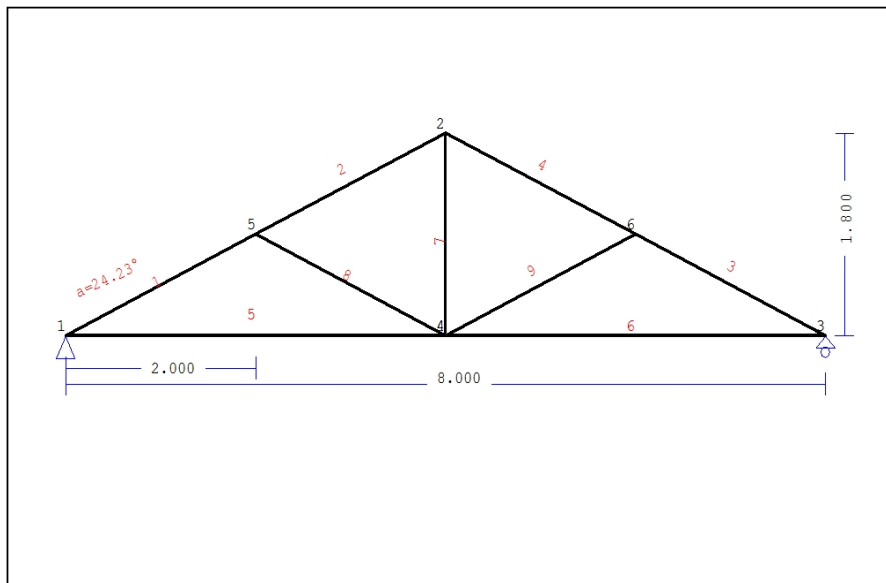


## 1. PADIGLIONE-02-2

### Tetto con capriate



### 1.1. Descrizione tecnica

#### 1.1.1. Tipologia costruttiva

Tetto in legno D40. La tipologia della capriata è illustrata nel disegno soprastante.  
 Luce della capriata 8.000m, altezza 1.800m, inclinazione 24.23°, interasse delle capriate 2.590m  
 Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm  
 Travetti in legno di classe C22, con dimensioni 75x130 mm, ad interasse 0.300 m  
 Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]  
 Elementi 1, 2, 3, 4, sezione 75x225 [mm]  
 Elementi 5, 6, sezione 75x225 [mm]  
 Elementi 7, sezione 75x225 [mm]  
 Elementi 8, 9, sezione 75x225 [mm]  
 Volume della capriata =0.387 m³, peso proprio della capriata =2.090 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)**

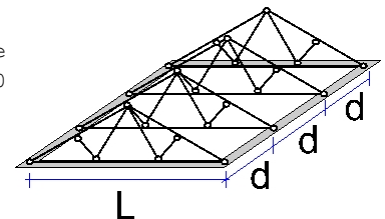
Classe del legno : D40

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<sub>mk</sub> = 40.0 MPa, f<sub>t0k</sub> = 24.0 MPa, f<sub>t90k</sub> = 0.6 MPaf<sub>c0k</sub> = 26.0 MPa, f<sub>c90k</sub> = 8.3 MPa, f<sub>vk</sub> = 4.0 MPaE<sub>0m</sub> = 13000 MPa, E<sub>005</sub> = 10900 MPa, E<sub>90m</sub> = 860 MPaG<sub>m</sub> = 810 MPa,  $\rho_k$  = 550 Kg/m<sup>3</sup>**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<sub>mk</sub> = 22.0 MPa, f<sub>t0k</sub> = 13.0 MPa, f<sub>t90k</sub> = 0.4 MPaf<sub>c0k</sub> = 20.0 MPa, f<sub>c90k</sub> = 2.4 MPa, f<sub>vk</sub> = 3.8 MPaE<sub>0m</sub> = 10000 MPa, E<sub>005</sub> = 6700 MPa, E<sub>90m</sub> = 330 MPaG<sub>m</sub> = 630 MPa,  $\rho_k$  = 340 Kg/m<sup>3</sup>**1.1.6. Proprietà dei materiali (legname, travetti) (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<sub>mk</sub> = 22.0 MPa, f<sub>t0k</sub> = 13.0 MPa, f<sub>t90k</sub> = 0.4 MPaf<sub>c0k</sub> = 20.0 MPa, f<sub>c90k</sub> = 2.4 MPa, f<sub>vk</sub> = 3.8 MPaE<sub>0m</sub> = 10000 MPa, E<sub>005</sub> = 6700 MPa, E<sub>90m</sub> = 330 MPaG<sub>m</sub> = 630 MPa,  $\rho_k$  = 340 Kg/m<sup>3</sup>**1.1.7. Carichi distribuiti sulla copertura**Carico permanente del manto di copertura Ge = 0.500 kN/m<sup>2</sup> (Tegole)Travetti, assito, isolamento Gt = 0.100 kN/m<sup>2</sup> Ge+Gt=0Peso del controsoffitto del tetto Gc = 0.000 kN/m<sup>2</sup>Carico della neve sul terreno Sk = 1.500 kN/m<sup>2</sup>Pressione del vento sulle superfici vert. Qw = 0.754 kN/m<sup>2</sup>Carico (categoria H) Qi = 0.500 kN/m<sup>2</sup>**1.2. Azioni della neve (DM2008, §3.4)**

Carico neve al suolo Sk (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

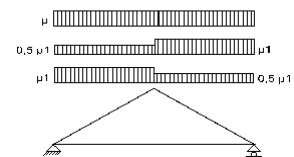
q<sub>sk</sub> = 1.500 kN/m<sup>2</sup> (as=200<=200m)Valore di riferimento del carico neve al suolo: s<sub>k</sub>=q<sub>ref</sub>(T)=1.500 kN/m<sup>2</sup>

Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)

Inclinazione del tetto :  $\alpha=24.228^\circ$ 

Coefficiente di esposizione : Ce=1.000 (DM2008 §5.2(7))

Coefficiente termico : Ct=1.000 (DM2008 §5.2(8))

Fattori di forma,  $\alpha_1=\alpha_2=24.23^\circ$ ,  $\mu_1(\alpha_1)=\mu_1(\alpha_2)=0.800$  (Tab. 3.4.II)S( $\alpha_1$ )= $\mu_1(\alpha_1) \cdot Ce \cdot Ct \cdot Sk=0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500=1.200$  kN/m<sup>2</sup> (§3.4.1)S( $\alpha_2$ )= $\mu_1(\alpha_2) \cdot Ce \cdot Ct \cdot Sk=0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500=1.200$  kN/m<sup>2</sup>

Azioni della neve (DM2008, §3.4.1)

Combinazione di carico (I), S(Sinistra)=S( $\alpha_1$ ) = 1.200 kN/m<sup>2</sup>, S(Destra)=S( $\alpha_2$ ) = 1.200 kN/m<sup>2</sup>Combinazione di carico (II), S(Sinistra)=0.5xS( $\alpha_1$ )=0.600 kN/m<sup>2</sup>, S(Destra)=S( $\alpha_2$ ) = 1.200 kN/m<sup>2</sup>Combinazione di carico (III), S(Sinistra)=S( $\alpha_1$ ) = 1.200 kN/m<sup>2</sup>, S(Destra)=0.5xS( $\alpha_2$ )=0.600 kN/m<sup>2</sup>

**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,  $V_b=25.00\text{m/s}$  ( $a_s=500 < a_o=1000\text{m}$ ),  $V_b=25\text{m/s}$ ,  $a_o=1000\text{m}$ ,  $K_a=0.012(1/\text{s})$  (Tab. 3.3.I)

Velocità di riferimento,  $T_r=500$  anni (§3.3.2)

Classe di rugosità del terreno= D,  $10\text{km} < \text{distanza costa} \leq 30\text{km}$ , altitudine di riferimento=500m

Categorie 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:  $Q_{\text{ref}} \cdot C_e = 0.001 \times (25.00^2/1.6) \times 1.929 = 0.754 \text{ kN/m}^2$

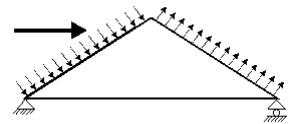
Pressione del vento  $p_f=C_p \cdot q_b$  (DM2008, §3.3.7.1)

Coefficiente di forma  $C_p$  (DM2008 §3.3.7.1)

Con inclinazione  $\alpha=24.23^\circ$ ,  $C_p(+)= -0.27$ ,  $C_p(-)= -0.40$

Pressione del vento  $p_f(\text{Sinistra})= -0.206 \text{ kN/m}^2$

Pressione del vento  $p_f(\text{Destra})= -0.302 \text{ kN/m}^2$



**1.4. Progettazione della capriata****Caratteristiche geometriche della capriata**

Lunghezza  $L=8.000$  m, altezza  $H=1.800$  m, interasse capriate  $d=2.590$  m

Inclinazione  $=45.00\%$ , angolo  $\alpha=24.23^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.450$ ,  $\sin\alpha=0.410$ ,  $\cos\alpha=0.912$

Numero dei nodi = 6, numero degli elementi =9, 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> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	W <sub>y</sub> [mm <sup>3</sup> ]
1	0.000	0.000	11	1	1	5	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
2	4.000	1.800		2	5	2	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
3	8.000	0.000	01	3	6	3	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
4	4.000	0.000		4	2	6	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
5	2.000	0.900		5	1	4	75x225	4.000	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
6	6.000	0.900		6	4	3	75x225	4.000	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				7	4	2	75x225	1.800	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				8	5	4	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				9	4	6	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005

**Carico lineare per capriata**

Massa volumica del legname  $=550.00$  kg/m<sup>3</sup>, peso proprio della capriata  $=2.090$  kN

Interasse delle capriate  $d=2.59$  m, peso delle unioni delle capriate  $=0.209$  kN

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

Manto di copertura +peso proprio  $Gk1= 1.841$  kN/m

Controsoffitto del tetto  $Gk2= 0.000$  kN/m

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

Sovraccario  $Qki= 0.50 \times 2.590 = 1.295$  kN/m

Neve (Sinistra)  $Qk1l= 3.108$  kN/m (Destra )  $Qk1r= 3.108$  kN/m

Neve (Sinistra)  $Qk2l= 1.554$  kN/m (Destra )  $Qk2r= 3.108$  kN/m

Neve (Sinistra)  $Qk3l= 3.108$  kN/m (Destra )  $Qk3r= 1.554$  kN/m

Vento (Sinistra)  $Qk4l=-0.533$  kN/m (Destra )  $Qk4r=-0.781$  kN/m

Vento (Sinistra)  $Qk5l=-0.781$  kN/m (Destra )  $Qk5r=-0.533$  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  $qv=0.006 \times (G+0.20 \times Qk1)$

**Carichi nei nodi della capriata**

Nodo	Carico	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]
2	Gk	0.00	-7.80
2	Qk1	0.00	-11.82
2	Qk2	0.00	-11.82
2	Qk3	0.00	-11.82
2	Qk4	0.00	-2.32
2	Qk5	0.00	-2.32
2	Aex	0.54	0.00
2	Aey	0.00	-0.07

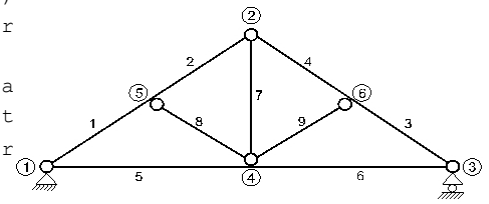
**Combinazioni di carico di progetto**

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

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

### 1.5. Analisi statica della capriata

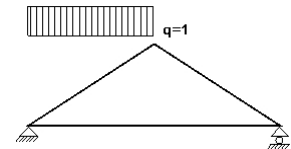
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)  
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una  $r$  di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.  
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di 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 = 6, numero degli elementi = 9, numero degli



#### 1.5.1. 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	-5.69	0.72	0.01	-4.87	-1.11	-0.41
2	5	2	-2.91	1.10	-0.41	-2.09	-0.72	0.01
3	6	3	-2.36	-0.02	0.05	-2.36	-0.02	0.00
4	2	6	-2.40	0.03	0.00	-2.40	0.03	0.05
5	1	4	4.89	0.01	0.00	4.89	0.01	0.04
6	4	3	2.14	-0.01	0.04	2.14	-0.01	0.00
7	4	2	1.16	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00
8	5	4	-2.95	0.00	0.00	-2.95	0.00	0.00
9	4	6	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00



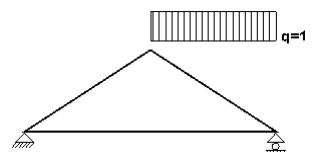
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	4.89	2.99	0.01	-4.89	-0.99	0.41
2	5	2	2.20	2.20	-0.41	-2.20	-0.20	-0.01
3	6	3	2.14	-0.99	0.05	-2.14	0.99	0.00
4	2	6	2.20	-0.96	0.00	-2.20	0.96	-0.05
5	1	4	-4.89	0.01	0.00	4.89	-0.01	-0.04
6	4	3	-2.14	-0.01	0.04	2.14	0.01	0.00
7	4	2	0.00	-1.16	0.00	0.00	1.16	0.00
8	5	4	2.69	-1.21	0.00	-2.69	1.21	0.00
9	4	6	-0.06	-0.03	0.00	0.06	0.03	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	-2.36	0.02	0.00	-2.36	0.02	0.05
2	5	2	-2.40	-0.03	0.05	-2.40	-0.03	0.00
3	6	3	-4.87	1.11	-0.41	-5.69	-0.72	0.01
4	2	6	-2.09	0.72	0.01	-2.91	-1.10	-0.41
5	1	4	2.14	0.01	0.00	2.14	0.01	0.04
6	4	3	4.89	-0.01	0.04	4.89	-0.01	0.00
7	4	2	1.16	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00
8	5	4	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
9	4	6	-2.95	0.00	0.00	-2.95	0.00	0.00



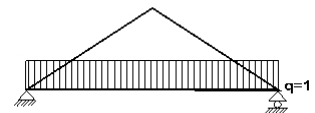
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone destro verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.14	0.99	0.00	-2.14	-0.99	-0.05
2	5	2	2.20	0.96	0.05	-2.20	-0.96	0.00
3	6	3	4.89	-0.99	-0.41	-4.89	2.99	-0.01
4	2	6	2.20	-0.20	0.01	-2.20	2.20	0.41
5	1	4	-2.14	0.01	0.00	2.14	-0.01	-0.04
6	4	3	-4.89	-0.01	0.04	4.89	0.01	0.00
7	4	2	0.00	-1.16	0.00	0.00	1.16	0.00
8	5	4	-0.06	0.03	0.00	0.06	-0.03	0.00
9	4	6	2.69	1.21	0.00	-2.69	-1.21	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	-6.07	0.03	0.02	-6.07	0.03	0.08
2	5	2	-6.13	-0.04	0.08	-6.13	-0.04	0.00
3	6	3	-6.07	-0.03	0.08	-6.07	-0.03	0.02
4	2	6	-6.13	0.04	0.00	-6.13	0.04	0.08
5	1	4	5.53	1.48	0.04	5.53	-2.52	-2.03
6	4	3	5.53	2.52	-2.03	5.53	-1.48	0.04
7	4	2	4.97	0.00	0.00	4.97	0.00	0.00
8	5	4	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
9	4	6	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00

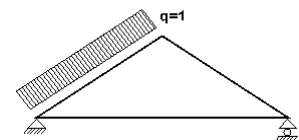
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	5.53	2.52	0.02	-5.53	-2.52	-0.08
2	5	2	5.60	2.48	0.08	-5.60	-2.48	0.00
3	6	3	5.53	-2.52	0.08	-5.53	2.52	-0.02
4	2	6	5.60	-2.48	0.00	-5.60	2.48	-0.08
5	1	4	-5.53	1.48	0.04	5.53	2.52	2.03
6	4	3	-5.53	2.52	-2.03	5.53	1.48	-0.04
7	4	2	0.00	-4.97	0.00	0.00	4.97	0.00
8	5	4	-0.07	0.03	0.00	0.07	-0.03	0.00
9	4	6	-0.07	-0.03	0.00	0.07	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 sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-4.88	0.86	0.02	-4.88	-1.33	-0.51
2	5	2	-2.52	1.33	-0.51	-2.52	-0.86	0.01
3	6	3	-2.84	-0.03	0.06	-2.84	-0.03	0.00
4	2	6	-2.89	0.03	0.00	-2.89	0.03	0.06
5	1	4	5.90	0.01	0.00	5.90	0.01	0.05
6	4	3	2.58	-0.01	0.05	2.58	-0.01	0.00
7	4	2	1.41	0.00	0.00	1.41	0.00	0.00
8	5	4	-3.56	0.00	0.00	-3.56	0.00	0.00
9	4	6	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00



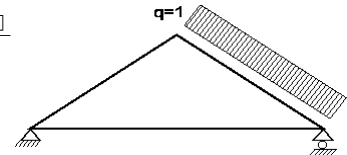
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	4.10	2.79	0.02	-5.00	-0.79	0.51
2	5	2	1.75	2.25	-0.51	-2.65	-0.25	-0.01
3	6	3	2.58	-1.19	0.06	-2.58	1.19	0.00
4	2	6	2.65	-1.16	0.00	-2.65	1.16	-0.06
5	1	4	-5.90	0.01	0.00	5.90	-0.01	-0.05
6	4	3	-2.58	-0.01	0.05	2.58	0.01	0.00
7	4	2	0.00	-1.41	0.00	0.00	1.41	0.00
8	5	4	3.25	-1.46	0.00	-3.25	1.46	0.00
9	4	6	-0.07	-0.03	0.00	0.07	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	-2.87	0.02	0.00	-2.87	0.02	0.04
2	5	2	-2.90	-0.02	0.04	-2.90	-0.02	0.00
3	6	3	-4.91	1.34	-0.53	-4.91	-0.85	0.02
4	2	6	-2.53	0.85	0.01	-2.53	-1.34	-0.53
5	1	4	0.81	0.01	0.00	0.81	0.01	0.04
6	4	3	4.13	-0.01	0.04	4.13	-0.01	0.00
7	4	2	1.43	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00
8	5	4	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
9	4	6	-3.59	0.00	0.00	-3.59	0.00	0.00

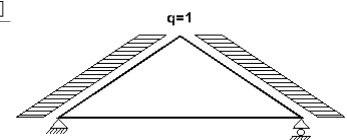
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.61	1.19	0.00	-2.61	-1.19	-0.04
2	5	2	2.65	1.17	0.04	-2.65	-1.17	0.00
3	6	3	5.03	-0.79	-0.53	-4.13	2.79	-0.02
4	2	6	2.66	-0.26	0.01	-1.76	2.26	0.53
5	1	4	-0.81	0.01	0.00	0.81	-0.01	-0.04
6	4	3	-4.13	-0.01	0.04	4.13	0.01	0.00
7	4	2	0.00	-1.43	0.00	0.00	1.43	0.00
8	5	4	-0.05	0.02	0.00	0.05	-0.02	0.00
9	4	6	3.27	1.47	0.00	-3.27	-1.47	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	3.21	0.36	0.01	1.21	-0.54	-0.20
2	5	2	2.18	0.54	-0.20	0.18	-0.36	0.01
3	6	3	-1.07	-0.59	0.31	-3.07	0.31	-0.01
4	2	6	-0.12	-0.31	-0.01	-2.12	0.59	0.31
5	1	4	5.70	0.01	0.00	5.70	0.01	0.03
6	4	3	2.93	-0.01	0.03	2.93	-0.01	0.00
7	4	2	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
8	5	4	-1.45	0.00	0.00	-1.45	0.00	0.00
9	4	6	1.58	0.00	0.00	1.58	0.00	0.00





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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-3.08	-0.99	0.01	0.88	0.99	0.20
2	5	2	-2.21	-0.40	-0.20	0.01	0.40	-0.01
3	6	3	0.73	-0.98	0.31	-2.93	0.98	0.01
4	2	6	-0.02	-0.33	-0.01	-2.18	0.33	-0.31
5	1	4	-5.70	0.01	0.00	5.70	-0.01	-0.03
6	4	3	-2.93	-0.01	0.03	2.93	0.01	0.00
7	4	2	0.00	0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00
8	5	4	1.33	-0.60	0.00	-1.33	0.60	0.00
9	4	6	-1.44	-0.65	0.00	1.44	0.65	0.00

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

**Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Gk**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-9.25	0.08	0.00	-9.25	0.08	0.17
2	5	2	-9.39	-0.08	0.17	-9.39	-0.08	0.00
3	6	3	-9.25	-0.08	0.17	-9.25	-0.08	0.00
4	2	6	-9.39	0.08	0.00	-9.39	0.08	0.17
5	1	4	8.40	0.03	0.00	8.40	0.03	0.13
6	4	3	8.40	-0.03	0.13	8.40	-0.03	0.00
7	4	2	-0.24	0.00	0.00	-0.24	0.00	0.00
8	5	4	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00
9	4	6	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00

**Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Gk**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	8.40	3.87	0.00	-8.40	-3.87	-0.17
2	5	2	8.59	3.78	0.17	-8.59	-3.78	0.00
3	6	3	8.40	-3.87	0.17	-8.40	3.87	0.00
4	2	6	8.59	-3.78	0.00	-8.59	3.78	-0.17
5	1	4	-8.40	0.03	0.00	8.40	-0.03	-0.13
6	4	3	-8.40	-0.03	0.13	8.40	0.03	0.00
7	4	2	0.00	0.24	0.00	0.00	-0.24	0.00
8	5	4	-0.19	0.09	0.00	0.19	-0.09	0.00
9	4	6	-0.19	-0.09	0.00	0.19	0.09	0.00

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

**Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk1**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-14.02	0.12	0.00	-14.02	0.12	0.26
2	5	2	-14.23	-0.12	0.26	-14.23	-0.12	0.00
3	6	3	-14.02	-0.12	0.26	-14.02	-0.12	0.00
4	2	6	-14.23	0.12	0.00	-14.23	0.12	0.26
5	1	4	12.74	0.05	0.00	12.74	0.05	0.20
6	4	3	12.74	-0.05	0.20	12.74	-0.05	0.00
7	4	2	-0.36	0.00	0.00	-0.36	0.00	0.00
8	5	4	0.32	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00
9	4	6	0.32	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00

**Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Qk1**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	12.74	5.86	0.00	-12.74	-5.86	-0.26
2	5	2	13.02	5.73	0.26	-13.02	-5.73	0.00
3	6	3	12.74	-5.86	0.26	-12.74	5.86	0.00
4	2	6	13.02	-5.73	0.00	-13.02	5.73	-0.26
5	1	4	-12.74	0.05	0.00	12.74	-0.05	-0.20
6	4	3	-12.74	-0.05	0.20	12.74	0.05	0.00
7	4	2	0.00	0.36	0.00	0.00	-0.36	0.00
8	5	4	-0.29	0.13	0.00	0.29	-0.13	0.00
9	4	6	-0.29	-0.13	0.00	0.29	0.13	0.00

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

**Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk2**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-14.02	0.12	0.00	-14.02	0.12	0.26
2	5	2	-14.23	-0.12	0.26	-14.23	-0.12	0.00
3	6	3	-14.02	-0.12	0.26	-14.02	-0.12	0.00
4	2	6	-14.23	0.12	0.00	-14.23	0.12	0.26
5	1	4	12.74	0.05	0.00	12.74	0.05	0.20
6	4	3	12.74	-0.05	0.20	12.74	-0.05	0.00
7	4	2	-0.36	0.00	0.00	-0.36	0.00	0.00
8	5	4	0.32	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00
9	4	6	0.32	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00

**Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Qk2**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	12.74	5.86	0.00	-12.74	-5.86	-0.26
2	5	2	13.02	5.73	0.26	-13.02	-5.73	0.00
3	6	3	12.74	-5.86	0.26	-12.74	5.86	0.00
4	2	6	13.02	-5.73	0.00	-13.02	5.73	-0.26
5	1	4	-12.74	0.05	0.00	12.74	-0.05	-0.20
6	4	3	-12.74	-0.05	0.20	12.74	0.05	0.00
7	4	2	0.00	0.36	0.00	0.00	-0.36	0.00
8	5	4	-0.29	0.13	0.00	0.29	-0.13	0.00
9	4	6	-0.29	-0.13	0.00	0.29	0.13	0.00

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

**Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk3**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-14.02	0.12	0.00	-14.02	0.12	0.26
2	5	2	-14.23	-0.12	0.26	-14.23	-0.12	0.00
3	6	3	-14.02	-0.12	0.26	-14.02	-0.12	0.00
4	2	6	-14.23	0.12	0.00	-14.23	0.12	0.26
5	1	4	12.74	0.05	0.00	12.74	0.05	0.20
6	4	3	12.74	-0.05	0.20	12.74	-0.05	0.00
7	4	2	-0.36	0.00	0.00	-0.36	0.00	0.00
8	5	4	0.32	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00
9	4	6	0.32	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00

**Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Qk3**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	12.74	5.86	0.00	-12.74	-5.86	-0.26
2	5	2	13.02	5.73	0.26	-13.02	-5.73	0.00
3	6	3	12.74	-5.86	0.26	-12.74	5.86	0.00
4	2	6	13.02	-5.73	0.00	-13.02	5.73	-0.26
5	1	4	-12.74	0.05	0.00	12.74	-0.05	-0.20
6	4	3	-12.74	-0.05	0.20	12.74	0.05	0.00
7	4	2	0.00	0.36	0.00	0.00	-0.36	0.00
8	5	4	-0.29	0.13	0.00	0.29	-0.13	0.00
9	4	6	-0.29	-0.13	0.00	0.29	0.13	0.00

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

**Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk4**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-2.75	0.02	0.00	-2.75	0.02	0.05
2	5	2	-2.79	-0.02	0.05	-2.79	-0.02	0.00
3	6	3	-2.75	-0.02	0.05	-2.75	-0.02	0.00
4	2	6	-2.79	0.02	0.00	-2.79	0.02	0.05
5	1	4	2.50	0.01	0.00	2.50	0.01	0.04
6	4	3	2.50	-0.01	0.04	2.50	-0.01	0.00
7	4	2	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
8	5	4	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
9	4	6	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00

**Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Qk4**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.50	1.15	0.00	-2.50	-1.15	-0.05
2	5	2	2.56	1.12	0.05	-2.56	-1.12	0.00
3	6	3	2.50	-1.15	0.05	-2.50	1.15	0.00
4	2	6	2.56	-1.12	0.00	-2.56	1.12	-0.05
5	1	4	-2.50	0.01	0.00	2.50	-0.01	-0.04
6	4	3	-2.50	-0.01	0.04	2.50	0.01	0.00
7	4	2	0.00	0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00
8	5	4	-0.06	0.03	0.00	0.06	-0.03	0.00
9	4	6	-0.06	-0.03	0.00	0.06	0.03	0.00

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

**Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk5**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-2.75	0.02	0.00	-2.75	0.02	0.05
2	5	2	-2.79	-0.02	0.05	-2.79	-0.02	0.00
3	6	3	-2.75	-0.02	0.05	-2.75	-0.02	0.00
4	2	6	-2.79	0.02	0.00	-2.79	0.02	0.05
5	1	4	2.50	0.01	0.00	2.50	0.01	0.04
6	4	3	2.50	-0.01	0.04	2.50	-0.01	0.00
7	4	2	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
8	5	4	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
9	4	6	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00

**Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Qk5**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.50	1.15	0.00	-2.50	-1.15	-0.05
2	5	2	2.56	1.12	0.05	-2.56	-1.12	0.00
3	6	3	2.50	-1.15	0.05	-2.50	1.15	0.00
4	2	6	2.56	-1.12	0.00	-2.56	1.12	-0.05
5	1	4	-2.50	0.01	0.00	2.50	-0.01	-0.04
6	4	3	-2.50	-0.01	0.04	2.50	0.01	0.00
7	4	2	0.00	0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00
8	5	4	-0.06	0.03	0.00	0.06	-0.03	0.00
9	4	6	-0.06	-0.03	0.00	0.06	0.03	0.00

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

**Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Aex**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.30	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00
2	5	2	0.30	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00
3	6	3	-0.29	0.00	0.01	-0.29	0.00	0.00
4	2	6	-0.29	0.00	0.00	-0.29	0.00	0.01
5	1	4	0.27	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00
6	4	3	0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	4	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

**Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Aex**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.27	-0.12	0.00	0.27	0.12	0.00
2	5	2	-0.27	-0.12	0.00	0.27	0.12	0.00
3	6	3	0.26	-0.12	0.01	-0.26	0.12	0.00
4	2	6	0.27	-0.12	0.00	-0.27	0.12	-0.01
5	1	4	-0.27	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00
6	4	3	-0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	4	6	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

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

**Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Aey**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
2	5	2	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
3	6	3	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
4	2	6	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
5	1	4	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
6	4	3	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	4	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Aey**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.08	0.03	0.00	-0.08	-0.03	0.00
2	5	2	0.08	0.03	0.00	-0.08	-0.03	0.00
3	6	3	0.08	-0.03	0.00	-0.08	0.03	0.00
4	2	6	0.08	-0.03	0.00	-0.08	0.03	0.00
5	1	4	-0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
6	4	3	-0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	4	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

**1.5.2. Forze interne****Forze interne, Carico, : ( Gk) Proprio Gk1 = 1.841, Gk2 = 0.000 [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	-25.50	1.58	0.03	-23.84	-2.11	-0.55	-24.79	0.00	0.77
2	5	2	-20.11	2.10	-0.55	-18.46	-1.58	0.02	-19.17	0.00	0.76
3	6	3	-23.84	2.11	-0.55	-25.50	-1.58	0.03	-24.79	0.00	0.77
4	2	6	-18.46	1.58	0.02	-20.11	-2.10	-0.55	-19.17	0.00	0.76
5	1	4	22.61	0.08	0.01	22.61	0.08	0.31	22.61	0.08	0.16
6	4	3	22.61	-0.08	0.31	22.61	-0.08	0.01	22.61	-0.08	0.16
7	4	2	4.46	0.00	0.00	4.46	0.00	0.00	4.46	0.00	0.00
8	5	4	-5.62	0.00	0.00	-5.62	0.00	0.00	-5.62	0.00	0.00
9	4	6	-5.62	0.00	0.00	-5.62	0.00	0.00	-5.62	0.00	0.00

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

**Forze interne, Carico, : (Qk1) Neve QksL= 3.108, QksR= 3.108 [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	-39.03	2.42	0.04	-36.48	-3.24	-0.85	-37.94	0.00	1.18
2	5	2	-30.74	3.24	-0.86	-28.19	-2.43	0.03	-29.28	0.00	1.17
3	6	3	-36.48	3.24	-0.85	-39.03	-2.42	0.04	-37.94	0.00	1.18
4	2	6	-28.19	2.43	0.03	-30.74	-3.24	-0.86	-29.28	0.00	1.17
5	1	4	34.60	0.12	0.01	34.60	0.12	0.47	34.60	0.12	0.24
6	4	3	34.60	-0.12	0.47	34.60	-0.12	0.01	34.60	-0.12	0.24
7	4	2	6.88	0.00	0.00	6.88	0.00	0.00	6.88	0.00	0.00
8	5	4	-8.66	0.00	0.00	-8.66	0.00	0.00	-8.66	0.00	0.00
9	4	6	-8.66	0.00	0.00	-8.66	0.00	0.00	-8.66	0.00	0.00

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

**Forze interne, Carico, : (Qk2) Neve QksL= 1.554, QksR= 3.108 [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	-30.19	1.31	0.02	-28.91	-1.53	-0.21	-29.64	0.10	0.68
2	5	2	-26.21	1.52	-0.22	-24.94	-1.31	0.01	-25.49	-0.10	0.67
3	6	3	-32.82	3.28	-0.94	-35.37	-2.39	0.04	-34.27	0.04	1.15
4	2	6	-24.46	2.39	0.03	-27.01	-3.28	-0.94	-25.55	-0.04	1.14
5	1	4	26.99	0.10	0.01	26.99	0.10	0.41	26.99	0.10	0.21
6	4	3	31.27	-0.10	0.41	31.27	-0.10	0.01	31.27	-0.10	0.21
7	4	2	5.07	0.00	0.00	5.07	0.00	0.00	5.07	0.00	0.00
8	5	4	-4.07	0.00	0.00	-4.07	0.00	0.00	-4.07	0.00	0.00
9	4	6	-8.76	0.00	0.00	-8.76	0.00	0.00	-8.76	0.00	0.00

**Forze interne, Carico, : (Qk3) Neve QksL= 3.108, QksR= 1.554 [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	-35.37	2.39	0.04	-32.82	-3.28	-0.94	-34.27	-0.04	1.15
2	5	2	-27.01	3.28	-0.94	-24.46	-2.39	0.03	-25.55	0.04	1.14
3	6	3	-28.91	1.53	-0.21	-30.19	-1.53	0.02	-29.64	-0.10	0.68
4	2	6	-24.94	1.31	0.01	-26.21	-1.52	-0.22	-25.49	0.10	0.67
5	1	4	31.27	0.10	0.01	31.27	0.10	0.41	31.27	0.10	0.21
6	4	3	26.99	-0.10	0.41	26.99	-0.10	0.01	26.99	-0.10	0.21
7	4	2	5.07	0.00	0.00	5.07	0.00	0.00	5.07	0.00	0.00
8	5	4	-8.76	0.00	0.00	-8.76	0.00	0.00	-8.76	0.00	0.00
9	4	6	-4.07	0.00	0.00	-4.07	0.00	0.00	-4.07	0.00	0.00

**Forze interne, Carico, : (Qk4) Vento QkwL=-0.533, QkwR=-0.781 [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	2.09	-0.45	-0.01	2.09	0.72	0.29	2.09	0.05	-0.20
2	5	2	0.82	-0.72	0.29	0.82	0.45	0.00	0.82	-0.05	-0.19
3	6	3	2.60	-1.06	0.43	2.60	0.66	-0.01	2.60	-0.08	-0.28
4	2	6	0.72	-0.66	-0.01	0.72	1.06	0.43	0.72	0.08	-0.28
5	1	4	-1.28	0.00	0.00	-1.28	0.00	-0.02	-1.28	0.00	-0.01
6	4	3	-2.10	0.00	-0.02	-2.10	0.00	0.00	-2.10	0.00	-0.01
7	4	2	-1.94	0.00	0.00	-1.94	0.00	0.00	-1.94	0.00	0.00
8	5	4	1.92	0.00	0.00	1.92	0.00	0.00	1.92	0.00	0.00
9	4	6	2.82	0.00	0.00	2.82	0.00	0.00	2.82	0.00	0.00

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

**Forze interne, Carico, : (Qk5) Vento QkwL=-0.781, QkwR=-0.533 [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	2.59	-0.66	-0.01	2.59	1.05	0.42	2.59	0.07	-0.29
2	5	2	0.72	-1.05	0.42	0.72	0.66	-0.01	0.72	-0.08	-0.28
3	6	3	2.08	-0.72	0.28	2.08	0.45	-0.01	2.08	-0.05	-0.20
4	2	6	0.81	-0.45	0.00	0.81	0.72	0.28	0.81	0.05	-0.20
5	1	4	-2.54	0.00	0.00	-2.54	0.00	-0.02	-2.54	0.00	-0.01
6	4	3	-1.71	0.00	-0.02	-1.71	0.00	0.00	-1.71	0.00	-0.01
7	4	2	-1.93	0.00	0.00	-1.93	0.00	0.00	-1.93	0.00	0.00
8	5	4	2.82	0.00	0.00	2.82	0.00	0.00	2.82	0.00	0.00
9	4	6	1.91	0.00	0.00	1.91	0.00	0.00	1.91	0.00	0.00

**Forze interne, Carico, : (Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.295 [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	-10.42	0.96	0.02	-9.36	-1.40	-0.46	-9.97	-0.05	0.45
2	5	2	-6.88	1.40	-0.47	-5.82	-0.96	0.01	-6.27	0.05	0.44
3	6	3	-9.36	1.40	-0.46	-10.42	-0.96	0.02	-9.97	0.05	0.45
4	2	6	-5.82	0.96	0.01	-6.88	-1.40	-0.47	-6.27	-0.05	0.44
5	1	4	9.11	0.03	0.00	9.11	0.03	0.11	9.11	0.03	0.06
6	4	3	9.11	-0.03	0.11	9.11	-0.03	0.00	9.11	-0.03	0.06
7	4	2	3.01	0.00	0.00	3.01	0.00	0.00	3.01	0.00	0.00
8	5	4	-3.74	0.00	0.00	-3.74	0.00	0.00	-3.74	0.00	0.00
9	4	6	-3.74	0.00	0.00	-3.74	0.00	0.00	-3.74	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	0.75	0.05	0.00	0.47	-0.08	-0.03	0.63	0.00	0.02
2	5	2	0.60	0.08	-0.03	0.32	-0.05	0.00	0.44	0.00	0.02
3	6	3	-0.44	-0.09	0.05	-0.72	0.04	0.00	-0.60	-0.01	-0.01
4	2	6	-0.31	-0.04	0.00	-0.59	0.09	0.05	-0.43	0.01	-0.01
5	1	4	1.07	0.00	0.00	1.07	0.00	0.01	1.07	0.00	0.00
6	4	3	0.67	0.00	0.01	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00
7	4	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
8	5	4	-0.20	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00
9	4	6	0.23	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.23	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	-0.22	0.01	0.00	-0.21	-0.02	0.00	-0.21	0.00	0.01
2	5	2	-0.17	0.02	0.00	-0.16	-0.01	0.00	-0.17	0.00	0.01
3	6	3	-0.21	0.02	0.00	-0.22	-0.01	0.00	-0.21	0.00	0.01
4	2	6	-0.16	0.01	0.00	-0.17	-0.02	0.00	-0.17	0.00	0.01
5	1	4	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
6	4	3	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
7	4	2	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
8	5	4	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00
9	4	6	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00

**1.5.3. Sforzi all'estremità dell'elemento****Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: ( Gk) Proprio  $Gk1 = 1.841$ ,  $Gk2 = 0.000$  [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	22.61	11.90	0.03	-22.61	-7.86	0.55
2	5	2	17.48	10.17	-0.55	-17.48	-6.13	-0.02
3	6	3	22.61	-7.86	-0.55	-22.61	11.90	-0.03
4	2	6	17.48	-6.13	0.02	-17.48	10.17	0.55
5	1	4	-22.61	0.08	0.01	22.61	-0.08	-0.31
6	4	3	-22.61	-0.08	0.31	22.61	0.08	-0.01
7	4	2	0.00	-4.46	0.00	0.00	4.46	0.00
8	5	4	5.13	-2.31	0.00	-5.13	2.31	0.00
9	4	6	5.13	2.31	0.00	-5.13	-2.31	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk1) Neve  $QksL= 3.108$ ,  $QksR= 3.108$  [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	34.60	18.23	0.04	-34.60	-12.01	0.85
2	5	2	26.70	15.56	-0.86	-26.70	-9.35	-0.03
3	6	3	34.60	-12.01	-0.85	-34.60	18.23	-0.04
4	2	6	26.70	-9.35	0.03	-26.70	15.56	0.86
5	1	4	-34.60	0.12	0.01	34.60	-0.12	-0.47
6	4	3	-34.60	-0.12	0.47	34.60	0.12	-0.01
7	4	2	0.00	-6.88	0.00	0.00	6.88	0.00
8	5	4	7.90	-3.55	0.00	-7.90	3.55	0.00
9	4	6	7.90	3.55	0.00	-7.90	-3.55	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk2) Neve  $QksL= 1.554$ ,  $QksR= 3.108$  [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	26.99	13.58	0.02	-26.99	-10.47	0.21
2	5	2	23.28	12.14	-0.22	-23.28	-9.03	-0.01
3	6	3	31.27	-10.47	-0.94	-31.27	16.69	-0.04
4	2	6	23.28	-7.85	0.03	-23.28	14.07	0.94
5	1	4	-26.99	0.10	0.01	26.99	-0.10	-0.41
6	4	3	-31.27	-0.10	0.41	31.27	0.10	-0.01
7	4	2	0.00	-5.07	0.00	0.00	5.07	0.00
8	5	4	3.71	-1.67	0.00	-3.71	1.67	0.00
9	4	6	7.99	3.60	0.00	-7.99	-3.60	0.00

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



**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk3) Neve QksL= 3.108, QksR= 1.554[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	31.27	16.69	0.04	-31.27	-10.47	0.94
2	5	2	23.28	14.07	-0.94	-23.28	-7.85	-0.03
3	6	3	26.99	-10.47	-0.21	-26.99	13.58	-0.02
4	2	6	23.28	-9.03	0.01	-23.28	12.14	0.22
5	1	4	-31.27	0.10	0.01	31.27	-0.10	-0.41
6	4	3	-26.99	-0.10	0.41	26.99	0.10	-0.01
7	4	2	0.00	-5.07	0.00	0.00	5.07	0.00
8	5	4	7.99	-3.60	0.00	-7.99	3.60	0.00
9	4	6	3.71	1.67	0.00	-3.71	-1.67	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk4) Vento QkwL=-0.533, QkwR=-0.781[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-1.72	-1.27	-0.01	2.20	0.20	-0.29
2	5	2	-0.45	-0.99	0.29	0.93	-0.08	0.00
3	6	3	-2.80	0.10	0.43	2.10	-1.66	0.01
4	2	6	-0.93	-0.30	-0.01	0.23	-1.26	-0.43
5	1	4	1.28	0.00	0.00	-1.28	0.00	0.02
6	4	3	2.10	0.00	-0.02	-2.10	0.00	0.00
7	4	2	0.00	1.94	0.00	0.00	-1.94	0.00
8	5	4	-1.75	0.79	0.00	1.75	-0.79	0.00
9	4	6	-2.57	-1.16	0.00	2.57	1.16	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk5) Vento QkwL=-0.781, QkwR=-0.533[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-2.09	-1.66	-0.01	2.79	0.10	-0.42
2	5	2	-0.23	-1.26	0.42	0.93	-0.31	0.01
3	6	3	-2.19	0.20	0.28	1.71	-1.27	0.01
4	2	6	-0.93	-0.08	0.00	0.45	-0.99	-0.28
5	1	4	2.54	0.00	0.00	-2.54	0.00	0.02
6	4	3	1.71	0.00	-0.02	-1.71	0.00	0.00
7	4	2	0.00	1.93	0.00	0.00	-1.93	0.00
8	5	4	-2.57	1.16	0.00	2.57	-1.16	0.00
9	4	6	-1.75	-0.79	0.00	1.75	0.79	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.295[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	9.11	5.15	0.02	-9.11	-2.56	0.46
2	5	2	5.70	4.10	-0.47	-5.70	-1.51	-0.01
3	6	3	9.11	-2.56	-0.46	-9.11	5.15	-0.02
4	2	6	5.70	-1.51	0.01	-5.70	4.10	0.47
5	1	4	-9.11	0.03	0.00	9.11	-0.03	-0.11
6	4	3	-9.11	-0.03	0.11	9.11	0.03	0.00
7	4	2	0.00	-3.01	0.00	0.00	3.01	0.00
8	5	4	3.41	-1.53	0.00	-3.41	1.53	0.00
9	4	6	3.41	1.53	0.00	-3.41	-1.53	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.70	-0.26	0.00	0.40	0.26	0.03
2	5	2	-0.58	-0.18	-0.03	0.27	0.18	0.00
3	6	3	0.37	-0.26	0.05	-0.67	0.26	0.00
4	2	6	0.27	-0.16	0.00	-0.57	0.16	-0.05
5	1	4	-1.07	0.00	0.00	1.07	0.00	-0.01
6	4	3	-0.67	0.00	0.01	0.67	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
8	5	4	0.18	-0.08	0.00	-0.18	0.08	0.00
9	4	6	-0.21	-0.09	0.00	0.21	0.09	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.19	0.10	0.00	-0.19	-0.07	0.00
2	5	2	0.15	0.09	0.00	-0.15	-0.05	0.00
3	6	3	0.19	-0.07	0.00	-0.19	0.10	0.00
4	2	6	0.15	-0.05	0.00	-0.15	0.09	0.00
5	1	4	-0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
6	4	3	-0.19	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00
7	4	2	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00
8	5	4	0.04	-0.02	0.00	-0.04	0.02	0.00
9	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)

**1.5.4. 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	-2.01	-3.07	-2.61	-2.61	0.15	0.16	-2.19
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-2.04	-3.13	-2.65	-2.65	0.16	0.18	-2.26
5	-1.86	-2.84	-2.29	-2.49	0.16	0.21	-2.09
6	-1.86	-2.84	-2.49	-2.29	0.19	0.17	-2.18

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

nodo	reaz.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.45	0.45	0.00
1	Fy	11.98	18.34	13.68	16.79	-1.27	-1.67	5.18
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	11.98	18.34	16.79	13.68	-1.67	-1.27	5.18

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

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
( Gk) Proprio Gk1 = 1.841, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 3.108, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.554, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 3.108, QksR= 1.554	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.533, QkwR=-0.781	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.781, QkwR=-0.533	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.295	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				

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

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g.Gk$	Permanente	0.60	0.000	15.570	0.000	25.951	
2	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk1$	Breve	0.90	0.000	43.084	0.000	47.871	
3	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk2$	Breve	0.90	0.000	36.091	0.000	40.101	
4	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk3$	Breve	0.90	0.000	40.752	0.000	45.281	
5	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4$	Breve	0.90	-0.669	13.663	-0.743	15.181	
6	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5$	Breve	0.90	0.669	13.070	0.743	14.523	
7	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki$	Breve	0.90	0.000	23.340	0.000	25.934	
8	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.401	41.939	-0.446	46.599	
9	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.401	41.583	0.446	46.204	
10	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.401	34.946	-0.446	38.829	
11	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.401	34.590	0.446	38.434	
12	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk3+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.401	39.608	-0.446	44.009	
13	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk3+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.401	39.252	0.446	43.614	
14	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4+\gamma_q.\psi_0.Qk1$	Breve	0.90	-0.669	32.922	-0.743	36.580	
15	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4+\gamma_q.\psi_0.Qk2$	Breve	0.90	-0.669	28.027	-0.743	31.141	
16	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4+\gamma_q.\psi_0.Qk3$	Breve	0.90	-0.669	31.290	-0.743	34.767	
17	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5+\gamma_q.\psi_0.Qk1$	Breve	0.90	0.669	32.329	0.743	35.922	
18	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5+\gamma_q.\psi_0.Qk2$	Breve	0.90	0.669	27.434	0.743	30.483	
19	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5+\gamma_q.\psi_0.Qk3$	Breve	0.90	0.669	30.698	0.743	34.109	
20	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.401	41.455	-0.446	46.061	
21	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.401	41.100	0.446	45.666	
22	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.401	36.560	-0.446	40.622	
23	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.401	36.204	0.446	40.227	
24	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk3+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.401	39.823	-0.446	44.248	
25	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk3+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.401	39.468	0.446	43.853	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	2.094	16.324	2.094	16.324	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	15.781	0.000	15.781	
	Valori massimi				2.094	43.084	2.094	47.871
28	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4$ , (EQU)	Breve	0.90	-0.669	8.872	-0.743	9.858	
29	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5$ , (EQU)	Breve	0.90	0.669	8.279	0.743	9.199	

**1.6.2. 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	15.571	0.000	25.951	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.000	43.084	0.000	47.871	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.000	40.753	0.000	45.281	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.000	36.091	0.000	40.101	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.000	13.071	0.000	14.523	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.000	13.663	0.000	15.181	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.000	23.341	0.000	25.934	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	41.584	-0.001	46.205	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	41.940	-0.001	46.600	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	39.253	0.000	43.615	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	39.609	0.000	44.010	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	34.591	0.000	38.435	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	34.947	0.000	38.830	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	32.330	0.000	35.922	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	30.698	0.000	34.109	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	27.435	0.000	30.483	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	32.923	0.000	36.581	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	31.291	0.000	34.768	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	28.027	0.000	31.142	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.001	41.100	-0.001	45.667	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.001	41.456	-0.001	46.062	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	39.469	-0.001	43.854	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	39.824	-0.001	44.249	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	36.205	-0.001	40.228	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	36.561	-0.001	40.623	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	15.784	0.000	15.784	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	15.781	0.000	15.781	
	Valori massimi				0.001	43.084	0.001	47.871
28	yg.Gk+yq.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	8.280	0.000	9.200	
29	yg.Gk+yq.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	8.872	0.000	9.858	

**1.7. Stato limite di servizio****1.7.1. 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 = 1.841, Gk2 = 0.000	-2.044	Permanente	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	QksL= 3.108, QksR= 3.108	-3.127	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk2) Neve	QksL= 1.554, QksR= 3.108	-2.649	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk3) Neve	QksL= 3.108, QksR= 1.554	-2.649	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk4) Vento	QkwL=-0.533, QkwR=-0.781	0.162	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	
(Qk5) Vento	QkwL=-0.781, QkwR=-0.533	0.180	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	2.044	3.271
2 Gk + Qk1	5.171	6.773
3 Gk + Qk2	4.693	6.237
4 Gk + Qk3	4.693	6.237
5 Gk + Qk4	2.044	3.271
6 Gk + Qk5	2.044	3.271
7 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk4	5.171	6.773
8 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk5	5.171	6.773
9 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk4	4.693	6.237
10 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk5	4.693	6.237
11 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk4	4.693	6.237
12 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk5	4.693	6.237
13 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk1	4.233	5.835
14 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk2	3.898	5.443
15 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk3	3.898	5.443
16 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk1	4.233	5.835
17 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk2	3.898	5.443
18 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk3	3.898	5.443

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

**Massimi valori della freccia nel nodo 4**

$w_{inst} = 5.171$  mm,  $w_{fin} = 6.773$  mm

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

$w_{inst} = 5.171$  mm <  $L/300=8000/300= 26.667$  mm

$w_{net,fin} = 6.773$  mm <  $L/250=8000/250= 32.000$  mm

$w_{fin} = 6.773$  mm <  $L/150=8000/150= 53.333$  mm

La verifica è soddisfatta

**1.7.2. 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 = 1.841, Gk2 = 0.000		0.227	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 3.108, QksR= 3.108		0.384	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 1.554, QksR= 3.108		0.192	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 3.108, QksR= 1.554		0.384	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL=-0.533, QkwR=-0.781		-0.072	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.781, QkwR=-0.533		-0.106	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.227	0.364
2 Gk + Qk1	0.611	0.794
3 Gk + Qk2	0.419	0.579
4 Gk + Qk3	0.611	0.794
5 Gk + Qk4	0.227	0.364
6 Gk + Qk5	0.227	0.364
7 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk4	0.611	0.794
8 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk5	0.611	0.794
9 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk4	0.419	0.579
10 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk5	0.419	0.579
11 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk4	0.611	0.794
12 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk5	0.611	0.794
13 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk1	0.496	0.679
14 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk2	0.362	0.521
15 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk3	0.496	0.679
16 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk1	0.496	0.679
17 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk2	0.362	0.521
18 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk3	0.496	0.679

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

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

$w_{inst} = 0.611$  mm,  $w_{fin} = 0.794$  mm

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

$w_{inst} = 0.611$  mm <  $L/300 = 2193/300 = 7.311$  mm

$w_{net,fin} = 0.794$  mm <  $L/250 = 2193/250 = 8.773$  mm

$w_{fin} = 0.794$  mm <  $L/150 = 2193/150 = 14.621$  mm

La verifica è soddisfatta

**1.8. 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	14.67629	0.06814
2	34.41583	0.02906
3	37.62569	0.02658
4	39.55669	0.02528
5	41.62712	0.02402
6	60.46521	0.01654

**1.9. Stato limite ultimo****1.9.1. 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 = 1.841, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 3.108, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.554, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 3.108, QksR= 1.554	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.533, QkwR=-0.781	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.781, QkwR=-0.533	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.295	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	-55.251	0.000	4.565	1.666
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-101.883	0.000	8.451	3.079
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-95.777	0.000	8.513	3.020
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-95.778	0.000	8.512	3.020
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-36.834	0.000	3.043	1.110
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-36.834	0.000	3.043	1.110
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-54.202	0.000	5.378	1.852
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-101.883	0.000	8.451	3.079
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-101.883	0.000	8.451	3.079
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-95.777	0.000	8.513	3.020
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-95.777	0.000	8.513	3.020
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-95.778	0.000	8.512	3.020
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-95.778	0.000	8.512	3.020
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-82.368	0.000	6.828	2.489
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-78.094	0.000	6.872	2.447
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-78.095	0.000	6.872	2.447
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-82.368	0.000	6.828	2.489
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-78.094	0.000	6.872	2.447
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-78.095	0.000	6.872	2.447
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	-99.737	0.000	9.163	3.231
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	-99.737	0.000	9.163	3.231
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	-95.462	0.000	9.207	3.189
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	-95.462	0.000	9.207	3.189
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	-95.463	0.000	9.207	3.189
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	-95.463	0.000	9.207	3.189
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-22.684	0.000	1.888	0.685
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-22.350	0.000	1.849	0.674
	Valori massimi			-101.883	0.000	9.207	3.231

**1.9.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4****Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 9****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-91.695 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)fc0k=26.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-91.695 kN,  $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 91.695 / 16875 = 5.43$  N/mm<sup>2</sup> < 15.60 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=8.286 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x75=50 mm, h=225 mm, A= 11 250 mm<sup>2</sup>

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

fvk=4.00 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.90x4.00/1.50=2.40N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fv=8.286 kN, fv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x8.286/11250=1.10N/mm<sup>2</sup> < 2.40N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21****Flessione, Myd=2.908 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.328E+005mm<sup>3</sup>, Wz=2.109E+005mm<sup>3</sup>

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

fmyk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>fmzk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.908/6.328E+005= 4.59 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.191+0.000= 0.19 &lt; 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.134+0.000= 0.13 &lt; 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 9****Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-91.695kN, Myd=2.772kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.328E+005mm<sup>3</sup>, Wz=2.109E+005mm<sup>3</sup>

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

fc0k=26.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x26.00/1.50=15.60N/mm<sup>2</sup>fmyk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>fmzk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>

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

sc0d=Fc0d/Anetto=1000x91.695/16875= 5.43 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.772/6.328E+005= 4.38 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>(sc0d/fc0d)<sup>2</sup>+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.121+0.182+0.000= 0.30 < 1 (EC5 Eq.6.19)(sc0d/fc0d)<sup>2</sup>+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.121+0.128+0.000= 0.25 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21****Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-89.763kN, Myd=2.908kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.328E+005mm<sup>3</sup>, Wz=2.109E+005mm<sup>3</sup>

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

fc0k=26.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x26.00/1.50=15.60N/mm<sup>2</sup>fmyk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>fmzk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>

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

sc0d=Fc0d/Anetto=1000x89.763/16875= 5.32 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.908/6.328E+005= 4.59 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>(sc0d/fc0d)<sup>2</sup>+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.116+0.191+0.000= 0.31 < 1 (EC5 Eq.6.19)(sc0d/fc0d)<sup>2</sup>+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.116+0.134+0.000= 0.25 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 9****Stabilità a pressoflessione,  $F_{c0d}=-91.695\text{kN}$ ,  $M_{yd}=2.772\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare,  $b=75\text{mm}$ ,  $h=225\text{mm}$ ,  $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.90$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$ ,  $E_{005}=10900\text{N/mm}^2$  $f_{c0k}=26.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 26.00/1.50=15.60\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=40.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 40.00/1.50=24.00\text{N/mm}^2$  $f_{mk}=40.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 40.00/1.50=24.00\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 91.695/16875= 5.43\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 2.772/6.328\text{E}+005= 4.38\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/2.109\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky}=1.00\times 2.193=2.193\text{ m}=2193\text{ mm}$  (più sfavorevole) $S_{kz}=0.14\times 2.193=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$  (lunghezza efficace/lunghezza totale= $0.30/2.19=0.14$ )Snellezza $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 225=65\text{ mm}$ ,  $\lambda_y=2193/65=33.74$  $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 75=22\text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/22=13.64$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=94.50\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}=0.52$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=578.23\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}=0.21$  (EC5 Eq.6.22) $\beta_c=0.20$  (legno lamellare) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.66$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.943$  (Eq.6.27 6.25) $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=1.000$  (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.369+0.182+0.000=0.55 < 1$  (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.348+0.128+0.000=0.48 < 1$  (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21****Stabilità a pressoflessione,  $F_{c0d}=-89.763\text{kN}$ ,  $M_{yd}=2.908\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare,  $b=75\text{mm}$ ,  $h=225\text{mm}$ ,  $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.90$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$ ,  $E_{005}=10900\text{N/mm}^2$  $f_{c0k}=26.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 26.00/1.50=15.60\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=40.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 40.00/1.50=24.00\text{N/mm}^2$  $f_{mk}=40.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 40.00/1.50=24.00\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 89.763/16875= 5.32\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 2.908/6.328\text{E}+005= 4.59\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/2.109\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky}=1.00\times 2.193=2.193\text{ m}=2193\text{ mm}$  (più sfavorevole) $S_{kz}=0.14\times 2.193=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$  (lunghezza efficace/lunghezza totale= $0.30/2.19=0.14$ )Snellezza $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 225=65\text{ mm}$ ,  $\lambda_y=2193/65=33.74$  $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 75=22\text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/22=13.64$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=94.50\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}=0.52$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=578.23\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}=0.21$  (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c = 0.20$  (legno lamellare)  
 $k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.66$ ,  $K_{cy} = 1/(k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.943$  (Eq. 6.27 6.25)  
 $k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50$ ,  $K_{cz} = 1/(k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1.000$  (Eq. 6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_{m, \sigma mzd}/f_{mzd} = 0.362 + 0.191 + 0.000 = 0.55 < 1$  (EC5 Eq. 6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{m, \sigma myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.341 + 0.134 + 0.000 = 0.47 < 1$  (EC5 Eq. 6.24)

La verifica è soddisfatta

#### **Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21**

**Stabilità laterale, Myd=2.908 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare,  $b=75\text{mm}$ ,  $h=225\text{mm}$ ,  $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$

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

$f_{c0k}=26.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M = 0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60\text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=40.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00\text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=40.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00\text{ N/mm}^2$

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

$\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my, netto} = 1\text{E}+06 \times 2.908 / 6.328\text{E}+005 = 4.59\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz, netto} = 1\text{E}+06 \times 0.000 / 2.109\text{E}+005 = 0.00\text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione  $S_k$

$S_{ky} = 1.00 \times 2.193 = 2.193\text{ m} = 2193\text{ mm}$  (più sfavorevole)

$S_{kz} = 0.14 \times 2.193 = 0.300\text{ m} = 300\text{ mm}$  (lunghezza efficace/lunghezza totale =  $0.30/2.19 = 0.14$ )

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65\text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 2193/65 = 33.74$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22\text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 300/22 = 13.64$

$\sigma_{m, crit} = M_{ycrit}/W_y = \pi \sqrt{(E005 \cdot I_z \cdot G005 \cdot I_{tor}) / (L_{ef} \cdot W_y)} = 96.39\text{ N/mm}^2$  (EC5 Eq. 6.31)

$\sigma_{m, crit} = M_{ycrit}/W_y = \pi \sqrt{(E005 \cdot I_z \cdot G005 \cdot I_{tor}) / (L_{ef} \cdot W_y)} = 5707.56\text{ N/mm}^2$  (EC5 Eq. 6.31)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crity} = 96.39\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel, my} = \sqrt{(f_{myk}/\sigma_{m, crity})} = 0.64$  (EC5 Eq. 6.30)

$\sigma_{m, critz} = 5707.56\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel, mz} = \sqrt{(f_{mzk}/\sigma_{m, critz})} = 0.08$  (EC5 Eq. 6.30)

$\lambda_{rel, my} = 0.64$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crity} = 1.00$  (EC5 Eq. 6.34)

$\lambda_{rel, mz} = 0.08$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{critz} = 1.00$  (EC5 Eq. 6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_{m, \sigma mzd}/(K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.191 + 0.000 = 0.19 < 1$  (EC5 Eq. 6.33)

$K_{m, \sigma myd}/(K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd}/(K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.134 + 0.000 = 0.13 < 1$  (EC5 Eq. 6.33)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.841, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 3.108, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.554, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 3.108, QksR= 1.554	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.533, QkwR=-0.781	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.781, QkwR=-0.533	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.295	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	48.983	0.163	0.672	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	90.317	0.301	1.238	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	84.775	0.275	1.124	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	84.776	0.275	1.124	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	32.656	0.109	0.448	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	32.656	0.109	0.448	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	47.837	0.154	0.638	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	90.317	0.301	1.238	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	90.317	0.301	1.238	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	84.775	0.275	1.124	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	84.775	0.275	1.124	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	84.776	0.275	1.124	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	84.776	0.275	1.124	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	73.019	0.243	1.001	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	69.139	0.225	0.922	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	69.140	0.225	0.922	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	73.019	0.243	1.001	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	69.139	0.225	0.922	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	69.140	0.225	0.922	
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	88.200	0.289	1.191	
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	88.200	0.289	1.191	
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	84.320	0.270	1.111	
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	84.320	0.270	1.111	
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	84.321	0.270	1.111	
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	84.321	0.270	1.111	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	20.395	0.067	0.274	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	19.814	0.066	0.272	
	Valori massimi				0.000	90.317	0.301	1.238

**1.9.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 5, 6****Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 9****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=81.286 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)ft0k=24.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Ft0d=81.286 kN,  $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 81.286 / 16875 = 4.82$  N/mm<sup>2</sup> < 14.40 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, combinazione di carico No 9****Flessione, Myd=1.115 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.328E+005mm<sup>3</sup>, Wz=2.109E+005mm<sup>3</sup>

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

fmyk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>fmzk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.115/6.328E+005= 1.76 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.073+0.000= 0.07 &lt; 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.051+0.000= 0.05 &lt; 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

**Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 9****Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=81.286kN, Myd=1.115kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.328E+005mm<sup>3</sup>, Wz=2.109E+005mm<sup>3</sup>

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

ft0k=24.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm<sup>2</sup>fmyk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>fmzk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x81.286/16875= 4.82 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.115/6.328E+005= 1.76 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.335+0.073+0.000= 0.41 &lt; 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.335+0.051+0.000= 0.39 &lt; 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

**Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 9****Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=81.286kN, Myd=1.115kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.328E+005mm<sup>3</sup>, Wz=2.109E+005mm<sup>3</sup>

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

ft0k=24.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm<sup>2</sup>fmyk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>fmzk=40.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm<sup>2</sup>

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x81.286/16875= 4.82 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.115/6.328E+005= 1.76 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.335+0.073+0.000= 0.41 &lt; 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.335+0.051+0.000= 0.39 &lt; 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

**1.9.5. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi:** 7

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.841, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 3.108, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.554, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 3.108, QksR= 1.554	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.533, QkwR=-0.781	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.781, QkwR=-0.533	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.295	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	9.672	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	17.909	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	14.894	0.004	0.008
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	14.894	0.004	0.008
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	3.214	0.001	0.001
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	6.448	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	11.472	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	15.969	0.000	0.001
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	17.909	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	14.894	0.004	0.008
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	12.961	0.005	0.009
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	12.954	0.005	0.009
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	14.894	0.004	0.008
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	11.237	0.001	0.001
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	9.127	0.002	0.004
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	9.127	0.004	0.007
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	14.471	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	12.360	0.003	0.005
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	12.360	0.003	0.005
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	17.554	0.000	0.001
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	19.495	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	17.384	0.003	0.005
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	15.451	0.003	0.006
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	15.444	0.003	0.006
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	17.384	0.003	0.005
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	3.884	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	3.918	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	19.495	0.005 0.009

**1.9.6. Verifica della sezione Elementi:** 7**Elementi:** 7, **combinazione di carico No 21****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=17.545 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)ft0k=24.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Ft0d=17.545 kN,  $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 17.545 / 16875 = 1.04$  N/mm<sup>2</sup> < 14.40 N/mm<sup>2</sup> = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

**1.9.7. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi:** 8, 9

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.841, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 3.108, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.554, QksR= 3.108	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 3.108, QksR= 1.554	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.533, QkwR=-0.781	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.781, QkwR=-0.533	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.295	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	-12.182	0.000	0.000	0.001
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-22.554	0.000	0.001	0.002
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-22.722	0.000	0.001	0.002
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-22.723	0.000	0.001	0.002
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.122	0.000	0.000	0.001
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.122	0.000	0.000	0.001
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-14.354	0.000	0.000	0.001
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-22.554	0.000	0.001	0.002
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-22.554	0.000	0.001	0.002
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-22.722	0.000	0.001	0.002
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-22.722	0.000	0.001	0.002
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-22.723	0.000	0.001	0.002
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-22.723	0.000	0.001	0.002
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-18.224	0.000	0.000	0.001
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-18.342	0.000	0.000	0.001
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-18.343	0.000	0.000	0.001
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-18.224	0.000	0.000	0.001
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-18.342	0.000	0.000	0.001
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-18.343	0.000	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	-24.456	0.000	0.001	0.002
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	-24.456	0.000	0.001	0.002
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	-24.574	0.000	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	-24.574	0.000	0.001	0.002
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	-24.575	0.000	0.001	0.002
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	-24.575	0.000	0.001	0.002
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-5.038	0.000	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.934	0.000	0.000	0.000
	Valori massimi				-24.575	0.000	0.001 0.002

**1.9.8. Verifica della sezione Elementi:** 8, 9**Elementi:** 8, 9, **combinazione di carico No 25****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-22.117 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)fc0k=26.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-22.117 kN, oc0d=Fc0d/Anetto=1000x22.117/16875=1.31N/mm<sup>2</sup> < 15.60N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

**Elementi: 8, 9 , combinazione di carico No 25****Stabilità,  $F_{c0d} = -22.117 \text{ kN}$  (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare,  $b=75\text{mm}$ ,  $h=225\text{mm}$ ,  $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$ ,  $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.90$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$ ,  $E_{005}=10900\text{N/mm}^2$  $f_{c0k}=26.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=40.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=40.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 22.117 / 16875 = 1.31 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky}=1.00 \times 2.193 = 2.193 \text{ m} = 2193 \text{ mm}$  (più sfavorevole) $S_{kz}=1.00 \times 2.193 = 2.193 \text{ m} = 2193 \text{ mm}$  (più sfavorevole)Snellezza $i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 2193 / 65 = 33.74$  $i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 2193 / 22 = 99.69$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 94.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.52$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 10.82 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 1.55$  (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$  (legno lamellare) $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.66$ ,  $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.943$  (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 1.83$ ,  $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 0.358$  (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.09 < 1$  (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.23 < 1$  (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta



### 1.10. Progetto delle unioni

#### 1.10.1. 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  $d=75.0$  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)

$f_{hk}=0.082(1-0.01d) \rho_k = 43.30\text{N/mm}^2$ , ( $\rho_k=550\text{kg/m}^3$ ,  $d=4.0$  mm) (EN1995-1-1 Eq.8.32)

##### Azione permanente

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

$t_2=23.7$  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))

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.099 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.956 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 2.010 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone  $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.60 \times 1.956 / 1.50 = 3.129 \text{ kN}$

##### Azione di lunga durata

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

$t_2=23.7$  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))

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.099 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.956 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 2.010 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone  $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.80 \times 1.956 / 1.50 = 4.172 \text{ kN}$

##### Azione di breve durata

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

$t_2=23.7$  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))

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.099 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.956 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 2.010 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone  $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.90 \times 1.956 / 1.50 = 4.694 \text{ kN}$

##### Azione Accidentale

Resistenza di progetto del bullone  $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 1.00 \times 1.956 / 1.00 = 7.823 \text{ kN}$

##### 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  $0.50 \times F_d$

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

**Verifica dell'unione dell'elemento 2, con gli elementi 4 e 7, al nodo 2**

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=130mmx180mm, 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 fy=240N/mm²

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

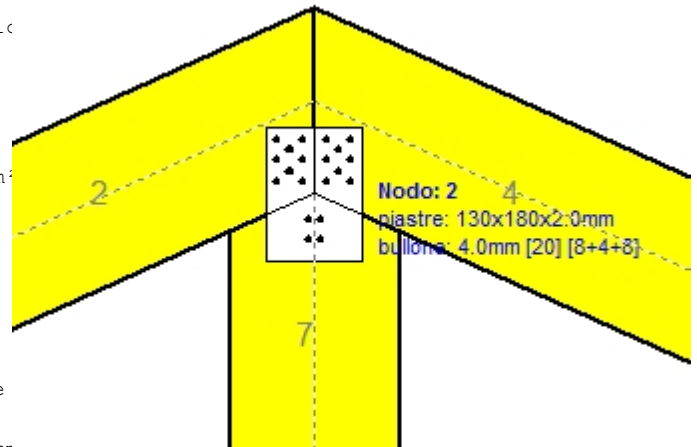
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 8, (nef=1.30n), A=101mm², r=37mm, Wp =3407mm³

σ e σd tens. normale e di esercizio piastra N/mm²

**Sforzi nel nodo 2 ,dagli elementi 4, 7, 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	-24.083	0.106	1.698 <	3.129
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-66.518	0.292	4.688 <=	4.694
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-61.533	0.308	4.407 <	4.694
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-60.939	0.251	4.264 <	4.694
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-24.083	0.106	1.698 <	4.694
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-24.083	0.106	1.698 <	4.694
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-32.905	0.127	2.286 <	4.694
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-66.518	0.292	4.688 <=	4.694
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-66.518	0.292	4.688 <=	4.694
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-61.533	0.308	4.407 <	4.694
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-61.533	0.308	4.407 <	4.694
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-60.939	0.251	4.264 <	4.694
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-60.939	0.251	4.264 <	4.694
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-53.788	0.236	3.791 <	4.694
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-50.297	0.247	3.594 <	4.694
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-49.882	0.207	3.494 <	4.694
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-53.788	0.236	3.791 <	4.694
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-50.297	0.247	3.594 <	4.694
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-49.882	0.207	3.494 <	4.694
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-62.607	0.257	4.379 <	4.694
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-62.607	0.257	4.379 <	4.694
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-59.105	0.268	4.182 <	4.694
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-59.105	0.268	4.182 <	4.694
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-58.705	0.228	4.083 <	4.694
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-58.705	0.228	4.083 <	4.694
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-23.867	0.103	1.678 <	7.823
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-24.344	0.107	1.716 <	7.823

**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	-24.083	0.106	24 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-66.518	0.292	68 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-61.533	0.308	63 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-60.939	0.251	62 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-24.083	0.106	24 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-24.083	0.106	24 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-32.905	0.127	33 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-66.518	0.292	68 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-66.518	0.292	68 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-61.533	0.308	63 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-61.533	0.308	63 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-60.939	0.251	62 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-60.939	0.251	62 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk1	Breve	0.90	-53.788	0.236	55 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk2	Breve	0.90	-50.297	0.247	52 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_0$ .Qk3	Breve	0.90	-49.882	0.207	50 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk1	Breve	0.90	-53.788	0.236	55 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk2	Breve	0.90	-50.297	0.247	52 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_0$ .Qk3	Breve	0.90	-49.882	0.207	50 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-62.607	0.257	63 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk1+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-62.607	0.257	63 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-59.105	0.268	60 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk2+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-59.105	0.268	60 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk4	Breve	0.90	-58.705	0.228	59 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_0$ .Qk3+yq. $\psi_0$ .Qk5	Breve	0.90	-58.705	0.228	59 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-23.867	0.103	24 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-24.344	0.107	25 <	240

**Verifica dell'unione dell'elemento 7, con gli elementi 2 e 4, al nodo 2**

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=130mmx180mm, 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 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

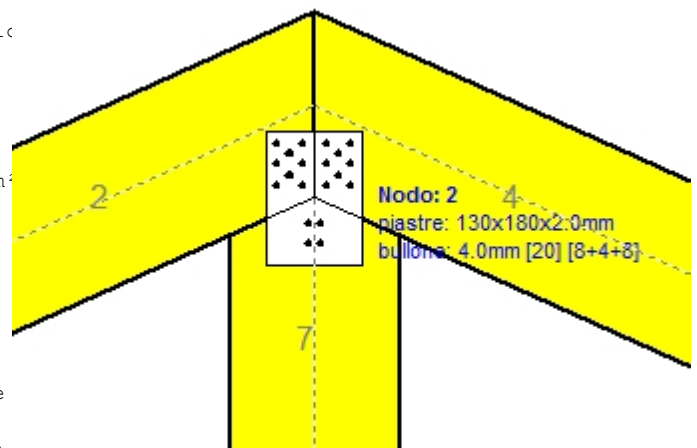
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, (nef=1.00n), A=50mm<sup>2</sup>, r=18mm, Wp =811mm<sup>3</sup>

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



**Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 7, 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	5.803	0.000	1.451 < 3.129	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	16.118	0.000	4.029 < 4.694	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.405	0.007	3.444 < 4.694	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	13.405	-0.007	3.444 < 4.694	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.893	-0.001	0.741 < 4.694	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	5.803	0.000	1.451 < 4.694	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.325	0.000	2.581 < 4.694	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.372	-0.001	3.604 < 4.694	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.118	0.000	4.029 < 4.694	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.405	0.007	3.444 < 4.694	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	11.665	0.008	3.020 < 4.694	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.659	-0.008	3.018 < 4.694	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.405	-0.007	3.444 < 4.694	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.113	-0.001	2.546 < 4.694	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.214	0.003	2.101 < 4.694	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	8.214	-0.006	2.136 < 4.694	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.023	0.000	3.256 < 4.694	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.124	0.005	2.846 < 4.694	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	11.124	-0.005	2.846 < 4.694	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.799	-0.001	3.960 < 4.694	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.545	0.000	4.386 < 4.694	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.646	0.005	3.976 < 4.694	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.906	0.006	3.552 < 4.694	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.900	-0.006	3.550 < 4.694	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.646	-0.005	3.976 < 4.694	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	5.826	0.000	1.462 < 7.823	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	5.877	0.000	1.469 < 7.823	

**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	5.803	0.000	15 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	16.118	0.000	41 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.405	0.007	35 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	13.405	-0.007	35 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.893	-0.001	8 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	5.803	0.000	15 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.325	0.000	26 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.372	-0.001	37 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.118	0.000	41 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.405	0.007	35 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	11.665	0.008	31 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.659	-0.008	30 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.405	-0.007	35 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.113	-0.001	26 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.214	0.003	21 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	8.214	-0.006	22 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.023	0.000	33 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.124	0.005	29 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	11.124	-0.005	29 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.799	-0.001	41 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.545	0.000	45 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.646	0.005	40 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.906	0.006	36 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.900	-0.006	36 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.646	-0.005	40 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	5.826	0.000	15 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	5.877	0.000	15 < 240	

### 1.10.3. Stato limite ultimo

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=215mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

14 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

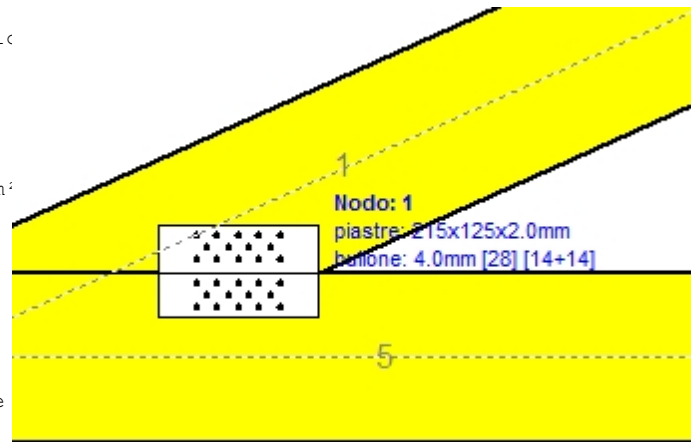
$A=n \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=14$ , ( $n_{ef}=1.37n$ ),  $A=176\text{mm}^2$ ,  $r=49\text{mm}$ ,  $W_p=7073\text{mm}^3$

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



**Sforzi nel nodo 1 ,dall'elemento 1, al centro della unione 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	-33.214	-0.432	1.562 <	3.129
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	-91.871	-1.196	4.321 <	4.694
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	-78.534	-1.043	3.711 <	4.694
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	-86.384	-1.117	4.058 <	4.694
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	-33.214	-0.432	1.562 <	4.694
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	-33.214	-0.432	1.562 <	4.694
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	-48.907	-0.625	2.291 <	4.694
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-91.871	-1.196	4.321 <	4.694
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-91.871	-1.196	4.321 <	4.694
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-78.534	-1.043	3.711 <	4.694
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-78.534	-1.043	3.711 <	4.694
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-86.384	-1.117	4.058 <	4.694
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-86.384	-1.117	4.058 <	4.694
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-74.274	-0.967	3.494 <	4.694
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-64.938	-0.860	3.066 <	4.694
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-70.433	-0.912	3.309 <	4.694
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-74.274	-0.967	3.494 <	4.694
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-64.938	-0.860	3.066 <	4.694
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-70.433	-0.912	3.309 <	4.694
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-89.966	-1.159	4.222 <	4.694
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-89.966	-1.159	4.222 <	4.694
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-80.626	-1.052	3.795 <	4.694
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-80.626	-1.052	3.795 <	4.694
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-86.126	-1.104	4.038 <	4.694
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-86.126	-1.104	4.038 <	4.694
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-32.627	-0.422	1.533 <	7.823
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-33.590	-0.437	1.580 <	7.823

**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	-33.214	-0.432	32 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-91.871	-1.196	88 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-78.534	-1.043	76 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-86.384	-1.117	83 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-33.214	-0.432	32 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-33.214	-0.432	32 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-48.907	-0.625	47 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-91.871	-1.196	88 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-91.871	-1.196	88 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-78.534	-1.043	76 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-78.534	-1.043	76 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-86.384	-1.117	83 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-86.384	-1.117	83 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-74.274	-0.967	72 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-64.938	-0.860	63 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-70.433	-0.912	68 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-74.274	-0.967	72 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-64.938	-0.860	63 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-70.433	-0.912	68 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-89.966	-1.159	86 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-89.966	-1.159	86 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-80.626	-1.052	78 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-80.626	-1.052	78 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-86.126	-1.104	83 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-86.126	-1.104	83 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-32.627	-0.422	31 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-33.590	-0.437	32 <	240

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

**Verifica dell'unione tra gli elementi 5 e 6, con gli elementi 7, 8, 9, al nodo 4**

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=535mmx105mm, 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

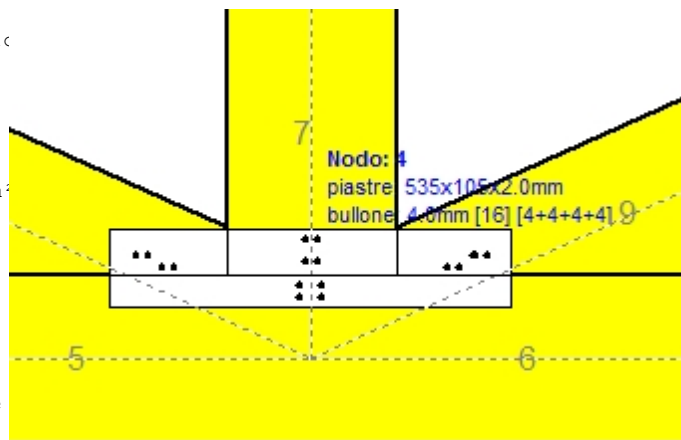
Ma= momento al centro dell'unione

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 collegamenton= 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 7, 8, 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	vg.Gk	Permanente	0.60	-0.196	0.000	0.025 <	3.129	
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	-0.542	0.000	0.068 <	4.694	
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	-6.439	-0.154	1.954 <	4.694	
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	-6.440	0.154	1.916 <	4.694	
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	-3.106	0.000	0.388 <	4.694	
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	-0.196	0.000	0.025 <	4.694	
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	-0.278	0.000	0.035 <	4.694	
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-2.288	0.000	0.286 <	4.694	
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.542	0.000	0.068 <	4.694	
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.439	-0.154	1.954 <	4.694	
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.797	-0.154	2.037 <	4.694	
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.801	0.154	1.868 <	4.694	
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.440	0.154	1.916 <	4.694	
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-3.348	0.000	0.419 <	4.694	
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-5.583	-0.108	1.532 <	4.694	
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.585	0.108	1.289 <	4.694	
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-0.438	0.000	0.055 <	4.694	
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.512	-0.108	1.370 <	4.694	
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-4.513	0.108	1.339 <	4.694	
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-2.266	0.000	0.283 <	4.694	
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.520	0.000	0.065 <	4.694	
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-4.520	-0.108	1.374 <	4.694	
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.015	-0.108	1.463 <	4.694	
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.019	0.108	1.296 <	4.694	
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-4.521	0.108	1.337 <	4.694	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-0.441	0.009	0.113 <	7.823	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-0.198	0.000	0.025 <	7.823	

**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	-0.196	0.000	0 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-0.542	0.000	0 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-6.439	-0.154	2 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-6.440	0.154	2 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-3.106	0.000	1 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-0.196	0.000	0 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-0.278	0.000	0 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-2.288	0.000	1 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.542	0.000	0 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.439	-0.154	2 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.797	-0.154	2 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.801	0.154	2 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.440	0.154	2 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-3.348	0.000	1 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-5.583	-0.108	2 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.585	0.108	2 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-0.438	0.000	0 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.512	-0.108	2 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-4.513	0.108	2 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-2.266	0.000	1 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.520	0.000	0 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-4.520	-0.108	2 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.015	-0.108	2 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.019	0.108	2 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-4.521	0.108	2 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-0.441	0.009	0 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-0.198	0.000	0 <	240

**Verifica dell'unione dell'elemento 7, con gli elementi 5, 6, 8 e 9, al nodo 4**

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=535mmx105mm, 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 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

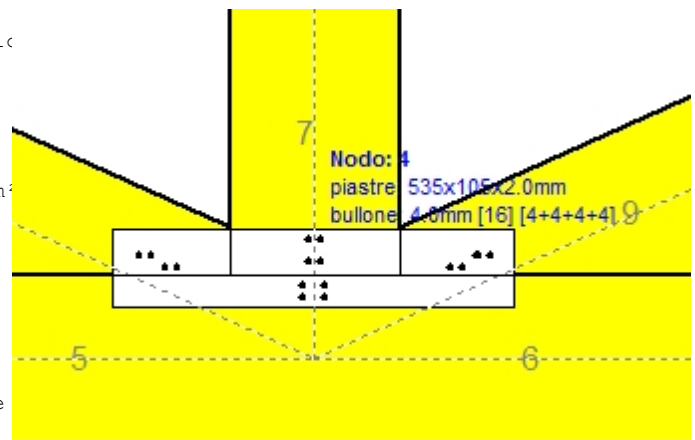
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, (nef=1.00n), A=50mm<sup>2</sup>, r=18mm, Wp =811mm<sup>3</sup>

σ e σd tens. normale e di esercizio piastra N/mm<sup>2</sup>





**Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 7, 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	5.803	0.000	1.451 < 3.129	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	16.118	0.000	4.029 < 4.694	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.405	0.000	3.353 < 4.694	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	13.405	0.000	3.353 < 4.694	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.893	0.000	0.724 < 4.694	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	5.803	0.000	1.451 < 4.694	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.325	0.000	2.581 < 4.694	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.372	0.000	3.593 < 4.694	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.118	0.000	4.029 < 4.694	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.405	0.000	3.353 < 4.694	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	11.665	0.000	2.918 < 4.694	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.659	0.000	2.917 < 4.694	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.405	0.000	3.353 < 4.694	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.113	0.000	2.529 < 4.694	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.214	0.000	2.054 < 4.694	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	8.214	0.000	2.055 < 4.694	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.023	0.000	3.256 < 4.694	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.124	0.000	2.782 < 4.694	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	11.124	0.000	2.782 < 4.694	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.799	0.000	3.950 < 4.694	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.545	0.000	4.386 < 4.694	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.646	0.000	3.913 < 4.694	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.906	0.000	3.478 < 4.694	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.900	0.000	3.476 < 4.694	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.646	0.000	3.913 < 4.694	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	5.826	0.000	1.457 < 7.823	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	5.877	0.000	1.469 < 7.823	

**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	5.803	0.000	4 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	16.118	0.000	10 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.405	0.000	8 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	13.405	0.000	8 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.893	0.000	2 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	5.803	0.000	4 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.325	0.000	6 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.372	0.000	9 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.118	0.000	10 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.405	0.000	8 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	11.665	0.000	7 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.659	0.000	7 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.405	0.000	8 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.113	0.000	6 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.214	0.000	5 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	8.214	0.000	5 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.023	0.000	8 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.124	0.000	7 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	11.124	0.000	7 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.799	0.000	10 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.545	0.000	11 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.646	0.000	10 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.906	0.000	9 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.900	0.000	9 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.646	0.000	10 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	5.826	0.000	4 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	5.877	0.000	4 < 240	

**Verifica dell'unione dell'elemento 8, con gli elementi 5, 6, 7 e 9, al nodo 4**

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=535mmx105mm, 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

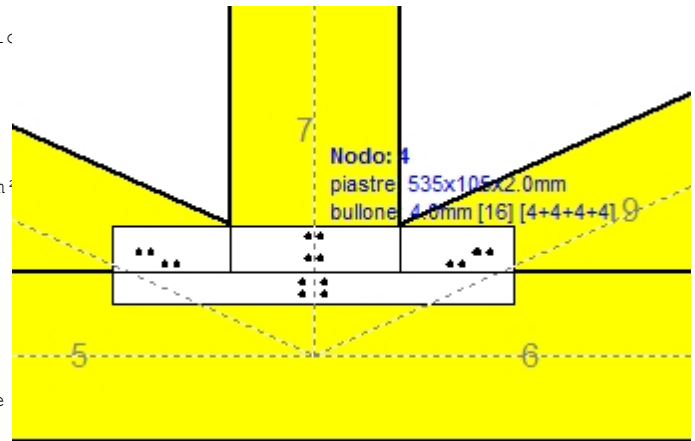
Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$ 

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, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=13\text{mm}$ ,  $W_p=569\text{mm}^3$  $\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$ **Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 8, 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	-7.309	0.000	0.915 <	3.129
2	vg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-20.298	-0.001	2.541 <	4.694
3	vg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-13.415	-0.001	1.681 <	4.694
4	vg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-20.451	0.000	2.560 <	4.694
5	vg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-7.309	0.000	0.915 <	4.694
6	vg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-7.309	0.000	0.915 <	4.694
7	vg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-12.918	0.000	1.617 <	4.694
8	vg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-20.298	-0.001	2.541 <	4.694
9	vg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-20.298	-0.001	2.541 <	4.694
10	vg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-13.415	-0.001	1.681 <	4.694
11	vg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-13.415	-0.001	1.681 <	4.694
12	vg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-20.451	0.000	2.560 <	4.694
13	vg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-20.451	0.000	2.560 <	4.694
14	vg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-16.402	0.000	2.053 <	4.694
15	vg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-11.583	0.000	1.451 <	4.694
16	vg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-16.509	0.000	2.066 <	4.694
17	vg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-16.402	0.000	2.053 <	4.694
18	vg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-11.583	0.000	1.451 <	4.694
19	vg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-16.509	0.000	2.066 <	4.694
20	vg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-22.010	0.000	2.755 <	4.694
21	vg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-22.010	0.000	2.755 <	4.694
22	vg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.192	0.000	2.153 <	4.694
23	vg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.192	0.000	2.153 <	4.694
24	vg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-22.117	0.000	2.768 <	4.694
25	vg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-22.117	0.000	2.768 <	4.694
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.557	0.000	0.946 <	7.823
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-7.401	0.000	0.927 <	7.823

**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	-7.309	0.000	12 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-20.298	-0.001	32 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-13.415	-0.001	21 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-20.451	0.000	32 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-7.309	0.000	12 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-7.309	0.000	12 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-12.918	0.000	21 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-20.298	-0.001	32 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-20.298	-0.001	32 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-13.415	-0.001	21 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-13.415	-0.001	21 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-20.451	0.000	32 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-20.451	0.000	32 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-16.402	0.000	26 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-11.583	0.000	18 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-16.509	0.000	26 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-16.402	0.000	26 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-11.583	0.000	18 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-16.509	0.000	26 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-22.010	0.000	35 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-22.010	0.000	35 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-17.192	0.000	27 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-17.192	0.000	27 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-22.117	0.000	35 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-22.117	0.000	35 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.557	0.000	12 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-7.401	0.000	12 <	240

**1.10.5. Stato limite ultimo**

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

**Verifica dell'unione dell'elemento 8, con gli elementi 1 e 2, al nodo 5**

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=140mmx45mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

Distanza tra i bulloni a1=16 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

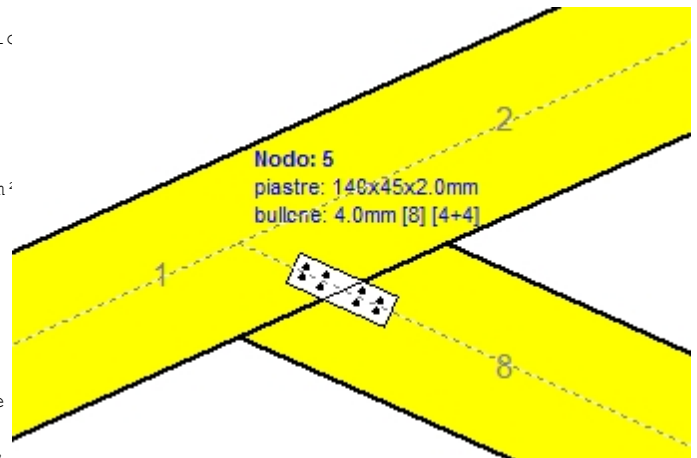
$A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=4$ , ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=13\text{mm}$ ,  $W_p=569\text{mm}^3$

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

**Sforzi nel nodo 5 ,dall'elemento 8, 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	-7.309	0.001	0.918 <	3.129
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-20.298	0.002	2.549 <	4.694
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-13.415	0.001	1.687 <	4.694
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-20.451	0.001	2.568 <	4.694
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-7.309	0.001	0.918 <	4.694
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-7.309	0.001	0.918 <	4.694
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-12.918	0.001	1.621 <	4.694
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-20.298	0.002	2.549 <	4.694
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-20.298	0.002	2.549 <	4.694
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-13.415	0.001	1.687 <	4.694
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-13.415	0.001	1.687 <	4.694
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-20.451	0.001	2.568 <	4.694
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-20.451	0.001	2.568 <	4.694
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-16.402	0.001	2.060 <	4.694
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-11.583	0.001	1.456 <	4.694
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-16.509	0.001	2.073 <	4.694
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-16.402	0.001	2.060 <	4.694
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-11.583	0.001	1.456 <	4.694
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-16.509	0.001	2.073 <	4.694
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-22.010	0.001	2.763 <	4.694
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-22.010	0.001	2.763 <	4.694
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.192	0.001	2.159 <	4.694
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.192	0.001	2.159 <	4.694
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-22.117	0.001	2.776 <	4.694
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-22.117	0.001	2.776 <	4.694
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.557	0.001	0.949 <	7.823
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-7.401	0.001	0.930 <	7.823

**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	-7.309	0.001	27 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-20.298	0.002	76 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-13.415	0.001	50 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-20.451	0.001	76 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-7.309	0.001	27 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-7.309	0.001	27 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-12.918	0.001	48 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-20.298	0.002	76 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-20.298	0.002	76 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-13.415	0.001	50 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-13.415	0.001	50 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-20.451	0.001	76 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-20.451	0.001	76 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-16.402	0.001	61 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-11.583	0.001	43 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-16.509	0.001	62 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-16.402	0.001	61 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-11.583	0.001	43 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-16.509	0.001	62 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-22.010	0.001	82 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-22.010	0.001	82 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-17.192	0.001	64 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-17.192	0.001	64 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-22.117	0.001	82 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-22.117	0.001	82 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.557	0.001	28 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-7.401	0.001	28 <	240

**1.10.6. Stato limite ultimo**

**Progettazione di unione con bulloni dell'elementor : 5** (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

**Verifica dell'unione dell'elementor 5**

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=120mmx225mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

26 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  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

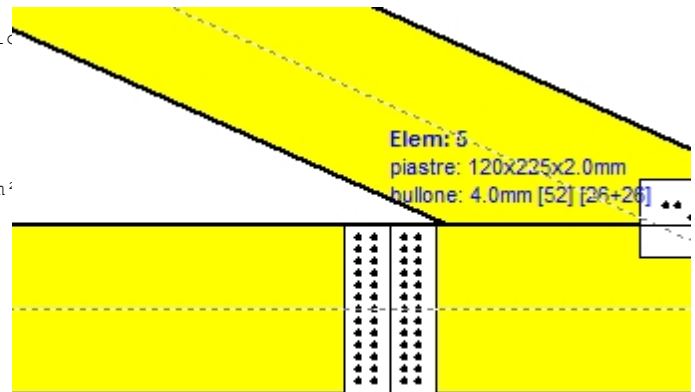
$A=n \cdot a$ : area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

$W_p$ : modulo di resistenza del collegamento

$n=26$ , ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=327\text{mm}^2$ ,  $r=111\text{mm}$ ,  $W_p=18295\text{mm}^3$

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

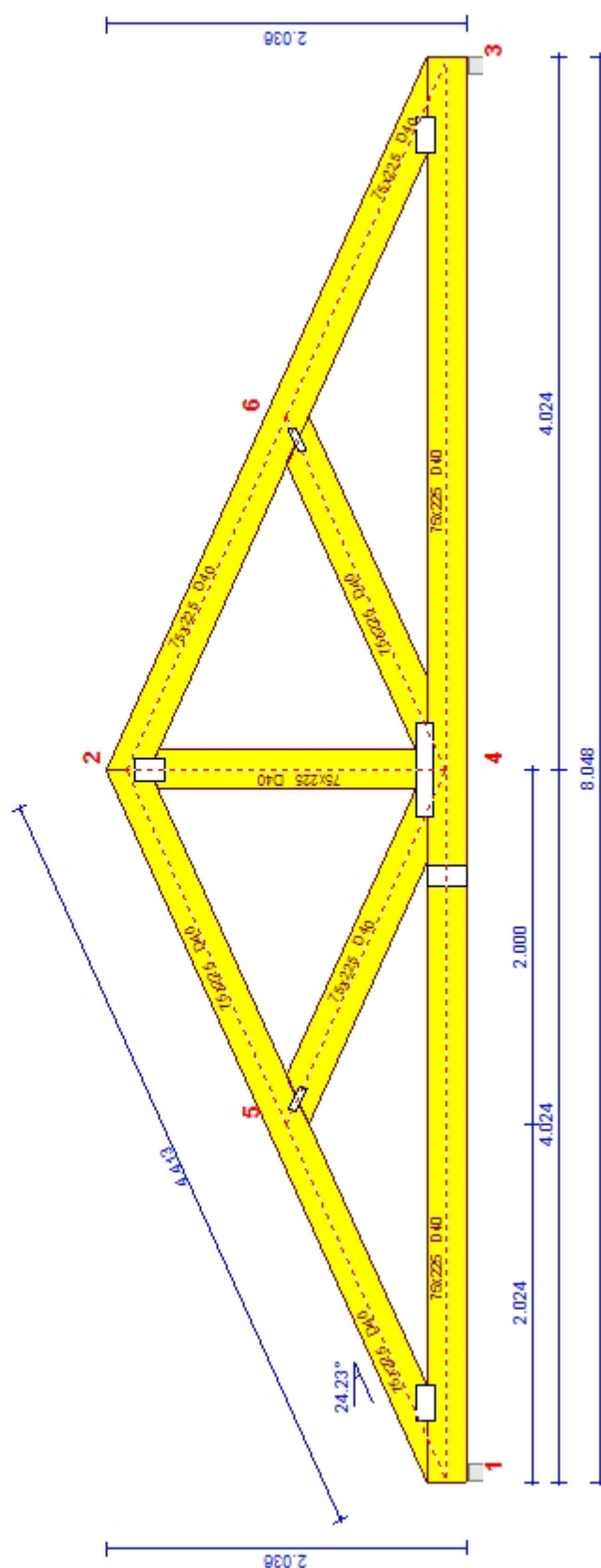
**Forze alla giunzione dell'elemento 5 , al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

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	29.390	0.098	0.344	1.189	<3.129	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	81.286	0.271	0.952	3.289	<4.694	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	69.878	0.247	0.864	2.838	<4.694	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	76.298	0.246	0.865	3.080	<4.694	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	29.390	0.098	0.344	1.189	<4.694	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	29.390	0.098	0.344	1.189	<4.694	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	43.053	0.139	0.491	1.739	<4.694	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	81.286	0.271	0.952	3.289	<4.694	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	81.286	0.271	0.952	3.289	<4.694	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	69.878	0.247	0.864	2.838	<4.694	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	69.878	0.247	0.864	2.838	<4.694	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	76.298	0.246	0.865	3.080	<4.694	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	76.298	0.246	0.865	3.080	<4.694	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	65.717	0.219	0.770	2.659	<4.694	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	57.731	0.202	0.708	2.343	<4.694	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	62.226	0.201	0.709	2.513	<4.694	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	65.717	0.219	0.770	2.659	<4.694	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	57.731	0.202	0.708	2.343	<4.694	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	62.226	0.201	0.709	2.513	<4.694	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	79.380	0.260	0.916	3.208	<4.694	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	79.380	0.260	0.916	3.208	<4.694	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	71.395	0.243	0.854	2.893	<4.694	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	71.395	0.243	0.854	2.893	<4.694	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	75.889	0.242	0.855	3.062	<4.694	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	75.889	0.242	0.855	3.062	<4.694	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	30.593	0.100	0.351	1.236	<7.823	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	29.721	0.099	0.348	1.202	<7.823	

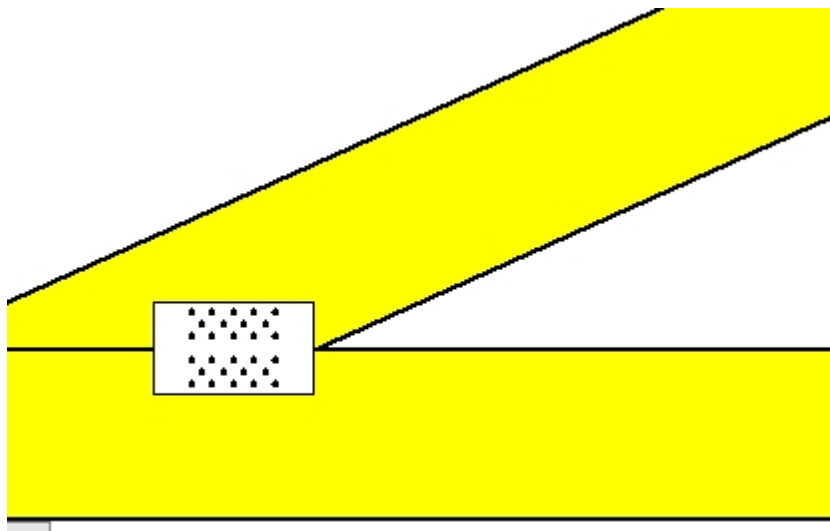
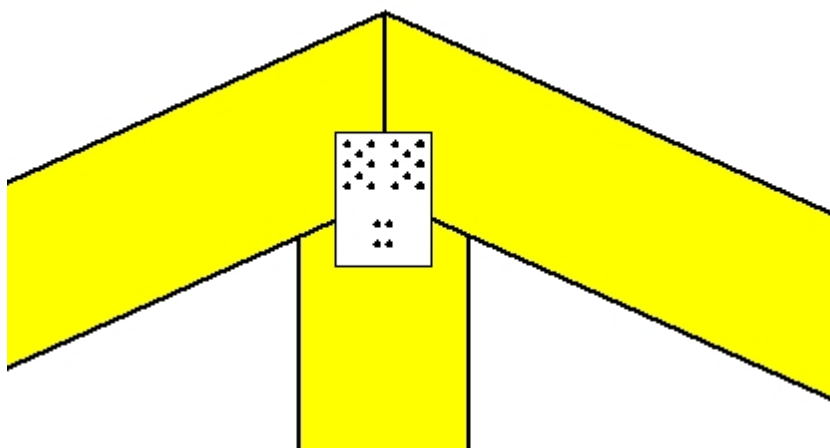
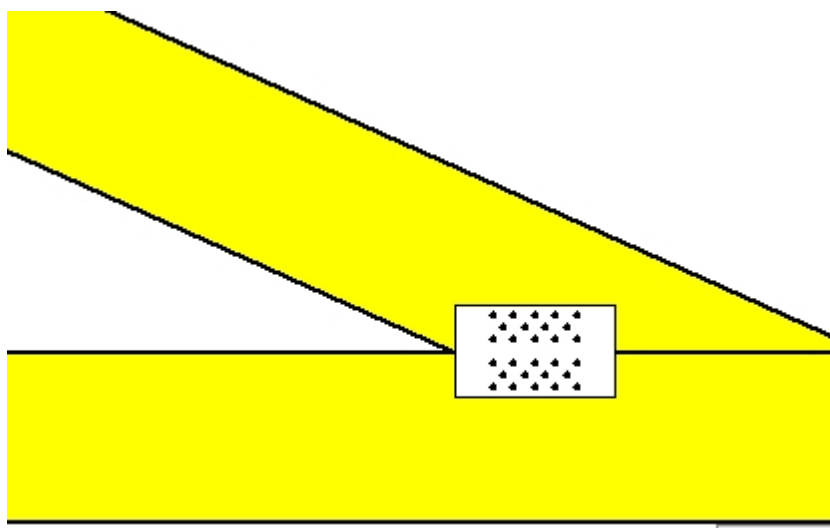
**Verifica la resistenza della piastra di unione**

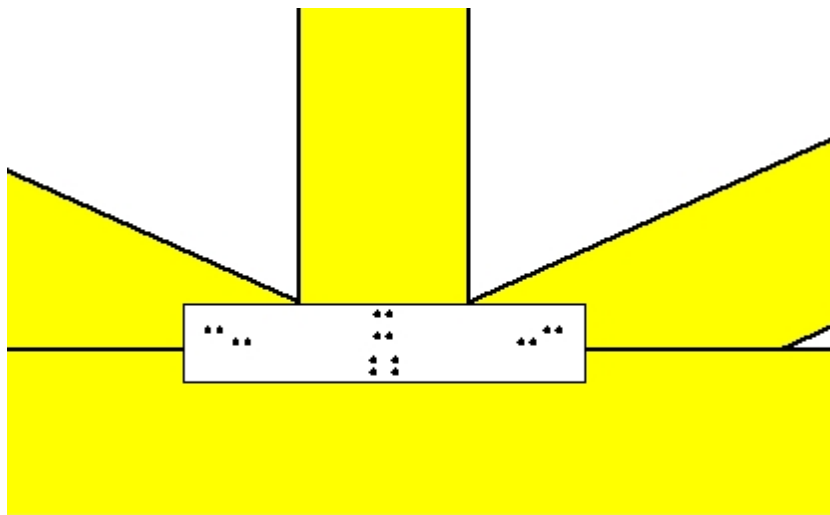
L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	29.390	0.347	53 <	131
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	81.286	0.958	146 <	196
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	69.878	0.869	126 <	196
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	76.298	0.870	136 <	196
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	29.390	0.347	53 <	196
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	29.390	0.347	53 <	196
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	43.053	0.494	77 <	196
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	81.286	0.958	146 <	196
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	81.286	0.958	146 <	196
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	69.878	0.869	126 <	196
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	69.878	0.869	126 <	196
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	76.298	0.870	136 <	196
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	76.298	0.870	136 <	196
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	65.717	0.774	118 <	196
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	57.732	0.712	104 <	196
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	62.226	0.713	111 <	196
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	65.717	0.774	118 <	196
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	57.732	0.712	104 <	196
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	62.226	0.713	111 <	196
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	79.381	0.922	142 <	196
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	79.381	0.922	142 <	196
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	71.395	0.860	128 <	196
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	71.395	0.860	128 <	196
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	75.889	0.860	135 <	196
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	75.889	0.860	135 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	30.593	0.353	55 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	29.722	0.350	53 <	240

**Scala 1:40**





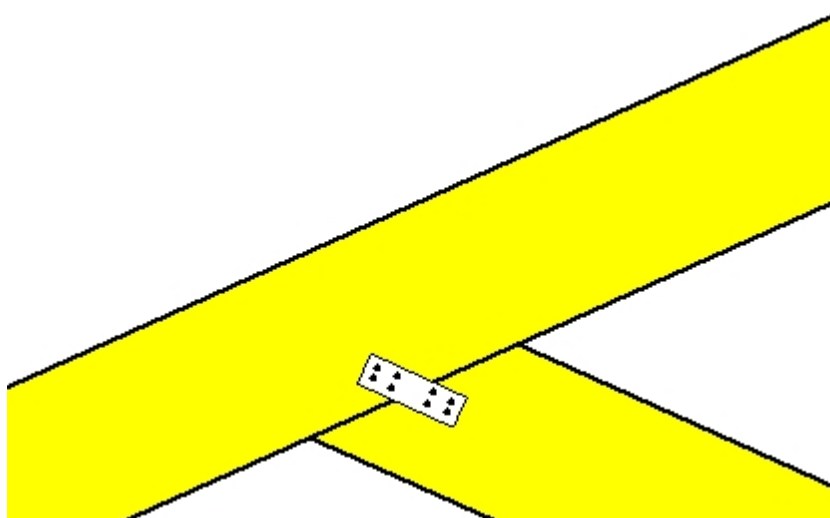
**Unione chiodata al nodo 1**(nodo a  $x=0.417$  m,  $y=0.112$  m)**piastre:** 215x125x2.0mm**bullone:** 4.0mm [28] [14+14]**Unione chiodata al nodo 2**(nodo a  $x=4.000$  m,  $y=1.677$  m)**piastre:** 130x180x2.0mm**bullone:** 4.0mm [20] [8+4+8]**Unione chiodata al nodo 3**(nodo a  $x=7.583$  m,  $y=0.112$  m)**piastre:** 215x125x2.0mm**bullone:** 4.0mm [28] [14+14]

**Unione chiodata al nodo 4**

(nodo a x=4.000 m, y=0.112 m)

**piastre:** 535x105x2.0mm

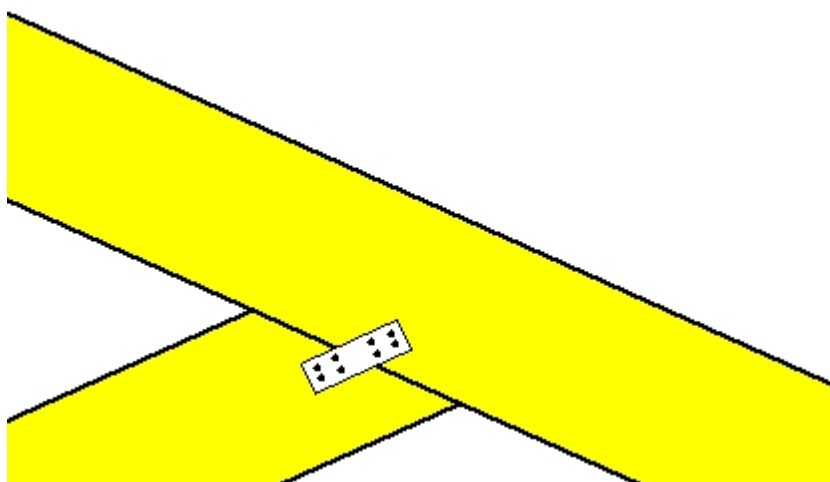
**bullone:** 4.0mm [16] [4+4+4+4]

**Unione chiodata al nodo 5**

(nodo a x=2.000 m, y=0.900 m)

**piastre:** 140x45x2.0mm

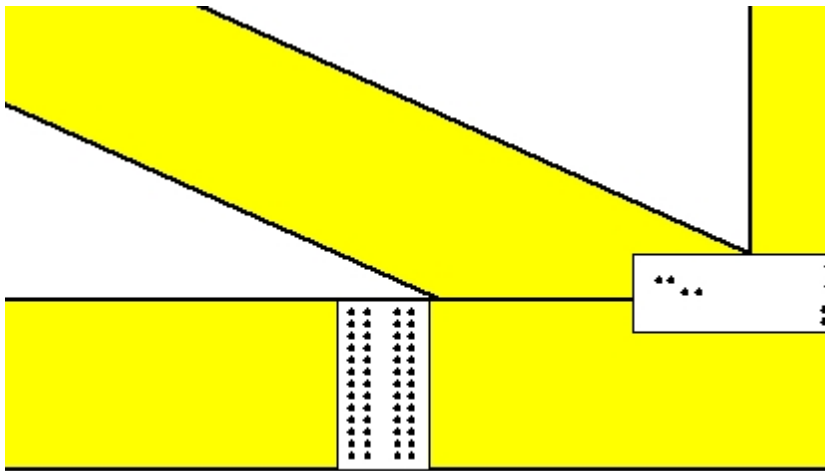
**bullone:** 4.0mm [8] [4+4]

**Unione chiodata al nodo 6**

(nodo a x=6.000 m, y=0.900 m)

**piastre:** 140x45x2.0mm

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



**Giunto nell'elemento**

(a x=3.400 m, y=0.000 m)

**piastre: 120x225x2.0mm**

**bullone: 4.0mm [52] [26+26]**