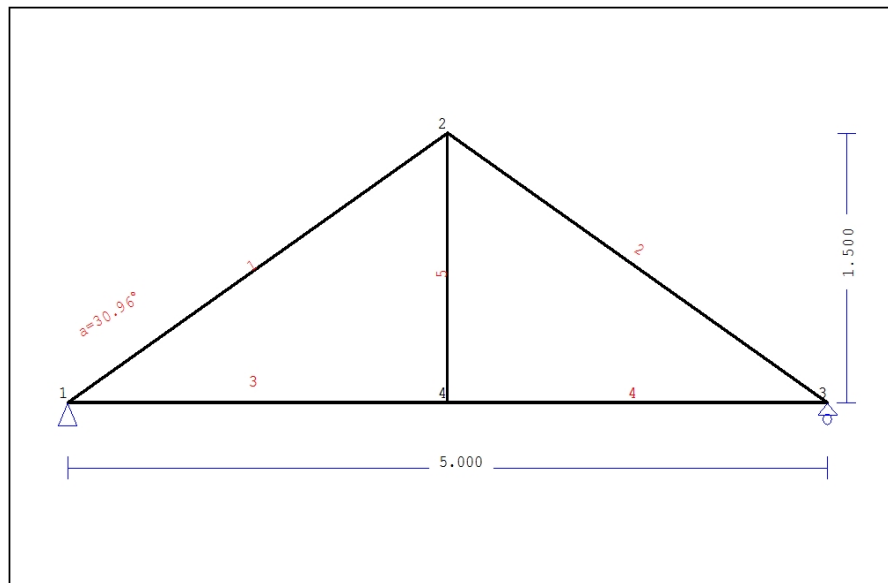


## 1. CAPRIATA-01

### Tetto con capriate



### 1.1. Descrizione tecnica

#### 1.1.1. Tipologia costruttiva

Tetto in legno C24. La tipologia della capriata è illustrata nel disegno soprastante.

Luce della capriata 5.000m, altezza 1.500m, inclinazione 30.96°, interasse delle capriate 0.700m

Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm

Travetti in legno di classe C22, con dimensioni 50x50 mm, ad interasse 0.300 m

Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]

Elementi 1, 2, sezione 58x150 [mm]

Elementi 3, 4, sezione 58x150 [mm]

Elementi 5, sezione 58x150 [mm]

Volume della capriata = 0.107 m<sup>3</sup>, peso proprio della capriata = 0.368 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)**

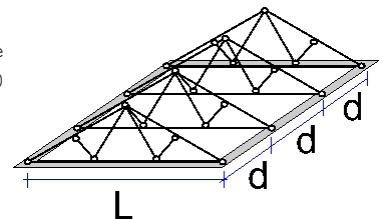
Classe del legno : C24

Classe di servizio : Classe 1, umidità  $\leq 12\%$  (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 14.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$  $G_m = 690 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.5. Proprietà dei materiali (legname, finitura) (NTC-DM2008, §4.4)**

Classe del legno : C22

Classe di servizio : Classe 1, umidità  $\leq 12\%$  (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.4 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.8 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 10000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6700 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 330 \text{ MPa}$  $G_m = 630 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 340 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.6. Proprietà dei materiali (legname, travetti) (NTC-DM2008, §4.4)**

Classe del legno : C22

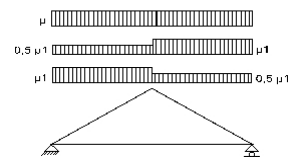
Classe di servizio : Classe 1, umidità  $\leq 12\%$  (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.4 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.8 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 10000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6700 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 330 \text{ MPa}$  $G_m = 630 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 340 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.7. Carichi distribuiti sulla copertura**Carico permanente del manto di copertura  $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$  (Tegole)Travetti, assito, isolamento  $G_t = 0.100 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 0$ Peso del controsoffitto del tetto  $G_c = 0.100 \text{ kN/m}^2$ Carico della neve sul terreno  $S_k = 1.500 \text{ kN/m}^2$ Pressione del vento sulle superfici vert.  $Q_w = 0.754 \text{ kN/m}^2$ Carico (categoria H)  $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **1.2. Azioni della neve (DM2008, §3.4)**Carico neve al suolo  $S_k$  (DM2008, §3.4.2)

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

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

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

Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)

Inclinazione del tetto :  $\alpha = 30.964^\circ$ Coefficiente di esposizione :  $C_e = 1.000$  (DM2008 §5.2(7))Coefficiente termico :  $C_t = 1.000$  (DM2008 §5.2(8))Fattori di forma,  $\alpha_1 = \alpha_2 = 30.96^\circ$ ,  $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.774$  (Tab. 3.4.II) $S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.774 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.161 \text{ kN/m}^2$  (§3.4.1) $S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.774 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.161 \text{ kN/m}^2$ 

Azioni della neve (DM2008, §3.4.1)

Combinazione di carico (I),  $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 1.161 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 1.161 \text{ kN/m}^2$ Combinazione di carico (II),  $S(\text{Sinistra}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.581 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 1.161 \text{ kN/m}^2$ Combinazione di carico (III),  $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 1.161 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Destra}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.581 \text{ kN/m}^2$

**1.3. Azioni del vento (DM2008 §3.3)**

Pressione del vento  $q_b(z) = C_e(z) \cdot V_b^2 / 1.6$  (DM2008 §3.3.6)

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

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

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

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

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

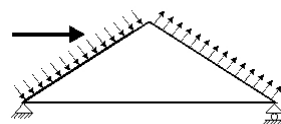
Pressione del vento  $p_f = C_p \cdot q_b$  (DM2008, §3.3.7.1)

Coefficiente di forma  $C_p$  (DM2008 §3.3.7.1)

Con inclinazione  $\alpha = 30.96^\circ$ ,  $C_p(+) = -0.07$ ,  $C_p(-) = -0.40$

Pressione del vento  $p_f(\text{Sinistra}) = -0.054 \text{ kN/m}^2$

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

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

Accelerazione orizzontale (§3.2.3.2.1)

$a_g/g = 0.02$

Fattore d'importanza (§3.2.1)

$\gamma_i = 1.00$

Fattore di suolo [orizzontale] (§3.2.3.2.1)

$S_o = 1.80$

Fattore di suolo [verticale]

$S_v = 1.00$

Fattore di struttura [orizzontale] (§7.3.1)

$q_o = 1.50$

Fattore di struttura [verticale]

$q_v = 1.50$

Fattore di spettro [orizzontale] (§3.2.3.1)

$\beta_o(T) = 2.21$

Fattore di spettro [verticale] (§3.2.3.2.2)

$\beta_v(T) = 0.48$

Fattore di correzione (§7.3.3.2)

$\lambda = 1.00$

Distribuzione della forza  $\zeta = z_i W_i / \sum z_j W_j$  (§7.3.3.2)

$\zeta = 1.00$

Primo periodo di vibrazione (§7.3.3.2)

$T(\text{sec}) = 0.15$

Fattore di combinazione carichi accidentali

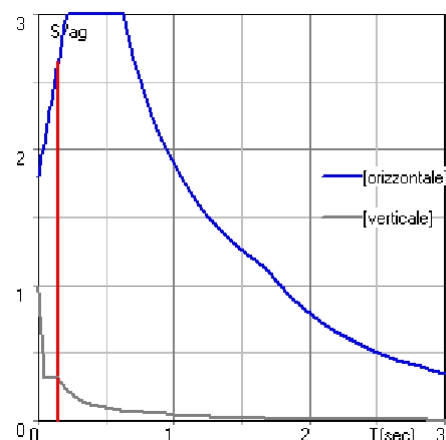
$\psi_2 = 0.30$

Fattore di combinazione carico da neve

$\psi_2 = 0.20$

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

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



Orizzontale:  $F_o = a_g \cdot \gamma_i \cdot S_o \cdot \beta_o(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_o$

$F_o = g \times 0.02 \times 1.00 \times 1.80 \times 2.21 \times 1.00 \times 1.00 / 1.50 = 0.053 \times g$  (DM2008 §3.2.3.2.1)

Verticale:  $F_v = a_g \cdot \gamma_i \cdot S_v \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$

$F_v = g \times 0.02 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.48 \times 1.00 \times 1.00 / 1.50 = 0.006 \times g$  (DM2008 §3.2.3.2.2)

### 1.5. Finitura del tetto

#### Sistema strutturale dell'assito

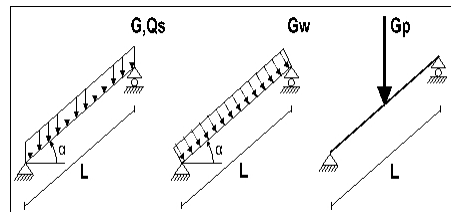
L'assito è progettato come trave semplicemente appoggiata con luce interasse tra i travetti  $L=0.300\text{m}$ , e larghezza  $1.00\text{m}$ .

#### Dimensioni del materiale dell'assito

Specie legnosa dell'assito: C22, classe di servizio: Classe 1, umidità  $\leq 12\%$   
Interasse dei travetti  $L=0.300\text{m}$ , inclinazione del tetto  $\alpha=30.96^\circ$ , spessore dell'assito  $20\text{mm}$

#### Carico sull'assito

Manto di copertura  $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$   
Peso proprio  $G_l = 0.067 \text{ kN/m}^2$   
Carico neve  $Q_s = 1.161 \text{ kN/m}^2$   
Carico da vento  $Q_w = -0.054 \text{ kN/m}^2$   
Peso del carpentiere  $Q_p = 1.200 \text{ kN}$



#### Sforzi interni dell'assito (luce $L=0.300 \text{ m}$ , larghezza $=1.00 \text{ m}$ )

Carico	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max V [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$	
(Gk) Permanente	$G_k = 0.567 [\text{kN/m}]$	Permanente	1.30	0.00	1.00	0.088	0.073	0.005
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 1.161 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.154	0.128	0.010
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = -0.054 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	0.000	-0.008	-0.001
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.617	0.514	0.077

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

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

Carico $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$	
(Gk) Permanente $G_k = 0.567 [\text{kN/m}]$	0.003	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve $Q_{ks} = 1.161 [\text{kN/m}]$	0.006	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60	
(Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.054 [\text{kN/m}]$	0.000	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60	

Combinazione di carico	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.003	0.005
2 Gk + Qk1	0.009	0.011
3 Gk + Qk2	0.003	0.005
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.009	0.011
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.007	0.010

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

#### Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.009 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 0.011 \text{ mm}$

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

##### Deformazioni finali

$w_{inst} = 0.009 \text{ mm} < L/300 = 300/300 = 1.000 \text{ mm}$   
 $w_{net, fin} = 0.011 \text{ mm} < L/250 = 300/250 = 1.200 \text{ mm}$   
 $w_{fin} = 0.011 \text{ mm} < L/150 = 300/150 = 2.000 \text{ mm}$   
 La verifica è soddisfatta

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

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-0.190	0.158	0.012
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	-0.383	0.319	0.024
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	-0.126	0.105	0.008
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	-0.731	0.609	0.084
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-0.383	0.319	0.024
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-0.306	0.255	0.019
	Valori massimi			-0.731	0.609	0.084

**Assito, combinazione di carico No 4****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-0.731 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=1000 mm, h=20 mm, A= 20 000 mm<sup>2</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

fc0k=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-0.731 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.731/20000=0.04N/mm<sup>2</sup> < 13.33N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

**Assito, combinazione di carico No 4****Taglio, Fv=0.609 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

fvk=3.80 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fv=0.609 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.609/13400=0.07N/mm<sup>2</sup> < 2.53N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

**Assito, combinazione di carico No 4****Flessione, Myd=0.084 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.667E+004mm<sup>3</sup>, Wz=3.333E+006mm<sup>3</sup>

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

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

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.084/6.667E+004= 1.26 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.086+0.000= 0.09 &lt; 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.060+0.000= 0.06 &lt; 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

**Assito, combinazione di carico No 4****Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-0.731kN, Myd=0.084kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm<sup>2</sup>, Wy=6.667E+004mm<sup>3</sup>, Wz=3.333E+006mm<sup>3</sup>

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

fc0k=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm<sup>2</sup>fmyk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm<sup>2</sup>fmzk=22.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm<sup>2</sup>

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.731/20000= 0.04 N/mm<sup>2</sup>σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.084/6.667E+004= 1.26 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm<sup>2</sup>(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.000+0.086+0.000= 0.09 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.000+0.060+0.000= 0.06 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

**Assito, combinazione di carico No 4****Stabilità a pressoflessione,  $F_{c0d} = -0.731 \text{ kN}$ ,  $M_{yd} = 0.084 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$  (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare,  $b = 1000 \text{ mm}$ ,  $h = 200 \text{ mm}$ ,  $A = 2.000 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$ ,  $W_y = 6.667 \text{ E}+004 \text{ mm}^3$ ,  $W_z = 3.333 \text{ E}+006 \text{ mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod} = 1.00$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M = 1.50$ ,  $E_{005} = 6700 \text{ N/mm}^2$  $f_{c0k} = 20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.00 \times 20.00 / 1.50 = 13.33 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk} = 22.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk} = 22.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m = 0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 0.731 / 20000 = 0.04 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1 \text{ E}+06 \times 0.084 / 6.667 \text{ E}+004 = 1.26 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1 \text{ E}+06 \times 0.000 / 3.333 \text{ E}+006 = 0.00 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky} = 1.00 \times 0.300 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$  $S_{kz} = 0.00 \times 0.300 = 0.000 \text{ m} = 0 \text{ mm}$ Snellezza $i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 20 = 6 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 300 / 6 = 50.00$  $i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 1000 = 289 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 0 / 289 = 0.00$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 26.45 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.87$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 2000.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.00$  (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$  (legno massiccio) $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.94$ ,  $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.782$  (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) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.004 + 0.086 + 0.000 = 0.09 < 1$  (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.003 + 0.060 + 0.000 = 0.06 < 1$  (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

### 1.6. Progettazione dei travetti

#### Sistema strutturale dei travetti

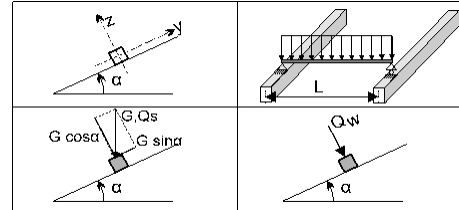
I travetti sono progettati come travi semplicemente appoggiate con luce  $L=0.700\text{m}$  che è la distanza tra le capriate. Essi sono sottoposti ad un carico di superficie di larghezza  $L_1=0.300\text{m}$  (interasse tra i travetti). L'asse dei travetti ha un'inclinazione  $\alpha=30.96^\circ$  sulla verticale. I carichi verticali (peso proprio, neve, peso del carpentiere) sono scomposti in due componenti nelle direzioni z-z  $P \cdot \cos\alpha$ , e y-y  $P \cdot \sin\alpha$ , la pressione del vento agisce nella direzione z-z.

#### Dimensioni dei travetti

Specie legnosa dei travetti: C22, Classe 1, umidità  $\leq 12\%$ , sezione dei travetti BxH: 50x50mm  
Interasse dei travetti 0.300m, inclinazione della falda  $\alpha=30.96^\circ$ , interasse delle capriate 0.700m.

#### Carico uniformemente distribuito sui travetti $\text{kN/m}^2$

Manto di copertura  $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$   
Assito+peso proprio  $G_l = 0.100 \text{ kN/m}^2$   
Carico neve  $Q_s = 1.161 \text{ kN/m}^2$   
Carico da vento  $Q_w = -0.054 \text{ kN/m}^2$   
Peso del carpentiere  $Q_p = 1.200 \text{ kN}$



#### Carico lineare sui travetti ( $\text{kN/m}$ ) in z-z e y-y

Manto di copertura+peso proprio  $G_k = 0.180 \text{ kN/m}$ ,  $G_{kz} = 0.154 \text{ kN/m}$ ,  $G_{kezy} = 0.093 \text{ kN/m}$   
Carico neve  $Q_{ks} = 0.348 \text{ kN/m}$ ,  $Q_{ksz} = 0.299 \text{ kN/m}$ ,  $Q_{ksy} = 0.179 \text{ kN/m}$   
Carico da vento  $Q_{kw} = -0.016 \text{ kN/m}$ ,  $Q_{kwz} = -0.016 \text{ kN/m}$ ,  $Q_{kwy} = 0.000 \text{ kN/m}$   
Peso del carpentiere  $Q_{kp} = 1.200 \text{ kN}$ ,  $Q_{kpz} = 1.029 \text{ kN}$ ,  $Q_{kpy} = 0.617 \text{ kN}$

#### Sforzi interni nei travetti (luce $L=0.700 \text{ m}$ , BxH: 50x50 mm)

Carico	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$Q_z [\text{kN}]$	$Q_y [\text{kN}]$	$M_y [\text{kNm}]$	$M_z [\text{kNm}]$	
(Gk) Permanente	$G_k = 0.180 [\text{kN/m}]$	Permanente	1.30	0.00	1.00	0.054	0.032	0.009	0.000
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.348 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.105	0.063	0.018	0.000
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = -0.016 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	-0.006	0.000	-0.001	0.000
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.514	0.309	0.180	0.000

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

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

Carico $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$
(Gk) Permanente $G_k = 0.154 [\text{kN/m}]$	0.038	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve $Q_{ks} = 0.299 [\text{kN/m}]$	0.074	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.016 [\text{kN/m}]$	-0.004	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.038	0.062
2 Gk + Qk1	0.113	0.145
3 Gk + Qk2	0.038	0.062
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.113	0.145
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.091	0.123

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

#### Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.113 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 0.145 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 0.113 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 0.145 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.145 \text{ mm} < L/150 = 700/150 = 4.667 \text{ mm}$

La verifica è soddisfatta

**1.6.2. Verifica dei travetti, Stato limite ultimo di progetto** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di durata	kmod	Qz/Kmod	Qy/Kmod	My/Kmod	Mz/Kmod
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.117	0.070	0.020	0.000
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	0.252	0.151	0.044	0.000
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	0.078	0.047	0.014	0.000
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	0.585	0.351	0.192	0.000
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.252	0.151	0.044	0.000
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.200	0.120	0.035	0.000
	Valori massimi			0.585	0.351	0.192	0.000

**Travetto, combinazione di carico No 4****Taglio, Fv=0.585 kN** (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x50=34 mm, h=50 mm, A= 1 700 mm<sup>2</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

f<sub>vk</sub>=3.80 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>vd</sub>=Kmod·f<sub>vk</sub>/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.585 kN, τ<sub>v0d</sub>=1.50F<sub>v0d</sub>/A<sub>netto</sub>=1000x1.50x0.585/1700=0.52N/mm<sup>2</sup> < 2.53N/mm<sup>2</sup>=f<sub>v0d</sub> (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

**Travetto, combinazione di carico No 4****Taglio, Fv=0.351 kN** (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x50=34 mm, h=50 mm, A= 1 700 mm<sup>2</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

f<sub>vk</sub>=3.80 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>vd</sub>=Kmod·f<sub>vk</sub>/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.351 kN, τ<sub>v0d</sub>=1.50F<sub>v0d</sub>/A<sub>netto</sub>=1000x1.50x0.351/1700=0.31N/mm<sup>2</sup> < 2.53N/mm<sup>2</sup>=f<sub>v0d</sub> (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

**Travetto, combinazione di carico No 4****Flessione, Myd=0.192 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)

Sezione rettangolare, b=50mm, h=50mm, A=2.500E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.083E+004mm<sup>3</sup>, Wz=2.083E+004mm<sup>3</sup>

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

f<sub>myk</sub>=22.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>myd</sub>=Kmod·f<sub>myk</sub>/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm<sup>2</sup>

f<sub>mzk</sub>=22.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>mzd</sub>=Kmod·f<sub>mzk</sub>/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm<sup>2</sup>

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.192/2.083E+004= 9.23 N/mm<sup>2</sup>

omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.083E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.630+0.000= 0.63 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.441+0.000= 0.44 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

**Travetto, combinazione di carico No 4****Stabilità laterale, Myd=0.192 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, b=50mm, h=50mm, A=2.500E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.083E+004mm<sup>3</sup>, Wz=2.083E+004mm<sup>3</sup>

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

f<sub>c0k</sub>=20.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>c0d</sub>=Kmod·f<sub>c0k</sub>/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm<sup>2</sup>

f<sub>myk</sub>=22.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>myd</sub>=Kmod·f<sub>myk</sub>/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm<sup>2</sup>

f<sub>mzk</sub>=22.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>mzd</sub>=Kmod·f<sub>mzk</sub>/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm<sup>2</sup>



Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my, netto} = 1E+06 \times 0.192 / 2.083E+004 = 9.23 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.083E+004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione  $S_k$

$S_{ky} = 1.00 \times 0.700 = 0.700 \text{ m} = 700 \text{ mm}$

$S_{kz} = 0.00 \times 0.700 = 0.000 \text{ m} = 0 \text{ mm}$

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 50 = 14 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 700 / 14 = 50.00$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 50 = 14 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 0 / 14 = 0.00$

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 50^2 \times 6700 / (50 \times 700) = 373.29 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crity} = 373.29 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel, my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m, crity}} = 0.24$  (EC5 Eq.6.30)

$\sigma_{m, critz} = 200.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel, mz} = \sqrt{f_{mzk} / \sigma_{m, critz}} = 0.00$  (EC5 Eq.6.30)

$\lambda_{rel, my} = 0.24$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crity} = 1.00$  (EC5 Eq.6.34)

$\lambda_{rel, mz} = 0.00$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{critz} = 1.00$  (EC5 Eq.6.34)

$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.630 + 0.000 = 0.63 < 1$  (EC5 Eq.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.441 + 0.000 = 0.44 < 1$  (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

**1.7. Progettazione della capriata****Caratteristiche geometriche della capriata**

Lunghezza  $L=5.000$  m, altezza  $H=1.500$  m, interasse capriate  $d=0.700$  m  
 Inclinazione  $=60.00\%$ , angolo  $\alpha=30.96^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.600$ ,  $\sin\alpha=0.514$ ,  $\cos\alpha=0.857$   
 Numero dei nodi = 4, numero degli elementi =5, 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	2	58x150	2.915	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
2	2.500	1.500		2	2	3	58x150	2.915	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
3	5.000	0.000	01	3	1	4	58x150	2.500	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
4	2.500	0.000		4	4	3	58x150	2.500	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005
				5	4	2	58x150	1.500	8.700E+003	1.631E+007	2.175E+005

**Carico lineare per capriata**

Massa volumica del legname  $=350.00$  kg/m<sup>3</sup>, peso proprio della capriata  $=0.368$  kN  
 Interasse delle capriate  $d=0.70$  m, peso delle unioni delle capriate  $=0.037$  kN

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

Manto di copertura +peso proprio  $G_{k1}= 0.501$  kN/m  
 Controsoffitto del tetto  $G_{k2}= 0.070$  kN/m

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

Sovraccario  $Q_{ki}= 0.50 \times 0.700 = 0.350$  kN/m  
 Neve (Sinistra)  $Q_{k1l}= 0.813$  kN/m (Destra )  $Q_{k1r}= 0.813$  kN/m  
 Neve (Sinistra)  $Q_{k2l}= 0.407$  kN/m (Destra )  $Q_{k2r}= 0.813$  kN/m  
 Neve (Sinistra)  $Q_{k3l}= 0.813$  kN/m (Destra )  $Q_{k3r}= 0.407$  kN/m  
 Vento (Sinistra)  $Q_{k4l}=-0.038$  kN/m (Destra )  $Q_{k4r}=-0.211$  kN/m  
 Vento (Sinistra)  $Q_{k5l}=-0.211$  kN/m (Destra )  $Q_{k5r}=-0.038$  kN/m

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

$A_{eX}$  Sismica  $q_h=0.053 \times (G+0.20 \times Q_{k1})$   
 $A_{eY}$  Sismica  $q_v=0.006 \times (G+0.20 \times Q_{k1})$

**Carichi nei nodi della capriata**

Nodo	Carico	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]
2	G <sub>k</sub>	0.00	-10.00

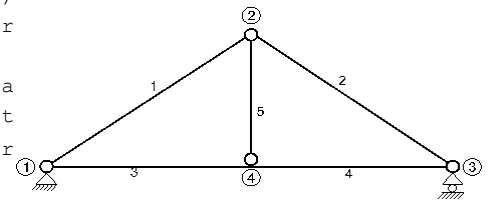
**Combinazioni di carico di progetto**

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

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

### 1.8. Analisi statica della capriata

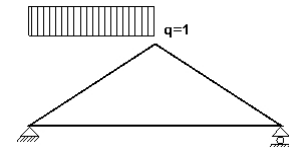
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)  
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una  $r$  di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.  
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di 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 = 4, numero degli elementi = 5, numero degli



#### 1.8.1. 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	2	-1.88	1.07	0.02	-0.59	-1.07	0.02
2	2	3	-1.23	0.00	0.00	-1.23	0.00	0.00
3	1	4	1.06	-0.01	0.01	1.06	-0.01	-0.01
4	4	3	1.05	0.00	-0.01	1.05	0.00	0.00
5	4	2	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01



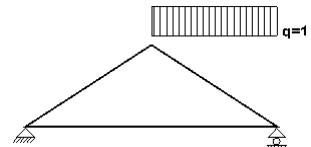
##### Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.06	1.88	0.02	-1.06	0.62	-0.02
2	2	3	1.05	-0.63	0.00	-1.05	0.63	0.00
3	1	4	-1.06	-0.01	0.01	1.06	0.01	0.01
4	4	3	-1.05	0.00	-0.01	1.05	0.00	0.00
5	4	2	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01	-0.01

(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	2	-1.23	0.00	0.00	-1.23	0.00	0.00
2	2	3	-0.59	1.07	0.02	-1.88	-1.07	0.02
3	1	4	1.05	0.00	0.00	1.05	0.00	-0.01
4	4	3	1.06	0.01	-0.01	1.06	0.01	0.01
5	4	2	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.01



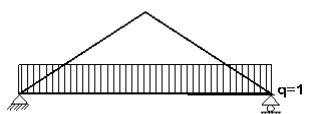
##### Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone destro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.05	0.63	0.00	-1.05	-0.63	0.00
2	2	3	1.06	0.62	0.02	-1.06	1.88	-0.02
3	1	4	-1.05	0.00	0.00	1.05	0.00	0.01
4	4	3	-1.06	0.01	-0.01	1.06	-0.01	-0.01
5	4	2	0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.01	0.01

(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	2	-3.08	0.00	0.01	-3.08	0.00	0.00
2	2	3	-3.08	0.00	0.00	-3.08	0.00	0.01
3	1	4	2.64	0.92	0.02	2.64	-1.58	-0.81
4	4	3	2.64	1.58	-0.81	2.64	-0.92	0.02
5	4	2	3.16	0.00	0.00	3.16	0.00	0.00



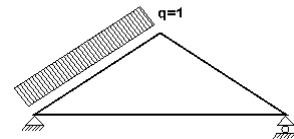
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	2.64	1.58	0.01	-2.64	-1.58	0.00
2	2	3	2.64	-1.58	0.00	-2.64	1.58	-0.01
3	1	4	-2.64	0.92	0.02	2.64	1.58	0.81
4	4	3	-2.64	1.58	-0.81	2.64	0.92	-0.02
5	4	2	0.00	-3.16	0.00	0.00	3.16	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	2	-0.80	1.46	0.03	-0.80	-1.46	0.03
2	2	3	-1.67	0.00	-0.01	-1.67	0.00	0.00
3	1	4	1.44	-0.01	0.01	1.44	-0.01	-0.02
4	4	3	1.43	0.01	-0.02	1.43	0.01	0.00
5	4	2	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01

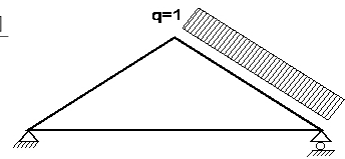
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.06	1.66	0.03	-1.44	0.84	-0.03
2	2	3	1.43	-0.86	-0.01	-1.43	0.86	0.00
3	1	4	-1.44	-0.01	0.01	1.44	0.01	0.02
4	4	3	-1.43	0.01	-0.02	1.43	-0.01	0.00
5	4	2	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.02	-0.01

(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	2	-1.67	0.00	0.00	-1.67	0.00	-0.01
2	2	3	-0.81	1.46	0.03	-0.81	-1.46	0.03
3	1	4	-0.06	-0.01	0.00	-0.06	-0.01	-0.02
4	4	3	-0.06	0.01	-0.02	-0.06	0.01	0.01
5	4	2	0.02	-0.01	0.00	0.02	-0.01	-0.01

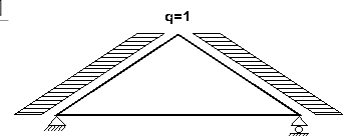
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.44	0.86	0.00	-1.44	-0.86	0.01
2	2	3	1.44	0.84	0.03	0.06	1.66	-0.03
3	1	4	0.06	-0.01	0.00	-0.06	0.01	0.02
4	4	3	0.06	0.01	-0.02	-0.06	-0.01	-0.01
5	4	2	0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.02	0.01

(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	2	2.95	0.75	0.02	0.45	-0.75	0.02
2	2	3	-0.44	-0.75	-0.02	-2.94	0.75	-0.02
3	1	4	2.91	0.00	0.01	2.91	0.00	0.01
4	4	3	2.90	-0.01	0.01	2.90	-0.01	-0.01
5	4	2	-0.01	0.01	0.00	-0.01	0.01	0.01



**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	2	-2.92	-0.88	0.02	0.00	0.88	-0.02
2	2	3	-0.01	-0.87	-0.02	-2.90	0.87	0.02
3	1	4	-2.91	0.00	0.01	2.91	0.00	-0.01
4	4	3	-2.90	-0.01	0.01	2.90	0.01	0.01
5	4	2	-0.01	0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.01

(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	2	-9.66	0.00	0.00	-9.66	0.00	0.00
2	2	3	-9.66	0.00	0.00	-9.66	0.00	0.00
3	1	4	8.28	0.03	0.00	8.28	0.03	0.08
4	4	3	8.28	-0.03	0.08	8.28	-0.03	0.00
5	4	2	-0.06	0.00	0.00	-0.06	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	2	8.28	4.97	0.00	-8.28	-4.97	0.00
2	2	3	8.28	-4.97	0.00	-8.28	4.97	0.00
3	1	4	-8.28	0.03	0.00	8.28	-0.03	-0.08
4	4	3	-8.28	-0.03	0.08	8.28	0.03	0.00
5	4	2	0.00	0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00

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

**1.8.2. Forze interne****Forze interne, Carico, : ( Gk) Proprio Gk1 = 0.501, Gk2 = 0.070 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	-11.69	0.62	0.01	-10.93	-0.63	0.01	-11.31	0.00	0.47
2	2	3	-10.93	0.63	0.01	-11.69	-0.62	0.01	-11.31	0.00	0.47
3	1	4	9.70	0.09	0.01	9.70	-0.09	0.01	9.70	0.00	0.06
4	4	3	9.70	0.09	0.01	9.70	-0.09	0.01	9.70	0.00	0.06
5	4	2	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00

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

**Forze interne, Carico, : (Qk1) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.813 [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	2	-2.52	0.87	0.02	-1.48	-0.87	0.01	-2.00	0.00	0.65
2	2	3	-1.48	0.87	0.01	-2.52	-0.87	0.02	-2.00	0.00	0.65
3	1	4	1.72	-0.01	0.01	1.72	-0.01	-0.02	1.72	-0.01	-0.01
4	4	3	1.72	0.01	-0.02	1.72	0.01	0.01	1.72	0.01	-0.01
5	4	2	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00

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

**Forze interne, Carico, : (Qk2) Neve QksL= 0.407, QksR= 0.813 [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	2	-1.76	0.43	0.01	-1.24	-0.44	0.00	-1.50	0.00	0.32
2	2	3	-0.98	0.87	0.01	-2.02	-0.87	0.02	-1.50	0.00	0.65
3	1	4	1.29	-0.01	0.00	1.29	-0.01	-0.01	1.29	-0.01	-0.01
4	4	3	1.29	0.01	-0.01	1.29	0.01	0.01	1.29	0.01	0.00
5	4	2	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00

**Forze interne, Carico, : (Qk3) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.407 [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	2	-2.02	0.87	0.02	-0.98	-0.87	0.01	-1.50	0.00	0.65
2	2	3	-1.24	0.44	0.00	-1.76	-0.43	0.01	-1.50	0.00	0.32
3	1	4	1.29	-0.01	0.01	1.29	-0.01	-0.01	1.29	-0.01	0.00
4	4	3	1.29	0.01	-0.01	1.29	0.01	0.00	1.29	0.01	-0.01
5	4	2	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00

**Forze interne, Carico, : (Qk4) Vento QkwL=-0.038, QkwR=-0.211 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	0.38	-0.05	0.00	0.38	0.06	0.00	0.38	0.00	-0.04
2	2	3	0.23	-0.31	-0.01	0.23	0.31	-0.01	0.23	0.00	-0.23
3	1	4	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.01	-0.04	0.00	0.00
4	4	3	-0.04	0.00	0.01	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
5	4	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00

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

**Forze interne, Carico, : (Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.038 [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	2	0.23	-0.31	-0.01	0.23	0.31	-0.01	0.23	0.00	-0.23
2	2	3	0.38	-0.06	0.00	0.38	0.05	0.00	0.38	0.00	-0.04
3	1	4	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00
4	4	3	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00
5	4	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-1.09	0.37	0.01	-0.64	-0.38	0.01	-0.86	0.00	0.28
2	2	3	-0.64	0.38	0.01	-1.09	-0.37	0.01	-0.86	0.00	0.28
3	1	4	0.74	0.00	0.00	0.74	0.00	-0.01	0.74	0.00	0.00
4	4	3	0.74	0.00	-0.01	0.74	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00
5	4	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	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	2	0.12	0.03	0.00	0.02	-0.03	0.00	0.07	0.00	0.02
2	2	3	-0.02	-0.03	0.00	-0.12	0.03	0.00	-0.07	0.00	-0.02
3	1	4	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
4	4	3	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
5	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	2	-0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
2	2	3	-0.01	0.01	0.00	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
3	1	4	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
4	4	3	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
5	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**1.8.3. Sforzi all'estremità dell'elemento****Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Gk) Proprio Gk1 = 0.501, Gk2 = 0.070[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	9.70	6.55	0.01	-9.70	-5.09	-0.01
2	2	3	9.70	-5.09	0.01	-9.70	6.55	-0.01
3	1	4	-9.70	0.09	0.01	9.70	0.09	-0.01
4	4	3	-9.70	0.09	0.01	9.70	0.09	-0.01
5	4	2	0.00	-0.17	0.00	0.00	0.17	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk1) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.813[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.72	2.04	0.02	-1.72	-0.01	-0.01
2	2	3	1.72	-0.01	0.01	-1.72	2.04	-0.02
3	1	4	-1.72	-0.01	0.01	1.72	0.01	0.02
4	4	3	-1.72	0.01	-0.02	1.72	-0.01	-0.01
5	4	2	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk2) Neve QksL= 0.407, QksR= 0.813[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.29	1.28	0.01	-1.29	-0.26	0.00
2	2	3	1.29	0.25	0.01	-1.29	1.79	-0.02
3	1	4	-1.29	-0.01	0.00	1.29	0.01	0.01
4	4	3	-1.29	0.01	-0.01	1.29	-0.01	-0.01
5	4	2	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00

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



**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk3) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.407[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.29	1.79	0.02	-1.29	0.25	-0.01
2	2	3	1.29	-0.26	0.00	-1.29	1.28	-0.01
3	1	4	-1.29	-0.01	0.01	1.29	0.01	0.01
4	4	3	-1.29	0.01	-0.01	1.29	-0.01	0.00
5	4	2	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk4) Vento QkwL=-0.038, QkwR=-0.211[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.30	-0.24	0.00	0.36	0.15	0.00
2	2	3	-0.36	-0.14	-0.01	0.04	-0.38	0.01
3	1	4	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	-0.01
4	4	3	0.04	0.00	0.01	-0.04	0.00	0.00
5	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00

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

**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.038[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.04	-0.38	-0.01	0.36	-0.14	0.01
2	2	3	-0.36	0.15	0.00	0.30	-0.24	0.00
3	1	4	0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00
4	4	3	0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00
5	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.74	0.88	0.01	-0.74	0.00	-0.01
2	2	3	0.74	0.00	0.01	-0.74	0.88	-0.01
3	1	4	-0.74	0.00	0.00	0.74	0.00	0.01
4	4	3	-0.74	0.00	-0.01	0.74	0.00	0.00
5	4	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.12	-0.03	0.00	0.00	0.03	0.00
2	2	3	0.00	-0.03	0.00	-0.12	0.03	0.00
3	1	4	-0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
4	4	3	-0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
5	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
2	2	3	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.00
3	1	4	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
4	4	3	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
5	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

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

nodo	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.11	-0.20	-0.15	-0.15	0.02	0.03	-0.09
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-1.11	-0.20	-0.15	-0.15	0.02	0.03	-0.09

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

nodo	reaz.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.26	0.26	0.00
1	Fy	6.64	2.03	1.27	1.78	-0.24	-0.38	0.87
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	6.64	2.03	1.78	1.27	-0.38	-0.24	0.87

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

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
( Gk) Proprio $G_{k1} = 0.501$ , $G_{k2} = 0.070$	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve $Q_{ksL} = 0.813$ , $Q_{ksR} = 0.813$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve $Q_{ksL} = 0.407$ , $Q_{ksR} = 0.813$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve $Q_{ksL} = 0.813$ , $Q_{ksR} = 0.407$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento $Q_{kwL} = -0.038$ , $Q_{kwR} = -0.211$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento $Q_{kwL} = -0.211$ , $Q_{kwR} = -0.038$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) $Q_i = 0.350$	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica $q_h = 0.053 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				
(Aey) AeY Sismica $q_v = 0.006 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				

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

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Permanente	0.60	0.000	8.626	0.000	14.377	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	11.675	0.000	12.972	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	10.532	0.000	11.702	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	11.294	0.000	12.549	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.391	8.264	-0.434	9.183	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.390	8.056	0.434	8.951	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	9.939	0.000	11.043	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.234	11.458	-0.261	12.731	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	11.333	0.260	12.592	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.235	10.315	-0.261	11.461	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	10.190	0.260	11.322	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.234	11.077	-0.260	12.308	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.234	10.952	0.260	12.169	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	-0.391	10.398	-0.434	11.554	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	-0.391	9.598	-0.434	10.665	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	-0.391	10.132	-0.434	11.257	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.390	10.190	0.434	11.322	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.390	9.390	0.434	10.433	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.390	9.923	0.434	11.026	
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	-0.235	11.856	-0.261	13.173	
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	0.234	11.731	0.260	13.034	
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	-0.235	11.055	-0.261	12.284	
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	0.234	10.930	0.260	12.145	
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	-0.234	11.589	-0.260	12.877	
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	0.234	11.464	0.260	12.738	
26	$G_k + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.00	0.917	7.077	0.917	7.077	
27	$G_k + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.00	0.000	7.087	0.000	7.087	
	Valori massimi				0.917	8.626	0.917	14.377
28	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} = 0.9 G_k + 1.5 Q_{k4}$ , (EQU)	Breve	0.90	-0.391	5.610	-0.434	6.233	
29	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} = 0.9 G_k + 1.5 Q_{k5}$ , (EQU)	Breve	0.90	0.390	5.402	0.434	6.002	

**1.9.2. 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	8.626	0.000	14.377	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.000	11.675	0.000	12.972	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.000	11.294	0.000	12.549	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.000	10.532	0.000	11.702	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.000	8.056	0.000	8.951	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.000	8.264	0.000	9.183	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.000	9.939	0.000	11.043	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	11.333	0.000	12.592	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	11.458	0.000	12.731	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	10.952	0.000	12.169	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	11.077	0.000	12.308	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	10.190	0.000	11.322	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	10.315	0.000	11.461	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	10.190	0.000	11.323	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	9.924	0.000	11.026	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	9.390	0.000	10.433	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	10.399	0.000	11.554	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	10.132	0.000	11.258	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	9.598	0.000	10.665	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	11.731	0.000	13.034	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	11.856	0.000	13.173	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	11.464	0.000	12.738	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	11.589	0.000	12.877	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	10.931	0.000	12.145	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	11.056	0.000	12.284	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	7.077	0.000	7.077	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	7.087	0.000	7.087	
	Valori massimi				0.000	8.626	0.000	14.377
28	yg.Gk+yq.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	5.402	0.000	6.002	
29	yg.Gk+yq.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	5.610	0.000	6.233	

**1.10. Stato limite di servizio****1.10.1. Stato limite di servizio** (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Deformazione a flessione nel nodo 4** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Kdef		
(Gk) Proprio	Gk1 = 0.501, Gk2 = 0.070	-1.112	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60		
(Qk1) Neve	QksL= 0.813, QksR= 0.813	-0.197	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk2) Neve	QksL= 0.407, QksR= 0.813	-0.147	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk3) Neve	QksL= 0.813, QksR= 0.407	-0.147	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk4) Vento	QkwL=-0.038, QkwR=-0.211	0.021	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		
(Qk5) Vento	QkwL=-0.211, QkwR=-0.038	0.032	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.112	1.780
2 Gk + Qk1	1.309	2.000
3 Gk + Qk2	1.260	1.945
4 Gk + Qk3	1.260	1.945
5 Gk + Qk4	1.112	1.780
6 Gk + Qk5	1.112	1.780
7 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk4	1.309	2.000
8 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk5	1.309	2.000
9 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk4	1.260	1.945
10 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk5	1.260	1.945
11 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk4	1.260	1.945
12 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk5	1.260	1.945
13 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk1	1.250	1.941
14 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk2	1.216	1.901
15 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk3	1.216	1.901
16 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk1	1.250	1.941
17 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk2	1.216	1.901
18 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk3	1.216	1.901

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

**Massimi valori della freccia nel nodo 4**

$w_{inst} = 1.309$  mm,  $w_{fin} = 2.000$  mm

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

$w_{inst} = 1.309$  mm <  $L/300=5000/300= 16.667$  mm

$w_{net,fin} = 2.000$  mm <  $L/250=5000/250= 20.000$  mm

$w_{fin} = 2.000$  mm <  $L/150=5000/150= 33.333$  mm

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Kdef	
( Gk) Proprio	Gk1 = 0.501, Gk2 = 0.070		2.252	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 0.813, QksR= 0.813		3.655	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 0.407, QksR= 0.813		1.828	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 0.813, QksR= 0.407		3.655	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL=-0.038, QkwR=-0.211		-0.197	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.211, QkwR=-0.038		-1.107	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	2.252	3.604
2 Gk + Qk1	5.908	7.698
3 Gk + Qk2	4.080	5.651
4 Gk + Qk3	5.908	7.698
5 Gk + Qk4	2.252	3.604
6 Gk + Qk5	2.252	3.604
7 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk4	5.908	7.698
8 Gk + Qk1 + $\psi_0$ .Qk5	5.908	7.698
9 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk4	4.080	5.651
10 Gk + Qk2 + $\psi_0$ .Qk5	4.080	5.651
11 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk4	5.908	7.698
12 Gk + Qk3 + $\psi_0$ .Qk5	5.908	7.698
13 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk1	4.811	6.601
14 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk2	3.532	5.103
15 Gk + Qk4 + $\psi_0$ .Qk3	4.811	6.601
16 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk1	4.811	6.601
17 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk2	3.532	5.103
18 Gk + Qk5 + $\psi_0$ .Qk3	4.811	6.601

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

**Massimi valori della freccia a metà asta 1**

$w_{inst} = 5.908$  mm,  $w_{fin} = 7.698$  mm

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

$w_{inst} = 5.908$  mm <  $L/300=2915/300= 9.718$  mm

$w_{net,fin} = 7.698$  mm <  $L/250=2915/250= 11.662$  mm

$w_{fin} = 7.698$  mm <  $L/150=2915/150= 19.437$  mm

La verifica è soddisfatta

**1.11. 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	20.11354	0.04972
2	30.47972	0.03281
3	41.79473	0.02393
4	51.69991	0.01934

**1.12. Stato limite ultimo****1.12.1. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Puntone, elementi: 1, 2**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.501, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.813	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.407, QksR= 0.813	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.407	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.038, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.038	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Permanente	0.60	-25.320	0.000	1.361	1.013
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-21.084	0.000	2.363	1.759
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-20.253	0.000	2.362	1.761
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-20.253	0.000	2.362	1.761
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-16.880	0.000	0.907	0.675
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-16.880	0.000	0.907	0.675
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-18.690	0.000	1.534	1.142
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-21.084	0.000	2.363	1.759
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-21.084	0.000	2.363	1.759
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-20.253	0.000	2.362	1.761
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-20.253	0.000	2.362	1.761
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-20.253	0.000	2.362	1.761
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-20.253	0.000	2.362	1.761
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-19.823	0.000	1.926	1.434
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-19.241	0.000	1.926	1.435
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-19.241	0.000	1.926	1.435
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-19.823	0.000	1.926	1.434
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-19.241	0.000	1.926	1.435
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-19.241	0.000	1.926	1.435
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	-21.633	0.000	2.553	1.901
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	-21.633	0.000	2.553	1.901
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	-21.051	0.000	2.552	1.902
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	-21.051	0.000	2.552	1.902
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	-21.051	0.000	2.552	1.902
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	-21.051	0.000	2.552	1.902
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-8.205	0.000	0.555	0.413
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-8.138	0.000	0.539	0.401
	Valori massimi			-25.320	0.000	2.553	1.902

**1.12.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2****Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 1****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-15.192 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=58 mm, h=150 mm, A= 8 700 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)fc0k=21.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.60 \times 21.00 / 1.50 = 8.40$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-15.192 kN,  $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 15.192 / 8700 = 1.75$  N/mm<sup>2</sup> < 8.40 N/mm<sup>2</sup> = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta



**Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 21****Taglio, Fv=2.298 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x58=39 mm, h=150 mm, A= 5 850 mm<sup>2</sup>

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

fvk=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=2.298 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x2.298/5850=0.59N/mm<sup>2</sup> < 2.40N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 23****Flessione, Myd=1.711 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

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

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

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.711/2.175E+005= 7.87 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.546+0.000= 0.55 &lt; 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.383+0.000= 0.38 &lt; 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 1****Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-15.192kN, Myd=0.608kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

fc0k=21.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.60x21.00/1.50=8.40N/mm<sup>2</sup>fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60x24.00/1.50=9.60N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60x24.00/1.50=9.60N/mm<sup>2</sup>

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x15.192/8700= 1.75 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.608/2.175E+005= 2.80 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.043+0.291+0.000= 0.33 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.043+0.204+0.000= 0.25 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 23****Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-18.668kN, Myd=1.711kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

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

fc0k=21.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x21.00/1.50=12.60N/mm<sup>2</sup>fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm<sup>2</sup>

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x18.668/8700= 2.15 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.711/2.175E+005= 7.87 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.029+0.546+0.000= 0.58 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)<sup>2</sup>+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.029+0.383+0.000= 0.41 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2 , combinazione di carico No 1****Stabilità a pressoflessione,  $F_{c0d}=-15.192\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.608\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare,  $b=58\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=8.700\text{E}+003\text{mm}^2$ ,  $W_y=2.175\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.410\text{E}+004\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.60$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$ ,  $E_{005}=7400\text{N/mm}^2$  $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60\times 21.00/1.50=8.40\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60\times 24.00/1.50=9.60\text{N/mm}^2$  $f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.60\times 24.00/1.50=9.60\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 15.192/8700= 1.75\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 0.608/2.175\text{E}+005= 2.80\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/8.410\text{E}+004= 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky}= 1.00\times 2.915=2.915\text{ m}= 2915\text{ mm}$  (più sfavorevole) $S_{kz}= 0.10\times 2.915=0.300\text{ m}= 300\text{ mm}$  (lunghezza efficace/lunghezza totale=0.30/2.92=0.10)Snellezza $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 150= 43\text{ mm}$ ,  $\lambda_y= 2915/ 43= 67.80$  $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 58= 17\text{ mm}$ ,  $\lambda_z= 300/ 17= 17.65$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 15.89\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}= 1.15$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 234.45\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}= 0.30$  (EC5 Eq.6.22) $\beta_c=0.20$  (legno massiccio) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]= 1.25$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.579$  (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) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.359+0.291+0.000= 0.65 < 1$  (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.208+0.204+0.000= 0.41 < 1$  (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

**Puntone, elementi: 1, 2 , combinazione di carico No 23****Stabilità a pressoflessione,  $F_{c0d}=-18.668\text{kN}$ ,  $M_{yd}=1.711\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare,  $b=58\text{mm}$ ,  $h=150\text{mm}$ ,  $A=8.700\text{E}+003\text{mm}^2$ ,  $W_y=2.175\text{E}+005\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.410\text{E}+004\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione  $K_{mod}=0.90$ , coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$ ,  $E_{005}=7400\text{N/mm}^2$  $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 21.00/1.50=12.60\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.50=14.40\text{N/mm}^2$  $f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.50=14.40\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 18.668/8700= 2.15\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 1.711/2.175\text{E}+005= 7.87\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/8.410\text{E}+004= 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione  $S_k$  $S_{ky}= 1.00\times 2.915=2.915\text{ m}= 2915\text{ mm}$  (più sfavorevole) $S_{kz}= 0.10\times 2.915=0.300\text{ m}= 300\text{ mm}$  (lunghezza efficace/lunghezza totale=0.30/2.92=0.10)Snellezza $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 150= 43\text{ mm}$ ,  $\lambda_y= 2915/ 43= 67.80$  $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 58= 17\text{ mm}$ ,  $\lambda_z= 300/ 17= 17.65$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 15.89\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}= 1.15$  (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 234.45\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}= 0.30$  (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c=0.20$  (legno massiccio)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=1.25$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.579$  (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)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.294 + 0.546 + 0.000 = 0.84 < 1$  (EC5 Eq.6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{my} \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.170 + 0.383 + 0.000 = 0.55 < 1$  (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

#### **Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 23**

**Stabilità laterale,  $M_{yd}=1.711$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare,  $b=58$  mm,  $h=150$  mm,  $A=8.700E+003$  mm<sup>2</sup>,  $W_y=2.175E+005$  mm<sup>3</sup>,  $W_z=8.410E+004$  mm<sup>3</sup>

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

$f_{c0k}=21.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90 \times 21.00/1.50=12.60$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{myk}=24.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90 \times 24.00/1.50=14.40$  N/mm<sup>2</sup>

$f_{mzk}=24.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.90 \times 24.00/1.50=14.40$  N/mm<sup>2</sup>

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

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 1.711/2.175E+005=7.87$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000/8.410E+004=0.00$  N/mm<sup>2</sup>

Lunghezza libera di inflessione  $S_k$

$S_{ky}=1.00 \times 2.915=2.915$  m= 2915 mm (più sfavorevole)

$S_{kz}=0.10 \times 2.915=0.300$  m= 300 mm (lunghezza efficace/lunghezza totale=0.30/2.92=0.10)

Snellezza

$i_y=\sqrt{(I_y/A)}=0.289 \times 150=43$  mm,  $\lambda_y=2915/43=67.80$

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

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot L_{ef})=0.78 \times 58^2 \times 7400/(150 \times 2624)=49.33$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.6.32)

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot L_{ef})=0.78 \times 150^2 \times 7400/(58 \times 300)=7463.79$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m,crit,y}=49.33$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel,my}=\sqrt{(f_{myk}/\sigma_{m,crit,y})}=0.70$  (EC5 Eq.6.30)

$\sigma_{m,crit,z}=7463.79$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel,mz}=\sqrt{(f_{mzk}/\sigma_{m,crit,z})}=0.06$  (EC5 Eq.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.70$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crite,y}=1.00$  (EC5 Eq.6.34)

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

$\sigma_{myd}/(K_{crite,y} \cdot f_{myd}) + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd}/(K_{crite,z} \cdot f_{mzd}) = 0.546 + 0.000 = 0.55 < 1$  (EC5 Eq.6.33)

$K_{my} \cdot \sigma_{myd}/(K_{crite,y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd}/(K_{crite,z} \cdot f_{mzd}) = 0.383 + 0.000 = 0.38 < 1$  (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

**1.12.3. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Catena, elementi: 3, 4**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.501, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.813	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.407, QksR= 0.813	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.407	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.038, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.038	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod	
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Permanente	0.60	0.000	21.015	0.190	0.134	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	16.870	0.144	0.078	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	16.157	0.141	0.083	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	16.157	0.141	0.083	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	13.942	0.132	0.094	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	13.509	0.132	0.093	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	15.241	0.134	0.085	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	16.829	0.141	0.081	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	16.569	0.142	0.081	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	16.115	0.137	0.084	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	15.856	0.139	0.085	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	16.116	0.138	0.085	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	15.855	0.138	0.084	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	15.944	0.134	0.086	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	15.443	0.131	0.088	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	15.445	0.132	0.089	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	15.511	0.135	0.085	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	15.012	0.133	0.088	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	15.010	0.131	0.087	
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	17.202	0.144	0.080	
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	16.943	0.144	0.079	
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	16.702	0.141	0.082	
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	16.443	0.142	0.082	
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	16.703	0.142	0.083	
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	16.442	0.141	0.081	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	6.772	0.060	0.041	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	6.702	0.060	0.040	
Valori massimi					0.000	21.015	0.190	0.134

**1.12.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 3, 4****Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 1****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=12.609 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=58 mm, h=150 mm, A= 8 700 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)ft0k=14.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.60 \times 14.00 / 1.50 = 5.60$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Ft0d=12.609 kN,  $\sigma_{td}=Ft0d/A_{netto}=1000 \times 12.609 / 8700 = 1.45$  N/mm<sup>2</sup> < 5.60 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: 3, 4, combinazione di carico No 1****Flessione, Myd=0.080 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60x24.00/1.50=9.60N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60x24.00/1.50=9.60N/mm<sup>2</sup>

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.080/2.175E+005= 0.37 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

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

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

La verifica è soddisfatta

**Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 1****Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=12.609kN, Myd=0.080kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

ft0k=14.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.60x14.00/1.50=5.60N/mm<sup>2</sup>fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60x24.00/1.50=9.60N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60x24.00/1.50=9.60N/mm<sup>2</sup>

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x12.609/8700= 1.45 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.080/2.175E+005= 0.37 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.259+0.039+0.000= 0.30 &lt; 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.259+0.027+0.000= 0.29 &lt; 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

**Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 1****Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=12.609kN, Myd=0.080kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=58mm, h=150mm, A=8.700E+003mm<sup>2</sup>, Wy=2.175E+005mm<sup>3</sup>, Wz=8.410E+004mm<sup>3</sup>

Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

ft0k=14.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.60x14.00/1.50=5.60N/mm<sup>2</sup>fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60x24.00/1.50=9.60N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60x24.00/1.50=9.60N/mm<sup>2</sup>

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x12.609/8700= 1.45 N/mm<sup>2</sup>omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.080/2.175E+005= 0.37 N/mm<sup>2</sup>omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.410E+004= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.259+0.039+0.000= 0.30 &lt; 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.259+0.027+0.000= 0.29 &lt; 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

**1.12.5. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 5**

Carico [kN/m]	Azione	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_o$	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.501, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.813	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.407, QksR= 0.813	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.813, QksR= 0.407	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.038, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.038	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod	
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Permanente	0.60	0.000	0.378	0.000	0.000	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	0.288	0.000	0.000	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	0.279	0.004	0.005	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	0.279	0.004	0.005	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	0.242	0.002	0.003	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	0.252	0.000	0.000	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	0.267	0.000	0.000	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	0.282	0.001	0.002	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	0.288	0.000	0.000	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	0.279	0.004	0.005	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	0.274	0.005	0.007	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	0.273	0.005	0.007	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	0.279	0.004	0.005	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	0.267	0.002	0.003	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	0.261	0.000	0.001	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	0.261	0.005	0.007	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	0.277	0.000	0.000	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	0.271	0.003	0.004	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	0.271	0.003	0.004	
20	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	0.287	0.001	0.002	
21	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	0.293	0.000	0.000	
22	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	0.286	0.003	0.004	
23	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	0.281	0.004	0.006	
24	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	0.280	0.004	0.006	
25	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	0.286	0.003	0.004	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	0.119	0.000	0.000	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	0.120	0.000	0.000	
	Valori massimi				0.000	0.378	0.005	0.007

**1.12.6. Verifica della sezione Elementi: 5****Elementi: 5 , combinazione di carico No 1****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=0.227 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=58 mm, h=150 mm, A= 8 700 mm<sup>2</sup>Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (Tab.3.1), coefficiente del materiale  $\gamma_M=1.50$  (Tab. 2.3)ft0k=14.00 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.60 \times 14.00 / 1.50 = 5.60$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Eq.2.14)Ft0d=0.227 kN,  $\sigma_{td} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 0.227 / 8700 = 0.03$  N/mm<sup>2</sup> < 5.60 N/mm<sup>2</sup> = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

### 1.13. Progetto delle unioni

#### 1.13.1. Resistenza di giunzioni (UNI EN1995-1-1:2009, §8)

##### Bulloni del giunto e piastre del giunto

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

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

##### Proprietà della sezione

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

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

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

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

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

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

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

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

$f_{hk}=0.082(1-0.01d) \rho_k=27.55\text{N/mm}^2$ , ( $\rho_k=350\text{kg/m}^3$ ,  $d=4.0$  mm) (EN1995-1-1 Eq.8.32)

##### Azione permanente

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

$t_2=58.0$  mm, Spessore della piastra in acciaio  $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$  mm

$R_d$ =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.12(j), 8.12(k))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.196$  kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.134$  kN

Resistenza di progetto del bullone  $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.60 \times 1.134 / 1.50 = 0.907$  kN

##### Azione di lunga durata

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

$t_2=58.0$  mm, Spessore della piastra in acciaio  $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$  mm

$R_d$ =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.12(j), 8.12(k))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.196$  kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.134$  kN

Resistenza di progetto del bullone  $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.80 \times 1.134 / 1.50 = 1.209$  kN

##### Azione di breve durata

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

$t_2=58.0$  mm, Spessore della piastra in acciaio  $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$  mm

$R_d$ =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.12(j), 8.12(k))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.196$  kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.134$  kN

Resistenza di progetto del bullone  $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.90 \times 1.134 / 1.50 = 1.361$  kN

##### Azione Accidentale

Resistenza di progetto del bullone  $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 1.00 \times 1.134 / 1.00 = 2.268$  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  $0.50 \times F_d$

**1.13.2. 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 1, con gli elementi 2 e 5, al nodo 2**

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=125mmx215mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

11 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

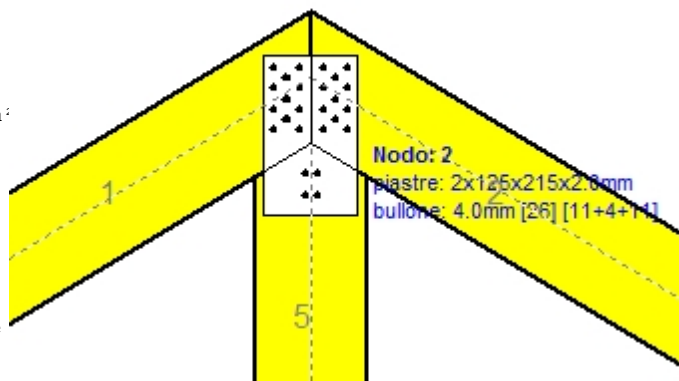
Sforzo max bullone d'angolo  $F_n=Fa/n+Ma/W_p$ 

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n=11, ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=138\text{mm}^2$ ,  $r=42\text{mm}$ ,  $W_p=4515\text{mm}^3$  $\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$ **Sforzi nel nodo 2 ,dagli elementi 2, 5, 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	-14.238	0.095	0.776 <	0.907
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-16.567	0.077	0.856 <	1.361
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-16.137	0.094	0.861 <	1.361
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-15.825	0.068	0.810 <	1.361
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-14.238	0.095	0.776 <	1.361
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-14.238	0.095	0.776 <	1.361
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-15.231	0.087	0.810 <	1.361
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.567	0.077	0.856 <	1.361
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.567	0.077	0.856 <	1.361
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.137	0.094	0.861 <	1.361
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.137	0.094	0.861 <	1.361
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.825	0.068	0.810 <	1.361
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.825	0.068	0.810 <	1.361
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-15.860	0.082	0.831 <	1.361
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-15.566	0.094	0.835 <	1.361
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.340	0.076	0.799 <	1.361
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-15.860	0.082	0.831 <	1.361
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-15.566	0.094	0.835 <	1.361
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.340	0.076	0.799 <	1.361
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.876	0.074	0.866 <	1.361
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.876	0.074	0.866 <	1.361
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.570	0.087	0.870 <	1.361
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.570	0.087	0.870 <	1.361
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.358	0.068	0.835 <	1.361
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.358	0.068	0.835 <	1.361
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.243	0.069	0.605 <	2.268
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.269	0.070	0.608 <	2.268



**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	-14.238	0.095	12 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-16.567	0.077	14 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-16.137	0.094	14 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-15.825	0.068	13 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-14.238	0.095	12 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-14.238	0.095	12 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-15.231	0.087	13 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.567	0.077	14 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.567	0.077	14 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.137	0.094	14 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.137	0.094	14 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.825	0.068	13 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.825	0.068	13 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-15.860	0.082	13 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-15.566	0.094	13 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.340	0.076	13 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-15.860	0.082	13 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-15.566	0.094	13 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.340	0.076	13 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.876	0.074	14 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.876	0.074	14 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.570	0.087	14 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.570	0.087	14 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-16.358	0.068	14 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.358	0.068	14 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.243	0.069	10 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.269	0.070	10 <	240

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=125mmx215mm, 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  $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

F<sub>a</sub>= forza al centro dell'unione

M<sub>a</sub>= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

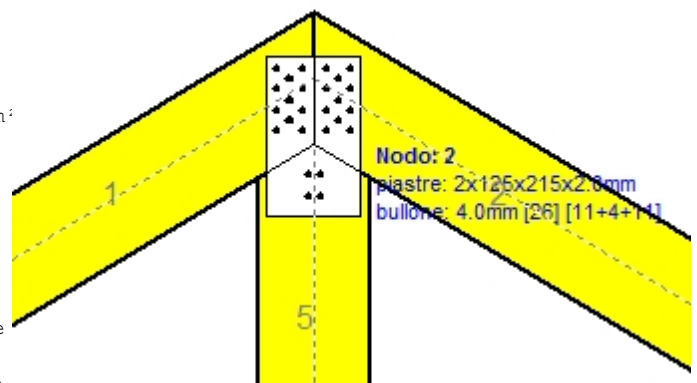
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W<sub>p</sub>: modulo di resistenza del collegamento

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

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



**Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 5, 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	0.227	0.000	0.057 < 0.907	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.259	0.000	0.065 < 1.361	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.251	0.005	0.133 < 1.361	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.251	-0.005	0.134 < 1.361	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.218	-0.003	0.095 < 1.361	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.227	0.000	0.057 < 1.361	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.241	0.000	0.060 < 1.361	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.254	-0.002	0.087 < 1.361	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.259	0.000	0.065 < 1.361	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.251	0.005	0.133 < 1.361	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.246	0.007	0.158 < 1.361	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.246	-0.007	0.158 < 1.361	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.251	-0.005	0.134 < 1.361	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.241	-0.003	0.101 < 1.361	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.235	0.001	0.067 < 1.361	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.235	-0.006	0.151 < 1.361	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.249	0.000	0.062 < 1.361	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.244	0.003	0.110 < 1.361	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.244	-0.003	0.110 < 1.361	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.258	-0.002	0.088 < 1.361	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.263	0.000	0.066 < 1.361	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.258	0.003	0.113 < 1.361	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.253	0.005	0.137 < 1.361	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.252	-0.005	0.138 < 1.361	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.258	-0.003	0.113 < 1.361	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.178	0.000	0.051 < 2.268	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.180	0.000	0.045 < 2.268	

**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	0.227	0.000	1 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.259	0.000	1 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.251	0.005	1 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.251	-0.005	1 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.218	-0.003	1 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.227	0.000	1 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.241	0.000	1 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.254	-0.002	1 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.259	0.000	1 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.251	0.005	1 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.246	0.007	1 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.246	-0.007	1 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.251	-0.005	1 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.241	-0.003	1 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.235	0.001	1 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.235	-0.006	1 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.249	0.000	1 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.244	0.003	1 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.244	-0.003	1 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.258	-0.002	1 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.263	0.000	1 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.258	0.003	1 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.253	0.005	1 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.252	-0.005	1 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.258	-0.003	1 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.178	0.000	1 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.180	0.000	0 < 240	

### 1.13.3. 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 3, al nodo 1

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=110mmx130mm, 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

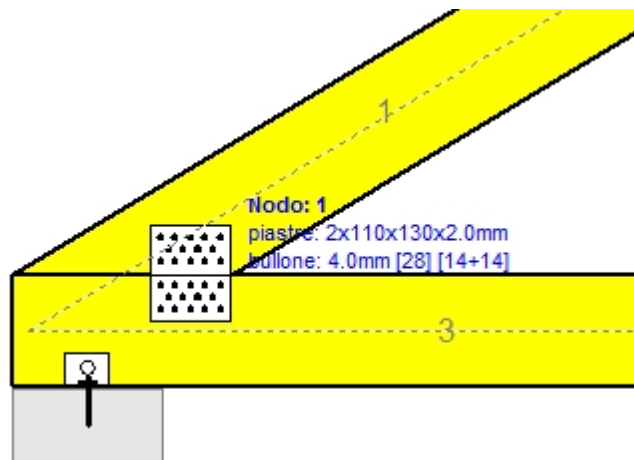
$A=n \cdot x \cdot a$ : area totale bullone

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	yg.Gk	Permanente	0.60	-15.213	-0.184	0.706 <	0.907
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-19.093	-0.198	0.858 <	1.361
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-17.891	-0.201	0.817 <	1.361
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-18.350	-0.188	0.822 <	1.361
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-15.213	-0.184	0.706 <	1.361
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-15.213	-0.184	0.706 <	1.361
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-16.877	-0.190	0.771 <	1.361
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.093	-0.198	0.858 <	1.361
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.093	-0.198	0.858 <	1.361
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.891	-0.201	0.817 <	1.361
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.891	-0.201	0.817 <	1.361
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.350	-0.188	0.822 <	1.361
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.350	-0.188	0.822 <	1.361
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-17.924	-0.194	0.812 <	1.361
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-17.087	-0.196	0.784 <	1.361
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-17.403	-0.187	0.787 <	1.361
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-17.924	-0.194	0.812 <	1.361
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-17.087	-0.196	0.784 <	1.361
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-17.403	-0.187	0.787 <	1.361
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.603	-0.200	0.877 <	1.361
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.603	-0.200	0.877 <	1.361
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.758	-0.202	0.849 <	1.361
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.758	-0.202	0.849 <	1.361
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.083	-0.193	0.853 <	1.361
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.083	-0.193	0.853 <	1.361
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-12.102	-0.141	0.557 <	2.268
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-12.233	-0.144	0.564 <	2.268

**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	-15.213	-0.184	33 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-19.093	-0.198	40 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-17.891	-0.201	38 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-18.350	-0.188	38 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-15.213	-0.184	33 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-15.213	-0.184	33 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-16.877	-0.190	36 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-19.093	-0.198	40 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-19.093	-0.198	40 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-17.891	-0.201	38 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-17.891	-0.201	38 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-18.350	-0.188	38 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-18.350	-0.188	38 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-17.924	-0.194	38 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-17.087	-0.196	37 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-17.403	-0.187	37 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk1	Breve	0.90	-17.924	-0.194	38 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk2	Breve	0.90	-17.087	-0.196	37 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. $\psi_o$ .Qk3	Breve	0.90	-17.403	-0.187	37 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-19.603	-0.200	41 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk1+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-19.603	-0.200	41 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-18.758	-0.202	40 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk2+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-18.758	-0.202	40 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk4	Breve	0.90	-19.083	-0.193	40 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. $\psi_o$ .Qk3+yq. $\psi_o$ .Qk5	Breve	0.90	-19.083	-0.193	40 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-12.102	-0.141	26 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-12.233	-0.144	26 <	240

**1.13.4. 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 dell'elemento 5, con gli elementi 3 e 4, al nodo 4**

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=45mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

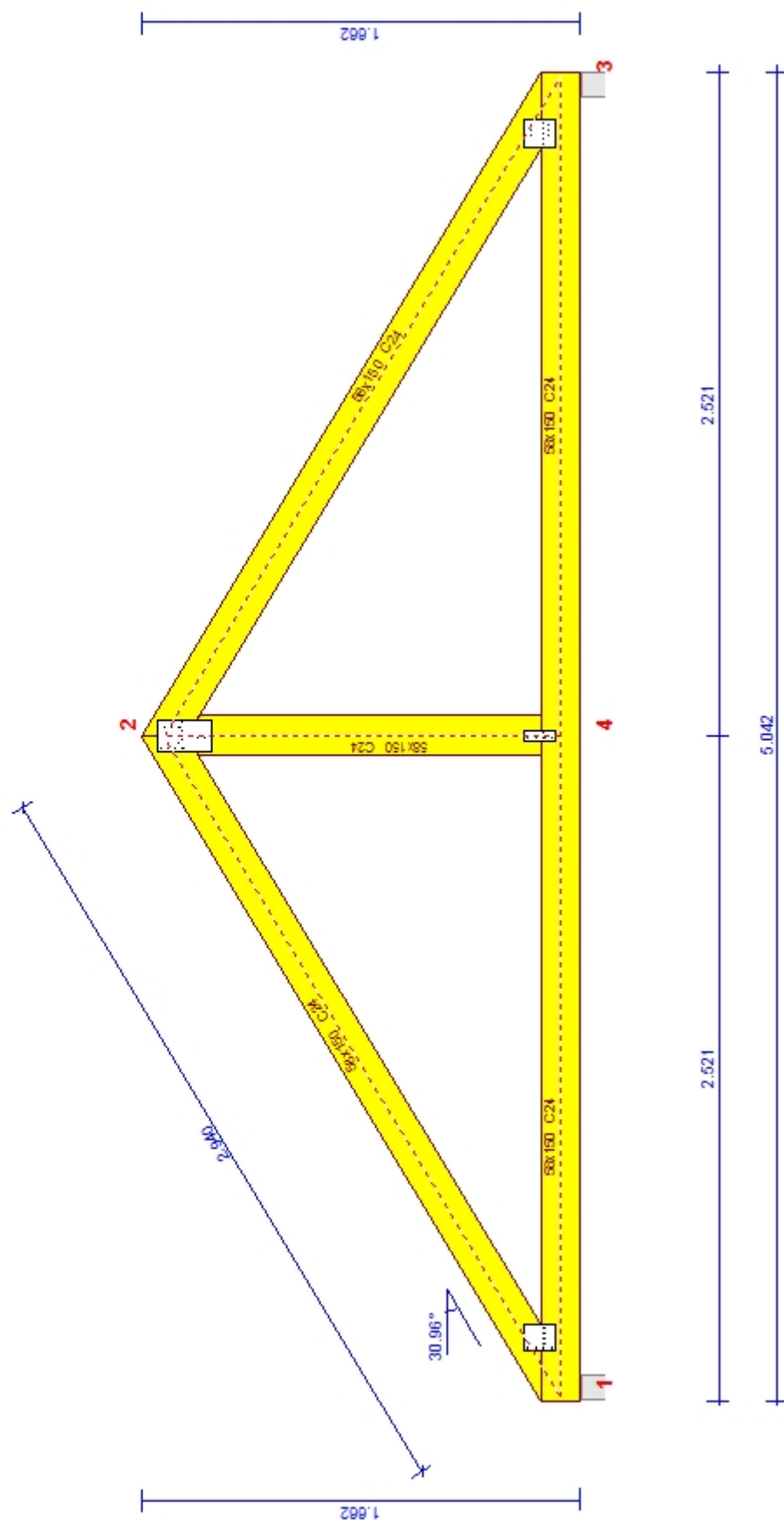
n= 4, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=18\text{mm}$ ,  $W_p=811\text{mm}^3$  $\sigma$  e  $\sigma_d$  tens. normale e di esercizio piastra  $\text{N/mm}^2$ **Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 5, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

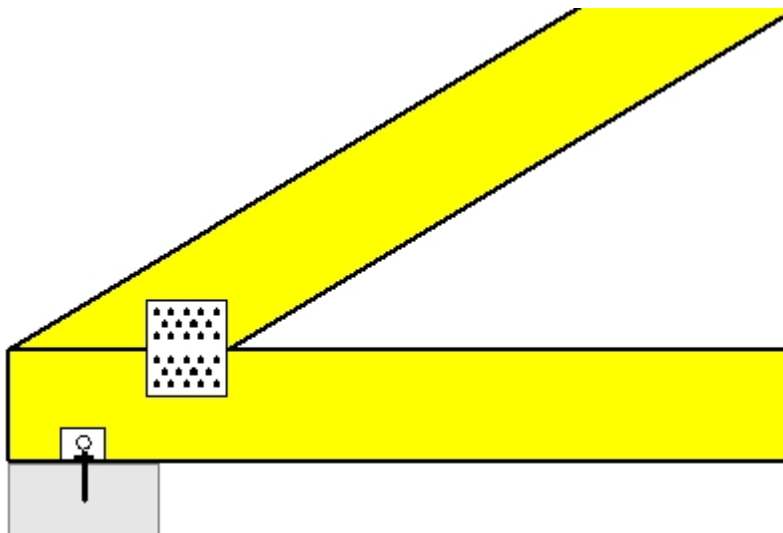
L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.227	0.000	0.057 <	0.907
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.259	0.000	0.065 <	1.361
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.251	0.000	0.063 <	1.361
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.251	0.000	0.063 <	1.361
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.218	0.000	0.055 <	1.361
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.227	0.000	0.057 <	1.361
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.241	0.000	0.060 <	1.361
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.254	0.000	0.064 <	1.361
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.259	0.000	0.065 <	1.361
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.251	0.000	0.063 <	1.361
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.246	0.000	0.062 <	1.361
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.246	0.000	0.062 <	1.361
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.251	0.000	0.063 <	1.361
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.241	0.000	0.061 <	1.361
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.235	0.000	0.059 <	1.361
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.235	0.000	0.060 <	1.361
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.249	0.000	0.062 <	1.361
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.244	0.000	0.061 <	1.361
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.244	0.000	0.061 <	1.361
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.258	0.000	0.065 <	1.361
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.263	0.000	0.066 <	1.361
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.258	0.000	0.065 <	1.361
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.253	0.000	0.064 <	1.361
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.252	0.000	0.064 <	1.361
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.258	0.000	0.065 <	1.361
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.178	0.000	0.045 <	2.268
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.180	0.000	0.045 <	2.268

**Verifica la resistenza della piastra di unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k <sub>mod</sub>	F <sub>a</sub> (kN)	M <sub>a</sub> (kNm)	σ	σ <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.227	0.000	2 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.259	0.000	2 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.251	0.000	2 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.251	0.000	2 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.218	0.000	2 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.227	0.000	2 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.241	0.000	2 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.254	0.000	2 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.259	0.000	2 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.251	0.000	2 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.246	0.000	2 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.246	0.000	2 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.251	0.000	2 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.241	0.000	2 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.235	0.000	2 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.235	0.000	2 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.249	0.000	2 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.244	0.000	2 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.244	0.000	2 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.258	0.000	2 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.263	0.000	2 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.258	0.000	2 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.253	0.000	2 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.252	0.000	2 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.258	0.000	2 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.178	0.000	1 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.180	0.000	1 <	240

Scala 1:25

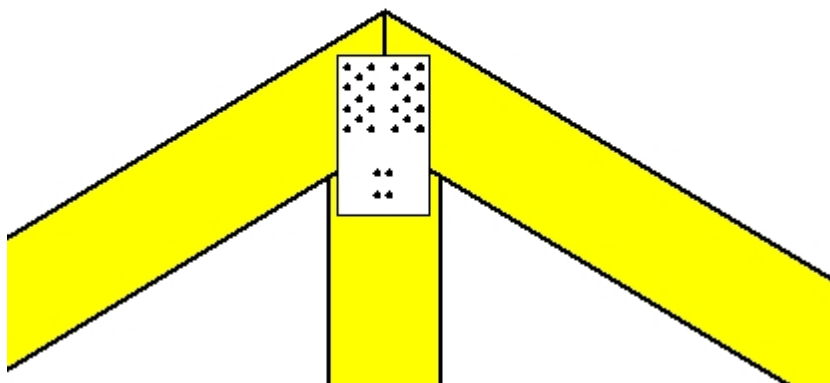


**Unione chiodata al nodo 1**

(nodo a  $x=0.216$  m,  $y=0.075$  m)

**piastre:** 2x110x130x2.0mm

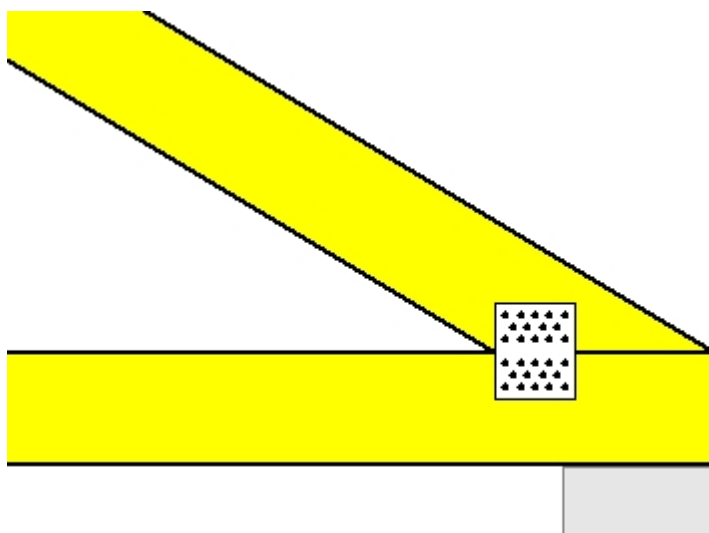
**bullone:** 4.0mm [28] [14+14]

**Unione chiodata al nodo 2**

(nodo a  $x=2.500$  m,  $y=1.413$  m)

**piastre:** 2x125x215x2.0mm

**bullone:** 4.0mm [26] [11+4+11]

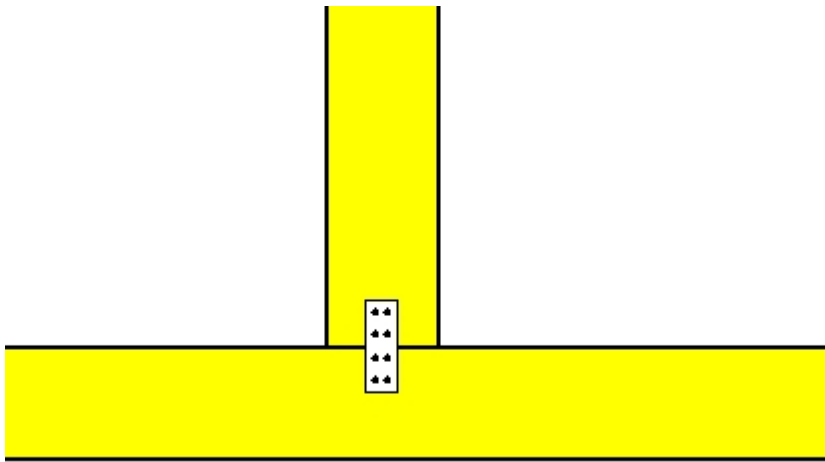
**Unione chiodata al nodo 3**

(nodo a  $x=4.784$  m,  $y=0.075$  m)

**piastre:** 2x110x130x2.0mm

**bullone:** 4.0mm [28] [14+14]





**Unione chiodata al nodo 4**

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

**piastre: 2x45x125x2.0mm**

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