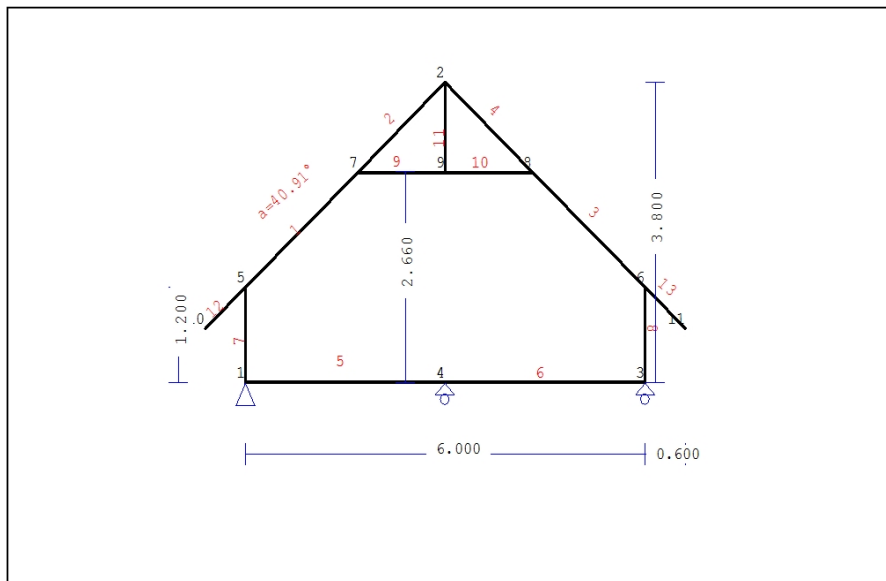


1. TETTO-03

Tetto ad assito su travetti



1.1. Descrizione tecnica

1.1.1. Tipologia costruttiva

Tetto in legno C22. La tipologia della capriata è illustrata nel disegno soprastante.

Luce della capriata 6.000m, altezza 3.800m, inclinazione 40.91°, interasse delle capriate 2.500m

Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm

Travetti in legno di classe C22, con dimensioni 75x100 mm, ad interasse 0.300 m

Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]

Elementi 1, 2, 3, 4, sezione 75x225 [mm]

Elementi 5, 6, sezione 75x225 [mm]

Elementi 7, 8, sezione 75x225 [mm]

Elementi 9, 10, sezione 63x200 [mm]

Elementi 11, sezione 63x200 [mm]

Volume della capriata = 0.350 m³, peso proprio della capriata = 1.168 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, travetti, 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

$f_{mk} = 22.0$ MPa, $f_{t0k} = 13.0$ MPa, $f_{t90k} = 0.4$ MPa

$f_{c0k} = 20.0$ MPa, $f_{c90k} = 2.4$ MPa, $f_{vk} = 3.8$ MPa

$E_{0m} = 10000$ MPa, $E_{005} = 6700$ MPa, $E_{90m} = 330$ MPa

$G_m = 630$ MPa, $\rho_k = 340$ Kg/m³

1.1.5. Carichi distribuiti sulla copertura

Carico permanente del manto di copertura $G_e = 0.500$ kN/m² (Tegole)

Travetti, assito, isolamento $G_t = 0.100$ kN/m² $G_e + G_t = 0$

Peso del controsoffitto del tetto $G_c = 0.000$ kN/m²

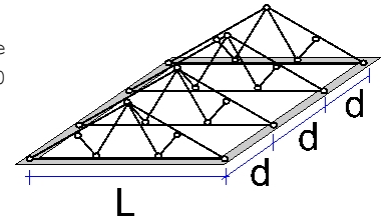
Carico della neve sul terreno $S_k = 1.500$ kN/m²

Pressione del vento sulle superfici vert. $Q_w = 0.754$ kN/m²

Peso permanente sul solaio del sottotetto $G_f = 0.500$ kN/m²

Carico utile sul solaio del sottotetto $Q_f = 1.400$ kN/m²

Carico (categoria H) $Q_i = 0.500$ kN/m²

**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

$s_{sk} = 1.500$ kN/m² ($s = 200 \leq 200$ m)

Valore di riferimento del carico neve al suolo: $s_k = q_{ref}(T) = 1.500$ kN/m²

Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)

Inclinazione del tetto : $\alpha = 40.914^\circ$

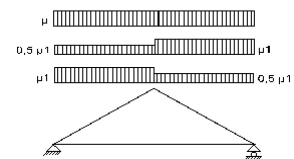
Coefficiente di esposizione : $C_e = 1.000$ (DM2008 §5.2(7))

Coefficiente termico : $C_t = 1.000$ (DM2008 §5.2(8))

Fattori di forma, $\alpha_1 = \alpha_2 = 40.91^\circ$, $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.509$ (Tab. 3.4.II)

$S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.509 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 0.763$ kN/m² (§3.4.1)

$S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.509 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 0.763$ kN/m²



Azioni della neve (DM2008, §3.4.1)

Combinazione di carico (I), $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 0.763$ kN/m², $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 0.763$ kN/m²

Combinazione di carico (II), $S(\text{Sinistra}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.382$ kN/m², $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 0.763$ kN/m²

Combinazione di carico (III), $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 0.763$ kN/m², $S(\text{Destra}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.382$ kN/m²

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, $V_b = 25.00$ m/s ($s = 500 < a_0 = 1000$ m), $V_b = 25$ m/s, $a_0 = 1000$ m, $K_a = 0.012$ (1/s) (Tab. 3.3.I)

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

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

Categorie di esposizione del sito: II, $k_r = 0.19$, $z_0 = 0.05$ m, $z_{min} = 4.00$ m (Tab. 3.3.II)

Coefficiente di topografia : $C_t = 1.000$ (§3.3.7)

Coefficiente di esposizione: $C_e = 0.19^2 \times 1.000 \times \ln(5/0.05) \times [7 + 1.000 \times \ln(5/0.05)] = 1.929$ (§3.3.7)

Pressione del vento sulla superficie verticale: $Q_{ref} \cdot C_e = 0.001 \times (25.00^2 / 1.6) \times 1.929 = 0.754$ kN/m²

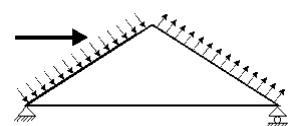
Pressione del vento $p_f = C_p \cdot q_b$ (DM2008, §3.3.7.1)

Coefficiente di forma C_p (DM2008 §3.3.7.1)

Con inclinazione $\alpha = 40.91^\circ$, $C_p(+) = 0.23$, $C_p(-) = -0.40$

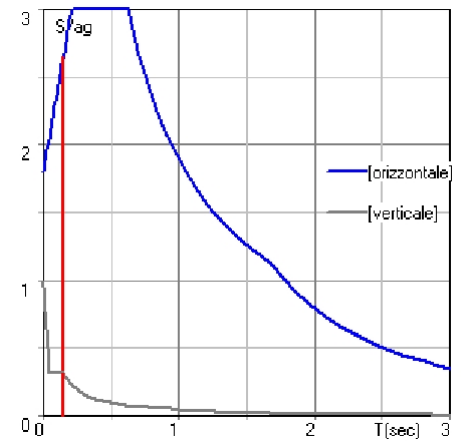
Pressione del vento $p_f(\text{Sinistra}) = 0.171$ kN/m²

Pressione del vento $p_f(\text{Destra}) = -0.302$ kN/m²



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

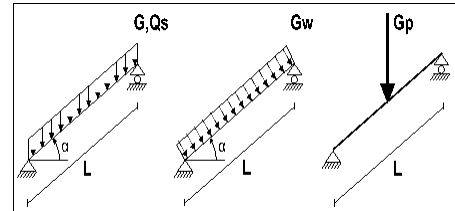
L'assito è progettato come trave semplicemente appoggiata con luce interasse tra i travetti $L=0.300\text{m}$, e larghezza 1.00m .

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 $\alpha=40.91^\circ$, spessore dell'assito 20mm

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 $Q_s = 0.763 \text{ kN/m}^2$
 Carico da vento $Q_w = 0.171 \text{ kN/m}^2$
 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	γ_g	γ_q	ψ_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	0.111	0.064	0.005	
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.763 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.113	0.065	0.005	
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = 0.171 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	0.000	0.026	0.002	
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.786	0.453	0.068	

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	ψ_0	ψ_1	ψ_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	$Q_{ks} = 0.763 [\text{kN/m}]$		0.003	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60	
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = 0.171 [\text{kN/m}]$		0.001	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	0.006	0.008
3 Gk + Qk2	0.004	0.006
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.006	0.008
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.006	0.008

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.006 \text{ mm}$, $w_{fin} = 0.008 \text{ mm}$

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

Deformazioni finali

$w_{inst} = 0.006 \text{ mm} < L/300 = 300/300 = 1.000 \text{ mm}$

$w_{net, fin} = 0.008 \text{ mm} < L/250 = 300/250 = 1.200 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.008 \text{ mm} < L/150 = 300/150 = 2.000 \text{ mm}$

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	-0.241	0.139	0.010
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	-0.350	0.202	0.015
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	-0.161	0.136	0.010
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	-0.931	0.537	0.074
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2 + yq.ψo.Qkf	Breve	0.90	-0.350	0.228	0.017
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1 + yq.ψo.Qkf	Breve	0.90	-0.293	0.212	0.016
	Valori massimi			-0.931	0.537	0.074

Assito, combinazione di carico No 4**Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-0.931 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=1000 mm, h=20 mm, A= 20 000 mm²

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

fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-0.931 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.931/20000=0.05N/mm² < 13.33N/mm²=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Taglio, Fv=0.537 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm²

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

fvk=3.80 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fv=0.537 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.537/13400=0.06N/mm² < 2.53N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Flessione, Myd=0.074 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm², Wy=6.667E+004mm³, Wz=3.333E+006mm³

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

fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²fmzk=22.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.074/6.667E+004= 1.11 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm²

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.076+0.000= 0.08 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.053+0.000= 0.05 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-0.931kN, Myd=0.074kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm², Wy=6.667E+004mm³, Wz=3.333E+006mm³

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

fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm²fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²fmzk=22.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.931/20000= 0.05 N/mm²σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.074/6.667E+004= 1.11 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm²(σc0d/fc0d)²+σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.000+0.076+0.000= 0.08 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)²+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.000+0.053+0.000= 0.05 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-0.931\text{kN}$, $M_{yd}=0.074\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare, $b=1000\text{mm}$, $h=20\text{mm}$, $A=2.000\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=6.667\text{E}+004\text{mm}^3$, $W_z=3.333\text{E}+006\text{mm}^3$ 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)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.931 / 20000 = 0.05\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06 \times 0.074 / 6.667\text{E}+004 = 1.11\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 3.333\text{E}+006 = 0.00\text{ N/mm}^2$ 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) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.004 + 0.076 + 0.000 = 0.08 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.003 + 0.053 + 0.000 = 0.06 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.6. Progettazione dei travetti

Sistema strutturale dei travetti

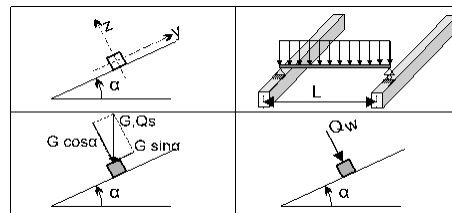
I travetti sono progettati come travi semplicemente appoggiate con luce $L=2.500\text{m}$ che è la distanza tra le capriate. Essi sono sottoposti ad un carico di superficie di larghezza $L_1=0.300\text{m}$ (interasse tra i travetti). L'asse dei travetti ha un'inclinazione $=40.91^\circ$ sulla verticale. 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: 75x100mm
Interasse dei travetti 0.300m, inclinazione della falda $\alpha=40.91^\circ$, interasse delle capriate 2.500m.

Carico uniformemente distribuito sui travetti 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 $Q_s = 0.763 \text{ kN/m}^2$
Carico da vento $Q_w = 0.171 \text{ kN/m}^2$
Peso del carpentiere $Q_p = 1.200 \text{ kN}$



Carico lineare sui travetti (kN/m) in z-z e y-y

Manto di copertura+peso proprio $G_k = 0.180 \text{ kN/m}$, $G_{kz} = 0.136 \text{ kN/m}$, $G_{kez} = 0.118 \text{ kN/m}$
Carico neve $Q_{ks} = 0.229 \text{ kN/m}$, $Q_{ksz} = 0.173 \text{ kN/m}$, $Q_{ksy} = 0.150 \text{ kN/m}$
Carico da vento $Q_{kw} = 0.051 \text{ kN/m}$, $Q_{kwz} = 0.051 \text{ kN/m}$, $Q_{kwy} = 0.000 \text{ kN/m}$
Peso del carpentiere $Q_{kp} = 1.200 \text{ kN}$, $Q_{kpz} = 0.907 \text{ kN}$, $Q_{kpy} = 0.786 \text{ kN}$

Sforzi interni nei travetti (luce $L=2.500 \text{ m}$, BxH: 75x100 mm)

Carico	Azione	γ_g	γ_q	ψ_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	0.170	0.147	0.106	0.000
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.229 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.216	0.187	0.135	0.000
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = 0.051 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	0.064	0.000	0.040	0.000
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.453	0.393	0.567	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	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}
(Gk) Permanente $G_k = 0.136 [\text{kN/m}]$	0.460	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve $Q_{ks} = 0.173 [\text{kN/m}]$	0.585	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Vento $Q_{kw} = 0.051 [\text{kN/m}]$	0.174	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.460	0.735
2 Gk + Qk1	1.044	1.390
3 Gk + Qk2	0.633	0.909
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	1.149	1.494
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	1.043	1.389

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 1.149 \text{ mm}$, $w_{fin} = 1.494 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 1.149 \text{ mm} < L/300 = 2500/300 = 8.333 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 1.494 \text{ mm} < L/250 = 2500/250 = 10.000 \text{ mm}$

$w_{fin} = 1.494 \text{ mm} < L/150 = 2500/150 = 16.667 \text{ mm}$

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	0.368	0.319	0.230	0.000
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	0.606	0.525	0.379	0.000
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	0.353	0.213	0.220	0.000
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	0.674	0.585	0.705	0.000
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2 + yq.	Breve	0.90	0.670	0.525	0.419	0.000
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1 + yq.	Breve	0.90	0.605	0.432	0.378	0.000
	Valori massimi			0.674	0.585	0.705	0.000

Travetto, combinazione di carico No 4

Taglio, Fv=0.674 kN (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x75=50 mm, h=100 mm, A= 5 000 mm²

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

f_{vk}=3.80 N/mm², f_{vd}=Kmod·f_{vk}/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm² (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.674 kN, τ_{v0d}=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.674/5000=0.20N/mm² < 2.53N/mm²=f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Taglio, Fv=0.585 kN (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x100=67 mm, h=75 mm, A= 5 025 mm²

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

f_{vk}=3.80 N/mm², f_{vd}=Kmod·f_{vk}/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm² (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.585 kN, τ_{v0d}=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.585/5025=0.17N/mm² < 2.53N/mm²=f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Flessione, Myd=0.705 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Sezione rettangolare, b=75mm, h=100mm, A=7.500E+003mm², Wy=1.250E+005mm³, Wz=9.375E+004mm³

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

f_{myk}=22.00 N/mm², f_{myd}=Kmod·f_{myk}/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

f_{mzk}=22.00 N/mm², f_{mzd}=Kmod·f_{mzk}/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.705/1.250E+005= 5.64 N/mm²

omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/9.375E+004= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.384+0.000= 0.38 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.269+0.000= 0.27 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Stabilità laterale, Myd=0.705 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, b=75mm, h=100mm, A=7.500E+003mm², Wy=1.250E+005mm³, Wz=9.375E+004mm³

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

f_{c0k}=20.00 N/mm², f_{c0d}=Kmod·f_{c0k}/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm²

f_{myk}=22.00 N/mm², f_{myd}=Kmod·f_{myk}/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

f_{mzk}=22.00 N/mm², f_{mzd}=Kmod·f_{mzk}/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my, netto} = 1E+06 \times 0.705 / 1.250E+005 = 5.64 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 9.375E+004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 2.500 = 2.500 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$

$S_{kz} = 0.00 \times 2.500 = 0.000 \text{ m} = 0 \text{ mm}$

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 100 = 29 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2500 / 29 = 86.21$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$, $\lambda_z = 0 / 22 = 0.00$

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 75^2 \times 6700 / (100 \times 2250) = 130.65 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crity} = 130.65 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m, crity}} = 0.41$ (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)

$\lambda_{rel, my} = 0.41$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crity} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

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

$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.384 + 0.000 = 0.38 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.269 + 0.000 = 0.27 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

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

Lunghezza L=6.000 m, altezza H=3.800 m, interasse capriate d=2.500 m

Inclinazione =86.67%, angolo $\alpha=40.91^\circ$, $\tan\alpha=0.867$, $\sin\alpha=0.655$, $\cos\alpha=0.756$

Numero dei nodi = 11, numero degli elementi =13, numero degli appoggi =3

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 ²]	Iy [mm ⁴]	Wy [mm ³]
1	0.000	0.000	11	1	5	7	75x225	2.229	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
2	3.000	3.800		2	7	2	75x225	1.741	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
3	6.000	0.000	01	3	8	6	75x225	2.229	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
4	3.000	0.000	01	4	2	8	75x225	1.741	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
5	0.000	1.200		5	1	4	75x225	3.000	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
6	6.000	1.200		6	4	3	75x225	3.000	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
7	1.685	2.660		7	1	5	75x225	1.200	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
8	4.315	2.660		8	6	3	75x225	1.200	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
9	3.000	2.660		9	7	9	63x200	1.315	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
10	-0.600	0.680		10	9	8	63x200	1.315	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
11	6.600	0.680		11	9	2	63x200	1.140	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
				12	10	5	75x225	0.794	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				13	6	11	75x225	0.794	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005

Carico lineare per capriata

Massa volumica del legname =340.00 kg/m³, peso proprio della capriata =1.168 kN

Interasse delle capriate d=2.50 m, peso delle unioni delle capriate =0.117 kN

Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate

Manto di copertura +peso proprio Gk1= 1.714 kN/m

Controsoffitto del tetto Gk2= 0.000 kN/m

Carico permanente del solaio del sottotetto Gkf= 1.250 kN/m

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

Carico di esercizio del solaio del sottotetto Qkf= 3.500 kN/m

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

Sovraccario Qki= 0.50x2.500= 1.250 kN/m

Neve (Sinistra) Qk1l= 1.909 kN/m (Destra) Qk1r= 1.909 kN/m

Neve (Sinistra) Qk2l= 0.954 kN/m (Destra) Qk2r= 1.909 kN/m

Neve (Sinistra) Qk3l= 1.909 kN/m (Destra) Qk3r= 0.954 kN/m

Vento (Sinistra) Qk4l= 0.429 kN/m (Destra) Qk4r=-0.754 kN/m

Vento (Sinistra) Qk5l=-0.754 kN/m (Destra) Qk5r= 0.429 kN/m

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

AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)

AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)

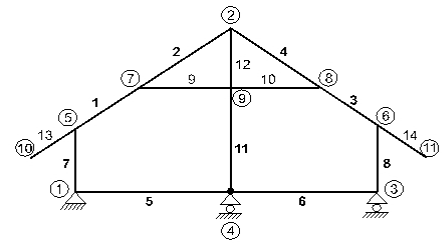
Combinazioni di carico di progetto

($\gamma_g=1.30$, $\gamma_q=1.50$, ψ_0 (di esercizio Q_f)=0.70, ψ_0 (neve Q_1, Q_2, Q_3)=0.70, ψ_0 (vento Q_4, Q_5)=0.60)

L.C.	Azioni permanenti-Variabili	Classe di durata
1	$\gamma_g.G$	Permanente
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_1$	Breve
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_2$	Breve
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_3$	Breve
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_4$	Breve
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_5$	Breve
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_f$	Media
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_i$	Breve
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_1+\gamma_q.\psi_0.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_1+\gamma_q.\psi_0.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_2+\gamma_q.\psi_0.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_2+\gamma_q.\psi_0.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_3+\gamma_q.\psi_0.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_3+\gamma_q.\psi_0.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_1+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_2+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_3+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_1+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_2+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_3+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_f+\gamma_q.\psi_0.Q_1+\gamma_q.\psi_0.Q_4$	Breve
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_f+\gamma_q.\psi_0.Q_1+\gamma_q.\psi_0.Q_5$	Breve
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_f+\gamma_q.\psi_0.Q_2+\gamma_q.\psi_0.Q_4$	Breve
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_f+\gamma_q.\psi_0.Q_2+\gamma_q.\psi_0.Q_5$	Breve
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_f+\gamma_q.\psi_0.Q_3+\gamma_q.\psi_0.Q_4$	Breve
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_f+\gamma_q.\psi_0.Q_3+\gamma_q.\psi_0.Q_5$	Breve
27	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_i+\gamma_q.\psi_0.Q_1+\gamma_q.\psi_0.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
28	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_i+\gamma_q.\psi_0.Q_1+\gamma_q.\psi_0.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
29	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_i+\gamma_q.\psi_0.Q_2+\gamma_q.\psi_0.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
30	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_i+\gamma_q.\psi_0.Q_2+\gamma_q.\psi_0.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
31	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_i+\gamma_q.\psi_0.Q_3+\gamma_q.\psi_0.Q_4+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
32	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q_i+\gamma_q.\psi_0.Q_3+\gamma_q.\psi_0.Q_5+\gamma_q.\psi_0.Q_f$	Breve
33	G + $\psi_2.Q_f+\psi_2.Q_1$ +Aex	Accidental
34	G + $\psi_2.Q_f+\psi_2.Q_1$ +Aey	Accidental

1.8. Analisi statica della capriata

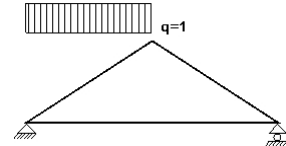
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.40)
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una r di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico unit e sulla base di questi sono calcolati gli sforzi interni per le varie condizioni di carico e combinazioni di carichi.
 Numero dei nodi = 11, numero degli elementi =13, 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	5	7	-2.06	1.32	-0.90	-0.95	0.04	0.62
2	7	2	-0.84	0.15	0.61	0.02	-0.85	0.01
3	8	6	-0.95	-0.04	-0.26	-0.95	-0.04	-0.36
4	2	8	-0.83	-0.15	-0.01	-0.83	-0.15	-0.26
5	1	4	0.69	0.09	-0.11	0.69	0.09	0.15
6	4	3	0.69	-0.21	0.15	0.69	-0.21	-0.47
7	1	5	-2.94	-0.69	0.11	-2.94	-0.69	-0.72
8	6	3	-0.66	0.69	-0.36	-0.66	0.69	0.47
9	7	9	-0.15	-0.01	0.01	-0.15	-0.01	0.00
10	9	8	-0.16	0.00	0.00	-0.16	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.39	-0.45	-0.18
13	6	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



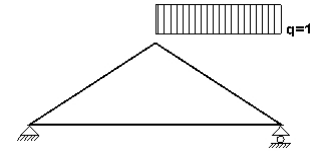
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.69	2.34	-0.90	-0.69	-0.66	-0.62
2	7	2	0.54	0.66	0.61	-0.54	0.65	-0.01
3	8	6	0.69	-0.66	-0.26	-0.69	0.66	0.36
4	2	8	0.53	-0.66	-0.01	-0.53	0.66	0.26
5	1	4	-0.69	0.09	-0.11	0.69	-0.09	-0.15
6	4	3	-0.69	-0.21	0.15	0.69	0.21	0.47
7	1	5	0.69	2.94	0.11	-0.69	-2.94	0.72
8	6	3	0.69	-0.66	-0.36	-0.69	0.66	-0.47
9	7	9	0.15	-0.01	0.01	-0.15	0.01	0.00
10	9	8	0.16	0.00	0.00	-0.16	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.18
13	6	11	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 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	5	7	-0.95	0.04	-0.36	-0.95	0.04	-0.26
2	7	2	-0.83	0.15	-0.26	-0.83	0.15	-0.01
3	8	6	-0.95	-0.04	0.62	-2.06	-1.32	-0.90
4	2	8	0.02	0.84	0.01	-0.84	-0.15	0.61
5	1	4	0.69	0.21	-0.47	0.69	0.21	0.15
6	4	3	0.69	-0.09	0.15	0.69	-0.09	-0.11
7	1	5	-0.66	-0.69	0.47	-0.66	-0.69	-0.36
8	6	3	-2.94	0.69	-0.72	-2.94	0.69	0.11
9	7	9	-0.16	0.00	0.00	-0.16	0.00	0.00
10	9	8	-0.15	0.01	0.00	-0.15	0.01	0.01
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.39	0.45	-0.18	0.00	0.00	0.00

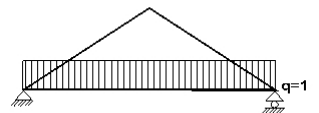
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone destro verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	5	7	0.69	0.66	-0.36	-0.69	-0.66	0.26
2	7	2	0.53	0.66	-0.26	-0.53	-0.66	0.01
3	8	6	0.69	-0.66	0.62	-0.69	2.34	0.90
4	2	8	0.54	0.65	0.01	-0.54	0.66	-0.61
5	1	4	-0.69	0.21	-0.47	0.69	-0.21	-0.15
6	4	3	-0.69	-0.09	0.15	0.69	0.09	0.11
7	1	5	0.69	0.66	0.47	-0.69	-0.66	0.36
8	6	3	0.69	-2.94	-0.72	-0.69	2.94	-0.11
9	7	9	0.16	0.00	0.00	-0.16	0.00	0.00
10	9	8	0.15	0.01	0.00	-0.15	-0.01	-0.01
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.00	0.60	-0.18	0.00	0.00	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	5	7	-0.13	-0.12	0.15	-0.13	-0.12	-0.11
2	7	2	0.07	0.06	-0.11	0.07	0.06	0.00
3	8	6	-0.13	0.12	-0.11	-0.13	0.12	0.15
4	2	8	0.07	-0.06	0.00	0.07	-0.06	-0.11
5	1	4	0.18	1.31	-0.36	0.18	-1.69	-0.94
6	4	3	0.18	1.69	-0.94	0.18	-1.31	-0.36
7	1	5	0.00	-0.18	0.36	0.00	-0.18	0.15
8	6	3	0.00	0.18	0.15	0.00	0.18	0.36
9	7	9	-0.27	0.00	0.00	-0.27	0.00	0.00
10	9	8	-0.27	0.00	0.00	-0.27	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



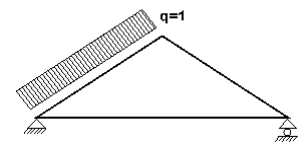
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.18	0.00	0.15	-0.18	0.00	0.11
2	7	2	-0.10	0.00	-0.11	0.10	0.00	0.00
3	8	6	0.18	0.00	-0.11	-0.18	0.00	-0.15
4	2	8	-0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.11
5	1	4	-0.18	1.31	-0.36	0.18	1.69	0.94
6	4	3	-0.18	1.69	-0.94	0.18	1.31	0.36
7	1	5	0.18	0.00	0.36	-0.18	0.00	-0.15
8	6	3	0.18	0.00	0.15	-0.18	0.00	-0.36
9	7	9	0.27	0.00	0.00	-0.27	0.00	0.00
10	9	8	0.27	0.00	0.00	-0.27	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	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 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	5	7	-0.57	1.52	0.18	-0.57	-0.71	1.09
2	7	2	0.53	0.26	1.08	0.53	-1.48	0.02
3	8	6	-2.50	0.21	-1.32	-2.50	0.21	-0.85
4	2	8	-1.39	-0.75	-0.01	-1.39	-0.75	-1.31
5	1	4	2.03	-0.51	1.53	2.03	-0.51	0.01
6	4	3	2.03	-0.53	0.01	2.03	-0.53	-1.58
7	1	5	-2.12	2.29	-1.53	-2.12	1.09	0.50
8	6	3	-1.48	2.03	-0.85	-1.48	2.03	1.58
9	7	9	-1.46	-0.01	0.01	-1.46	-0.01	0.00
10	9	8	-1.47	-0.01	0.00	-1.47	-0.01	-0.01
11	9	2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.79	-0.32
13	6	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

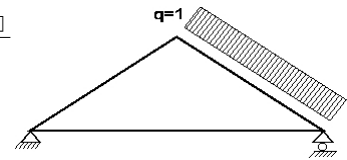
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-0.57	1.52	0.18	-0.89	0.16	-1.09
2	7	2	-0.57	-0.15	1.08	-0.57	1.47	-0.02
3	8	6	2.03	-1.48	-1.32	-2.03	1.48	0.85
4	2	8	0.56	-1.47	-0.01	-0.56	1.47	1.31
5	1	4	-2.03	-0.51	1.53	2.03	0.51	-0.01
6	4	3	-2.03	-0.53	0.01	2.03	0.53	1.58
7	1	5	-2.29	2.12	-1.53	1.09	-2.12	-0.50
8	6	3	2.03	-1.48	-0.85	-2.03	1.48	-1.58
9	7	9	1.46	-0.01	0.01	-1.46	0.01	0.00
10	9	8	1.47	-0.01	0.00	-1.47	0.01	0.01
11	9	2	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01
12	10	5	0.00	0.00	0.00	-0.52	0.60	0.32
13	6	11	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 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	5	7	-2.51	-0.22	-0.85	-2.51	-0.22	-1.34
2	7	2	-1.37	0.76	-1.33	-1.37	0.76	-0.01
3	8	6	-0.57	0.72	1.08	-0.57	-1.51	0.19
4	2	8	0.55	1.47	0.02	0.55	-0.27	1.07
5	1	4	-2.28	0.54	-1.60	-2.28	0.54	0.02
6	4	3	-2.28	0.50	0.02	-2.28	0.50	1.51
7	1	5	-1.48	-2.04	1.60	-1.48	-2.04	-0.85
8	6	3	-2.12	-1.08	0.50	-2.12	-2.28	-1.51
9	7	9	-1.50	0.01	-0.01	-1.50	0.01	0.00
10	9	8	-1.49	0.01	0.00	-1.49	0.01	0.01
11	9	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.00	0.79	-0.32	0.00	0.00	0.00

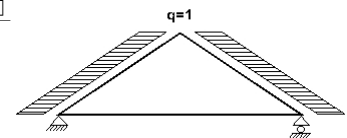
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	5	7	2.04	1.48	-0.85	-2.04	-1.48	1.34
2	7	2	0.54	1.47	-1.33	-0.54	-1.47	0.01
3	8	6	0.90	0.17	1.08	0.56	1.52	-0.19
4	2	8	0.55	1.47	0.02	0.59	-0.16	-1.07
5	1	4	2.28	0.54	-1.60	-2.28	-0.54	-0.02
6	4	3	2.28	0.50	0.02	-2.28	-0.50	-1.51
7	1	5	2.04	1.48	1.60	-2.04	-1.48	0.85
8	6	3	-1.08	-2.12	0.50	2.28	2.12	1.51
9	7	9	1.50	0.01	-0.01	-1.50	-0.01	0.00
10	9	8	1.49	0.01	0.00	-1.49	-0.01	-0.01
11	9	2	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.52	0.60	-0.32	0.00	0.00	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	5	7	4.56	0.82	1.97	2.87	-0.64	2.17
2	7	2	2.83	-0.65	2.15	1.52	-1.79	0.02
3	8	6	-2.86	-0.66	-2.13	-4.54	0.80	-1.97
4	2	8	-1.55	-1.77	-0.02	-2.86	-0.63	-2.11
5	1	4	4.75	-1.19	3.56	4.75	-1.19	-0.01
6	4	3	4.75	-1.17	-0.01	4.75	-1.17	-3.52
7	1	5	2.36	4.78	-3.56	2.36	4.78	2.17
8	6	3	-2.37	4.75	-2.18	-2.37	4.75	3.52
9	7	9	0.04	-0.01	0.02	0.04	-0.01	0.00
10	9	8	0.02	-0.01	0.00	0.02	-0.01	-0.02
11	9	2	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02
12	10	5	0.00	0.00	0.00	-0.60	-0.52	-0.21
13	6	11	0.60	-0.52	0.21	0.00	0.00	0.00



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

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-3.98	-2.36	1.97	1.75	2.36	-2.17
2	7	2	-1.71	-2.35	2.15	-0.03	2.35	-0.02
3	8	6	1.73	-2.37	-2.13	-3.96	2.37	1.97
4	2	8	0.01	-2.35	-0.02	-1.75	2.35	2.11
5	1	4	-4.75	-1.19	3.56	4.75	1.19	0.01
6	4	3	-4.75	-1.17	-0.01	4.75	1.17	3.52
7	1	5	-4.78	-2.36	-3.56	4.78	2.36	-2.17
8	6	3	4.75	-2.37	-2.18	-4.75	2.37	-3.52
9	7	9	-0.04	-0.01	0.02	0.04	0.01	0.00
10	9	8	-0.02	-0.01	0.00	0.02	0.01	0.02
11	9	2	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	-0.02
12	10	5	0.00	0.00	0.00	-0.79	0.00	0.21
13	6	11	-0.79	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00

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

1.8.2. Forze interne**Forze interne, Carico, : (G) Proprio Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.25 [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	5	7	-6.99	2.94	-2.66	-4.49	0.05	0.68	-4.52	0.08	0.67
2	7	2	-3.70	0.75	0.67	-1.75	-1.51	0.00	-3.06	0.00	0.88
3	8	6	-4.49	-0.05	0.67	-7.00	-2.94	-2.66	-4.52	-0.08	0.67
4	2	8	-1.75	1.51	0.00	-3.70	-0.75	0.67	-3.06	0.00	0.88
5	1	4	3.36	2.29	-1.77	3.36	-1.46	-0.52	3.36	0.00	0.33
6	4	3	3.36	1.46	-0.52	3.36	-2.29	-1.78	3.36	0.00	0.33
7	1	5	-8.16	-3.36	1.77	-8.16	-3.36	-2.26	-8.16	-3.36	-0.24
8	6	3	-8.17	3.36	-2.26	-8.17	3.36	1.78	-8.17	3.36	-0.24
9	7	9	-1.05	-0.01	0.01	-1.05	-0.01	0.00	-1.05	-0.01	0.00
10	9	8	-1.05	0.01	0.00	-1.05	0.01	0.01	-1.05	0.01	0.00
11	9	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.89	-1.03	-0.41	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.89	1.03	-0.41	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, : (Q1) Neve QksL= 1.909, QksR= 1.909 [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	5	7	-5.74	2.60	-2.40	-3.64	0.17	0.68	-3.66	0.19	0.68
2	7	2	-3.19	0.56	0.67	-1.55	-1.33	0.00	-2.65	-0.07	0.82
3	8	6	-3.64	-0.17	0.68	-5.75	-2.60	-2.40	-3.66	-0.19	0.68
4	2	8	-1.55	1.33	0.00	-3.19	-0.56	0.67	-2.65	0.07	0.82
5	1	4	2.64	0.56	-1.11	2.64	0.56	0.56	2.64	0.56	-0.09
6	4	3	2.64	-0.56	0.56	2.64	-0.56	-1.11	2.64	-0.56	-0.09
7	1	5	-6.87	-2.64	1.11	-6.87	-2.64	-2.06	-6.87	-2.64	-0.47
8	6	3	-6.87	2.64	-2.06	-6.87	2.64	1.11	-6.87	2.64	-0.47
9	7	9	-0.60	-0.01	0.01	-0.60	-0.01	0.00	-0.60	-0.01	0.00
10	9	8	-0.60	0.01	0.00	-0.60	0.01	0.01	-0.60	0.01	0.00
11	9	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.75	-0.87	-0.34	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.75	0.87	-0.34	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, : (Q2) Neve QksL= 0.954, QksR= 1.909 [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	5	7	-3.78	1.34	-1.54	-2.73	0.13	0.09	-2.74	0.14	0.09
2	7	2	-2.39	0.42	0.09	-1.57	-0.53	0.00	-2.12	0.11	0.24
3	8	6	-2.73	-0.13	0.93	-4.84	-2.56	-2.06	-2.75	-0.15	0.93
4	2	8	-0.75	1.47	0.01	-2.40	-0.42	0.92	-1.85	0.20	0.98
5	1	4	1.98	0.47	-1.00	1.98	0.47	0.42	1.98	0.47	-0.13
6	4	3	1.98	-0.36	0.42	1.98	-0.36	-0.66	1.98	-0.36	0.00
7	1	5	-4.06	-1.98	1.00	-4.06	-1.98	-1.37	-4.06	-1.98	-0.18
8	6	3	-6.24	1.98	-1.71	-6.24	1.98	0.66	-6.24	1.98	-0.53
9	7	9	-0.45	0.00	0.00	-0.45	0.00	0.00	-0.45	0.00	0.00
10	9	8	-0.45	0.01	0.00	-0.45	0.01	0.01	-0.45	0.01	0.01
11	9	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.37	-0.43	-0.17	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.75	0.87	-0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Q3) Neve QksL= 1.909, QksR= 0.954 [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	5	7	-4.83	2.56	-2.06	-2.73	0.13	0.93	-2.75	0.15	0.93
2	7	2	-2.40	0.42	0.92	-0.75	-1.47	0.01	-1.85	-0.20	0.99
3	8	6	-2.73	-0.13	0.09	-3.78	-1.34	-1.54	-2.74	-0.14	0.09
4	2	8	-1.57	0.53	0.00	-2.39	-0.42	0.09	-2.12	-0.11	0.24
5	1	4	1.98	0.36	-0.66	1.98	0.36	0.42	1.98	0.36	0.00
6	4	3	1.98	-0.47	0.42	1.98	-0.47	-1.00	1.98	-0.47	-0.14
7	1	5	-6.24	-1.98	0.66	-6.24	-1.98	-1.71	-6.24	-1.98	-0.53
8	6	3	-4.06	1.98	-1.37	-4.06	1.98	1.00	-4.06	1.98	-0.18
9	7	9	-0.45	-0.01	0.01	-0.45	-0.01	0.00	-0.45	-0.01	0.01
10	9	8	-0.45	0.00	0.00	-0.45	0.00	0.00	-0.45	0.00	0.00
11	9	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.75	-0.87	-0.34	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.37	0.43	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Q4) Vento QkwL= 0.429, QkwR=-0.754 [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	5	7	1.65	0.82	0.72	1.65	-0.14	1.48	1.65	-0.13	1.48
2	7	2	1.26	-0.46	1.47	1.26	-1.21	0.02	1.26	-0.71	1.13
3	8	6	-0.64	-0.45	-1.38	-0.64	1.23	-0.51	-0.64	-0.43	-1.39
4	2	8	-1.01	-1.43	-0.02	-1.01	-0.12	-1.37	-1.01	-0.55	-1.17
5	1	4	2.59	-0.62	1.86	2.59	-0.62	-0.01	2.59	-0.62	0.72
6	4	3	2.59	-0.60	-0.01	2.59	-0.60	-1.82	2.59	-0.60	-0.71
7	1	5	0.21	2.52	-1.86	0.21	2.01	0.86	0.21	2.52	-0.35
8	6	3	0.96	1.68	-0.75	0.96	2.59	1.82	0.96	1.68	0.27
9	7	9	0.50	-0.01	0.01	0.50	-0.01	0.00	0.50	-0.01	0.01
10	9	8	0.49	-0.01	0.00	0.49	-0.01	-0.01	0.49	-0.01	-0.01
11	9	2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.34	-0.14	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.00	-0.60	0.24	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, : (Q5) Vento QkwL=-0.754, QkwR= 0.429 [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	5	7	-0.65	-1.24	-0.50	-0.65	0.44	-1.40	-0.65	0.42	-1.41
2	7	2	-0.99	0.13	-1.39	-0.99	1.44	-0.02	-0.99	0.57	-1.18
3	8	6	1.64	0.15	1.46	1.64	-0.81	0.72	1.64	0.14	1.46
4	2	8	1.28	1.19	0.02	1.28	0.45	1.45	1.28	0.70	1.12
5	1	4	-2.51	0.61	-1.84	-2.51	0.61	0.00	-2.51	0.61	-0.71
6	4	3	-2.51	0.61	0.00	-2.51	0.61	1.84	-2.51	0.61	0.71
7	1	5	0.97	-2.60	1.84	0.97	-1.70	-0.74	0.97	-2.60	0.28
8	6	3	0.21	-1.99	0.86	0.21	-2.51	-1.84	0.21	-1.99	-0.34
9	7	9	0.46	0.01	-0.01	0.46	0.01	0.00	0.46	0.01	-0.01
10	9	8	0.47	0.01	0.00	0.47	0.01	0.01	0.47	0.01	0.01
11	9	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.24	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.00	0.34	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qf) di esercizio Qkf = 3.500 [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	5	7	-0.47	-0.41	0.53	-0.47	-0.41	-0.38	-0.47	-0.41	-0.37
2	7	2	0.25	0.22	-0.38	0.25	0.22	0.00	0.25	0.22	-0.25
3	8	6	-0.47	0.41	-0.38	-0.47	0.41	0.53	-0.47	0.41	-0.37
4	2	8	0.25	-0.22	0.00	0.25	-0.22	-0.38	0.25	-0.22	-0.25
5	1	4	0.62	4.57	-1.27	0.62	-5.93	-3.30	0.62	-1.85	1.23
6	4	3	0.62	5.93	-3.30	0.62	-4.57	-1.27	0.62	1.85	1.23
7	1	5	0.00	-0.62	1.27	0.00	-0.62	0.53	0.00	-0.62	0.90
8	6	3	0.00	0.62	0.53	0.00	0.62	1.27	0.00	0.62	0.90
9	7	9	-0.96	0.00	0.00	-0.96	0.00	0.00	-0.96	0.00	0.00
10	9	8	-0.96	0.00	0.00	-0.96	0.00	0.00	-0.96	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	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, : (Qi) Sovraccario (H) Qi = 1.250 [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	5	7	-3.76	1.70	-1.57	-2.38	0.11	0.45	-2.40	0.13	0.44
2	7	2	-2.09	0.37	0.44	-1.01	-0.87	0.00	-1.73	-0.04	0.54
3	8	6	-2.38	-0.11	0.45	-3.76	-1.70	-1.57	-2.40	-0.13	0.44
4	2	8	-1.01	0.87	0.00	-2.09	-0.37	0.44	-1.73	0.04	0.54
5	1	4	1.73	0.36	-0.73	1.73	0.36	0.36	1.73	0.36	-0.06
6	4	3	1.73	-0.36	0.36	1.73	-0.36	-0.73	1.73	-0.36	-0.06
7	1	5	-4.50	-1.73	0.73	-4.50	-1.73	-1.35	-4.50	-1.73	-0.31
8	6	3	-4.50	1.73	-1.35	-4.50	1.73	0.73	-4.50	1.73	-0.31
9	7	9	-0.39	0.00	0.01	-0.39	0.00	0.00	-0.39	0.00	0.00
10	9	8	-0.39	0.00	0.00	-0.39	0.00	0.01	-0.39	0.00	0.00
11	9	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.49	-0.57	-0.22	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.49	0.57	-0.22	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, : (Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+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	5	7	0.64	0.12	0.28	0.40	-0.09	0.31	0.41	-0.09	0.31
2	7	2	0.40	-0.09	0.30	0.21	-0.25	0.00	0.34	-0.14	0.23
3	8	6	-0.40	-0.09	-0.30	-0.64	0.11	-0.28	-0.40	-0.09	-0.30
4	2	8	-0.22	-0.25	0.00	-0.40	-0.09	-0.30	-0.34	-0.14	-0.23
5	1	4	0.67	-0.17	0.50	0.67	-0.17	0.00	0.67	-0.17	0.19
6	4	3	0.67	-0.16	0.00	0.67	-0.16	-0.49	0.67	-0.16	-0.19
7	1	5	0.33	0.67	-0.50	0.33	0.67	0.31	0.33	0.67	-0.10
8	6	3	-0.33	0.67	-0.31	-0.33	0.67	0.49	-0.33	0.67	0.09
9	7	9	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
10	9	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	-0.08	-0.07	-0.03	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.08	-0.07	0.03	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 $q_v=0.006x(G+0.30xQ_{kf}+0.20xQ_{k1})$ [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	5	7	-0.05	0.02	-0.02	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
2	7	2	-0.03	0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.02	0.00	0.01
3	8	6	-0.03	0.00	0.00	-0.05	-0.02	-0.02	-0.03	0.00	0.00
4	2	8	-0.01	0.01	0.00	-0.03	-0.01	0.00	-0.02	0.00	0.01
5	1	4	0.03	0.02	-0.02	0.03	-0.02	-0.01	0.03	0.00	0.00
6	4	3	0.03	0.02	-0.01	0.03	-0.02	-0.02	0.03	0.00	0.00
7	1	5	-0.06	-0.03	0.02	-0.06	-0.03	-0.02	-0.06	-0.03	0.00
8	6	3	-0.06	0.03	-0.02	-0.06	0.03	0.02	-0.06	0.03	0.00
9	7	9	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00
10	9	8	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	0.01	0.01	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: (G) Proprio $G_{k1} = 1.714$, $G_{k2} = 0.000$, $G_{kf}=1.25$ [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	5	7	3.36	6.80	-2.66	-3.36	-2.98	-0.68
2	7	2	2.31	2.99	0.67	-2.31	-0.01	0.00
3	8	6	3.36	-2.98	0.67	-3.36	6.81	2.66
4	2	8	2.31	-0.01	0.00	-2.31	2.99	-0.67
5	1	4	-3.36	2.29	-1.77	3.36	1.46	0.52
6	4	3	-3.36	1.46	-0.52	3.36	2.29	1.78
7	1	5	3.36	8.16	1.77	-3.36	-8.16	2.26
8	6	3	3.36	-8.17	-2.26	-3.36	8.17	-1.78
9	7	9	1.05	-0.01	0.01	-1.05	0.01	0.00
10	9	8	1.05	0.01	0.00	-1.05	-0.01	-0.01
11	9	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	0.41
13	6	11	0.00	1.36	-0.41	0.00	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q1) Neve $Q_{ksL}= 1.909$, $Q_{ksR}= 1.909$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	5	7	2.64	5.73	-2.40	-2.64	-2.51	-0.68
2	7	2	2.04	2.52	0.67	-2.04	-0.01	0.00
3	8	6	2.64	-2.51	0.68	-2.64	5.73	2.40
4	2	8	2.04	-0.01	0.00	-2.04	2.52	-0.67
5	1	4	-2.64	0.56	-1.11	2.64	-0.56	-0.56
6	4	3	-2.64	-0.56	0.56	2.64	0.56	1.11
7	1	5	2.64	6.87	1.11	-2.64	-6.87	2.06
8	6	3	2.64	-6.87	-2.06	-2.64	6.87	-1.11
9	7	9	0.60	-0.01	0.01	-0.60	0.01	0.00
10	9	8	0.60	0.01	0.00	-0.60	-0.01	-0.01
11	9	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	0.34
13	6	11	0.00	1.15	-0.34	0.00	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q2) Neve QksL= 0.954, QksR= 1.909[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	1.98	3.49	-1.54	-1.98	-1.88	-0.09
2	7	2	1.53	1.88	0.09	-1.53	-0.63	0.00
3	8	6	1.98	-1.88	0.93	-1.98	5.10	2.06
4	2	8	1.53	0.62	0.01	-1.53	1.89	-0.92
5	1	4	-1.98	0.47	-1.00	1.98	-0.47	-0.42
6	4	3	-1.98	-0.36	0.42	1.98	0.36	0.66
7	1	5	1.98	4.06	1.00	-1.98	-4.06	1.37
8	6	3	1.98	-6.24	-1.71	-1.98	6.24	-0.66
9	7	9	0.45	0.00	0.00	-0.45	0.00	0.00
10	9	8	0.45	0.01	0.00	-0.45	-0.01	-0.01
11	9	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.17
13	6	11	0.00	1.15	-0.34	0.00	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q3) Neve QksL= 1.909, QksR= 0.954[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	1.98	5.10	-2.06	-1.98	-1.88	-0.93
2	7	2	1.53	1.89	0.92	-1.53	0.62	-0.01
3	8	6	1.98	-1.88	0.09	-1.98	3.49	1.54
4	2	8	1.53	-0.63	0.00	-1.53	1.88	-0.09
5	1	4	-1.98	0.36	-0.66	1.98	-0.36	-0.42
6	4	3	-1.98	-0.47	0.42	1.98	0.47	1.00
7	1	5	1.98	6.24	0.66	-1.98	-6.24	1.71
8	6	3	1.98	-4.06	-1.37	-1.98	4.06	-1.00
9	7	9	0.45	-0.01	0.01	-0.45	0.01	0.00
10	9	8	0.45	0.00	0.00	-0.45	0.00	0.00
11	9	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	0.34
13	6	11	0.00	0.57	-0.17	0.00	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q4) Vento QkwL= 0.429, QkwR=-0.754[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-1.78	-0.46	0.72	1.16	1.19	-1.48
2	7	2	-0.65	-1.18	1.47	0.17	1.74	-0.02
3	8	6	0.19	-0.76	-1.38	-1.29	-0.51	0.51
4	2	8	-0.18	-1.74	-0.02	-0.68	0.75	1.37
5	1	4	-2.59	-0.62	1.86	2.59	0.62	0.01
6	4	3	-2.59	-0.60	-0.01	2.59	0.60	1.82
7	1	5	-2.52	-0.21	-1.86	2.01	0.21	-0.86
8	6	3	1.68	0.96	-0.75	-2.59	-0.96	-1.82
9	7	9	-0.50	-0.01	0.01	0.50	0.01	0.00
10	9	8	-0.49	-0.01	0.00	0.49	0.01	0.01
11	9	2	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01
12	10	5	0.00	0.00	0.00	-0.22	0.26	0.14
13	6	11	-0.39	-0.45	0.24	0.00	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q5) Vento QkwL=-0.754, QkwR= 0.429[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	1.31	-0.51	-0.50	-0.20	-0.76	1.40
2	7	2	0.66	0.75	-1.39	0.20	-1.74	0.02
3	8	6	-1.14	1.19	1.46	1.77	-0.47	-0.72
4	2	8	-0.18	1.74	0.02	0.67	-1.18	-1.45
5	1	4	2.51	0.61	-1.84	-2.51	-0.61	0.00
6	4	3	2.51	0.61	0.00	-2.51	-0.61	-1.84
7	1	5	2.60	-0.97	1.84	-1.70	0.97	0.74
8	6	3	-1.99	0.21	0.86	2.51	-0.21	1.84
9	7	9	-0.46	0.01	-0.01	0.46	-0.01	0.00
10	9	8	-0.47	0.01	0.00	0.47	-0.01	-0.01
11	9	2	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.39	-0.45	-0.24
13	6	11	0.22	0.26	-0.14	0.00	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qf) di esercizio Qkf = 3.500[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.62	0.00	0.53	-0.62	0.00	0.38
2	7	2	-0.33	0.00	-0.38	0.33	0.00	0.00
3	8	6	0.62	0.00	-0.38	-0.62	0.00	-0.53
4	2	8	-0.33	0.00	0.00	0.33	0.00	0.38
5	1	4	-0.62	4.57	-1.27	0.62	5.93	3.30
6	4	3	-0.62	5.93	-3.30	0.62	4.57	1.27
7	1	5	0.62	0.00	1.27	-0.62	0.00	-0.53
8	6	3	0.62	0.00	0.53	-0.62	0.00	-1.27
9	7	9	0.96	0.00	0.00	-0.96	0.00	0.00
10	9	8	0.96	0.00	0.00	-0.96	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	6	11	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: (Qi) Sovraccario (H) Qi = 1.250[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	1.73	3.75	-1.57	-1.73	-1.64	-0.45
2	7	2	1.34	1.65	0.44	-1.34	0.00	0.00
3	8	6	1.73	-1.64	0.45	-1.73	3.75	1.57
4	2	8	1.34	0.00	0.00	-1.34	1.65	-0.44
5	1	4	-1.73	0.36	-0.73	1.73	-0.36	-0.36
6	4	3	-1.73	-0.36	0.36	1.73	0.36	0.73
7	1	5	1.73	4.50	0.73	-1.73	-4.50	1.35
8	6	3	1.73	-4.50	-1.35	-1.73	4.50	-0.73
9	7	9	0.39	0.00	0.01	-0.39	0.00	0.00
10	9	8	0.39	0.00	0.00	-0.39	0.00	-0.01
11	9	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.22
13	6	11	0.00	0.75	-0.22	0.00	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Aex) AeX Sismica $q_h=0.053x(G+0.30xQ_{kf}+0.20xQ_{k1})$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-0.56	-0.33	0.28	0.25	0.33	-0.31
2	7	2	-0.24	-0.33	0.30	0.00	0.33	0.00
3	8	6	0.24	-0.33	-0.30	-0.56	0.33	0.28
4	2	8	0.00	-0.33	0.00	-0.25	0.33	0.30
5	1	4	-0.67	-0.17	0.50	0.67	0.17	0.00
6	4	3	-0.67	-0.16	0.00	0.67	0.16	0.49
7	1	5	-0.67	-0.33	-0.50	0.67	0.33	-0.31
8	6	3	0.67	-0.33	-0.31	-0.67	0.33	-0.49
9	7	9	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
10	9	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	-0.11	0.00	0.03
13	6	11	-0.11	0.00	0.03	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 $q_v=0.006x(G+0.30xQ_{kf}+0.20xQ_{k1})$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.03	0.05	-0.02	-0.03	-0.02	0.00
2	7	2	0.02	0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00
3	8	6	0.03	-0.02	0.00	-0.03	0.05	0.02
4	2	8	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.02	0.00
5	1	4	-0.03	0.02	-0.02	0.03	0.02	0.01
6	4	3	-0.03	0.02	-0.01	0.03	0.02	0.02
7	1	5	0.03	0.06	0.02	-0.03	-0.06	0.02
8	6	3	0.03	-0.06	-0.02	-0.03	0.06	-0.02
9	7	9	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
10	9	8	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
11	9	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	10	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
13	6	11	0.00	0.01	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	Qkf	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-2.01	-1.92	-1.44	-1.44	0.01	0.07	0.76	-2.43
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-0.06	-0.05	-0.03	-0.04	0.00	0.01	0.00	-0.06
6	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	0.01	0.00	0.00	-0.06
7	-1.98	-1.89	-0.74	-2.10	-2.62	2.71	0.74	-2.43
8	-1.98	-1.89	-2.10	-0.74	2.65	-2.56	0.74	-2.35
9	-2.01	-1.92	-1.44	-1.44	0.01	0.07	0.76	-2.43
10	-0.41	-0.33	-0.54	0.05	2.00	-1.97	-0.06	-0.40
11	-0.41	-0.33	0.05	-0.54	-1.94	1.97	-0.06	-0.44

1.8.5. Reazioni agli appoggi (kN)

nodo	reaz.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qkf	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.11	5.11	0.00	0.00
1	Fy	10.46	7.43	4.54	6.60	-0.83	-0.35	4.57	4.86
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	10.46	7.43	6.60	4.54	-0.36	-0.82	4.57	4.86
4	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Fy	2.91	-1.11	-0.83	-0.83	0.02	0.00	11.85	-0.73

1.9. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi(kN)

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio $G_{k1} = 1.714$, $G_{k2} = 0.000$, $G_{kf}=1.25$	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve $Q_{ksL} = 1.909$, $Q_{ksR} = 1.909$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve $Q_{ksL} = 0.954$, $Q_{ksR} = 1.909$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve $Q_{ksL} = 1.909$, $Q_{ksR} = 0.954$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento $Q_{kwL} = 0.429$, $Q_{kwR} = -0.754$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento $Q_{kwL} = -0.754$, $Q_{kwR} = 0.429$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio $Q_{kf} = 3.500$	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) $Q_i = 1.250$	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica $q_h = 0.053 \times (G + 0.30 \times Q_{kf} + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				
(Aey) AeY Sismica $q_v = 0.006 \times (G + 0.30 \times Q_{kf} + 0.20 \times Q_{k1})$	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	$\gamma_g.G$	Permanente	0.60	-0.001	13.596	-0.002	22.661	
2	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q1$	Breve	0.90	-0.003	24.735	-0.003	27.483	
3	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q2$	Breve	0.90	-0.002	20.400	-0.003	22.667	
4	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q3$	Breve	0.90	-0.002	23.501	-0.003	26.112	
5	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q4$	Breve	0.90	-7.665	12.352	-8.517	13.724	
6	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q5$	Breve	0.90	7.663	13.067	8.514	14.519	
7	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qf$	Media	0.80	-0.001	20.458	-0.001	25.572	
8	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qi$	Breve	0.90	-0.002	20.892	-0.003	23.213	
9	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q1 + \gamma_q.\psi_0.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.601	28.791	-5.112	31.990	
10	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q1 + \gamma_q.\psi_0.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	4.596	29.221	5.107	32.467	
11	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q2 + \gamma_q.\psi_0.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.600	24.456	-5.112	27.174	
12	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q2 + \gamma_q.\psi_0.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	4.596	24.886	5.107	27.651	
13	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q3 + \gamma_q.\psi_0.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.600	27.557	-5.112	30.619	
14	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q3 + \gamma_q.\psi_0.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	4.596	27.986	5.107	31.096	
15	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Q1 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-7.666	24.952	-8.518	27.724	
16	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Q2 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-7.666	21.917	-8.517	24.353	
17	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Q3 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-7.666	24.088	-8.517	26.764	
18	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Q1 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	7.662	25.667	8.513	28.519	
19	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Q2 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	7.662	22.633	8.514	25.148	
20	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Q3 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	7.662	24.803	8.514	27.559	
21	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qf + \gamma_q.\psi_0.Q1 + \gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-4.600	27.508	-5.111	30.565	
22	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qf + \gamma_q.\psi_0.Q1 + \gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	4.597	27.937	5.107	31.041	
23	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qf + \gamma_q.\psi_0.Q2 + \gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-4.600	24.474	-5.111	27.193	
24	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qf + \gamma_q.\psi_0.Q2 + \gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	4.597	24.903	5.108	27.670	
25	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qf + \gamma_q.\psi_0.Q3 + \gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-4.600	26.644	-5.111	29.604	
26	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qf + \gamma_q.\psi_0.Q3 + \gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	4.597	27.073	5.108	30.081	
27	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qi + \gamma_q.\psi_0.Q1 + \gamma_q.\psi_0.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.601	32.745	-5.112	36.383	
28	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qi + \gamma_q.\psi_0.Q1 + \gamma_q.\psi_0.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	4.596	33.174	5.106	36.860	
29	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qi + \gamma_q.\psi_0.Q2 + \gamma_q.\psi_0.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.601	29.710	-5.112	33.012	
30	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qi + \gamma_q.\psi_0.Q2 + \gamma_q.\psi_0.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	4.596	30.140	5.106	33.489	
31	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qi + \gamma_q.\psi_0.Q3 + \gamma_q.\psi_0.Q4 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.601	31.881	-5.112	35.423	
32	$\gamma_g.G + \gamma_q.Qi + \gamma_q.\psi_0.Q3 + \gamma_q.\psi_0.Q5 + \gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	4.596	32.310	5.106	35.900	
33	$G + 0.3 \times Qf + 0.2 \times Q1 + AedX$	Accidental	1.00	1.483	13.816	1.483	13.816	
34	$G + 0.3 \times Qf + 0.2 \times Q1 + AedY$	Accidental	1.00	-0.001	13.401	-0.001	13.401	
	Valori massimi				7.666	33.174	8.518	36.860
35	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q4 = 0.9G + 1.5Q4$, (EQU)	Breve	0.90	-7.665	8.168	-8.517	9.076	
36	$\gamma_g.G + \gamma_q.Q5 = 0.9G + 1.5Q5$, (EQU)	Breve	0.90	7.663	8.884	8.515	9.871	

1.9.2. Reazioni nel nodo : 4 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.G	Permanente	0.60	0.000	3.786	0.000	6.310	
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	0.000	2.119	0.000	2.355	
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	0.000	2.536	0.000	2.818	
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	0.000	2.536	0.000	2.818	
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	0.000	3.818	0.000	4.242	
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	0.000	3.788	0.000	4.209	
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	0.000	21.564	0.000	26.955	
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	0.000	2.694	0.000	2.994	
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	14.583	0.000	16.203	
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	14.565	0.000	16.183	
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.000	0.000	16.666	
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	14.982	0.000	16.647	
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.000	0.000	16.666	
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	14.982	0.000	16.646	
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.096	0.000	16.773	
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.388	0.000	17.097	
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.387	0.000	17.097	
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.066	0.000	16.740	
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.358	0.000	17.064	
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.358	0.000	17.064	
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	20.416	0.000	22.685	
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	20.398	0.000	22.665	
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	20.708	0.000	23.009	
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	20.690	0.000	22.989	
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	20.708	0.000	23.009	
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	20.690	0.000	22.989	
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	13.991	0.000	15.546	
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	13.974	0.000	15.526	
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	14.283	0.000	15.870	
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	14.265	0.000	15.850	
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	14.283	0.000	15.870	
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	14.265	0.000	15.850	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	6.248	0.000	6.248	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	6.286	0.000	6.286	
	Valori massimi				0.000	21.564	0.000	26.955
35	yg.G+yq.Q4=0.9G+1.5Q4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	2.653	0.000	2.948	
36	yg.G+yq.Q5=0.9G+1.5Q5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	2.623	0.000	2.915	

1.9.3. Reazioni nel nodo : 3 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.G	Permanente	0.60	0.000	13.598	0.000	22.663	
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	0.000	24.739	0.000	27.487	
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	0.000	23.503	0.000	26.115	
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	0.000	20.404	0.000	22.671	
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	0.000	13.057	0.000	14.508	
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	0.000	12.365	0.000	13.739	
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	0.000	20.459	0.000	25.573	
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	0.000	20.894	0.000	23.216	
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	29.216	0.000	32.463	
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	28.801	0.000	32.002	
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	27.981	0.000	31.090	
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	27.566	0.000	30.629	
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	24.881	0.000	27.646	
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	24.466	0.000	27.185	
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	25.658	0.000	28.509	
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	24.793	0.000	27.548	
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.623	0.000	25.137	
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	24.966	0.000	27.740	
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	24.101	0.000	26.779	
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	21.932	0.000	24.368	
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	27.932	0.000	31.036	
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	27.517	0.000	30.575	
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	27.068	0.000	30.075	
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	26.653	0.000	29.614	
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	24.898	0.000	27.664	
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	24.483	0.000	27.203	
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	33.171	0.000	36.856	
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	32.756	0.000	36.395	
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	32.306	0.000	35.896	
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	31.891	0.000	35.434	
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	30.136	0.000	33.485	
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	29.721	0.000	33.023	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	13.815	0.000	13.815	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	13.403	0.000	13.403	
	Valori massimi				0.000	33.171	0.000	36.856
35	yg.G+yq.Q4=0.9G+1.5Q4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	8.873	0.000	9.859	
36	yg.G+yq.Q5=0.9G+1.5Q5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	8.181	0.000	9.090	

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 7** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef
(Gk) Proprio	Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.250	-1.981	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 1.909, QksR= 1.909	-1.890	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 0.954, QksR= 1.909	-0.735	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 1.909, QksR= 0.954	-2.100	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	-2.621	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	2.712	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qkf) di esercizio	Qkf = 3.500	0.743	Media	0.70	0.50	0.30	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.981	3.170
2 Gk + Qk1	3.872	5.287
3 Gk + Qk2	2.717	3.994
4 Gk + Qk3	4.082	5.522
5 Gk + Qk4	4.603	5.792
6 Gk + Qk5	1.981	3.170
7 Gk + Qkf	1.981	3.170
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	5.445	6.860
9 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	3.872	5.287
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	4.290	5.567
11 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	2.717	3.994
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	5.654	7.095
13 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	4.082	5.522
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	5.926	7.342
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	5.118	6.395
16 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	6.073	7.514
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	3.305	4.720
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	2.496	3.773
19 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	3.452	4.892
20 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk4	4.877	6.293
21 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk5	3.305	4.720
22 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk4	4.069	5.346
23 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk5	2.496	3.773
24 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk4	5.024	6.465
25 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk5	3.452	4.892

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

Massimi valori della freccia nel nodo 7

$w_{inst} = 6.073 \text{ mm}$, $w_{fin} = 7.514 \text{ mm}$

Verifica secondo UNI EN1995-1-1:2009 §7.2, Tab.7.2Deformazioni finali nel nodo 7

$w_{inst} = 6.073 \text{ mm} < L/300=6000/300= 20.000 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 7.514 \text{ mm} < L/250=6000/250= 24.000 \text{ mm}$

$w_{fin} = 7.514 \text{ mm} < L/150=6000/150= 40.000 \text{ mm}$

La verifica è soddisfatta

1.10.2. Stato limite di servizio (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Deformazione a flessione nel nodo 10** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef
(Gk) Proprio	Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.250	-0.414	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 1.909, QksR= 1.909	-0.331	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 0.954, QksR= 1.909	-0.543	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 1.909, QksR= 0.954	0.046	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	1.999	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	-1.966	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qkf) di esercizio	Qkf = 3.500	-0.056	Media	0.70	0.50	0.30	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.414	0.662
2 Gk + Qk1	0.745	1.033
3 Gk + Qk2	0.956	1.270
4 Gk + Qk3	0.414	0.662
5 Gk + Qk4	0.414	0.662
6 Gk + Qk5	2.380	2.628
7 Gk + Qkf	0.469	0.728
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.784	1.082
9 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	1.963	2.261
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.995	1.319
11 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	2.175	2.498
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.453	0.711
13 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	1.632	1.890
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	0.685	0.983
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	0.832	1.156
16 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	0.453	0.711
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	2.650	2.948
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	2.798	3.122
19 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	2.419	2.677
20 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk4	0.701	0.999
21 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk5	1.881	2.179
22 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk4	0.849	1.172
23 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk5	2.029	2.352
24 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk4	0.469	0.728
25 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk5	1.649	1.907

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

Massimi valori della freccia nel nodo 10

$w_{inst} = 2.798$ mm, $w_{fin} = 3.122$ mm

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

Deformazioni finali nel nodo 10

$w_{inst} = 2.798$ mm < $L/150 = 600/150 = 4.000$ mm

$w_{net,fin} = 3.122$ mm < $L/125 = 600/125 = 4.800$ mm

$w_{fin} = 3.122$ mm < $L/75 = 600/75 = 8.000$ mm

La verifica è soddisfatta

1.10.3. 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	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef
(Gk) Proprio	Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.250	0.243	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 1.909, QksR= 1.909	0.271	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 0.954, QksR= 1.909	0.136	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 1.909, QksR= 0.954	0.271	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	0.081	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	-0.142	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qkf) di esercizio	Qkf = 3.500	0.000	Media	0.70	0.50	0.30	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.243	0.389
2 Gk + Qk1	0.514	0.693
3 Gk + Qk2	0.379	0.541
4 Gk + Qk3	0.514	0.693
5 Gk + Qk4	0.324	0.470
6 Gk + Qk5	0.243	0.389
7 Gk + Qkf	0.243	0.389
8 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk4$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.563	0.741
9 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk5$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.514	0.693
10 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk4$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.427	0.590
11 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk5$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.379	0.541
12 Gk + Qk3 + $\psi_0 \cdot Qk4$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.563	0.741
13 Gk + Qk3 + $\psi_0 \cdot Qk5$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.514	0.693
14 Gk + Qk4 + $\psi_0 \cdot Qk1$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.514	0.692
15 Gk + Qk4 + $\psi_0 \cdot Qk2$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.419	0.581
16 Gk + Qk4 + $\psi_0 \cdot Qk3$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.514	0.692
17 Gk + Qk5 + $\psi_0 \cdot Qk1$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.433	0.612
18 Gk + Qk5 + $\psi_0 \cdot Qk2$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.338	0.501
19 Gk + Qk5 + $\psi_0 \cdot Qk3$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	0.433	0.612
20 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk1$ + $\psi_0 \cdot Qk4$	0.481	0.660
21 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk1$ + $\psi_0 \cdot Qk5$	0.433	0.612
22 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk2$ + $\psi_0 \cdot Qk4$	0.387	0.549
23 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk2$ + $\psi_0 \cdot Qk5$	0.338	0.501
24 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk3$ + $\psi_0 \cdot Qk4$	0.481	0.660
25 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk3$ + $\psi_0 \cdot Qk5$	0.433	0.612

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

Massimi valori della freccia a metà asta 1

$w_{inst} = 0.563$ mm, $w_{fin} = 0.741$ mm

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

Deformazioni finali a metà asta 1

$w_{inst} = 0.563$ mm < $L/300 = 2229/300 = 7.431$ mm

$w_{net,fin} = 0.741$ mm < $L/250 = 2229/250 = 8.917$ mm

$w_{fin} = 0.741$ mm < $L/150 = 2229/150 = 14.862$ 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	4.32438	0.23125
2	10.14311	0.09859
3	14.72573	0.06791
4	21.78427	0.04590
5	38.84090	0.02575
6	40.28735	0.02482
7	46.50293	0.02150
8	55.95513	0.01787
9	74.65675	0.01339

1.12. Stato limite ultimo**1.12.1. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Puntone, elementi: 1, 3**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.25	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.909, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.954, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.909, QksR= 0.954	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 3.500	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.250	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	yg.G	Permanente	0.60	-15.158	0.000	6.374	5.774
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-19.681	0.000	8.579	7.850
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-18.165	0.000	8.509	7.278
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-18.161	0.000	8.509	7.276
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-10.105	0.000	5.613	3.849
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-10.103	0.000	5.596	3.848
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-12.249	0.000	4.017	3.343
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-16.377	0.000	7.085	6.470
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-20.230	0.000	8.922	7.236
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-20.226	0.000	8.912	7.234
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-18.713	0.000	8.034	6.663
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.071	0.000	8.842	5.939
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.059	0.000	8.852	5.942
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-18.710	0.000	8.034	6.662
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.357	0.000	8.168	6.035
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-16.295	0.000	6.756	5.634
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-15.067	0.000	8.120	5.036
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.354	0.000	8.151	6.034
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-15.064	0.000	8.102	5.035
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-16.293	0.000	6.756	5.634
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-17.592	0.000	7.419	5.772
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-17.589	0.000	7.409	5.771
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-16.530	0.000	6.552	5.371
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-15.299	0.000	7.360	4.771
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-15.302	0.000	7.370	4.772
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-16.528	0.000	6.552	5.370
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-23.628	0.000	10.459	8.656
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-23.624	0.000	10.449	8.654
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-22.567	0.000	9.592	8.255
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-21.334	0.000	10.400	7.655
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-21.338	0.000	10.410	7.656
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-22.563	0.000	9.592	8.253
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-5.950	0.000	2.303	2.176
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-5.559	0.000	2.240	2.004
	Valori massimi			-23.628	0.000	10.459	8.656

1.12.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 3**Puntone, elementi: 1, 3, combinazione di carico No 27****Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d} = -21.266$ kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=16\,875$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{c0d} = -21.266$ kN, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 21.266 / 16875 = 1.26$ N/mm² < 12.00 N/mm² = f_{c0d} (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 3, combinazione di carico No 27**Taglio, $F_v = 9.413$ kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 75 = 50$ mm, $h=225$ mm, $A=11\,250$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{vk}=3.80$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.90 \times 3.80 / 1.50 = 2.28$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_v = 9.413$ kN, $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 9.413 / 11250 = 1.26$ N/mm² < 2.28 N/mm² = f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 3, combinazione di carico No 27**Flessione, $M_{yd} = 7.790$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{myk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mzk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1E+06 \times 7.790 / 6.328E+005 = 12.31$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.933 + 0.000 = 0.93 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.653 + 0.000 = 0.65 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 3, combinazione di carico No 27**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -21.266$ kN, $M_{yd} = 7.140$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² $f_{myk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mzk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 21.266 / 16875 = 1.26$ N/mm² $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1E+06 \times 7.140 / 6.328E+005 = 11.28$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.011 + 0.855 + 0.000 = 0.87 < 1$ (EC5 Eq.6.19) $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.011 + 0.598 + 0.000 = 0.61 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 3, combinazione di carico No 27**Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -21.266$ kN, $M_{yd} = 7.140$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm** (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700$ N/mm² $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² $f_{myk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mzk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 21.266 / 16875 = 1.26 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \times 10^6 \times 7.140 / 6.328 \times 10^5 = 11.28 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \times 10^6 \times 0.000 / 2.109 \times 10^5 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 2.229 = 2.229 \text{ m} = 2229 \text{ mm}$ (più sfavorevole)
 $S_{kz} = 0.13 \times 2.229 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ (lunghezza efficace/lunghezza totale = $0.30 / 2.23 = 0.13$)

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2229 / 65 = 34.30$
 $i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 22 = 13.64$

Tensioni critiche

$\sigma_{c, \text{crity}} = n^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 56.21 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c, \text{crity}}} = 0.60$ (EC5 Eq.6.21)
 $\sigma_{c, \text{critz}} = n^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 355.42 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c, \text{critz}}} = 0.24$ (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c = 0.20$ (legno massiccio)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel, y} - 0.3) + \lambda_{rel, y}^2] = 0.71$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel, y}^2}) = 0.919$ (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)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.114 + 0.855 + 0.000 = 0.97 < 1$ (EC5 Eq.6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.105 + 0.598 + 0.000 = 0.70 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 3, combinazione di carico No 27

Stabilità laterale, $M_{yd} = 7.790 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, $b = 75 \text{ mm}$, $h = 225 \text{ mm}$, $A = 1.688 \times 10^4 \text{ mm}^2$, $W_y = 6.328 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z = 2.109 \times 10^5 \text{ mm}^3$

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

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

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

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

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

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \times 10^6 \times 7.790 / 6.328 \times 10^5 = 12.31 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \times 10^6 \times 0.000 / 2.109 \times 10^5 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 2.229 = 2.229 \text{ m} = 2229 \text{ mm}$ (più sfavorevole)

$S_{kz} = 0.13 \times 2.229 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ (lunghezza efficace/lunghezza totale = $0.30 / 2.23 = 0.13$)

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2229 / 65 = 34.30$

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

$\sigma_{m, \text{crit}} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 75^2 \times 6700 / (225 \times 2006) = 65.12 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

$\sigma_{m, \text{crit}} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 225^2 \times 6700 / (75 \times 300) = 11758.50 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, \text{crity}} = 65.12 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m, \text{crity}}} = 0.58$ (EC5 Eq.6.30)

$\sigma_{m, \text{critz}} = 11758.50 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, mz} = \sqrt{f_{mzk} / \sigma_{m, \text{critz}}} = 0.04$ (EC5 Eq.6.30)

$\lambda_{rel, my} = 0.58$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{c, \text{rity}} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

$\lambda_{rel, mz} = 0.04$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{c, \text{ritz}} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

$\sigma_{myd} / (K_{c, \text{rity}} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{c, \text{ritz}} \cdot f_{mzd}) = 0.933 + 0.000 = 0.93 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{c, \text{rity}} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{c, \text{ritz}} \cdot f_{mzd}) = 0.653 + 0.000 = 0.65 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.25	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.909, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.954, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.909, QksR= 0.954	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 3.500	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.250	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g.G$	Permanente	0.60	-8.026	0.000	3.266	1.910
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	-10.673	0.000	4.400	2.636
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	-9.349	0.000	4.632	2.915
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	-9.345	0.000	4.632	2.915
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	-5.351	0.000	4.187	3.404
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	-5.349	0.000	4.168	3.372
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	-5.542	0.000	2.042	0.958
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	-8.837	0.000	3.633	2.166
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-10.376	0.000	5.352	3.470
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-10.373	0.000	5.341	3.456
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-9.052	0.000	4.378	2.620
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-9.036	0.000	5.573	3.735
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-9.040	0.000	5.585	3.749
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-9.049	0.000	4.379	2.620
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.780	0.000	5.489	3.813
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-7.852	0.000	4.548	3.141
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-7.844	0.000	5.652	4.038
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.777	0.000	5.471	3.792
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-7.841	0.000	5.634	4.006
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-7.850	0.000	4.530	3.119
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-8.652	0.000	4.577	2.934
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-8.650	0.000	4.565	2.921
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-7.725	0.000	3.636	2.262
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-7.714	0.000	4.728	3.116
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-7.717	0.000	4.740	3.130
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-7.723	0.000	3.625	2.249
27	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-12.266	0.000	6.141	3.953
28	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-12.261	0.000	6.129	3.940
29	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-11.338	0.000	5.200	3.281
30	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-11.325	0.000	6.292	4.135
31	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-11.330	0.000	6.304	4.149
32	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-11.335	0.000	5.189	3.268
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-3.113	0.000	1.307	0.802
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-2.863	0.000	1.146	0.650
	Valori massimi			-12.266	0.000	6.304	4.149

1.12.4. Verifica della sezione Puntone, elementi: 2, 4**Puntone, elementi: 2, 4, combinazione di carico No 27****Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d} = -11.039$ kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=16\,875$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{c0d} = -11.039$ kN, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 11.039 / 16875 = 0.65$ N/mm² < 12.00 N/mm² = f_{c0d} (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 2, 4, combinazione di carico No 31**Taglio, $F_v = 5.673$ kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 75 = 50$ mm, $h=225$ mm, $A=11\,250$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{vk}=3.80$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.90 \times 3.80 / 1.50 = 2.28$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_v = 5.673$ kN, $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 5.673 / 11250 = 0.76$ N/mm² < 2.28 N/mm² = f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 2, 4, combinazione di carico No 31**Flessione, $M_{yd} = 3.734$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 3.734 / 6.328E+005 = 5.90$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.447 + 0.000 = 0.45 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.313 + 0.000 = 0.31 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 2, 4, combinazione di carico No 27**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -11.039$ kN, $M_{yd} = 3.558$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 11.039 / 16875 = 0.65$ N/mm² $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 3.558 / 6.328E+005 = 5.62$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.003 + 0.426 + 0.000 = 0.43 < 1$ (EC5 Eq.6.19) $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.003 + 0.298 + 0.000 = 0.30 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 2, 4, combinazione di carico No 31**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -9.064$ kN, $M_{yd} = 3.734$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 9.064 / 16875 = 0.54 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 3.734 / 6.328E+005 = 5.90 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.002 + 0.447 + 0.000 = 0.45 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.19})$$

$$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.002 + 0.313 + 0.000 = 0.31 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.20})$$

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 2, 4, combinazione di carico No 27

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-11.039\text{kN}$, $M_{yd}=3.558\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=225\text{mm}$, $A=1.688E+004\text{mm}^2$, $W_y=6.328E+005\text{mm}^3$, $W_z=2.109E+005\text{mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$
 $f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 11.039 / 16875 = 0.65 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 3.558 / 6.328E+005 = 5.62 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.741 = 1.741 \text{ m} = 1741 \text{ mm (più sfavorevole)}$$

$$S_{kz} = 0.17 \times 1.741 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm (lunghezza efficace/lunghezza totale} = 0.30/1.74 = 0.17)$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 1741 / 65 = 26.78$$

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

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 92.20 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k}/\sigma_{c,crity}} = 0.47 \quad (\text{EC5 Eq.6.21})$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 355.42 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k}/\sigma_{c,critz}} = 0.24 \quad (\text{EC5 Eq.6.22})$$

$\beta_c = 0.20$ (legno massiccio)

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.63, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.960 \quad (\text{Eq.6.27 6.25})$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1.000 \quad (\text{Eq.6.28 6.26})$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.057 + 0.426 + 0.000 = 0.48 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.23})$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.055 + 0.298 + 0.000 = 0.35 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.24})$$

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 2, 4, combinazione di carico No 31

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-9.064\text{kN}$, $M_{yd}=3.734\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=225\text{mm}$, $A=1.688E+004\text{mm}^2$, $W_y=6.328E+005\text{mm}^3$, $W_z=2.109E+005\text{mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$
 $f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 9.064 / 16875 = 0.54 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 3.734 / 6.328E+005 = 5.90 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.741 = 1.741 \text{ m} = 1741 \text{ mm (più sfavorevole)}$$

$$S_{kz} = 0.17 \times 1.741 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm (lunghezza efficace/lunghezza totale} = 0.30/1.74 = 0.17)$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 1741 / 65 = 26.78$$

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

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda_y^2 = 92.20 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.47 \text{ (EC5 Eq.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda_z^2 = 355.42 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.24 \text{ (EC5 Eq.6.22)}$$

$$\beta_c = 0.20 \text{ (legno massiccio)}$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.63, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.960 \text{ (Eq.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1.000 \text{ (Eq.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.047 + 0.447 + 0.000 = 0.49 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.23)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{my} \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.045 + 0.313 + 0.000 = 0.36 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.24)}$$

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 2, 4, combinazione di carico No 31

Stabilità laterale, Myd=3.734 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm², Wy=6.328E+005mm³, Wz=2.109E+005mm³

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

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

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

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

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

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 3.734 / 6.328E+005 = 5.90 \text{ N/mm}^2$$

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

Lunghezza libera di inflessione Sk

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.741 = 1.741 \text{ m} = 1741 \text{ mm (più sfavorevole)}$$

$$S_{kz} = 0.17 \times 1.741 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm (lunghezza efficace/lunghezza totale} = 0.30 / 1.74 = 0.17)$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 1741 / 65 = 26.78$$

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

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E 005 / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 75^2 \times 6700 / (225 \times 1567) = 83.40 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Eq.6.32)}$$

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E 005 / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 225^2 \times 6700 / (75 \times 300) = 11758.50 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Eq.6.32)}$$

Tensioni critiche

$$\sigma_{m,crity} = 83.40 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m,crity}} = 0.51 \text{ (EC5 Eq.6.30)}$$

$$\sigma_{m,critz} = 11758.50 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,mz} = \sqrt{f_{mzk} / \sigma_{m,critz}} = 0.04 \text{ (EC5 Eq.6.30)}$$

$$\lambda_{rel,my} = 0.51, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{crity} = 1.00 \text{ (EC5 Eq.6.34)}$$

$$\lambda_{rel,mz} = 0.04, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{critz} = 1.00 \text{ (EC5 Eq.6.34)}$$

$$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.447 + 0.000 = 0.45 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.33)}$$

$$K_{my} \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.313 + 0.000 = 0.31 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.33)}$$

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.25	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.909, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.954, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.909, QksR= 0.954	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 3.500	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.250	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod	
1	$\gamma_g.G$	Permanente	0.60	0.000	7.280	4.970	3.847	
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	0.000	9.254	4.240	4.417	
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	0.000	8.154	4.102	4.237	
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	0.000	8.154	4.103	4.239	
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	0.000	9.167	3.313	2.565	
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	0.000	4.853	3.313	2.564	
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	0.000	6.626	13.478	7.032	
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	0.000	7.736	3.920	3.778	
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	12.568	9.576	5.902	
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	9.980	9.575	5.900	
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	11.468	9.250	5.155	
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	8.879	9.439	5.722	
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	11.468	9.439	5.724	
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	8.880	9.249	5.153	
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	12.973	9.409	5.346	
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	12.203	9.504	4.823	
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	12.203	9.637	5.222	
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	8.659	9.392	5.345	
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	7.889	9.620	5.220	
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	7.889	9.487	4.822	
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	11.559	11.956	5.983	
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	8.970	11.945	5.982	
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	10.789	12.051	5.775	
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	8.200	12.174	5.857	
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	10.789	12.184	5.858	
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	8.200	12.041	5.765	
27	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	14.130	9.905	6.560	
28	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	11.542	9.904	6.558	
29	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	13.360	9.676	6.036	
30	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	10.771	9.808	6.433	
31	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	13.360	9.809	6.435	
32	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	10.772	9.676	6.034	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	3.162	2.628	1.916	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	2.734	2.534	1.597	
	Valori massimi				0.000	14.130	13.478	7.032

1.12.6. Verifica della sezione Catena, elementi: 5, 6**Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 27****Trazione parallela alla fibratura, $F_{t0d}=12.717$ kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=16\,875$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{t0k}=13.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{t0d}=12.717$ kN, $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 12.717 / 16875 = 0.75$ N/mm² < 7.80 N/mm² = f_{t0d} (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 7**Taglio, $F_v=10.782$ kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 75 = 50$ mm, $h=225$ mm, $A=11\,250$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.80$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{vk}=3.80$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 3.80 / 1.50 = 2.03$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_v=10.782$ kN, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 10.782 / 11250 = 1.44$ N/mm² < 2.03 N/mm² = f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 7**Flessione, $M_{yd}=5.626$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.80$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.50 = 11.73$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.50 = 11.73$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 5.626 / 6.328E+005 = 8.89$ N/mm² $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{yd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.758 + 0.000 = 0.76 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{myd} + \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.530 + 0.000 = 0.53 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 27**Flessione e trazione assiale combinate, $F_{t0d}=12.717$ kN, $M_{yd}=4.227$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{t0k}=13.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 12.717 / 16875 = 0.75$ N/mm² $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 4.227 / 6.328E+005 = 6.68$ N/mm² $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{yd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.097 + 0.506 + 0.000 = 0.60 < 1$ (EC5 Eq.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{myd} + \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.097 + 0.354 + 0.000 = 0.45 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 7**Flessione e trazione assiale combinate, $F_{t0d}=5.301$ kN, $M_{yd}=5.626$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.80$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{t0k}=13.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 13.00 / 1.50 = 6.93$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.50 = 11.73$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.50 = 11.73$ N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 5.301/16875= 0.31 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my, netto}=1E+06 \times 5.626/6.328E+005= 8.89 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz, netto}=1E+06 \times 0.000/2.109E+005= 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m.\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.045+0.758+0.000= 0.80 < 1$ (EC5 Eq.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_m.\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.045+0.530+0.000= 0.58 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

1.12.7. Stato limite ultimo (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi:** 7, 8

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.25	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.909, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.954, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.909, QksR= 0.954	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 3.500	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.250	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g.G$	Permanente	0.60	-17.693	0.000	7.280	4.889
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	-23.248	0.000	9.254	6.688
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	-22.202	0.000	8.154	6.115
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	-22.199	0.000	8.154	6.114
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	-11.795	0.000	4.853	3.259
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	-11.794	0.000	4.852	3.259
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	-13.269	0.000	6.626	5.272
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	-19.296	0.000	7.736	5.505
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-23.247	0.000	9.980	6.073
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-23.245	0.000	9.977	6.072
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-22.201	0.000	8.879	5.501
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-21.993	0.000	8.877	5.722
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-21.993	0.000	8.880	5.724
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-22.199	0.000	8.877	5.500
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-19.812	0.000	8.659	5.346
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-19.079	0.000	7.889	4.823
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-18.735	0.000	7.889	5.222
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-19.809	0.000	8.657	5.345
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-18.733	0.000	7.887	5.220
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-19.078	0.000	7.888	4.822
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-19.810	0.000	11.559	7.801
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-19.812	0.000	11.570	7.820
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-18.116	0.000	10.789	7.278
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-19.079	0.000	10.800	7.695
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-19.078	0.000	10.789	7.676
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-18.113	0.000	10.801	7.297
27	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-27.312	0.000	11.542	7.290
28	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-27.309	0.000	11.538	7.289
29	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-26.580	0.000	10.771	6.889
30	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-26.372	0.000	10.769	6.490
31	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-26.371	0.000	10.772	6.491
32	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-26.577	0.000	10.769	6.888
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-6.582	0.000	3.162	1.916
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-6.401	0.000	2.734	1.684
	Valori massimi			-27.312	0.000	11.570	7.820

1.12.8. Verifica della sezione Elementi: 7, 8**Elementi: 7, 8, combinazione di carico No 27****Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d}=-24.581$ kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=16\,875$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{c0d}=-24.581$ kN, $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 24.581 / 16875 = 1.46$ N/mm² < 12.00 N/mm² = f_{c0d} (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 7, 8, combinazione di carico No 22**Taglio, $F_v=10.413$ kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 75 = 50$ mm, $h=225$ mm, $A=11\,250$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{vk}=3.80$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.90 \times 3.80 / 1.50 = 2.28$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_v=10.413$ kN, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 10.413 / 11250 = 1.39$ N/mm² < 2.28 N/mm² = f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 7, 8, combinazione di carico No 22**Flessione, $M_{yd}=7.038$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{myk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mzk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 7.038 / 6.328E+005 = 11.12$ N/mm² $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.843 + 0.000 = 0.84 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.590 + 0.000 = 0.59 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 7, 8, combinazione di carico No 27**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d}=-24.581$ kN, $M_{yd}=5.790$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² $f_{myk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mzk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 24.581 / 16875 = 1.46$ N/mm² $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 5.790 / 6.328E+005 = 9.15$ N/mm² $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.015 + 0.693 + 0.000 = 0.71 < 1$ (EC5 Eq.6.19) $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.015 + 0.485 + 0.000 = 0.50 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 7, 8, combinazione di carico No 22**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d}=-16.960$ kN, $M_{yd}=7.038$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, $b=75$ mm, $h=225$ mm, $A=1.688E+004$ mm², $W_y=6.328E+005$ mm³, $W_z=2.109E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² $f_{myk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mzk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 16.960 / 16875 = 1.01 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \text{E}+06 \times 7.038 / 6.328 \text{E}+005 = 11.12 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \text{E}+06 \times 0.000 / 2.109 \text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.007 + 0.843 + 0.000 = 0.85 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.19})$$

$$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.007 + 0.590 + 0.000 = 0.60 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.20})$$

La verifica è soddisfatta

Elementi: 7, 8, combinazione di carico No 27

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -24.581 \text{ kN}$, $M_{yd} = 5.790 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=1.688 \text{E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.328 \text{E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=2.109 \text{E}+005 \text{ mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 24.581 / 16875 = 1.46 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \text{E}+06 \times 5.790 / 6.328 \text{E}+005 = 9.15 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \text{E}+06 \times 0.000 / 2.109 \text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.200 = 1.200 \text{ m} = 1200 \text{ mm} \quad (\text{più sfavorevole})$$

$$S_{kz} = 1.00 \times 1.200 = 1.200 \text{ m} = 1200 \text{ mm} \quad (\text{più sfavorevole})$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 1200 / 65 = 18.46$$

$$i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}, \lambda_z = 1200 / 22 = 54.55$$

Tensioni critiche

$$\sigma_{c, \text{crit}y} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 194.05 \text{ N/mm}^2, \lambda_{\text{rel}, y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c, \text{crit}y}} = 0.32 \quad (\text{EC5 Eq.6.21})$$

$$\sigma_{c, \text{crit}z} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 22.22 \text{ N/mm}^2, \lambda_{\text{rel}, z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c, \text{crit}z}} = 0.95 \quad (\text{EC5 Eq.6.22})$$

$$\beta_c = 0.20 \quad (\text{legno massiccio})$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel}y} - 0.3) + \lambda_{\text{rel}y}^2] = 0.55, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{\text{rel}y}^2}) = 0.995 \quad (\text{Eq.6.27 6.25})$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel}z} - 0.3) + \lambda_{\text{rel}z}^2] = 1.01, K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{\text{rel}z}^2}) = 0.727 \quad (\text{Eq.6.28 6.26})$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.122 + 0.693 + 0.000 = 0.82 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.23})$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.167 + 0.485 + 0.000 = 0.65 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.24})$$

La verifica è soddisfatta

Elementi: 7, 8, combinazione di carico No 22

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -16.960 \text{ kN}$, $M_{yd} = 7.038 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=1.688 \text{E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.328 \text{E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=2.109 \text{E}+005 \text{ mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 16.960 / 16875 = 1.01 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \text{E}+06 \times 7.038 / 6.328 \text{E}+005 = 11.12 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \text{E}+06 \times 0.000 / 2.109 \text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.200 = 1.200 \text{ m} = 1200 \text{ mm} \quad (\text{più sfavorevole})$$

$$S_{kz} = 1.00 \times 1.200 = 1.200 \text{ m} = 1200 \text{ mm} \quad (\text{più sfavorevole})$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 1200/65 = 18.46$$

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}, \lambda_z = 1200/22 = 54.55$$

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E / \lambda_y^2 = 194.05 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.32 \text{ (EC5 Eq.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E / \lambda_z^2 = 22.22 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.95 \text{ (EC5 Eq.6.22)}$$

$$\beta_c = 0.20 \text{ (legno massiccio)}$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.55, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.995 \text{ (Eq.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 1.01, K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 0.727 \text{ (Eq.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{m} \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.084 + 0.843 + 0.000 = 0.93 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.23)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{m} \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.115 + 0.590 + 0.000 = 0.70 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.24)}$$

La verifica è soddisfatta

1.12.9. Stato limite ultimo (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi:** 9, 10

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.25	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.909, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.954, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.909, QksR= 0.954	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 3.500	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.250	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g.G$	Permanente	0.60	-2.276	0.000	0.015	0.020
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	-2.511	0.000	0.021	0.028
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	-2.266	0.000	0.024	0.032
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	-2.266	0.000	0.024	0.032
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	-1.517	0.000	0.027	0.036
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	-1.517	0.000	0.027	0.035
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	-3.500	0.000	0.007	0.009
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	-2.168	0.000	0.017	0.023
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.627	0.000	0.028	0.038
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.627	0.000	0.028	0.038
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.375	0.000	0.021	0.028
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.382	0.000	0.031	0.041
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.382	0.000	0.031	0.041
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.375	0.000	0.021	0.028
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.329	0.000	0.032	0.042
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.153	0.000	0.026	0.035
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.157	0.000	0.034	0.045
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.329	0.000	0.032	0.042
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.157	0.000	0.034	0.044
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.152	0.000	0.026	0.035
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-3.807	0.000	0.024	0.032
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-3.807	0.000	0.024	0.032
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-3.631	0.000	0.018	0.024
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-3.636	0.000	0.026	0.034
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-3.635	0.000	0.026	0.034
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-3.631	0.000	0.018	0.024
27	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-3.980	0.000	0.032	0.043
28	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-3.980	0.000	0.032	0.043
29	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-3.804	0.000	0.027	0.036
30	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-3.808	0.000	0.034	0.045
31	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-3.808	0.000	0.034	0.045
32	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	-3.803	0.000	0.027	0.035
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-0.969	0.000	0.006	0.009
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-0.977	0.000	0.012	0.007
	Valori massimi			-3.980	0.000	0.034	0.045

1.12.10. Verifica della sezione Elementi: 9, 10**Elementi: 9, 10 , combinazione di carico No 27****Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d} = -3.582$ kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, $b=63$ mm, $h=200$ mm, $A=12\,600$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{c0d} = -3.582$ kN, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 3.582 / 12600 = 0.28$ N/mm² < 12.00 N/mm² = f_{c0d} (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Tensione di taglio trascurabile, verifica a taglio non necessaria (EC5 §6.1.7)**Elementi: 9, 10 , combinazione di carico No 31****Flessione, $M_{yd}=0.041$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, $b=63$ mm, $h=200$ mm, $A=1.260E+004$ mm², $W_y=4.200E+005$ mm³, $W_z=1.323E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{yk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 0.041 / 4.200E+005 = 0.10$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 1.323E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.007 + 0.000 = 0.01 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.005 + 0.000 = 0.01 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 9, 10 , combinazione di carico No 27**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -3.582$ kN, $M_{yd}=0.039$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, $b=63$ mm, $h=200$ mm, $A=1.260E+004$ mm², $W_y=4.200E+005$ mm³, $W_z=1.323E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² $f_{yk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 3.582 / 12600 = 0.28$ N/mm² $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 0.039 / 4.200E+005 = 0.09$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 1.323E+005 = 0.00$ N/mm² $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.001 + 0.007 + 0.000 = 0.01 < 1$ (EC5 Eq.6.19) $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.001 + 0.005 + 0.000 = 0.01 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 9, 10 , combinazione di carico No 31**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -2.970$ kN, $M_{yd}=0.041$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, $b=63$ mm, $h=200$ mm, $A=1.260E+004$ mm², $W_y=4.200E+005$ mm³, $W_z=1.323E+005$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² $f_{yk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 2.970 / 12600 = 0.24$ N/mm² $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 0.041 / 4.200E+005 = 0.10$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 1.323E+005 = 0.00$ N/mm²

$$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.000 + 0.007 + 0.000 = 0.01 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.19})$$

$$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.000 + 0.005 + 0.000 = 0.01 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.20})$$

La verifica è soddisfatta

Elementi: 9, 10 , combinazione di carico No 27

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -3.582 \text{ kN}$, $M_{yd} = 0.039 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Sezione rettangolare, $b = 63 \text{ mm}$, $h = 200 \text{ mm}$, $A = 1.260 \text{ E} + 004 \text{ mm}^2$, $W_y = 4.200 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$, $W_z = 1.323 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$

Coefficiente di correzione $K_{mod} = 0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M = 1.50$, $E_{005} = 6700 \text{ N/mm}^2$

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

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

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

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

$$\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 3.582 / 12600 = 0.28 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \text{ E} + 06 \times 0.039 / 4.200 \text{ E} + 005 = 0.09 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \text{ E} + 06 \times 0.000 / 1.323 \text{ E} + 005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.315 = 1.315 \text{ m} = 1315 \text{ mm} \quad (\text{più sfavorevole})$$

$$S_{kz} = 0.23 \times 1.315 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm} \quad (\text{lunghezza efficace/lunghezza totale} = 0.30 / 1.32 = 0.23)$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{(I_y/A)} = 0.289 \times 200 = 58 \text{ mm}, \quad \lambda_y = 1315 / 58 = 22.68$$

$$i_z = \sqrt{(I_z/A)} = 0.289 \times 63 = 18 \text{ mm}, \quad \lambda_z = 300 / 18 = 16.67$$

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 128.55 \text{ N/mm}^2, \quad \lambda_{rel,y} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,crity})} = 0.39 \quad (\text{EC5 Eq.6.21})$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 237.96 \text{ N/mm}^2, \quad \lambda_{rel,z} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,critz})} = 0.29 \quad (\text{EC5 Eq.6.22})$$

$\beta_c = 0.20$ (legno massiccio)

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.59, \quad K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.978 \quad (\text{Eq.6.27 6.25})$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, \quad K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1.000 \quad (\text{Eq.6.28 6.26})$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.024 + 0.007 + 0.000 = 0.03 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.23})$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.024 + 0.005 + 0.000 = 0.03 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.24})$$

La verifica è soddisfatta

Elementi: 9, 10 , combinazione di carico No 31

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -2.970 \text{ kN}$, $M_{yd} = 0.041 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Sezione rettangolare, $b = 63 \text{ mm}$, $h = 200 \text{ mm}$, $A = 1.260 \text{ E} + 004 \text{ mm}^2$, $W_y = 4.200 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$, $W_z = 1.323 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$

Coefficiente di correzione $K_{mod} = 0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M = 1.50$, $E_{005} = 6700 \text{ N/mm}^2$

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

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

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

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

$$\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 2.970 / 12600 = 0.24 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \text{ E} + 06 \times 0.041 / 4.200 \text{ E} + 005 = 0.10 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \text{ E} + 06 \times 0.000 / 1.323 \text{ E} + 005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.315 = 1.315 \text{ m} = 1315 \text{ mm} \quad (\text{più sfavorevole})$$

$$S_{kz} = 0.23 \times 1.315 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm} \quad (\text{lunghezza efficace/lunghezza totale} = 0.30 / 1.32 = 0.23)$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{(I_y/A)} = 0.289 \times 200 = 58 \text{ mm}, \quad \lambda_y = 1315 / 58 = 22.68$$

$$i_z = \sqrt{(I_z/A)} = 0.289 \times 63 = 18 \text{ mm}, \quad \lambda_z = 300 / 18 = 16.67$$

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda y^2 = 128.55 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,crity})} = 0.39 \text{ (EC5 Eq.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda z^2 = 237.96 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,critz})} = 0.29 \text{ (EC5 Eq.6.22)}$$

$\beta_c = 0.20$ (legno massiccio)

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.59, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.978 \text{ (Eq.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1.000 \text{ (Eq.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{m, \sigma mzd} / f_{mzd} = 0.020 + 0.007 + 0.000 = 0.03 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.23)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{m, \sigma myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.020 + 0.005 + 0.000 = 0.02 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.24)}$$

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.714, Gk2 = 0.000, Gkf=1.25	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.909, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.954, QksR= 1.909	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.909, QksR= 0.954	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 0.429, QkwR=-0.754	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.754, QkwR= 0.429	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 3.500	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.250	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g.G$	Permanente	0.60	0.000	0.030	0.000	0.000
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	0.000	0.042	0.000	0.000
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	0.000	0.036	0.007	0.008
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	0.000	0.036	0.007	0.008
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	0.000	0.020	0.020	0.022
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	0.000	0.020	0.000	0.000
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	0.000	0.014	0.000	0.000
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	0.000	0.034	0.000	0.000
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.036	0.012	0.013
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.037	0.000	0.000
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.031	0.007	0.008
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.031	0.019	0.021
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.031	0.019	0.021
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.031	0.007	0.008
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.030	0.020	0.022
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.026	0.015	0.017
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.026	0.025	0.028
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.030	0.000	0.000
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.026	0.005	0.005
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	0.026	0.005	0.005
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	0.028	0.012	0.013
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	0.028	0.000	0.000
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	0.024	0.005	0.005
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	0.024	0.017	0.019
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	0.024	0.017	0.019
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	0.024	0.005	0.005
27	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	0.044	0.012	0.013
28	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	0.044	0.000	0.000
29	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	0.041	0.005	0.005
30	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	0.040	0.017	0.019
31	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	0.040	0.017	0.019
32	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q$	Breve	0.90	0.000	0.041	0.005	0.005
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	0.010	0.002	0.002
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	0.010	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	0.044	0.025
							0.028

1.12.12. Verifica della sezione Elementi: 11**Elementi: 11 , combinazione di carico No 28****Trazione parallela alla fibratura, $F_{t0d}=0.040$ kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, $b=63$ mm, $h=200$ mm, $A= 12\ 600$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{t0k}=13.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{t0d}=0.040$ kN, $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 0.040 / 12600 = 0.00$ N/mm² < 7.80 N/mm² = f_{t0d} (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Tensione di taglio trascurabile, verifica a taglio non necessaria (EC5 §6.1.7)**Momento flessionale trascurabile, verifica a flessione non necessaria** (EC5 §6.1.6)**Momento flessionale trascurabile, verifica di stabilità laterale non necessaria** (EC5 §6.3.3)**Tensione di traz. trascurabile, verifica flessi.-trazione combinate non necessaria** (EC5 §6.2.3)

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 $d=63.0$ 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 ≥ 12.0 mm spessore ≥ 1.2 mm.

Distanza tra i bulloni (EC5 Table 8.4)

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

Momento caratteristico di snervamento (EC5 §8.5.1.1)

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

Valori caratteristici della resistenza a rifollamento (EC5 §8.3.1.1)

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

Azione permanente

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

$t_2=63.0$ 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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.372$ kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.118$ kN

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.60 \times 1.118 / 1.50 = 0.894$ kN

Azione di lunga durata

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

$t_2=63.0$ 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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.372$ kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.118$ kN

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.80 \times 1.118 / 1.50 = 1.192$ kN

Azione di breve durata

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

$t_2=63.0$ 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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.372$ kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.118$ kN

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.90 \times 1.118 / 1.50 = 1.341$ kN

Azione Accidentale

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 1.00 \times 1.118 / 1.00 = 2.235$ 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 2, con gli elementi 4 e 11, al nodo 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=60mmx180mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

3 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n= numero di bulloni, a: sezione del bullone

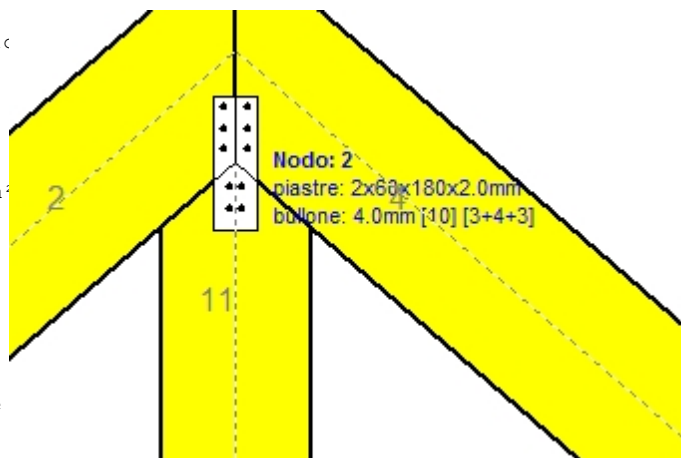
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 3, ($n_{ef}=1.00n$), $A=38\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=101233\text{mm}^3$

σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2



Sforzi nel nodo 2 ,dagli elementi 4, 11, 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 _n (kN)	R _d (kN)
1	vg.G	Permanente	0.60	-3.001	-0.006	0.500 <	0.894
2	vg.G+vg.Q1	Breve	0.90	-6.066	-0.011	1.011 <	1.341
3	vg.G+vg.Q2	Breve	0.90	-5.381	0.014	0.897 <	1.341
4	vg.G+vg.Q3	Breve	0.90	-5.383	-0.034	0.897 <	1.341
5	vg.G+vg.Q4	Breve	0.90	-3.787	-0.071	0.634 <	1.341
6	vg.G+vg.Q5	Breve	0.90	-3.001	-0.006	0.500 <	1.341
7	vg.G+vg.Qf	Media	0.80	-2.500	-0.006	0.417 <	1.192
8	vg.G+vg.Qi	Breve	0.90	-5.009	-0.010	0.835 <	1.341
9	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.778	-0.051	0.964 <	1.341
10	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.715	-0.011	0.953 <	1.341
11	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.836	-0.025	0.806 <	1.341
12	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.036	0.014	0.839 <	1.341
13	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.410	-0.073	0.904 <	1.341
14	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.037	-0.034	0.840 <	1.341
15	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.237	-0.075	0.875 <	1.341
16	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.455	-0.057	0.744 <	1.341
17	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.167	-0.091	0.865 <	1.341
18	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.796	-0.010	0.799 <	1.341
19	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.309	0.008	0.718 <	1.341
20	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.310	-0.025	0.719 <	1.341
21	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-4.757	-0.049	0.794 <	1.341
22	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-4.645	-0.010	0.774 <	1.341
23	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-4.059	-0.031	0.677 <	1.341
24	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-4.160	0.008	0.693 <	1.341
25	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-4.537	-0.065	0.758 <	1.341
26	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-4.162	-0.025	0.694 <	1.341
27	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.832	-0.053	1.139 <	1.341
28	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.803	-0.013	1.134 <	1.341
29	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.180	-0.035	1.030 <	1.341
30	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.300	0.004	1.050 <	1.341
31	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.505	-0.068	1.086 <	1.341
32	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.301	-0.029	1.050 <	1.341
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-2.641	-0.014	0.440 <	2.235
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-2.634	-0.005	0.439 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.G	Permanente	0.60	-3.001	-0.006	3 <	131
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	-6.066	-0.011	6 <	196
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	-5.381	0.014	5 <	196
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	-5.383	-0.034	6 <	196
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	-3.787	-0.071	5 <	196
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	-3.001	-0.006	3 <	196
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	-2.500	-0.006	2 <	175
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	-5.009	-0.010	5 <	196
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.778	-0.051	6 <	196
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.715	-0.011	6 <	196
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.836	-0.025	5 <	196
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.036	0.014	5 <	196
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.410	-0.073	7 <	196
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.037	-0.034	5 <	196
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.237	-0.075	6 <	196
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.455	-0.057	5 <	196
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.167	-0.091	7 <	196
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.796	-0.010	5 <	196
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.309	0.008	4 <	196
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.310	-0.025	5 <	196
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	-4.757	-0.049	5 <	196
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	-4.645	-0.010	5 <	196
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	-4.059	-0.031	4 <	196
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	-4.160	0.008	4 <	196
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	-4.537	-0.065	6 <	196
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	-4.162	-0.025	4 <	196
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.832	-0.053	7 <	196
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.803	-0.013	7 <	196
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.180	-0.035	6 <	196
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.300	0.004	6 <	196
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.505	-0.068	7 <	196
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.301	-0.029	6 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-2.641	-0.014	3 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-2.634	-0.005	3 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 11, con gli elementi 2 e 4, al nodo 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=60mmx180mm, 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= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

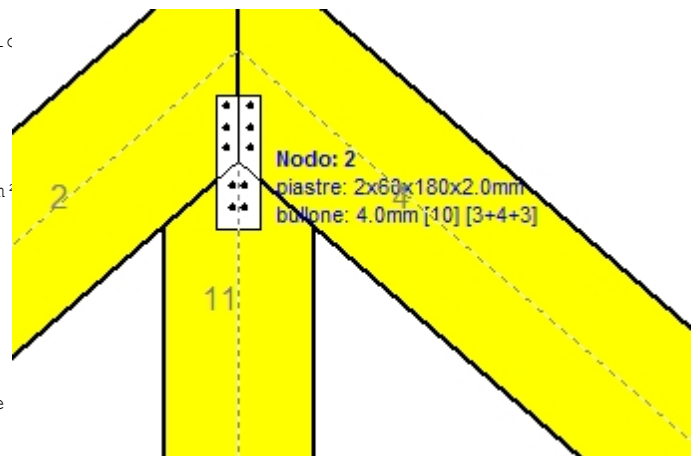
$A=n \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

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

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



Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 11, 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.G	Permanente	0.60	0.018	0.000	0.005 <	0.894
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	0.038	0.000	0.009 <	1.341
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	0.033	0.007	0.112 <	1.341
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	0.033	-0.007	0.113 <	1.341
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	0.025	-0.020	0.310 <	1.341
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	0.018	0.000	0.005 <	1.341
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	0.011	0.000	0.003 <	1.192
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	0.031	0.000	0.008 <	1.341
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.035	-0.012	0.191 <	1.341
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.033	0.000	0.008 <	1.341
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.029	0.007	0.110 <	1.341
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	0.019	0.291 <	1.341
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.033	-0.019	0.296 <	1.341
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.029	-0.007	0.112 <	1.341
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	-0.020	0.312 <	1.341
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.027	-0.015	0.237 <	1.341
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	-0.024	0.385 <	1.341
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.027	0.000	0.007 <	1.341
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.024	0.005	0.078 <	1.341
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.024	-0.005	0.079 <	1.341
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.027	-0.012	0.189 <	1.341
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.025	0.000	0.006 <	1.341
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.022	0.005	0.078 <	1.341
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.026	0.017	0.259 <	1.341
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.026	-0.017	0.262 <	1.341
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.022	-0.005	0.079 <	1.341
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.041	-0.012	0.192 <	1.341
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.040	0.000	0.010 <	1.341
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.037	0.005	0.081 <	1.341
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.039	0.017	0.262 <	1.341
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.039	-0.017	0.266 <	1.341
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.037	-0.005	0.082 <	1.341
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.015	-0.003	0.043 <	2.235
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.015	0.000	0.004 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	σ	σ _d (N/mm ²)
1	yg.G	Permanente	0.60	0.018	0.000	0 <	131
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	0.038	0.000	0 <	196
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	0.033	0.007	3 <	196
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	0.033	-0.007	3 <	196
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	0.025	-0.020	7 <	196
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	0.018	0.000	0 <	196
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	0.011	0.000	0 <	175
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	0.031	0.000	0 <	196
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.035	-0.012	5 <	196
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.033	0.000	0 <	196
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.029	0.007	3 <	196
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	0.019	7 <	196
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.033	-0.019	7 <	196
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.029	-0.007	3 <	196
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	-0.020	7 <	196
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.027	-0.015	6 <	196
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	-0.024	9 <	196
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.027	0.000	0 <	196
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.024	0.005	2 <	196
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.024	-0.005	2 <	196
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	0.027	-0.012	5 <	196
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	0.025	0.000	0 <	196
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	0.022	0.005	2 <	196
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	0.026	0.017	6 <	196
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	0.026	-0.017	6 <	196
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	0.022	-0.005	2 <	196
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.041	-0.012	5 <	196
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.040	0.000	0 <	196
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.037	0.005	2 <	196
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.039	0.017	6 <	196
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.039	-0.017	6 <	196
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.037	-0.005	2 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.015	-0.003	1 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.015	0.000	0 <	240

1.13.3. Stato limite ultimo

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 9, con gli elementi 1 e 2, al nodo 7

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=160mmx45mm, 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 $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

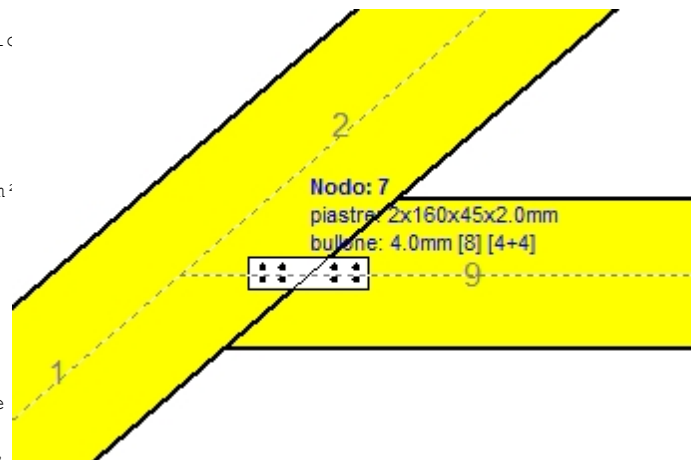
$A=n \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

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

σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2



Sforzi nel nodo 7 ,dall'elemento 9, 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 _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.G	Permanente	0.60	-1.365	0.012	0.255 <	0.894
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-2.260	0.025	0.460 <	1.341
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-2.040	0.015	0.363 <	1.341
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-2.033	0.028	0.455 <	1.341
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-0.610	0.032	0.312 <	1.341
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-1.365	0.012	0.255 <	1.341
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-2.800	0.007	0.401 <	1.192
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-1.951	0.020	0.389 <	1.341
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.811	0.034	0.590 <	1.341
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.264	0.022	0.560 <	1.341
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.590	0.024	0.494 <	1.341
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.044	0.012	0.465 <	1.341
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.584	0.037	0.585 <	1.341
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.037	0.025	0.554 <	1.341
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.240	0.037	0.550 <	1.341
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.086	0.031	0.482 <	1.341
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.082	0.040	0.547 <	1.341
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.996	0.018	0.499 <	1.341
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.842	0.011	0.433 <	1.341
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.837	0.020	0.495 <	1.341
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-2.973	0.028	0.572 <	1.341
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-3.426	0.016	0.543 <	1.341
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-2.819	0.022	0.504 <	1.341
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-3.272	0.010	0.477 <	1.341
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-2.814	0.030	0.568 <	1.341
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-3.268	0.019	0.538 <	1.341
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.128	0.038	0.663 <	1.341
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.582	0.026	0.633 <	1.341
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.974	0.031	0.595 <	1.341
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.427	0.020	0.566 <	1.341
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.970	0.040	0.659 <	1.341
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.423	0.028	0.629 <	1.341
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-1.451	0.013	0.271 <	2.235
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-1.466	0.010	0.254 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.G	Permanente	0.60	-1.365	0.012	9 <	131
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	-2.260	0.025	17 <	196
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	-2.040	0.015	13 <	196
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	-2.033	0.028	17 <	196
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	-0.610	0.032	13 <	196
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	-1.365	0.012	9 <	196
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	-2.800	0.007	13 <	175
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	-1.951	0.020	14 <	196
9	yg.G+yq.Q1+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.811	0.034	21 <	196
10	yg.G+yq.Q1+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.264	0.022	19 <	196
11	yg.G+yq.Q2+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.590	0.024	17 <	196
12	yg.G+yq.Q2+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.044	0.012	15 <	196
13	yg.G+yq.Q3+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.584	0.037	22 <	196
14	yg.G+yq.Q3+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.037	0.025	19 <	196
15	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.240	0.037	21 <	196
16	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.086	0.031	18 <	196
17	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.082	0.040	21 <	196
18	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.996	0.018	17 <	196
19	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.842	0.011	14 <	196
20	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.837	0.020	17 <	196
21	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-2.973	0.028	20 <	196
22	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-3.426	0.016	18 <	196
23	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-2.819	0.022	18 <	196
24	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-3.272	0.010	15 <	196
25	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-2.814	0.030	20 <	196
26	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-3.268	0.019	18 <	196
27	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.128	0.038	24 <	196
28	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.582	0.026	22 <	196
29	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.974	0.031	21 <	196
30	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.427	0.020	19 <	196
31	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-2.970	0.040	24 <	196
32	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.423	0.028	22 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-1.451	0.013	10 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-1.466	0.010	9 <	240

1.13.4. Stato limite ultimo

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 7 e 1, al nodo 5

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=285mmx270mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

56 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

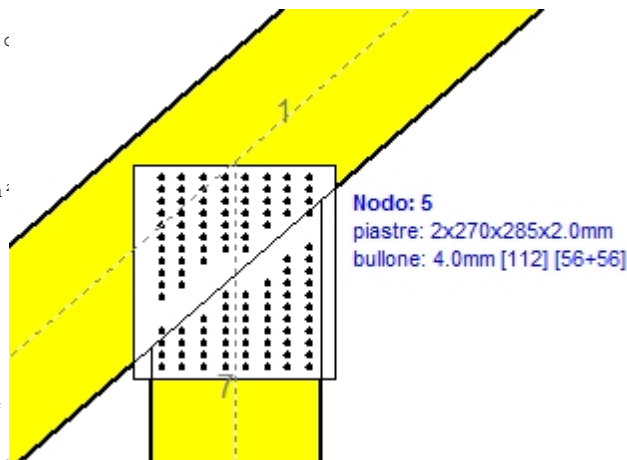
$A=n \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=56$, ($n_{ef}=1.44n$), $A=704\text{mm}^2$, $r=94\text{mm}$, $W_p=39379\text{mm}^3$

σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2

**Sforzi nel nodo 5 ,dall'elemento 7, 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 _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.G	Permanente	0.60	-11.478	2.828	0.541 <	0.894
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-22.516	5.818	1.103 <	1.341
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-18.248	4.814	0.912 <	1.341
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-21.284	5.327	1.013 <	1.341
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-10.395	1.617	0.329 <	1.341
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-11.478	2.828	0.541 <	1.341
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-11.864	2.016	0.418 <	1.192
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-18.707	4.786	0.909 <	1.341
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.941	4.523	0.889 <	1.341
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-22.766	5.249	1.017 <	1.341
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.642	3.519	0.698 <	1.341
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-18.520	4.246	0.826 <	1.341
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-20.738	4.031	0.799 <	1.341
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.518	4.758	0.927 <	1.341
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-18.161	3.141	0.636 <	1.341
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-15.134	2.439	0.502 <	1.341
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.350	2.797	0.573 <	1.341
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.457	4.352	0.849 <	1.341
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-16.487	3.650	0.715 <	1.341
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-18.580	4.008	0.786 <	1.341
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-19.571	4.109	0.812 <	1.341
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-19.488	4.739	0.917 <	1.341
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-16.609	3.406	0.678 <	1.341
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-16.602	4.037	0.784 <	1.341
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-18.688	3.765	0.749 <	1.341
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-18.576	4.395	0.854 <	1.341
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.857	5.584	1.089 <	1.341
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-26.682	6.310	1.217 <	1.341
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-22.848	4.881	0.955 <	1.341
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.702	5.608	1.083 <	1.341
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.010	5.240	1.026 <	1.341
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.808	5.967	1.154 <	1.341
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-9.815	2.122	0.414 <	2.235
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-10.439	2.427	0.470 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.G	Permanente	0.60	-11.478	2.828	33 <	131
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	-22.516	5.818	67 <	196
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	-18.248	4.814	55 <	196
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	-21.284	5.327	62 <	196
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	-10.395	1.617	21 <	196
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	-11.478	2.828	33 <	196
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	-11.864	2.016	26 <	175
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	-18.707	4.786	55 <	196
9	yg.G+yq.Q1+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-21.941	4.523	55 <	196
10	yg.G+yq.Q1+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-22.766	5.249	62 <	196
11	yg.G+yq.Q2+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.642	3.519	43 <	196
12	yg.G+yq.Q2+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-18.520	4.246	50 <	196
13	yg.G+yq.Q3+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-20.738	4.031	50 <	196
14	yg.G+yq.Q3+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-21.518	4.758	57 <	196
15	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-18.161	3.141	40 <	196
16	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-15.134	2.439	32 <	196
17	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.350	2.797	36 <	196
18	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-19.457	4.352	52 <	196
19	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-16.487	3.650	44 <	196
20	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-18.580	4.008	48 <	196
21	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-19.571	4.109	50 <	196
22	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-19.488	4.739	55 <	196
23	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-16.609	3.406	41 <	196
24	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-16.602	4.037	47 <	196
25	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-18.688	3.765	46 <	196
26	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-18.576	4.395	52 <	196
27	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-25.857	5.584	67 <	196
28	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-26.682	6.310	74 <	196
29	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-22.848	4.881	59 <	196
30	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-23.702	5.608	66 <	196
31	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-25.010	5.240	63 <	196
32	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-25.808	5.967	70 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-9.815	2.122	25 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-10.439	2.427	29 <	240

1.13.5. 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 7 e 5, al nodo 1

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=290mmx275mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

64 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

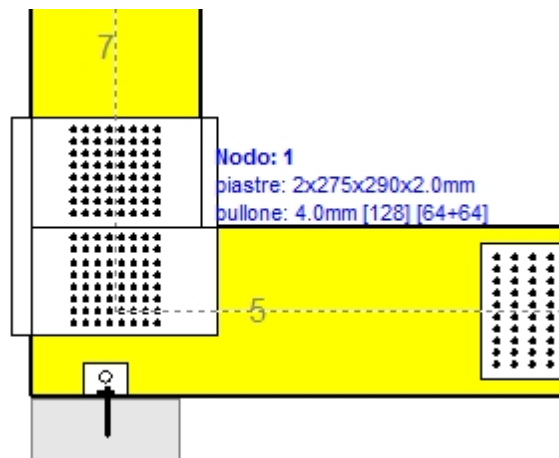
$A=n \cdot x \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

$n=64$, ($n_{ef}=1.44n$), $A=804\text{mm}^2$, $r=91\text{mm}$, $W_p=39163\text{mm}^3$

σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2

**Sforzi nel nodo 1 ,dall'elemento 7, 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 _n (kN)	R _d (kN)
1	vg.G	Permanente	0.60	-11.478	2.203	0.437 <	0.894
2	vg.G+vg.Q1	Breve	0.90	-22.516	3.774	0.770 <	1.341
3	vg.G+vg.Q2	Breve	0.90	-18.248	3.637	0.718 <	1.341
4	vg.G+vg.Q3	Breve	0.90	-21.284	3.125	0.656 <	1.341
5	vg.G+vg.Q4	Breve	0.90	-10.322	-0.498	0.150 <	1.341
6	vg.G+vg.Q5	Breve	0.90	-11.478	2.203	0.437 <	1.341
7	vg.G+vg.Qf	Media	0.80	-11.864	4.090	0.745 <	1.192
8	vg.G+vg.Qi	Breve	0.90	-18.707	3.232	0.655 <	1.341
9	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.794	3.475	0.713 <	1.341
10	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-22.766	5.095	0.985 <	1.341
11	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.485	3.338	0.661 <	1.341
12	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-18.520	4.958	0.933 <	1.341
13	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-20.604	2.826	0.599 <	1.341
14	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.518	4.446	0.870 <	1.341
15	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.973	1.923	0.434 <	1.341
16	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-14.944	1.827	0.397 <	1.341
17	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.184	1.469	0.355 <	1.341
18	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.457	4.624	0.885 <	1.341
19	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-16.487	4.528	0.849 <	1.341
20	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-18.580	4.169	0.805 <	1.341
21	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-19.571	5.190	0.977 <	1.341
22	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-19.902	6.788	1.241 <	1.341
23	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-16.609	5.094	0.941 <	1.341
24	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-17.053	6.692	1.205 <	1.341
25	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-18.688	4.736	0.897 <	1.341
26	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-18.980	6.334	1.160 <	1.341
27	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.707	4.032	0.831 <	1.341
28	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-26.682	5.653	1.103 <	1.341
29	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-22.693	3.937	0.795 <	1.341
30	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.702	5.557	1.067 <	1.341
31	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-24.868	3.578	0.752 <	1.341
32	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.808	5.198	1.023 <	1.341
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-9.815	1.797	0.359 <	2.235
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-10.439	2.296	0.445 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.G	Permanente	0.60	-11.478	2.203	26 <	131
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-22.516	3.774	47 <	196
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-18.248	3.637	43 <	196
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-21.284	3.125	40 <	196
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-10.322	-0.498	11 <	196
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-11.478	2.203	26 <	196
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-11.864	4.090	43 <	175
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-18.707	3.232	40 <	196
9	yg.G+yg.Q1+yg. ψ o.Q4+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-21.794	3.475	44 <	196
10	yg.G+yg.Q1+yg. ψ o.Q5+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-22.766	5.095	59 <	196
11	yg.G+yg.Q2+yg. ψ o.Q4+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.485	3.338	40 <	196
12	yg.G+yg.Q2+yg. ψ o.Q5+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-18.520	4.958	55 <	196
13	yg.G+yg.Q3+yg. ψ o.Q4+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-20.604	2.826	37 <	196
14	yg.G+yg.Q3+yg. ψ o.Q5+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-21.518	4.446	52 <	196
15	yg.G+yg.Q4+yg. ψ o.Q1+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.973	1.923	28 <	196
16	yg.G+yg.Q4+yg. ψ o.Q2+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-14.944	1.827	25 <	196
17	yg.G+yg.Q4+yg. ψ o.Q3+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.184	1.469	23 <	196
18	yg.G+yg.Q5+yg. ψ o.Q1+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-19.457	4.624	53 <	196
19	yg.G+yg.Q5+yg. ψ o.Q2+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-16.487	4.528	50 <	196
20	yg.G+yg.Q5+yg. ψ o.Q3+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-18.580	4.169	48 <	196
21	yg.G+yg.Qf+yg. ψ o.Q1+yg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-19.571	5.190	58 <	196
22	yg.G+yg.Qf+yg. ψ o.Q1+yg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-19.902	6.788	72 <	196
23	yg.G+yg.Qf+yg. ψ o.Q2+yg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-16.609	5.094	55 <	196
24	yg.G+yg.Qf+yg. ψ o.Q2+yg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-17.053	6.692	69 <	196
25	yg.G+yg.Qf+yg. ψ o.Q3+yg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-18.688	4.736	53 <	196
26	yg.G+yg.Qf+yg. ψ o.Q3+yg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-18.980	6.334	67 <	196
27	yg.G+yg.Qi+yg. ψ o.Q1+yg. ψ o.Q4+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-25.707	4.032	51 <	196
28	yg.G+yg.Qi+yg. ψ o.Q1+yg. ψ o.Q5+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-26.682	5.653	66 <	196
29	yg.G+yg.Qi+yg. ψ o.Q2+yg. ψ o.Q4+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-22.693	3.937	48 <	196
30	yg.G+yg.Qi+yg. ψ o.Q2+yg. ψ o.Q5+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-23.702	5.557	63 <	196
31	yg.G+yg.Qi+yg. ψ o.Q3+yg. ψ o.Q4+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-24.868	3.578	47 <	196
32	yg.G+yg.Qi+yg. ψ o.Q3+yg. ψ o.Q5+yg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-25.808	5.198	61 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-9.815	1.797	22 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-10.439	2.296	27 <	240

1.13.6. Stato limite ultimo**Progettazione di unione con bulloni al nodo : 9** (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 11, con gli elementi 9 e 10, al nodo 9

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

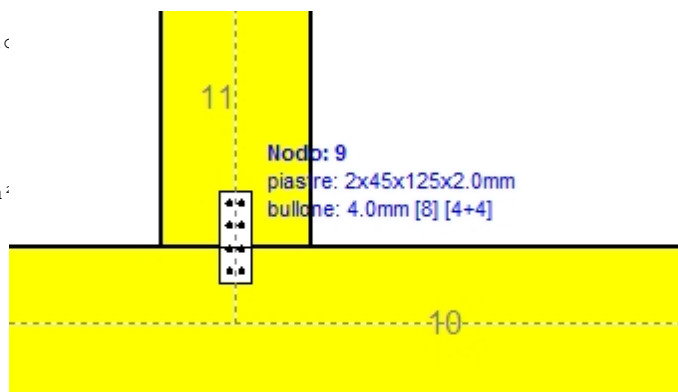
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p =811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 9 ,dall'elemento 11, 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 _n (kN)	R _d (kN)
1	vg.G	Permanente	0.60	0.018	0.000	0.005 <	0.894
2	vg.G+vg.Q1	Breve	0.90	0.038	0.000	0.009 <	1.341
3	vg.G+vg.Q2	Breve	0.90	0.033	0.000	0.009 <	1.341
4	vg.G+vg.Q3	Breve	0.90	0.033	0.000	0.009 <	1.341
5	vg.G+vg.Q4	Breve	0.90	0.025	0.000	0.007 <	1.341
6	vg.G+vg.Q5	Breve	0.90	0.018	0.000	0.005 <	1.341
7	vg.G+vg.Qf	Media	0.80	0.011	0.000	0.003 <	1.192
8	vg.G+vg.Qi	Breve	0.90	0.031	0.000	0.008 <	1.341
9	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.035	0.000	0.009 <	1.341
10	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.033	0.000	0.008 <	1.341
11	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.029	0.000	0.008 <	1.341
12	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	0.000	0.009 <	1.341
13	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.033	0.000	0.009 <	1.341
14	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.029	0.000	0.008 <	1.341
15	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	0.000	0.009 <	1.341
16	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.027	0.000	0.007 <	1.341
17	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	0.000	0.009 <	1.341
18	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.027	0.000	0.007 <	1.341
19	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.024	0.000	0.006 <	1.341
20	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.024	0.000	0.006 <	1.341
21	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	0.027	0.000	0.007 <	1.341
22	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	0.025	0.000	0.006 <	1.341
23	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	0.022	0.000	0.006 <	1.341
24	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	0.026	0.000	0.007 <	1.341
25	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	0.026	0.000	0.007 <	1.341
26	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	0.022	0.000	0.006 <	1.341
27	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.041	0.000	0.011 <	1.341
28	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.040	0.000	0.010 <	1.341
29	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.037	0.000	0.010 <	1.341
30	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.039	0.000	0.010 <	1.341
31	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.039	0.000	0.011 <	1.341
32	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	0.037	0.000	0.010 <	1.341
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.015	0.000	0.004 <	2.235
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.015	0.000	0.004 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	σ	σ _d (N/mm ²)
1	yg.G	Permanente	0.60	0.018	0.000	0 <	131
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	0.038	0.000	0 <	196
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	0.033	0.000	0 <	196
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	0.033	0.000	0 <	196
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	0.025	0.000	0 <	196
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	0.018	0.000	0 <	196
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	0.011	0.000	0 <	175
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	0.031	0.000	0 <	196
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.035	0.000	0 <	196
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.033	0.000	0 <	196
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.029	0.000	0 <	196
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	0.000	0 <	196
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.033	0.000	0 <	196
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.029	0.000	0 <	196
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	0.000	0 <	196
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.027	0.000	0 <	196
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.032	0.000	0 <	196
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.027	0.000	0 <	196
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.024	0.000	0 <	196
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.024	0.000	0 <	196
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.027	0.000	0 <	196
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.025	0.000	0 <	196
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.022	0.000	0 <	196
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.026	0.000	0 <	196
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.026	0.000	0 <	196
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.022	0.000	0 <	196
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.041	0.000	0 <	196
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.040	0.000	0 <	196
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.037	0.000	0 <	196
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.039	0.000	0 <	196
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.039	0.000	0 <	196
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.037	0.000	0 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.015	0.000	0 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.015	0.000	0 <	240

1.13.7. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 5, 6 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 5

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=180mmx235mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

40 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=40$, ($n_{ef}=1.34n$), $A=503\text{mm}^2$, $r=95\text{mm}$, $W_p=26130\text{mm}^3$

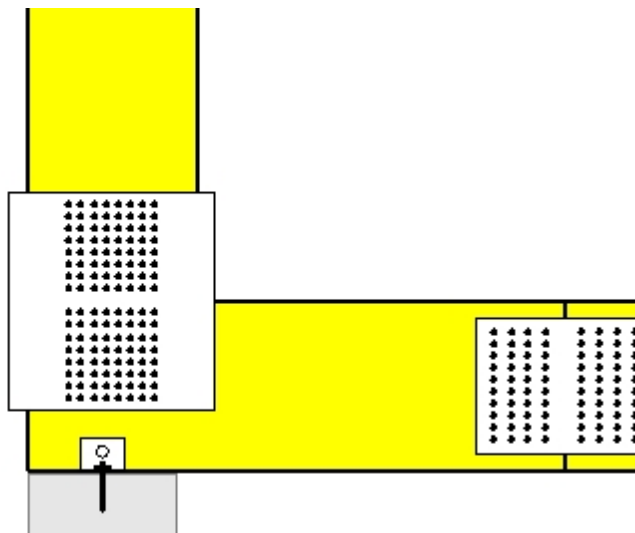
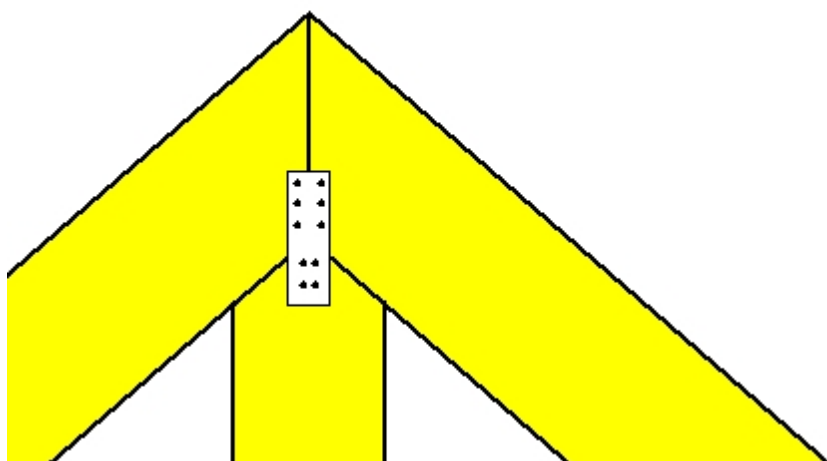
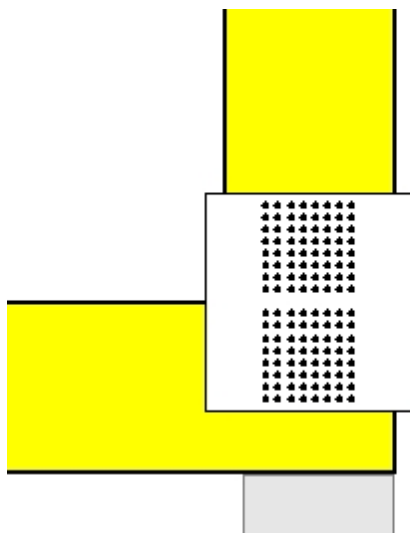
σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2

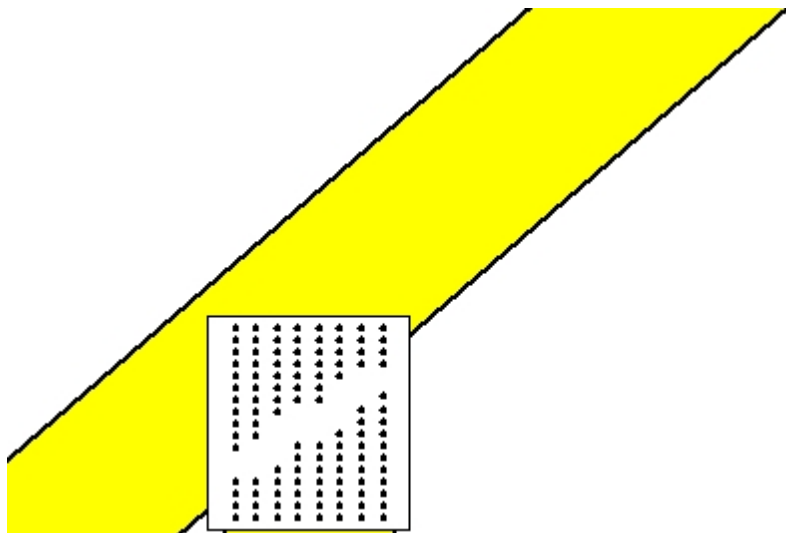
Forze alla giunzione dell'elemento 5 , al centro della unioni F(forza) M(momento)**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	F_n (kN)	F_v (kN)	M_a (kNm)	F_n	R_d (kN)
1	yg.G	Permanente	0.60	4.368	2.007	-0.811	0.472	<0.894	
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	8.329	2.840	-1.977	1.096	<1.341	
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	7.339	2.717	-1.890	1.039	<1.341	
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	7.339	2.546	-1.481	0.842	<1.341	
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	8.251	1.071	1.419	0.837	<1.341	
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	4.368	2.007	-0.811	0.472	<1.341	
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	5.301	5.718	0.451	0.470	<1.192	
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	6.962	2.553	-1.575	0.881	<1.341	
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	11.311	4.876	0.244	0.455	<1.341	
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	8.982	5.438	-1.094	0.710	<1.341	
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	10.321	4.753	0.331	0.471	<1.341	
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	7.991	5.315	-1.007	0.652	<1.341	
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	10.321	4.583	0.741	0.655	<1.341	
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	7.992	5.144	-0.597	0.457	<1.341	
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	11.676	4.252	1.486	1.018	<1.341	
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	10.983	4.166	1.547	1.033	<1.341	
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	10.983	4.047	1.834	1.165	<1.341	
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	7.793	5.188	-0.744	0.523	<1.341	
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	7.100	5.102	-0.683	0.482	<1.341	
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	7.100	4.982	-0.396	0.347	<1.341	
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	10.403	5.740	0.973	0.798	<1.341	
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	8.073	6.301	-0.365	0.360	<1.341	
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	9.710	5.654	1.033	0.813	<1.341	
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	7.380	6.215	-0.305	0.318	<1.341	
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	9.710	5.534	1.320	0.946	<1.341	
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	7.380	6.096	-0.018	0.292	<1.341	
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	12.717	5.172	-0.170	0.365	<1.341	
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	10.388	5.734	-1.508	0.932	<1.341	
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	12.024	5.086	-0.109	0.327	<1.341	
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	9.694	5.648	-1.447	0.891	<1.341	
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	12.024	4.967	0.178	0.443	<1.341	
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	9.694	5.528	-1.160	0.754	<1.341	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	4.743	2.230	-0.127	0.163	<2.235	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	4.101	2.412	-0.530	0.338	<2.235	

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	σ	σ _d (N/mm ²)
1	yg.G	Permanente	0.60	4.807	-0.767	40 <	131
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	8.800	-1.915	95 <	196
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	7.825	-1.830	90 <	196
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	7.768	-1.425	73 <	196
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	8.320	1.443	75 <	196
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	4.807	-0.767	40 <	196
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	7.797	0.577	38 <	175
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	7.415	-1.518	76 <	196
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	12.318	0.351	37 <	196
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	10.500	-0.974	60 <	196
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	11.363	0.436	39 <	196
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	9.597	-0.890	54 <	196
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	11.293	0.841	56 <	196
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	9.504	-0.484	38 <	196
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	12.426	1.580	88 <	196
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	11.746	1.638	89 <	196
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	11.705	1.923	101 <	196
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	9.362	-0.630	43 <	196
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	8.743	-0.571	40 <	196
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	8.674	-0.287	28 <	196
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	11.881	1.099	67 <	196
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	10.241	-0.227	28 <	196
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	11.236	1.158	68 <	196
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	9.649	-0.168	25 <	196
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	11.176	1.442	80 <	196
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	9.572	0.116	23 <	196
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	13.729	-0.056	28 <	196
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	11.865	-1.382	79 <	196
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	13.055	0.003	24 <	196
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	11.219	-1.323	75 <	196
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	13.009	0.287	36 <	196
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	11.160	-1.039	63 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	5.241	-0.078	13 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	4.758	-0.477	28 <	240

**Unione chiodata al nodo 1**(nodo a $x=0.000$ m, $y=0.000$ m)**piastre:** 2x275x290x2.0mm**bullone:** 4.0mm [128] [64+64]**Unione chiodata al nodo 2**(nodo a $x=3.000$ m, $y=3.651$ m)**piastre:** 2x60x180x2.0mm**bullone:** 4.0mm [10] [3+4+3]**Unione chiodata al nodo 3**(nodo a $x=6.000$ m, $y=0.000$ m)**piastre:** 2x275x290x2.0mm**bullone:** 4.0mm [128] [64+64]

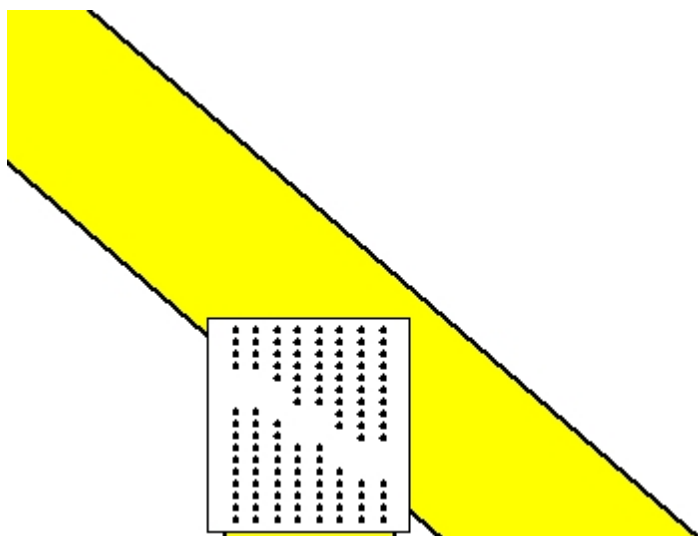


Unione chiodata al nodo 5

(nodo a x=0.000 m, y=1.200 m)

piastre: 2x270x285x2.0mm

bullone: 4.0mm [112] [56+56]

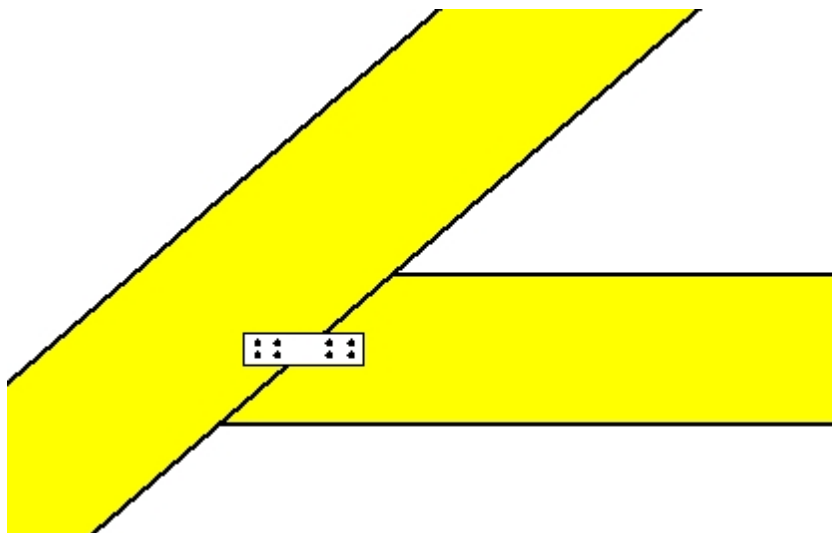


Unione chiodata al nodo 6

(nodo a x=6.000 m, y=1.200 m)

piastre: 2x270x285x2.0mm

bullone: 4.0mm [112] [56+56]

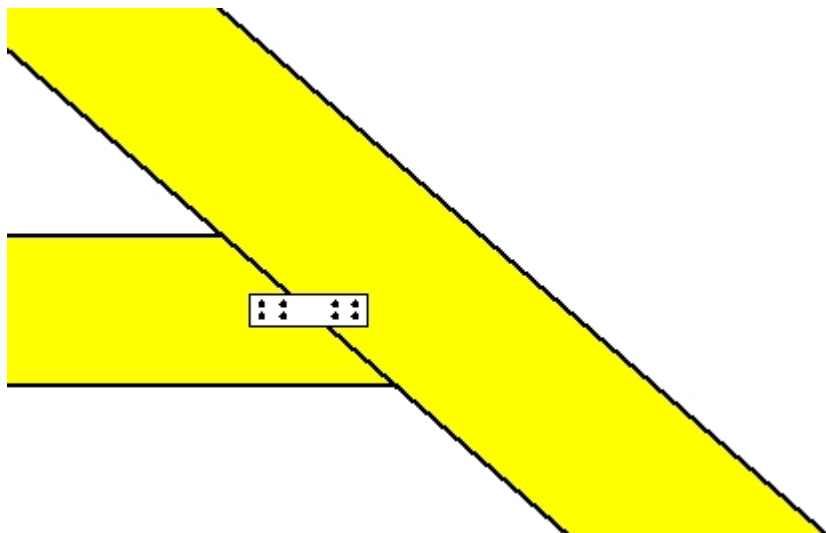


Unione chiodata al nodo 7

(nodo a x=1.513 m, y=2.660 m)

piastre: 2x160x45x2.0mm

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

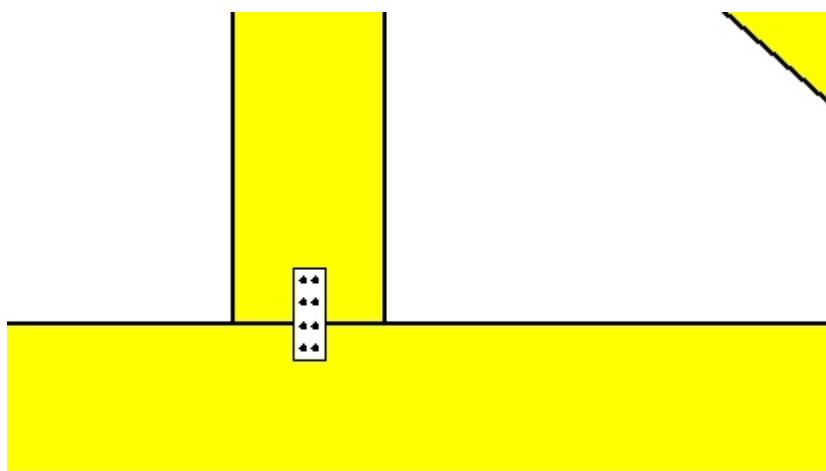


Unione chiodata al nodo 8

(nodo a $x=4.144$ m, $y=2.660$ m)

piastre: 2x160x45x2.0mm

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

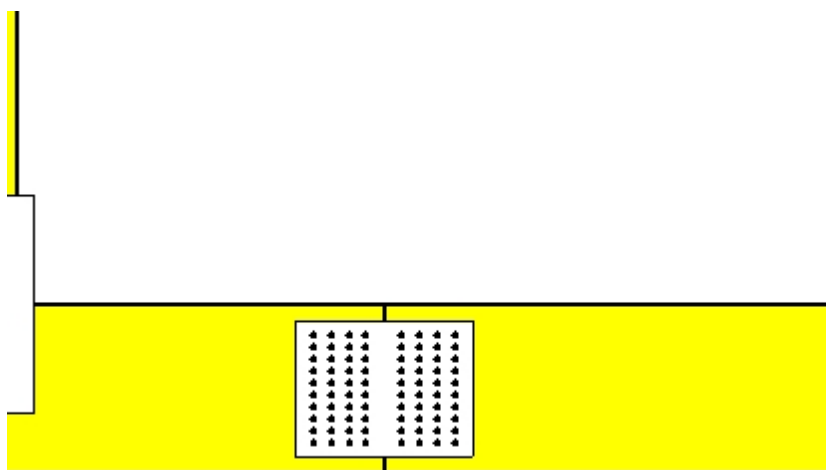


Unione chiodata al nodo 9

(nodo a $x=3.000$ m, $y=2.773$ m)

piastre: 2x45x125x2.0mm

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

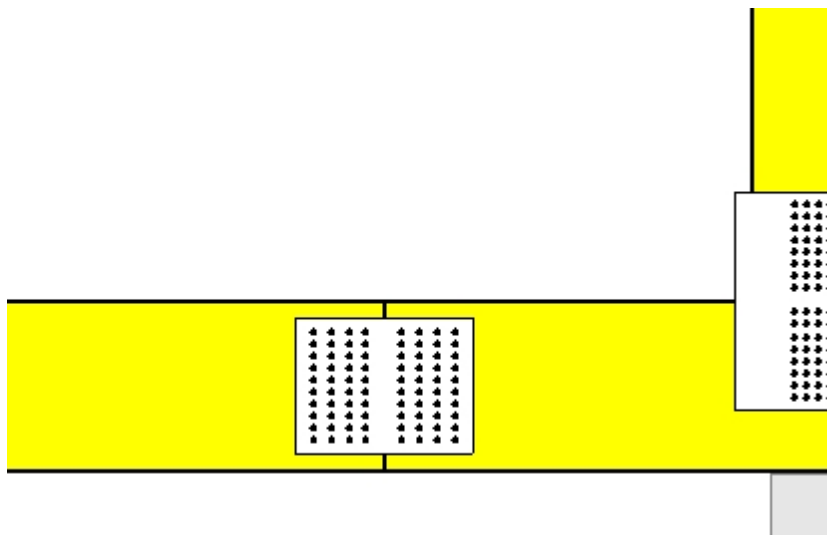


Giunto nell'elemento

(a $x=0.600$ m, $y=0.000$ m)

piastre: 2x235x180x2.0mm

bullone: 4.0mm [80] [40+40]



Giunto nell'elemento

(a x=5.400 m, y=0.000 m)

piastre: 2x235x180x2.0mm

bullone: 4.0mm [80] [40+40]