2.500$  m,  $y=0.075$  m)

**piastre:** 45x125x2.0mm

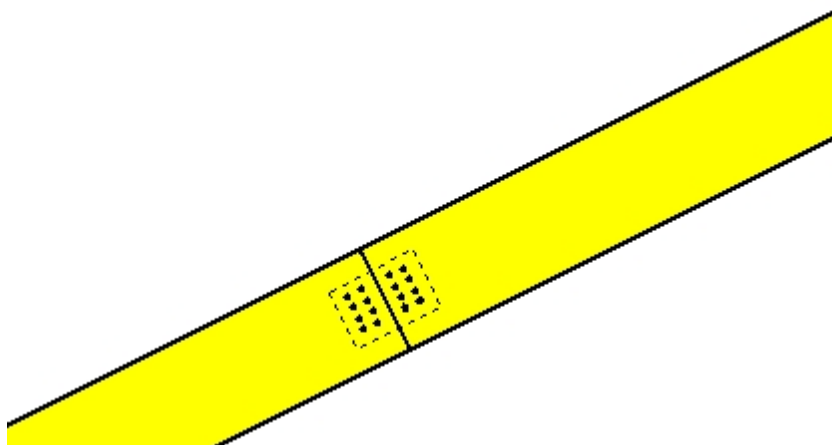
**bullone:** 4.0mm [8] [4+4]

**Unione chiodata al nodo 8**

(nodo a  $x=7.500$  m,  $y=0.075$  m)

**piastre:** 45x125x2.0mm

**bullone:** 4.0mm [8] [4+4]

**Giunto nell'elemento**

(a  $x=3.037$  m,  $y=1.518$  m)

**piastre:** 125x85x2.0mm

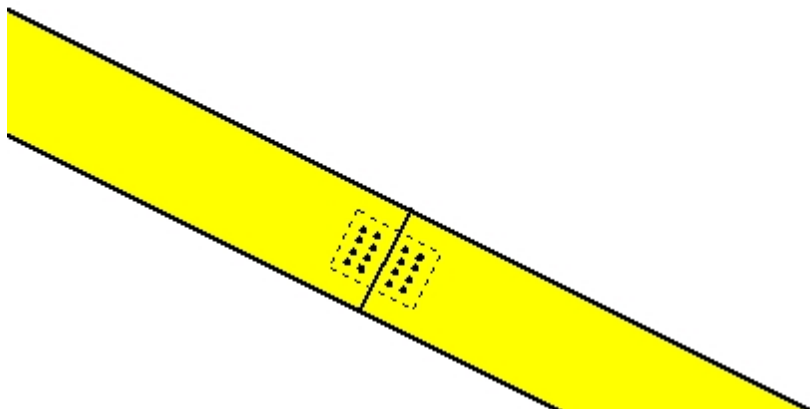
**bullone:** 4.0mm [16] [8+8]

**Giunto nell'elemento**

(a x=6.963 m, y=1.518 m)

**piastre:** 125x85x2.0mm

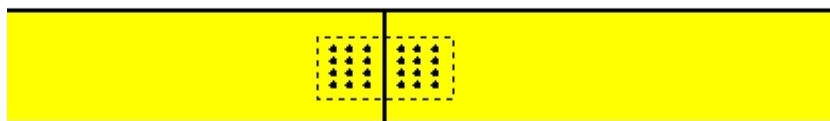
**bullone:** 4.0mm [16] [8+8]

**Giunto nell'elemento**

(a x=3.100 m, y=0.000 m)

**piastre:** 180x80x2.0mm

**bullone:** 4.0mm [24] [12+12]

**Giunto nell'elemento**

(a x=6.900 m, y=0.000 m)

**piastre:** 180x80x2.0mm

**bullone:** 4.0mm [24] [12+12]

