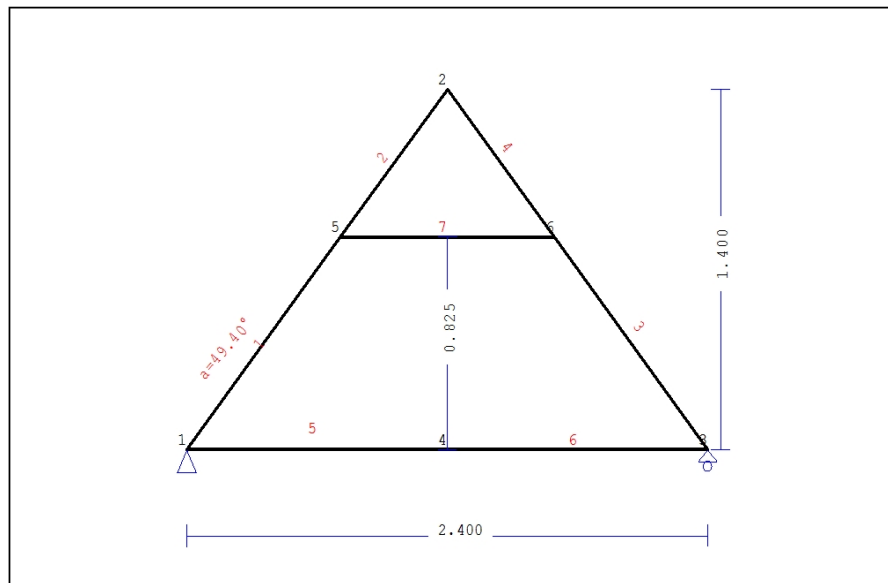


1. CAPRIATA-11

Tetto con capriata a doppia catena



1.1. Descrizione tecnica

1.1.1. Tipologia costruttiva

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

Luce della capriata 2.400m, altezza 1.400m, inclinazione 49.40°, interasse delle capriate 2.800m

Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm

Travetti in legno di classe C22, con dimensioni 50x105 mm, ad interasse 0.300 m

Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]

Elementi 1, 2, 3, 4, sezione 63x200 [mm]

Elementi 5,6, sezione 75x225 [mm]

Elementi 7, sezione 63x200 [mm]

Volume della capriata =0.099 m³, peso proprio della capriata =0.341 kN

1.1.2. Normative di calcolo

Norme Tecniche per le Costruzioni (DM2008)

UNI EN1990-1-1:2004, Eurocodice 0 Parte 1-1, Basi di calcolo

UNI EN1991-1-1:2004, Eurocodice 1 Parte 1-1, Azioni sulle strutture

DM2008, §3.4, Azioni della neve

DM2008, §3.3, Azioni del vento

UNI EN1995-1-1:2009, Eurocodice 5 Parte 1-1, Progettazione delle strutture di legno

1.1.3. Metodo di calcolo

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

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

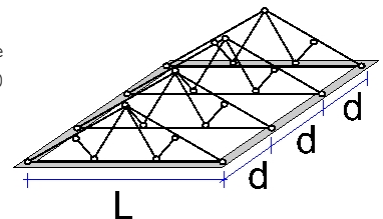
Classe del legno : C24

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

Classe del legno : C22

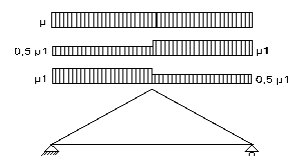
Classe di servizio : Classe 1, umidità $\leq 12\%$ (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$ $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.4 \text{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

Classe del legno : C22

Classe di servizio : Classe 1, umidità $\leq 12\%$ (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$ $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.4 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 3.8 \text{ MPa}$ $E_{0m} = 10000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 6700 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 330 \text{ MPa}$ $G_m = 630 \text{ MPa}$, $\rho_k = 340 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.7. Carichi distribuiti sulla copertura**Carico permanente del manto di copertura $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$ (Tegole)Travetti, assito, isolamento $G_t = 0.100 \text{ kN/m}^2$ $G_e + G_t = 0$ Peso del controsoffitto del tetto $G_c = 0.100 \text{ kN/m}^2$ Carico della neve sul terreno $S_k = 1.500 \text{ kN/m}^2$ Pressione del vento sulle superfici vert. $Q_w = 0.754 \text{ kN/m}^2$ Peso permanente sul solaio del sottotetto $G_f = 0.500 \text{ kN/m}^2$ Carico utile sul solaio del sottotetto $Q_f = 2.000 \text{ kN/m}^2$ Carico (categoria H) $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **1.2. Azioni della neve (DM2008, §3.4)**Carico neve al suolo S_k (DM2008, §3.4.2)

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

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

 $q_{sk} = 1.500 \text{ kN/m}^2$ ($a_s = 200 \leq 200 \text{ m}$)Valore di riferimento del carico neve al suolo: $s_k = q_{ref}(T) = 1.500 \text{ kN/m}^2$ **Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)**Inclinazione del tetto : $\alpha = 49.399^\circ$ Coefficiente di esposizione : $C_e = 1.000$ (DM2008 §5.2(7))Coefficiente termico : $C_t = 1.000$ (DM2008 §5.2(8))Fattori di forma, $\alpha_1 = \alpha_2 = 49.40^\circ$, $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.283$ (Tab. 3.4.II) $S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.283 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 0.424 \text{ kN/m}^2$ (§3.4.1) $S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.283 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 0.424 \text{ kN/m}^2$ **Azioni della neve (DM2008, §3.4.1)**Combinazione di carico (I), $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 0.424 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 0.424 \text{ kN/m}^2$ Combinazione di carico (II), $S(\text{Sinistra}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.212 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 0.424 \text{ kN/m}^2$ Combinazione di carico (III), $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 0.424 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Destra}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.212 \text{ kN/m}^2$

1.3. Azioni del vento (DM2008 §3.3)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

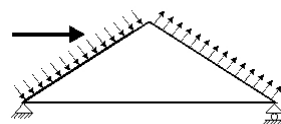
Pressione del vento $p_f = C_p \cdot q_b$ (DM2008, §3.3.7.1)

Coefficiente di forma C_p (DM2008 §3.3.7.1)

Con inclinazione $\alpha = 49.40^\circ$, $C_p(+) = 0.48$, $C_p(-) = -0.40$

Pressione del vento $p_f(\text{Sinistra}) = 0.363 \text{ kN/m}^2$

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

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

Accelerazione orizzontale (§3.2.3.2.1)

$a_g/g = 0.02$

Fattore d'importanza (§3.2.1)

$\gamma_i = 1.00$

Fattore di suolo [orizzontale] (§3.2.3.2.1)

$S_o = 1.80$

Fattore di suolo [verticale]

$S_v = 1.00$

Fattore di struttura [orizzontale] (§7.3.1)

$q_o = 1.50$

Fattore di struttura [verticale]

$q_v = 1.50$

Fattore di spettro [orizzontale] (§3.2.3.1)

$\beta_o(T) = 2.21$

Fattore di spettro [verticale] (§3.2.3.2.2)

$\beta_v(T) = 0.48$

Fattore di correzione (§7.3.3.2)

$\lambda = 1.00$

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

$\zeta = 1.00$

Primo periodo di vibrazione (§7.3.3.2)

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

Fattore di combinazione carichi accidentali

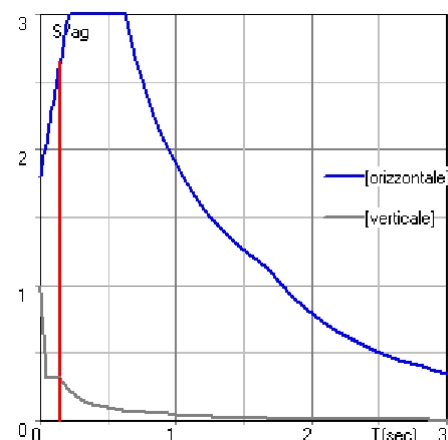
$\psi_2 = 0.30$

Fattore di combinazione carico da neve

$\psi_2 = 0.20$

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

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



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

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

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

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

1.5. Finitura del tetto

Sistema strutturale dell'assito

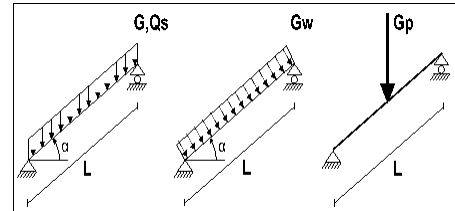
L'assito è progettato come trave semplicemente appoggiata con luce interasse tra i travetti $L=0.300\text{m}$, e larghezza 1.00m .

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 $\alpha=49.40^\circ$, 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 $Q_s = 0.424 \text{ kN/m}^2$
Carico da vento $Q_w = 0.363 \text{ kN/m}^2$
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	0.129	0.055	0.004	
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.424 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.063	0.027	0.002	
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = 0.363 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	0.000	0.055	0.004	
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.911	0.390	0.059	

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	$G_k = 0.567 [\text{kN/m}]$	0.002	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60		
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.424 [\text{kN/m}]$	0.001	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = 0.363 [\text{kN/m}]$	0.002	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		

Combinazione di carico	w_{inst}	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.002	0.004
2 Gk + Qk1	0.004	0.005
3 Gk + Qk2	0.005	0.006
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.005	0.007
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.006	0.007

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.006 \text{ mm}$, $w_{fin} = 0.007 \text{ mm}$

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

Deformazioni finali

$w_{inst} = 0.006 \text{ mm} < L/300 = 300/300 = 1.000 \text{ mm}$
 $w_{net, fin} = 0.007 \text{ mm} < L/250 = 300/250 = 1.200 \text{ mm}$
 $w_{fin} = 0.007 \text{ mm} < L/150 = 300/150 = 2.000 \text{ mm}$

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	-0.280	0.120	0.009
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	-0.291	0.125	0.009
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	-0.187	0.171	0.013
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	-1.079	0.462	0.064
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2 + yq.ψo.Qkf	Breve	0.90	-0.291	0.179	0.013
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1 + yq.ψo.Qkf	Breve	0.90	-0.260	0.202	0.015
	Valori massimi			-1.079	0.462	0.064

Assito, combinazione di carico No 4**Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-1.079 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=-1.079 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x1.079/20000=0.05N/mm² < 13.33N/mm²=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Taglio, Fv=0.462 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=0.462 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.462/13400=0.05N/mm² < 2.53N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Flessione, Myd=0.064 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+06x0.064/6.667E+004= 0.96 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm²

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.065+0.000= 0.07 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.046+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=-1.079kN, Myd=0.064kNm, 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=1000x1.079/20000= 0.05 N/mm²σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.064/6.667E+004= 0.96 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+0.065+0.000= 0.07 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)²+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.000+0.046+0.000= 0.05 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-1.079\text{kN}$, $M_{yd}=0.064\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (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)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 1.079 / 20000 = 0.05\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06 \times 0.064 / 6.667\text{E}+004 = 0.96\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 3.333\text{E}+006 = 0.00\text{ N/mm}^2$ 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) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.005 + 0.065 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.004 + 0.046 + 0.000 = 0.05 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.6. Progettazione dei travetti

Sistema strutturale dei travetti

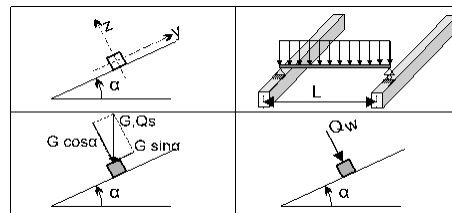
I travetti sono progettati come travi semplicemente appoggiate con luce $L=2.800\text{m}$ che è la distanza tra le capriate. Essi sono sottoposti ad un carico di superficie di larghezza $L_1=0.300\text{m}$ (interasse tra i travetti). L'asse dei travetti ha un'inclinazione $=49.40^\circ$ sulla verticale. 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: $50 \times 105\text{mm}$
Interasse dei travetti 0.300m , inclinazione della falda $\alpha=49.40^\circ$, interasse delle capriate 2.800m .

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 $Q_s = 0.424 \text{ kN/m}^2$
Carico da vento $Q_w = 0.363 \text{ kN/m}^2$
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 $G_k = 0.180 \text{ kN/m}$, $G_{kz} = 0.117 \text{ kN/m}$, $G_{kez} = 0.137 \text{ kN/m}$
Carico neve $Q_{ks} = 0.127 \text{ kN/m}$, $Q_{ksz} = 0.083 \text{ kN/m}$, $Q_{ksy} = 0.097 \text{ kN/m}$
Carico da vento $Q_{kw} = 0.109 \text{ kN/m}$, $Q_{kwz} = 0.109 \text{ kN/m}$, $Q_{kwy} = 0.000 \text{ kN/m}$
Peso del carpentiere $Q_{kp} = 1.200 \text{ kN}$, $Q_{kpz} = 0.781 \text{ kN}$, $Q_{kpy} = 0.911 \text{ kN}$

Sforzi interni nei travetti (luce $L=2.800 \text{ m}$, BxH: $50 \times 105 \text{ mm}$)

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	0.164	0.191	0.115	0.000
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.127 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.116	0.135	0.081	0.000
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = 0.109 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	0.153	0.000	0.107	0.000
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.390	0.456	0.547	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	$G_k = 0.117 [\text{kN/m}]$	1.944	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.083 [\text{kN/m}]$	1.374	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = 0.109 [\text{kN/m}]$	1.809	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.944	3.110
2 Gk + Qk1	3.317	4.648
3 Gk + Qk2	3.753	4.919
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	4.403	5.734
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	4.714	6.045

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 4.714 \text{ mm}$, $w_{fin} = 6.045 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 4.714 \text{ mm} < L/300 = 2800/300 = 9.333 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 6.045 \text{ mm} < L/250 = 2800/250 = 11.200 \text{ mm}$

$w_{fin} = 6.045 \text{ mm} < L/150 = 2800/150 = 18.667 \text{ mm}$

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	0.355	0.415	0.249	0.000
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	0.430	0.502	0.301	0.000
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	0.491	0.276	0.344	0.000
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	0.604	0.704	0.696	0.000
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2 + yq.	Breve	0.90	0.583	0.502	0.408	0.000
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1 + yq.	Breve	0.90	0.626	0.434	0.439	0.000
	Valori massimi			0.626	0.704	0.696	0.000

Travetto, combinazione di carico No 6

Taglio, Fv=0.564 kN (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x50=34 mm, h=105 mm, A= 3 570 mm²

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

fvk=3.80 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.90x3.80/1.50=2.28N/mm² (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.564 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.564/3570=0.24N/mm² < 2.28N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Taglio, Fv=0.704 kN (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x105=70 mm, h=50 mm, A= 3 500 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=0.704 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.704/3500=0.30N/mm² < 2.53N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Flessione, Myd=0.696 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Sezione rettangolare, b=50mm, h=105mm, A=5.250E+003mm², Wy=9.188E+004mm³, Wz=4.375E+004mm³

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/mm²

fmzk=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))

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.696/9.188E+004= 7.57 N/mm²

omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/4.375E+004= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km. omzd/fmzd=0.516+0.000= 0.52 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.362+0.000= 0.36 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Stabilità laterale, Myd=0.696 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, b=50mm, h=105mm, A=5.250E+003mm², Wy=9.188E+004mm³, Wz=4.375E+004mm³

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/mm²

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

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

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my, netto} = 1E+06 \times 0.696 / 9.188E+004 = 7.57 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 4.375E+004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 2.800 = 2.800 \text{ m} = 2800 \text{ mm}$

$S_{kz} = 0.00 \times 2.800 = 0.000 \text{ m} = 0 \text{ mm}$

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 105 = 30 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2800 / 30 = 93.33$

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

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 50^2 \times 6700 / (105 \times 2520) = 49.38 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crity} = 49.38 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m, crity}} = 0.67$ (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)

$\lambda_{rel, my} = 0.67$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crity} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

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

$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.516 + 0.000 = 0.52 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.362 + 0.000 = 0.36 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

1.7. Progettazione della capriata

Caratteristiche geometriche della capriata

Lunghezza $L=2.400$ m, altezza $H=1.400$ m, interasse capriate $d=2.800$ m
 Inclinazione $=116.67\%$, angolo $\alpha=49.40^\circ$, $\tan\alpha=1.167$, $\sin\alpha=0.759$, $\cos\alpha=0.651$
 Numero dei nodi = 6, numero degli elementi = 7, numero degli appoggi = 2

Coordinate dei nodi

Caratteristiche degli elementi della capriata

Nodo	x[m]	y[m]	Sup.	Elemento	K1	K2	b x h [mm]	L [m]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy [mm ³]
1	0.000	0.000	11	1	1	5	63x200	1.087	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
2	1.200	1.400		2	5	2	63x200	0.757	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
3	2.400	0.000	01	3	6	3	63x200	1.087	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
4	1.200	0.000		4	2	6	63x200	0.757	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
5	0.707	0.825		5	1	4	75x225	1.200	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
6	1.693	0.825		6	4	3	75x225	1.200	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				7	5	6	63x200	0.986	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005

Carico lineare per capriata

Massa volumica del legname $=350.00$ kg/m³, peso proprio della capriata $=0.341$ kN
 Interasse delle capriate $d=2.80$ m, peso delle unioni delle capriate $=0.034$ kN

Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate

Manto di copertura + peso proprio $G_{k1}= 2.116$ kN/m
 Controsoffitto del tetto $G_{k2}= 0.280$ kN/m
 Carico permanente del solaio del sottotetto $G_{kf}= 1.400$ kN/m

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

Carico di esercizio del solaio del sottotetto $Q_{kf}= 5.600$ kN/m

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

Sovraccario $Q_{ki}= 0.50 \times 2.800 = 1.400$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Q_{k1l}= 1.187$ kN/m (Destra) $Q_{k1r}= 1.187$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Q_{k2l}= 0.594$ kN/m (Destra) $Q_{k2r}= 1.187$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Q_{k3l}= 1.187$ kN/m (Destra) $Q_{k3r}= 0.594$ kN/m
 Vento (Sinistra) $Q_{k4l}= 1.018$ kN/m (Destra) $Q_{k4r}= -0.844$ kN/m
 Vento (Sinistra) $Q_{k5l}= -0.844$ kN/m (Destra) $Q_{k5r}= 1.018$ kN/m

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

AeX Sismica $q_h=0.053 \times (G+0.30 \times Q_{kf}+0.20 \times Q_{k1})$
 AeY Sismica $q_v=0.006 \times (G+0.30 \times Q_{kf}+0.20 \times Q_{k1})$

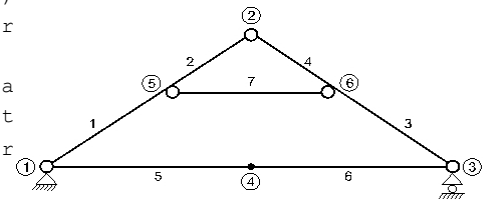
Combinazioni di carico di progetto

($\gamma_g=1.30$, $\gamma_q=1.50$, 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

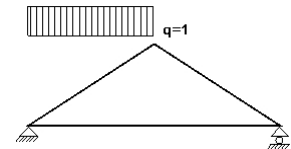
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una r di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico unit e sulla base di questi sono calcolati gli sforzi interni per le varie condizioni di carico e combinazioni di carichi.
 Numero dei nodi = 6, numero degli elementi = 7, numero degli



1.8.1. Analisi statica per carichi unitari

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.94	0.29	0.00	-0.40	-0.17	0.07
2	5	2	-0.19	0.07	0.07	0.18	-0.25	0.00
3	6	3	-0.48	0.10	-0.11	-0.48	0.10	0.00
4	2	6	-0.27	-0.14	0.00	-0.27	-0.14	-0.11
5	1	4	0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
6	4	3	0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
7	5	6	-0.32	0.00	0.00	-0.32	0.00	0.00



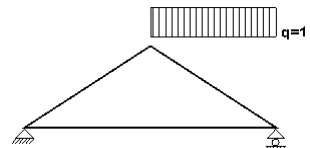
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.39	0.90	0.00	-0.39	-0.19	-0.07
2	5	2	0.07	0.19	0.07	-0.07	0.30	0.00
3	6	3	0.39	-0.30	-0.11	-0.39	0.30	0.00
4	2	6	0.07	-0.30	0.00	-0.07	0.30	0.11
5	1	4	-0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
6	4	3	-0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
7	5	6	0.32	0.00	0.00	-0.32	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	1	5	-0.48	-0.10	0.00	-0.48	-0.10	-0.11
2	5	2	-0.27	0.14	-0.11	-0.27	0.14	0.00
3	6	3	-0.40	0.17	0.07	-0.94	-0.29	0.00
4	2	6	0.18	0.25	0.00	-0.19	-0.07	0.07
5	1	4	0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
6	4	3	0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
7	5	6	-0.32	0.00	0.00	-0.32	0.00	0.00



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

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.39	0.30	0.00	-0.39	-0.30	0.11
2	5	2	0.07	0.30	-0.11	-0.07	-0.30	0.00
3	6	3	0.39	-0.19	0.07	-0.39	0.90	0.00
4	2	6	0.07	0.30	0.00	-0.07	0.19	-0.07
5	1	4	-0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
6	4	3	-0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00
7	5	6	0.32	0.00	0.00	-0.32	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	1	5	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
2	5	2	0.01	0.01	-0.01	0.01	0.01	0.00
3	6	3	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.00
4	2	6	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.01
5	1	4	0.02	1.20	0.01	0.02	0.00	0.73
6	4	3	0.02	0.00	0.73	0.02	-1.20	0.01
7	5	6	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00

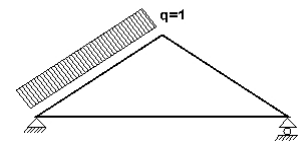
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.01
2	5	2	-0.02	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00
3	6	3	0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.00	0.00
4	2	6	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
5	1	4	-0.02	1.20	0.01	0.02	0.00	-0.73
6	4	3	-0.02	0.00	0.73	0.02	1.20	-0.01
7	5	6	0.03	0.00	0.00	-0.03	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	1	5	-0.06	0.69	0.00	-0.06	-0.40	0.16
2	5	2	0.43	0.17	0.16	0.43	-0.59	0.00
3	6	3	-1.13	0.24	-0.26	-1.13	0.24	0.00
4	2	6	-0.64	-0.34	0.00	-0.64	-0.34	-0.26
5	1	4	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
6	4	3	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
7	5	6	-0.75	0.00	0.00	-0.75	0.00	0.00

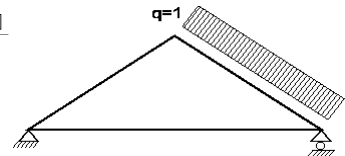
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	-0.48	0.49	0.00	-0.34	0.22	-0.16
2	5	2	-0.41	-0.21	0.16	-0.16	0.71	0.00
3	6	3	0.92	-0.71	-0.26	-0.92	0.71	0.00
4	2	6	0.16	-0.71	0.00	-0.16	0.71	0.26
5	1	4	-0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
6	4	3	-0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
7	5	6	0.75	0.00	0.00	-0.75	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	1	5	-1.14	-0.24	0.00	-1.14	-0.24	-0.27
2	5	2	-0.64	0.35	-0.26	-0.64	0.35	0.00
3	6	3	-0.07	0.41	0.15	-0.07	-0.68	0.00
4	2	6	0.44	0.58	0.00	0.44	-0.18	0.15
5	1	4	-0.47	0.00	0.00	-0.47	0.00	0.00
6	4	3	-0.47	0.00	0.00	-0.47	0.00	0.00
7	5	6	-0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00



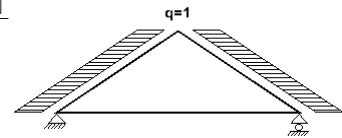
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.93	0.71	0.00	-0.93	-0.71	0.27
2	5	2	0.15	0.71	-0.26	-0.15	-0.71	0.00
3	6	3	0.35	0.22	0.15	0.47	0.49	0.00
4	2	6	0.15	0.71	0.00	0.42	-0.21	-0.15
5	1	4	0.47	0.00	0.00	-0.47	0.00	0.00
6	4	3	0.47	0.00	0.00	-0.47	0.00	0.00
7	5	6	0.77	0.00	0.00	-0.77	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	1	5	2.02	0.71	0.00	1.32	-0.12	0.33
2	5	2	1.30	-0.14	0.33	0.80	-0.71	0.01
3	6	3	-1.30	-0.13	-0.31	-2.01	0.69	0.00
4	2	6	-0.83	-0.69	-0.01	-1.32	-0.11	-0.31
5	1	4	1.83	0.00	0.00	1.83	0.00	0.00
6	4	3	1.83	0.00	0.00	1.83	0.00	0.00
7	5	6	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-1.86	-1.08	0.00	0.77	1.08	-0.33
2	5	2	-0.74	-1.07	0.33	-0.02	1.07	-0.01
3	6	3	0.74	-1.08	-0.31	-1.83	1.08	0.00
4	2	6	0.02	-1.07	-0.01	-0.78	1.07	0.31
5	1	4	-1.83	0.00	0.00	1.83	0.00	0.00
6	4	3	-1.83	0.00	0.00	1.83	0.00	0.00
7	5	6	-0.03	0.00	0.00	0.03	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 = 2.116, Gk2 = 0.280, Gkf=1.40 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-4.62	0.61	0.01	-2.87	-0.89	-0.14	-3.91	0.00	0.14
2	5	2	-1.50	0.71	-0.14	-0.28	-0.33	0.00	-0.67	0.00	0.04
3	6	3	-2.87	0.89	-0.14	-4.62	-0.61	0.01	-3.91	0.00	0.14
4	2	6	-0.28	0.33	0.00	-1.50	-0.71	-0.14	-0.67	0.00	0.04
5	1	4	2.54	2.02	0.02	2.54	0.00	1.23	2.54	0.00	1.23
6	4	3	2.54	0.00	1.23	2.54	-2.02	0.02	2.54	0.00	1.23
7	5	6	-2.11	0.00	0.00	-2.11	0.00	0.00	-2.11	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Q1) Neve QksL= 1.187, QksR= 1.187 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-1.68	0.23	0.00	-1.04	-0.32	-0.05	-1.42	0.01	0.05
2	5	2	-0.55	0.25	-0.05	-0.11	-0.13	0.00	-0.25	-0.01	0.02
3	6	3	-1.04	0.32	-0.05	-1.68	-0.23	0.00	-1.42	-0.01	0.05
4	2	6	-0.11	0.13	0.00	-0.55	-0.25	-0.05	-0.25	0.01	0.02
5	1	4	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
6	4	3	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
7	5	6	-0.75	0.00	0.00	-0.75	0.00	0.00	-0.75	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Q2) Neve QksL= 0.594, QksR= 1.187 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-1.12	0.06	0.00	-0.81	-0.22	-0.09	-1.00	-0.05	0.00
2	5	2	-0.44	0.21	-0.09	-0.22	0.02	0.00	-0.29	0.08	-0.01
3	6	3	-0.76	0.26	0.02	-1.40	-0.29	0.00	-1.14	-0.07	0.08
4	2	6	0.05	0.21	0.00	-0.39	-0.17	0.02	-0.09	0.09	0.04
5	1	4	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
6	4	3	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
7	5	6	-0.56	0.00	0.00	-0.56	0.00	0.00	-0.56	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Q3) Neve QksL= 1.187, QksR= 0.594 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-1.40	0.29	0.00	-0.76	-0.26	0.02	-1.14	0.07	0.08
2	5	2	-0.39	0.17	0.02	0.05	-0.21	0.00	-0.09	-0.09	0.04
3	6	3	-0.81	0.22	-0.09	-1.12	-0.06	0.00	-1.00	0.05	0.00
4	2	6	-0.22	-0.02	0.00	-0.44	-0.21	-0.09	-0.29	-0.08	-0.01
5	1	4	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
6	4	3	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
7	5	6	-0.56	0.00	0.00	-0.56	0.00	0.00	-0.56	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Q4) Vento QkwL= 1.018, QkwR=-0.844 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	0.90	0.90	0.01	0.90	-0.20	0.39	0.90	0.45	0.31
2	5	2	0.97	-0.12	0.39	0.97	-0.89	0.01	0.97	-0.64	0.19
3	6	3	-1.10	-0.10	-0.39	-1.10	0.81	-0.01	-1.10	0.44	-0.28
4	2	6	-1.03	-0.83	-0.01	-1.03	-0.19	-0.39	-1.03	-0.62	-0.18
5	1	4	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00
6	4	3	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00
7	5	6	-0.11	0.00	0.00	-0.11	0.00	0.00	-0.11	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Q5) Vento QkwL=-0.844, QkwR= 1.018 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-1.11	-0.83	-0.01	-1.11	0.09	-0.41	-1.11	-0.45	-0.29
2	5	2	-1.01	0.21	-0.41	-1.01	0.85	-0.01	-1.01	0.64	-0.19
3	6	3	0.89	0.22	0.37	0.89	-0.89	0.01	0.89	-0.44	0.30
4	2	6	0.99	0.87	0.01	0.99	0.10	0.37	0.99	0.62	0.19
5	1	4	-1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00
6	4	3	-1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00
7	5	6	-0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qf) di esercizio Qkf = 5.600 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-0.06	-0.07	0.02	-0.06	-0.07	-0.06	-0.06	-0.07	-0.01
2	5	2	0.06	0.07	-0.06	0.06	0.07	0.00	0.06	0.07	-0.02
3	6	3	-0.06	0.07	-0.06	-0.06	0.07	0.02	-0.06	0.07	-0.01
4	2	6	0.06	-0.07	0.00	0.06	-0.07	-0.06	0.06	-0.07	-0.02
5	1	4	0.09	6.72	0.06	0.09	0.00	4.09	0.09	0.00	4.09
6	4	3	0.09	0.00	4.09	0.09	-6.72	0.06	0.09	0.00	4.09
7	5	6	-0.19	0.00	0.00	-0.19	0.00	0.00	-0.19	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 = 1.400 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-1.98	0.27	0.00	-1.23	-0.37	-0.05	-1.68	0.01	0.06
2	5	2	-0.65	0.30	-0.05	-0.13	-0.15	0.00	-0.30	-0.01	0.02
3	6	3	-1.23	0.37	-0.05	-1.98	-0.27	0.00	-1.68	-0.01	0.06
4	2	6	-0.13	0.15	0.00	-0.65	-0.30	-0.05	-0.30	0.01	0.02
5	1	4	1.08	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00
6	4	3	1.08	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00
7	5	6	-0.88	0.00	0.00	-0.88	0.00	0.00	-0.88	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	1	5	0.37	0.13	0.00	0.24	-0.02	0.06	0.32	0.07	0.05
2	5	2	0.24	-0.03	0.06	0.15	-0.13	0.00	0.18	-0.10	0.03
3	6	3	-0.24	-0.02	-0.06	-0.37	0.13	0.00	-0.32	0.07	-0.04
4	2	6	-0.15	-0.13	0.00	-0.24	-0.02	-0.06	-0.18	-0.09	-0.03
5	1	4	0.34	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00
6	4	3	0.34	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00
7	5	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Aey) AeY Sismica qv=0.006x(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	1	5	-0.03	0.00	0.00	-0.02	-0.01	0.00	-0.03	0.00	0.00
2	5	2	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	6	3	-0.02	0.01	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
4	2	6	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1	4	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02
6	4	3	0.02	0.00	0.02	0.02	-0.03	0.00	0.02	0.00	0.02
7	5	6	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00

1.8.3. Sforzi all'estremità dell'elemento

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (G) Proprio $G_{k1} = 2.116$, $G_{k2} = 0.280$, $G_{kf}=1.40$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.54	3.90	0.01	-2.54	-1.60	0.14
2	5	2	0.44	1.60	-0.14	-0.44	0.00	0.00
3	6	3	2.54	-1.60	-0.14	-2.54	3.90	-0.01
4	2	6	0.44	0.00	0.00	-0.44	1.60	0.14
5	1	4	-2.54	2.02	0.02	2.54	0.00	-1.23
6	4	3	-2.54	0.00	1.23	2.54	2.02	-0.02
7	5	6	2.11	0.00	0.00	-2.11	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q1) Neve $Q_{ksL} = 1.187$, $Q_{ksR} = 1.187$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.92	1.42	0.00	-0.92	-0.59	0.05
2	5	2	0.17	0.59	-0.05	-0.17	0.00	0.00
3	6	3	0.92	-0.59	-0.05	-0.92	1.42	0.00
4	2	6	0.17	0.00	0.00	-0.17	0.59	0.05
5	1	4	-0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
6	4	3	-0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
7	5	6	0.75	0.00	0.00	-0.75	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q2) Neve $Q_{ksL} = 0.594$, $Q_{ksR} = 1.187$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.69	0.89	0.00	-0.69	-0.47	0.09
2	5	2	0.13	0.47	-0.09	-0.13	-0.18	0.00
3	6	3	0.69	-0.41	0.02	-0.69	1.25	0.00
4	2	6	0.13	0.18	0.00	-0.13	0.41	-0.02
5	1	4	-0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
6	4	3	-0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
7	5	6	0.56	0.00	0.00	-0.56	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q3) Neve $Q_{ksL} = 1.187$, $Q_{ksR} = 0.594$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.69	1.25	0.00	-0.69	-0.41	-0.02
2	5	2	0.13	0.41	0.02	-0.13	0.18	0.00
3	6	3	0.69	-0.47	-0.09	-0.69	0.89	0.00
4	2	6	0.13	-0.18	0.00	-0.13	0.47	0.09
5	1	4	-0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
6	4	3	-0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
7	5	6	0.56	0.00	0.00	-0.56	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q4) Vento $Q_{kwL} = 1.018$, $Q_{kwR} = -0.844$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-1.27	-0.10	0.01	0.43	0.82	-0.39
2	5	2	-0.55	-0.82	0.39	-0.04	1.32	-0.01
3	6	3	0.64	-0.90	-0.39	-1.33	0.31	0.01
4	2	6	0.04	-1.32	-0.01	-0.53	0.90	0.39
5	1	4	-1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00
6	4	3	-1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00
7	5	6	0.11	0.00	0.00	-0.11	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=-0.844, QkwR= 1.018[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	1.35	0.31	-0.01	-0.65	-0.90	0.41
2	5	2	0.50	0.90	-0.41	-0.01	-1.32	0.01
3	6	3	-0.42	0.82	0.37	1.26	-0.10	-0.01
4	2	6	0.01	1.32	0.01	0.57	-0.82	-0.37
5	1	4	1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00
6	4	3	1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00
7	5	6	0.15	0.00	0.00	-0.15	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 = 5.600[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.09	0.00	0.02	-0.09	0.00	0.06
2	5	2	-0.10	0.00	-0.06	0.10	0.00	0.00
3	6	3	0.09	0.00	-0.06	-0.09	0.00	-0.02
4	2	6	-0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.06
5	1	4	-0.09	6.72	0.06	0.09	0.00	-4.09
6	4	3	-0.09	0.00	4.09	0.09	6.72	-0.06
7	5	6	0.19	0.00	0.00	-0.19	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 = 1.400[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	1.08	1.68	0.00	-1.08	-0.69	0.05
2	5	2	0.20	0.69	-0.05	-0.20	0.00	0.00
3	6	3	1.08	-0.69	-0.05	-1.08	1.68	0.00
4	2	6	0.20	0.00	0.00	-0.20	0.69	0.05
5	1	4	-1.08	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00
6	4	3	-1.08	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00
7	5	6	0.88	0.00	0.00	-0.88	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 qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1) [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.34	-0.20	0.00	0.14	0.20	-0.06
2	5	2	-0.14	-0.20	0.06	0.00	0.20	0.00
3	6	3	0.14	-0.20	-0.06	-0.34	0.20	0.00
4	2	6	0.00	-0.20	0.00	-0.14	0.20	0.06
5	1	4	-0.34	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00
6	4	3	-0.34	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00
7	5	6	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1) [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.02	0.03	0.00	-0.02	-0.01	0.00
2	5	2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
3	6	3	0.02	-0.01	0.00	-0.02	0.03	0.00
4	2	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
5	1	4	-0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	-0.02
6	4	3	-0.02	0.00	0.02	0.02	0.03	0.00
7	5	6	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00

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

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	-0.06	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	0.01	0.00	-0.04
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.30	-0.01
5	-0.06	-0.02	0.01	-0.04	-0.21	0.21	0.00	-0.06
6	-0.06	-0.02	-0.04	0.01	0.19	-0.20	0.00	-0.01

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	-2.61	2.61	0.00	0.00
1	Fy	5.92	1.42	0.89	1.25	-0.10	0.31	6.72	1.68
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	5.92	1.42	1.25	0.89	0.31	-0.10	6.72	1.68

1.9. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi (kN)

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.116, Gk2 = 0.280, Gkf=1.40	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.187, QksR= 1.187	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.594, QksR= 1.187	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.187, QksR= 0.594	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 1.018, QkwR=-0.844	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.844, QkwR= 1.018	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 5.600	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.400	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				

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	0.000	7.694	0.000	12.823	
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	0.000	9.831	0.000	10.924	
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	0.000	9.030	0.000	10.034	
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	0.000	9.564	0.000	10.626	
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	-3.910	7.544	-4.345	8.382	
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	3.910	8.156	4.345	9.062	
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	0.000	17.774	0.000	22.217	
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	0.000	10.214	0.000	11.349	
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-2.346	16.797	-2.607	18.663	
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	2.346	17.164	2.607	19.071	
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-2.346	15.996	-2.607	17.773	
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	2.346	16.363	2.607	18.181	
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-2.346	16.529	-2.607	18.366	
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	2.346	16.897	2.607	18.774	
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.910	16.096	-4.345	17.884	
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.910	15.535	-4.345	17.261	
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.910	15.908	-4.345	17.676	
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	3.910	16.708	4.345	18.564	
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	3.910	16.147	4.345	17.941	
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	3.910	16.520	4.345	18.356	
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-2.346	19.180	-2.607	21.311	
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	2.346	19.547	2.607	21.719	
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-2.346	18.619	-2.607	20.688	
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	2.346	18.986	2.607	21.096	
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-2.346	18.992	-2.607	21.103	
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	2.346	19.360	2.607	21.511	
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	-2.346	18.676	-2.607	20.751	
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	2.346	19.043	2.607	21.159	
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	-2.346	18.115	-2.607	20.128	
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	2.346	18.482	2.607	20.536	
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	-2.346	18.488	-2.607	20.543	
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	2.346	18.856	2.607	20.951	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	1.011	8.419	1.011	8.419	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	8.272	0.000	8.272	
	Valori massimi				3.910	17.774	4.345	22.217
35	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4=0.9G+1.5Q4$, (EQU)	Breve	0.90	-3.910	5.176	-4.345	5.751	
36	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5=0.9G+1.5Q5$, (EQU)	Breve	0.90	3.910	5.788	4.345	6.432	

1.9.2. Reazioni nel nodo : 3 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.G	Permanente	0.60	0.000	7.694	0.000	12.823	
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	0.000	9.831	0.000	10.924	
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	0.000	9.564	0.000	10.626	
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	0.000	9.030	0.000	10.034	
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	0.000	8.156	0.000	9.062	
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	0.000	7.544	0.000	8.382	
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	0.000	17.774	0.000	22.218	
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	0.000	10.214	0.000	11.349	
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	17.164	0.000	19.072	
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	16.797	0.000	18.663	
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	16.897	0.000	18.774	
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	16.529	0.000	18.366	
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	16.363	0.000	18.182	
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.996	0.000	17.773	
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	16.708	0.000	18.564	
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	16.521	0.000	18.356	
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	16.147	0.000	17.941	
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	16.096	0.000	17.884	
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.908	0.000	17.676	
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	15.535	0.000	17.261	
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	19.547	0.000	21.719	
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	19.180	0.000	21.311	
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	19.360	0.000	21.511	
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	18.993	0.000	21.103	
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	18.987	0.000	21.096	
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	18.619	0.000	20.688	
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	19.043	0.000	21.159	
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	18.676	0.000	20.751	
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	18.856	0.000	20.951	
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	18.489	0.000	20.543	
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	18.483	0.000	20.536	
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	18.115	0.000	20.128	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	8.419	0.000	8.419	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	8.272	0.000	8.272	
	Valori massimi				0.000	17.774	0.000	22.218
35	yg.G+yq.Q4=0.9G+1.5Q4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	5.788	0.000	6.432	
36	yg.G+yq.Q5=0.9G+1.5Q5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	5.176	0.000	5.751	

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

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef		
(Gk) Proprio	Gk1 = 2.116, Gk2 = 0.280, Gkf=1.400	-0.997	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60		
(Qk1) Neve	QksL= 1.187, QksR= 1.187	-0.003	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk2) Neve	QksL= 0.594, QksR= 1.187	-0.002	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk3) Neve	QksL= 1.187, QksR= 0.594	-0.002	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk4) Vento	QkwL= 1.018, QkwR=-0.844	-0.001	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		
(Qk5) Vento	QkwL=-0.844, QkwR= 1.018	0.000	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		
(Qkf) di esercizio	Qkf = 5.600	-3.295	Media	0.70	0.50	0.30	0.60		

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.997	1.595
2 Gk + Qk1	1.000	1.599
3 Gk + Qk2	0.999	1.598
4 Gk + Qk3	0.999	1.598
5 Gk + Qk4	0.998	1.596
6 Gk + Qk5	0.997	1.596
7 Gk + Qkf	4.292	5.483
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	3.307	4.499
9 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	3.307	4.499
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.498
11 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.498
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.498
13 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.498
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.498
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.497
16 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.497
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.498
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.497
19 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	3.306	4.497
20 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk4	4.295	5.486
21 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk5	4.294	5.486
22 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk4	4.294	5.486
23 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk5	4.294	5.486
24 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk4	4.294	5.486
25 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk5	4.294	5.486

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

Massimi valori della freccia nel nodo 4

$w_{inst} = 4.295 \text{ mm}$, $w_{fin} = 5.486 \text{ mm}$

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

Deformazioni finali nel nodo 4

$w_{inst} = 4.295 \text{ mm} < L/300 = 2400/300 = 8.000 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 5.486 \text{ mm} < L/250 = 2400/250 = 9.600 \text{ mm}$

$w_{fin} = 5.486 \text{ mm} < L/150 = 2400/150 = 16.000 \text{ mm}$

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 5** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef
(Gk) Proprio	Gk1 = 2.116, Gk2 = 0.280, Gkf=1.400	-0.060	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 1.187, QksR= 1.187	-0.022	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 0.594, QksR= 1.187	0.011	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 1.187, QksR= 0.594	-0.044	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL= 1.018, QkwR=-0.844	-0.212	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.844, QkwR= 1.018	0.208	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qkf) di esercizio	Qkf = 5.600	-0.002	Media	0.70	0.50	0.30	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.060	0.096
2 Gk + Qk1	0.082	0.120
3 Gk + Qk2	0.060	0.096
4 Gk + Qk3	0.104	0.145
5 Gk + Qk4	0.272	0.308
6 Gk + Qk5	0.060	0.096
7 Gk + Qkf	0.062	0.098
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.210	0.249
9 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	0.083	0.122
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.188	0.225
11 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	0.061	0.097
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.232	0.274
13 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	0.105	0.147
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	0.288	0.327
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	0.273	0.309
16 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	0.304	0.345
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	0.076	0.115
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	0.061	0.097
19 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	0.092	0.134
20 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk4	0.204	0.243
21 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk5	0.077	0.116
22 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk4	0.189	0.225
23 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk5	0.062	0.098
24 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk4	0.220	0.261
25 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk5	0.092	0.134

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

Massimi valori della freccia nel nodo 5

$w_{inst} = 0.304$ mm, $w_{fin} = 0.345$ mm

Verifica secondo UNI EN1995-1-1:2009 §7.2, Tab.7.2**Deformazioni finali nel nodo 5**

$w_{inst} = 0.304$ mm < $L/300 = 2400/300 = 8.000$ mm

$w_{net,fin} = 0.345$ mm < $L/250 = 2400/250 = 9.600$ mm

$w_{fin} = 0.345$ mm < $L/150 = 2400/150 = 16.000$ 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 = 2.116, Gk2 = 0.280, Gkf=1.400	0.023	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60		
(Qk1) Neve	QksL= 1.187, QksR= 1.187	0.013	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk2) Neve	QksL= 0.594, QksR= 1.187	0.006	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk3) Neve	QksL= 1.187, QksR= 0.594	0.013	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk4) Vento	QkwL= 1.018, QkwR=-0.844	0.017	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		
(Qk5) Vento	QkwL=-0.844, QkwR= 1.018	-0.014	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		
(Qkf) di esercizio	Qkf = 5.600	0.000	Media	0.70	0.50	0.30	0.60		

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.023	0.036
2 Gk + Qk1	0.035	0.050
3 Gk + Qk2	0.029	0.043
4 Gk + Qk3	0.035	0.050
5 Gk + Qk4	0.039	0.053
6 Gk + Qk5	0.023	0.036
7 Gk + Qkf	0.023	0.036
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.045	0.060
9 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	0.035	0.050
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.039	0.053
11 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	0.029	0.043
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	0.045	0.060
13 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	0.035	0.050
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	0.048	0.063
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	0.044	0.058
16 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	0.048	0.063
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	0.031	0.046
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	0.027	0.041
19 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	0.031	0.046
20 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk4	0.041	0.056
21 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk5	0.031	0.046
22 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk4	0.037	0.051
23 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk5	0.027	0.041
24 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk4	0.041	0.056
25 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk5	0.031	0.046

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

Massimi valori della freccia a metà asta 1

$w_{inst} = 0.048$ mm, $w_{fin} = 0.063$ mm

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

Deformazioni finali a metà asta 1

$w_{inst} = 0.048$ mm < $L/300 = 1087/300 = 3.622$ mm

$w_{net,fin} = 0.063$ mm < $L/250 = 1087/250 = 4.346$ mm

$w_{fin} = 0.063$ mm < $L/150 = 1087/150 = 7.244$ 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	31.64425	0.03160
2	34.95863	0.02861
3	57.55030	0.01738
4	78.18674	0.01279
5	85.84428	0.01165
6	105.34200	0.00949

1.12. Stato limite ultimo**1.12.1. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.116, Gk2 = 0.280, Gkf=1.40	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.187, QksR= 1.187	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.594, QksR= 1.187	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.187, QksR= 0.594	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 1.018, QkwR=-0.844	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.844, QkwR= 1.018	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 5.600	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.400	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	-10.008	0.000	1.926	0.313
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	-9.472	0.000	1.813	0.298
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	-8.998	0.000	1.715	0.351
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	-8.997	0.000	1.715	0.351
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	-6.672	1.214	2.384	0.718
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	-6.672	1.241	2.362	0.709
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	-7.616	0.000	1.573	0.336
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	-9.974	0.000	1.907	0.314
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-9.541	0.452	2.094	0.591
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-9.540	0.469	2.108	0.585
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-9.066	0.273	1.928	0.502
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.615	0.740	2.168	0.629
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.615	0.724	2.181	0.635
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-9.066	0.290	1.941	0.496
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.701	1.157	2.571	0.768
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.368	1.032	2.369	0.706
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.053	1.347	2.640	0.799
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.700	1.185	2.549	0.758
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.053	1.375	2.618	0.789
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-8.368	1.059	2.347	0.696
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-8.730	0.539	1.970	0.558
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-8.730	0.555	1.984	0.553
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-8.398	0.414	1.854	0.496
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-8.082	0.745	1.990	0.583
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-8.082	0.729	2.003	0.589
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-8.398	0.430	1.867	0.490
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	-12.002	0.290	2.559	0.670
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	-12.002	0.307	2.572	0.664
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	-11.670	0.165	2.442	0.608
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	-11.354	0.496	2.504	0.695
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	-11.354	0.480	2.491	0.701
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	-11.670	0.181	2.456	0.602
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-3.563	0.000	0.663	0.150
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-3.336	0.000	0.653	0.113
	Valori massimi			-12.002	1.375	2.640	0.799

1.12.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 19****Trazione parallela alla fibratura, $F_{t0d}=1.237$ 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) $f_{t0k}=14.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 14.00 / 1.50 = 8.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{t0d}=1.237$ kN, $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.237 / 12600 = 0.10$ N/mm² < 8.40 N/mm² = f_{t0d} (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 27**Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d}=-10.802$ 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) $f_{c0k}=21.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{c0d}=-10.802$ kN, $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times -10.802 / 12600 = -0.86$ N/mm² < 12.60 N/mm² = f_{c0d} (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 17**Taglio, $F_v=2.376$ kN (EC5 §6.1.7)**Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 63 = 42$ mm, $h=200$ mm, $A=8\,400$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{vk}=4.00$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.90 \times 4.00 / 1.50 = 2.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_v=2.376$ kN, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 2.376 / 8400 = 0.42$ N/mm² < 2.40 N/mm² = f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 17**Flessione, $M_{yd}=0.719$ 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) $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm² $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 0.719 / 4.200E+005 = 1.71$ N/mm² $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 1.323E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{yd}/f_{md} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{md} = 0.119 + 0.000 = 0.12 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{md} + \sigma_{zd}/f_{md} = 0.083 + 0.000 = 0.08 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 27**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d}=-10.802$ kN, $M_{yd}=0.603$ 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) $f_{c0k}=21.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60$ N/mm² $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm² $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times -10.802 / 12600 = -0.86$ N/mm² $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 0.603 / 4.200E+005 = 1.44$ N/mm² $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 1.323E+005 = 0.00$ N/mm² $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{yd}/f_{md} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{md} = 0.005 + 0.100 + 0.000 = 0.10 < 1$ (EC5 Eq.6.19) $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{md} + \sigma_{zd}/f_{md} = 0.005 + 0.070 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 17**Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-6.177kN, Myd=0.719kNm, Mzd=0.000kNm (§6.2.4)**Sezione rettangolare, b=63mm, h=200mm, A=1.260E+004mm², Wy=4.200E+005mm³, Wz=1.323E+005mm³

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

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x21.00/1.50=12.60N/mm²fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x6.177/12600= 0.49 N/mm²σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.719/4.200E+005= 1.71 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²(σc0d/fc0d)²+σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.002+0.119+0.000= 0.12 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)²+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.002+0.083+0.000= 0.08 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 27**Stabilità a pressoflessione, Fc0d=-10.802kN, Myd=0.603kNm, Mzd=0.000kNm (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare, b=63mm, h=200mm, A=1.260E+004mm², Wy=4.200E+005mm³, Wz=1.323E+005mm³Coefficiente di correzione Kmod=0.90, coefficiente del materiale γM=1.50, E005=7400N/mm²)fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x21.00/1.50=12.60N/mm²fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x10.802/12600= 0.86 N/mm²σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.603/4.200E+005= 1.44 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²

Lunghezza libera di inflessione Sk

Sky= 1.00x1.087=1.087 m= 1087 mm (più sfavorevole)

Skz= 0.28x1.087=0.300 m= 300 mm (lunghezza efficace/lunghezza totale=0.30/1.09=0.28)

Snellezza

iy=√(Iy/A)=0.289x 200= 58 mm, λy= 1087/ 58= 18.73

iz=√(Iz/A)=0.289x 63= 18 mm, λz= 300/ 18= 16.67

Tensioni criticheσc,crity=n²E005/λy²= 208.19 N/mm², λrel,y= √(fc0k/σc,crity)= 0.32 (EC5 Eq.6.21)σc,critz=n²E005/λz²= 262.82 N/mm², λrel,z= √(fc0k/σc,critz)= 0.28 (EC5 Eq.6.22)

βc=0.20 (legno massiccio)

ky=0.5[1+βc(λrel,y-0.3)+λrel,y²]= 0.55, Kcy=1/(ky+ √(ky²-λrel,y²))=0.996 (Eq.6.27 6.25)kz=0.5[1+βc(λrel,z-0.3)+λrel,z²]= 0.50, Kcz=1/(kz+ √(kz²-λrel,z²))=1.000 (Eq.6.28 6.26)

σc0d/(Kcy·fc0d)+σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.068+0.100+0.000= 0.17 < 1 (EC5 Eq.6.23)

σc0d/(Kcz·fc0d)+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.068+0.070+0.000= 0.14 < 1 (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 17**Stabilità a pressoflessione, Fc0d=-6.177kN, Myd=0.719kNm, Mzd=0.000kNm (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare, b=63mm, h=200mm, A=1.260E+004mm², Wy=4.200E+005mm³, Wz=1.323E+005mm³Coefficiente di correzione Kmod=0.90, coefficiente del materiale γM=1.50, E005=7400N/mm²)fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x21.00/1.50=12.60N/mm²fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 6.177 / 12600 = 0.49 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 0.719 / 4.200E+005 = 1.71 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 1.323E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 1.087 = 1.087 \text{ m} = 1087 \text{ mm}$ (più sfavorevole)
 $S_{kz} = 0.28 \times 1.087 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ (lunghezza efficace/lunghezza totale = $0.30/1.09 = 0.28$)

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 200 = 58 \text{ mm}$, $\lambda_y = 1087 / 58 = 18.73$
 $i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 63 = 18 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 18 = 16.67$

Tensioni critiche

$\sigma_{c,crity} = n^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 208.19 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.32$ (EC5 Eq.6.21)
 $\sigma_{c,critz} = n^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 262.82 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.28$ (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c = 0.20$ (legno massiccio)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.55$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.996$ (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)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.039 + 0.119 + 0.000 = 0.16 < 1$ (EC5 Eq.6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.039 + 0.083 + 0.000 = 0.12 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 17

Stabilità laterale, $M_{yd} = 0.719 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

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

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

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

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

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

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

$\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 0.719 / 4.200E+005 = 1.71 \text{ N/mm}^2$

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

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 1.087 = 1.087 \text{ m} = 1087 \text{ mm}$ (più sfavorevole)

$S_{kz} = 0.28 \times 1.087 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ (lunghezza efficace/lunghezza totale = $0.30/1.09 = 0.28$)

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 200 = 58 \text{ mm}$, $\lambda_y = 1087 / 58 = 18.73$

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

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 63^2 \times 7400 / (200 \times 978) = 117.13 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 200^2 \times 7400 / (63 \times 300) = 12215.87 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m,crity} = 117.13 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m,crity}} = 0.45$ (EC5 Eq.6.30)

$\sigma_{m,critz} = 12215.87 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz} = \sqrt{f_{mzk} / \sigma_{m,critz}} = 0.04$ (EC5 Eq.6.30)

$\lambda_{rel,my} = 0.45$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{cristy} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

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

$\sigma_{myd} / (K_{cristy} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{cristz} \cdot f_{mzd}) = 0.119 + 0.000 = 0.12 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{cristy} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{cristz} \cdot f_{mzd}) = 0.083 + 0.000 = 0.08 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 19**Flessione e trazione assiale combinate, $F_{t0d}=1.237\text{kN}$, $M_{yd}=0.335\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$** (EC5 §6.2.3)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 $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 $f_{t0k}=14.00\text{ N/mm}^2$, $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 14.00 / 1.50 = 8.40\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40\text{N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.237 / 12600 = 0.10\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06 \times 0.335 / 4.200\text{E}+005 = 0.80\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.323\text{E}+005 = 0.00\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.012 + 0.055 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Eq.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.012 + 0.039 + 0.000 = 0.05 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

1.12.3. 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 = 2.116, Gk2 = 0.280, Gkf=1.40	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.187, QksR= 1.187	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.594, QksR= 1.187	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.187, QksR= 0.594	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 1.018, QkwR=-0.844	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.844, QkwR= 1.018	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 5.600	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.400	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	5.514	4.368	2.665	
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	0.000	5.208	2.912	1.778	
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	0.000	4.825	2.913	1.778	
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	0.000	4.825	2.913	1.778	
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	0.000	5.897	2.917	1.777	
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	0.000	1.582	2.917	1.777	
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	0.000	4.305	15.876	9.673	
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	0.000	5.482	2.912	1.778	
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	6.646	10.755	6.553	
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	4.057	10.755	6.553	
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	6.263	10.754	6.553	
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	3.674	10.755	6.553	
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	6.263	10.755	6.553	
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	3.674	10.754	6.553	
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	7.075	10.757	6.553	
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	6.807	10.756	6.553	
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	6.807	10.757	6.553	
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	2.760	10.757	6.553	
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	2.492	10.757	6.553	
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	2.492	10.756	6.553	
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	6.232	14.115	8.600	
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	3.642	14.115	8.600	
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	5.964	14.114	8.599	
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	3.374	14.115	8.599	
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	5.964	14.115	8.599	
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	3.374	14.114	8.599	
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	7.993	10.755	6.555	
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	5.404	10.755	6.555	
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	7.725	10.754	6.554	
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	5.136	10.755	6.554	
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	7.725	10.755	6.554	
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	5.136	10.754	6.554	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	2.063	2.688	1.639	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	1.849	2.705	1.649	
	Valori massimi				0.000	7.993	15.876	9.673

1.12.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 5, 6**Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 27****Trazione parallela alla fibratura, $F_{t0d}=7.194$ 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) $f_{t0k}=14.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 14.00 / 1.50 = 8.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{t0d}=7.194$ kN, $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 7.194 / 16875 = 0.43$ N/mm² < 8.40 N/mm² = f_{t0d} (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 7**Taglio, $F_v=12.701$ 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) $f_{vk}=4.00$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 4.00 / 1.50 = 2.13$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_v=12.701$ kN, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 12.701 / 11250 = 1.69$ N/mm² < 2.13 N/mm² = f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 7**Flessione, $M_{yd}=7.739$ 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) $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.50 = 12.80$ N/mm² $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.50 = 12.80$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 7.739 / 6.328E+005 = 12.23$ N/mm² $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.955 + 0.000 = 0.96 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.669 + 0.000 = 0.67 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 27**Flessione e trazione assiale combinate, $F_{t0d}=7.194$ kN, $M_{yd}=5.899$ 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) $f_{t0k}=14.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 14.00 / 1.50 = 8.40$ N/mm² $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm² $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 7.194 / 16875 = 0.43$ N/mm² $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 5.899 / 6.328E+005 = 9.32$ N/mm² $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.051 + 0.647 + 0.000 = 0.70 < 1$ (EC5 Eq.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.051 + 0.453 + 0.000 = 0.50 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 7**Flessione e trazione assiale combinate, $F_{t0d}=3.444$ kN, $M_{yd}=7.739$ 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) $f_{t0k}=14.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 14.00 / 1.50 = 7.47$ N/mm² $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.50 = 12.80$ N/mm² $f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.50 = 12.80$ N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{t0d} = F_{t0d} / A_{netto} = 1000 \times 3.444 / 16875 = 0.20 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1E+06 \times 7.739 / 6.328E+005 = 12.23 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d} / f_{t0d} + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.027 + 0.955 + 0.000 = 0.98 < 1$ (EC5 Eq.6.17)

$\sigma_{t0d} / f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.027 + 0.669 + 0.000 = 0.70 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.116, Gk2 = 0.280, Gkf=1.40	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.187, QksR= 1.187	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.594, QksR= 1.187	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.187, QksR= 0.594	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL= 1.018, QkwR=-0.844	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.844, QkwR= 1.018	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 5.600	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.400	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	-4.567	0.000	0.000	0.000
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	-4.293	0.000	0.000	0.000
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	-3.981	0.000	0.000	0.000
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	-3.981	0.000	0.000	0.000
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	-3.045	0.000	0.000	0.000
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	-3.300	0.000	0.001	0.001
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	-3.775	0.000	0.000	0.000
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	-4.517	0.000	0.000	0.000
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.511	0.000	0.000	0.000
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.664	0.000	0.001	0.001
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.199	0.000	0.000	0.000
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.352	0.000	0.001	0.001
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.199	0.000	0.000	0.000
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.352	0.000	0.001	0.000
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.136	0.000	0.000	0.000
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.918	0.000	0.000	0.000
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-3.918	0.000	0.000	0.000
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.392	0.000	0.001	0.001
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.173	0.000	0.001	0.001
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-4.173	0.000	0.001	0.001
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-4.229	0.000	0.000	0.000
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-4.383	0.000	0.001	0.001
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-4.011	0.000	0.000	0.000
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-4.164	0.000	0.001	0.001
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-4.011	0.000	0.000	0.000
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	-4.164	0.000	0.001	0.000
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	-5.609	0.000	0.000	0.000
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	-5.762	0.000	0.001	0.001
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	-5.390	0.000	0.000	0.000
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	-5.543	0.000	0.001	0.001
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	-5.390	0.000	0.000	0.000
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	-5.543	0.000	0.001	0.000
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-1.539	0.000	0.000	0.000
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-1.552	0.000	0.000	0.000
	Valori massimi			-5.762	0.000	0.001	0.001

1.12.6. Verifica della sezione Elementi: 7**Elementi: 7 , combinazione di carico No 28****Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d} = -5.186 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.4)**Sezione rettangolare, $b=63 \text{ mm}$, $h=200 \text{ mm}$, $A=12\,600 \text{ mm}^2$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.2.14) $F_{c0d} = -5.186 \text{ kN}$, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 5.186 / 12600 = 0.41 \text{ N/mm}^2 < 12.60 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$ (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 7 , combinazione di carico No 28**Stabilità, $F_{c0d} = -5.186 \text{ kN}$ (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 $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=7400 \text{ N/mm}^2$ $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60 \text{ N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 5.186 / 12600 = 0.41 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky} = 1.00 \times 0.986 = 0.986 \text{ m} = 986 \text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz} = 1.00 \times 0.986 = 0.986 \text{ m} = 986 \text{ mm}$ (più sfavorevole)Snellezza $i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 200 = 58 \text{ mm}$, $\lambda_y = 986 / 58 = 17.00$ $i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 63 = 18 \text{ mm}$, $\lambda_z = 986 / 18 = 54.76$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 252.72 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,crity})} = 0.29$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 24.36 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,critz})} = 0.93$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$ (legno massiccio) $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.50$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1.000$ (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.99$, $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 0.742$ (Eq.6.28 6.26) $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 = (0.41 / 12.60)^2 = 0.00 < 1$ $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.03 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.04 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.13. Progetto delle unioni

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

Bulloni del giunto e piastre del giunto

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

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

Proprietà della sezione

Spessore del legname $d=63.0$ 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)

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

Azione permanente

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

$t_2=63.0$ 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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.471$ kN

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

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

Azione di lunga durata

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

$t_2=63.0$ 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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.471$ kN

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

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

Azione di breve durata

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

$t_2=63.0$ 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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.471$ kN

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

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

Azione Accidentale

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

Ipotesi per la progettazione di unioni con bulloni

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

1.13.2. Stato limite ultimo

Progettazione di unione con bulloni al nodo : 2 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 2 e 4, al nodo 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=65mmx90mm, 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

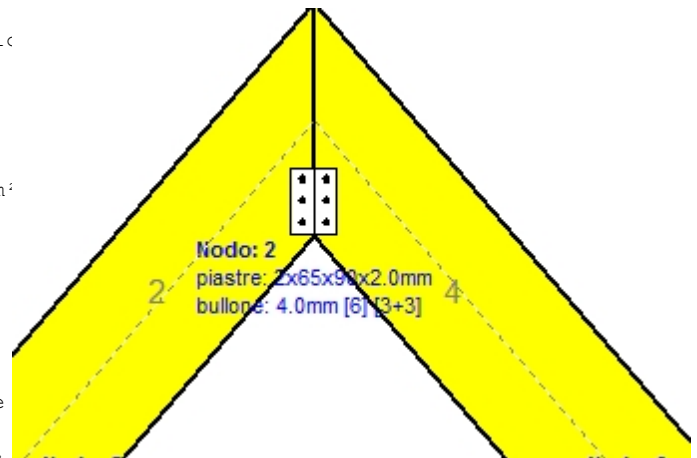
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 3, ($n_{ef}=1.00n$), $A=38\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=804\text{mm}^3$

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



Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 2, 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	-0.568	-0.002	0.095 <	0.907
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-0.823	-0.002	0.138 <	1.361
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-0.805	0.003	0.145 <	1.361
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-0.805	-0.008	0.164 <	1.361
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-2.074	-0.043	0.674 <	1.361
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-0.568	-0.002	0.095 <	1.361
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-0.424	-0.001	0.071 <	1.209
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-0.869	-0.002	0.146 <	1.361
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.407	-0.027	0.427 <	1.361
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.722	-0.002	0.121 <	1.361
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.152	-0.021	0.339 <	1.361
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.710	0.004	0.132 <	1.361
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.610	-0.032	0.508 <	1.361
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.710	-0.007	0.150 <	1.361
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.099	-0.043	0.678 <	1.361
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.908	-0.039	0.615 <	1.361
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.262	-0.047	0.737 <	1.361
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.645	-0.002	0.108 <	1.361
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.629	0.002	0.111 <	1.361
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.629	-0.006	0.125 <	1.361
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-1.347	-0.027	0.419 <	1.361
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-0.602	-0.002	0.101 <	1.361
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-1.162	-0.023	0.357 <	1.361
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-0.588	0.002	0.105 <	1.361
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-1.496	-0.030	0.477 <	1.361
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-0.588	-0.005	0.119 <	1.361
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.540	-0.028	0.444 <	1.361
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.946	-0.003	0.159 <	1.361
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.370	-0.024	0.384 <	1.361
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.921	0.001	0.156 <	1.361
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.662	-0.031	0.499 <	1.361
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.921	-0.006	0.171 <	1.361
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-0.488	-0.005	0.106 <	2.268
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-0.445	-0.001	0.075 <	2.268

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	-0.568	-0.002	1 <	131
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-0.823	-0.002	2 <	196
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-0.805	0.003	2 <	196
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-0.805	-0.008	2 <	196
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-2.074	-0.043	7 <	196
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-0.568	-0.002	1 <	196
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-0.424	-0.001	1 <	175
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-0.869	-0.002	2 <	196
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.407	-0.027	5 <	196
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.722	-0.002	2 <	196
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.152	-0.021	4 <	196
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.710	0.004	2 <	196
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.610	-0.032	6 <	196
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.710	-0.007	2 <	196
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.099	-0.043	7 <	196
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.908	-0.039	7 <	196
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-2.262	-0.047	8 <	196
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.645	-0.002	1 <	196
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.629	0.002	1 <	196
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.629	-0.006	2 <	196
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-1.347	-0.027	5 <	196
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-0.602	-0.002	1 <	196
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-1.162	-0.023	4 <	196
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-0.588	0.002	1 <	196
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-1.496	-0.030	5 <	196
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-0.588	-0.005	2 <	196
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.540	-0.028	5 <	196
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.946	-0.003	2 <	196
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.370	-0.024	4 <	196
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.921	0.001	2 <	196
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-1.662	-0.031	6 <	196
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-0.921	-0.006	2 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-0.488	-0.005	1 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-0.445	-0.001	1 <	240

1.13.3. Stato limite ultimo

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=75mmx100mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

5 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

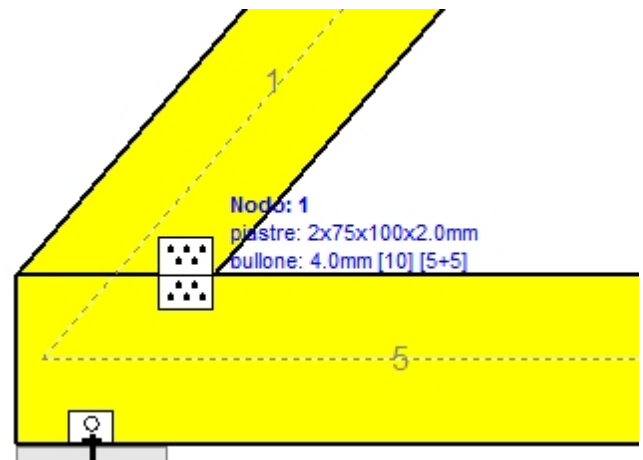
$A=n \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=5$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=63\text{mm}^2$, $r=24\text{mm}$, $W_p=1477\text{mm}^3$

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



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

Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	vg.G	Permanente	0.60	-6.056	-0.040	0.769 <	0.907
2	vg.G+vg.Q1	Breve	0.90	-8.600	-0.059	1.104 <	1.361
3	vg.G+vg.Q2	Breve	0.90	-7.741	-0.055	1.004 <	1.361
4	vg.G+vg.Q3	Breve	0.90	-8.189	-0.053	1.037 <	1.361
5	vg.G+vg.Q4	Breve	0.90	-5.121	0.001	0.514 <	1.361
6	vg.G+vg.Q5	Breve	0.90	-6.056	-0.040	0.769 <	1.361
7	vg.G+vg.Qf	Media	0.80	-6.131	-0.013	0.668 <	1.209
8	vg.G+vg.Qi	Breve	0.90	-9.055	-0.063	1.164 <	1.361
9	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-7.997	-0.017	0.866 <	1.361
10	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-8.652	-0.041	1.033 <	1.361
11	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-7.126	-0.013	0.765 <	1.361
12	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-7.795	-0.037	0.933 <	1.361
13	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-7.604	-0.011	0.802 <	1.361
14	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-8.240	-0.035	0.966 <	1.361
15	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.877	0.005	0.707 <	1.361
16	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.267	0.008	0.656 <	1.361
17	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-6.618	0.010	0.697 <	1.361
18	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-7.889	-0.035	0.933 <	1.361
19	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-7.289	-0.032	0.863 <	1.361
20	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-7.600	-0.031	0.886 <	1.361
21	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-7.256	-0.003	0.737 <	1.361
22	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-7.911	-0.027	0.903 <	1.361
23	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-6.647	0.000	0.666 <	1.361
24	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-7.312	-0.025	0.833 <	1.361
25	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-6.982	0.001	0.703 <	1.361
26	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-7.622	-0.023	0.856 <	1.361
27	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-10.224	-0.034	1.158 <	1.361
28	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-10.888	-0.058	1.328 <	1.361
29	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-9.615	-0.031	1.087 <	1.361
30	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-10.287	-0.055	1.258 <	1.361
31	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-9.945	-0.030	1.113 <	1.361
32	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-10.599	-0.054	1.281 <	1.361
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-4.661	-0.021	0.553 <	2.268
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-5.045	-0.028	0.620 <	2.268

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	-6.056	-0.040	18 <	131
2	yg.G+vg.Q1	Breve	0.90	-8.600	-0.059	26 <	196
3	yg.G+vg.Q2	Breve	0.90	-7.741	-0.055	24 <	196
4	yg.G+vg.Q3	Breve	0.90	-8.189	-0.053	24 <	196
5	yg.G+vg.Q4	Breve	0.90	-5.121	0.001	11 <	196
6	yg.G+vg.Q5	Breve	0.90	-6.056	-0.040	18 <	196
7	yg.G+vg.Qf	Media	0.80	-6.131	-0.013	15 <	175
8	yg.G+vg.Qi	Breve	0.90	-9.055	-0.063	28 <	196
9	yg.G+vg.Q1+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-7.997	-0.017	20 <	196
10	yg.G+vg.Q1+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-8.652	-0.041	24 <	196
11	yg.G+vg.Q2+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-7.126	-0.013	17 <	196
12	yg.G+vg.Q2+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-7.795	-0.037	22 <	196
13	yg.G+vg.Q3+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-7.604	-0.011	18 <	196
14	yg.G+vg.Q3+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-8.240	-0.035	22 <	196
15	yg.G+vg.Q4+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-6.877	0.005	16 <	196
16	yg.G+vg.Q4+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-6.267	0.008	15 <	196
17	yg.G+vg.Q4+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-6.618	0.010	16 <	196
18	yg.G+vg.Q5+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-7.889	-0.035	22 <	196
19	yg.G+vg.Q5+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-7.289	-0.032	20 <	196
20	yg.G+vg.Q5+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-7.600	-0.031	21 <	196
21	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-7.256	-0.003	16 <	196
22	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-7.911	-0.027	21 <	196
23	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-6.647	0.000	15 <	196
24	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-7.312	-0.025	19 <	196
25	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-6.982	0.001	16 <	196
26	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-7.622	-0.023	20 <	196
27	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-10.224	-0.034	27 <	196
28	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-10.888	-0.058	31 <	196
29	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-9.615	-0.031	25 <	196
30	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-10.287	-0.055	29 <	196
31	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-9.945	-0.030	26 <	196
32	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-10.599	-0.054	30 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-4.661	-0.021	13 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-5.045	-0.028	15 <	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 dell'elemento 7, con gli elementi 1 e 2, al nodo 5

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=150mmx45mm, 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

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

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

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

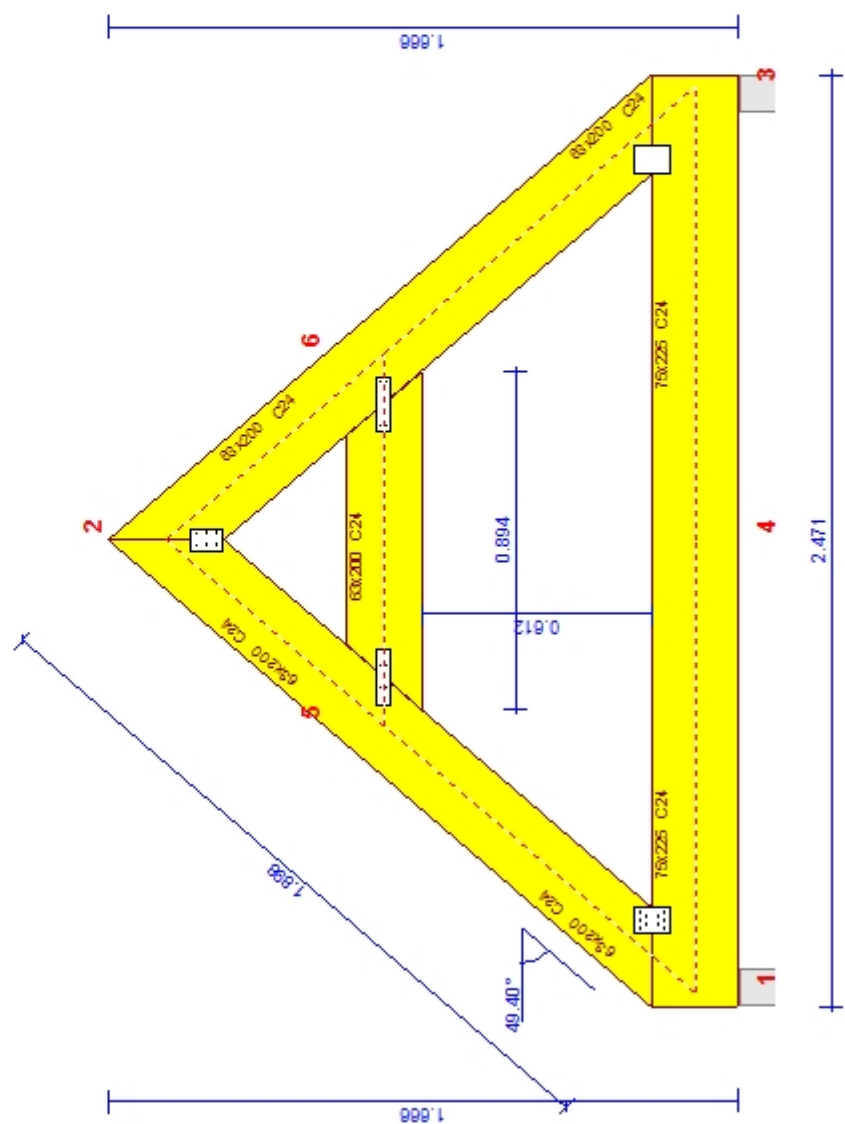
Sforzi nel nodo 5 ,dall'elemento 7, al centro della unioni F(forza) M(momento)**Verifica resistenza della unione**

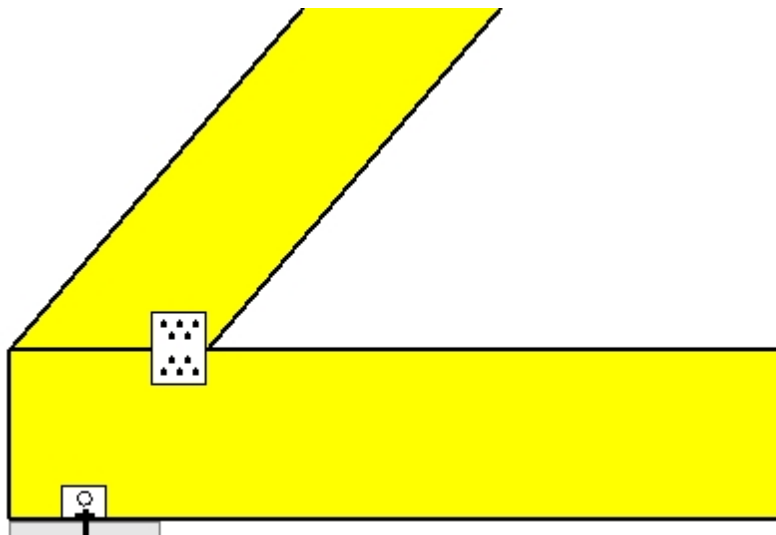
L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.G	Permanente	0.60	-2.740	0.000	0.343 <	0.907
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	-3.864	0.000	0.484 <	1.361
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	-3.583	0.000	0.449 <	1.361
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	-3.583	0.000	0.448 <	1.361
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	-2.740	0.000	0.343 <	1.361
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	-2.970	-0.001	0.376 <	1.361
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	-3.020	0.000	0.378 <	1.209
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	-4.065	0.000	0.509 <	1.361
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.060	0.000	0.508 <	1.361
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.198	0.000	0.528 <	1.361
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.779	0.000	0.474 <	1.361
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.917	-0.001	0.493 <	1.361
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.779	0.000	0.473 <	1.361
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.917	0.000	0.492 <	1.361
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.723	0.000	0.466 <	1.361
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.526	0.000	0.442 <	1.361
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.526	0.000	0.441 <	1.361
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.953	-0.001	0.499 <	1.361
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.756	-0.001	0.475 <	1.361
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-3.756	-0.001	0.474 <	1.361
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	-3.807	0.000	0.477 <	1.361
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	-3.945	0.000	0.496 <	1.361
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	-3.610	0.000	0.453 <	1.361
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	-3.748	-0.001	0.472 <	1.361
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	-3.610	0.000	0.452 <	1.361
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	-3.748	0.000	0.471 <	1.361
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.048	0.000	0.632 <	1.361
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-5.186	0.000	0.652 <	1.361
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.851	0.000	0.608 <	1.361
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.989	-0.001	0.627 <	1.361
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.851	0.000	0.607 <	1.361
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	-4.989	0.000	0.627 <	1.361
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-2.308	0.000	0.289 <	2.268
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-2.328	0.000	0.291 <	2.268

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	-2.740	0.000	10 <	131
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	-3.864	0.000	14 <	196
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	-3.583	0.000	13 <	196
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	-3.583	0.000	13 <	196
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	-2.740	0.000	10 <	196
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	-2.970	-0.001	11 <	196
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	-3.020	0.000	11 <	175
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	-4.065	0.000	15 <	196
9	yg.G+yq.Q1+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-4.060	0.000	15 <	196
10	yg.G+yq.Q1+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-4.198	0.000	16 <	196
11	yg.G+yq.Q2+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.779	0.000	14 <	196
12	yg.G+yq.Q2+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.917	-0.001	15 <	196
13	yg.G+yq.Q3+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.779	0.000	14 <	196
14	yg.G+yq.Q3+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.917	0.000	15 <	196
15	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.723	0.000	14 <	196
16	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.526	0.000	13 <	196
17	yg.G+yq.Q4+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.526	0.000	13 <	196
18	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.953	-0.001	15 <	196
19	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.756	-0.001	14 <	196
20	yg.G+yq.Q5+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-3.756	-0.001	14 <	196
21	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-3.807	0.000	14 <	196
22	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-3.945	0.000	15 <	196
23	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-3.610	0.000	13 <	196
24	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-3.748	-0.001	14 <	196
25	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q4	Breve	0.90	-3.610	0.000	13 <	196
26	yg.G+yq.Qf+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q5	Breve	0.90	-3.748	0.000	14 <	196
27	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-5.048	0.000	19 <	196
28	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q1+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-5.186	0.000	19 <	196
29	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-4.851	0.000	18 <	196
30	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q2+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-4.989	-0.001	19 <	196
31	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q4+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-4.851	0.000	18 <	196
32	yg.G+yq.Qi+yq. ψ o.Q3+yq. ψ o.Q5+yq. ψ o.Qf	Breve	0.90	-4.989	0.000	19 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-2.308	0.000	9 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-2.328	0.000	9 <	240

Scala 1:20

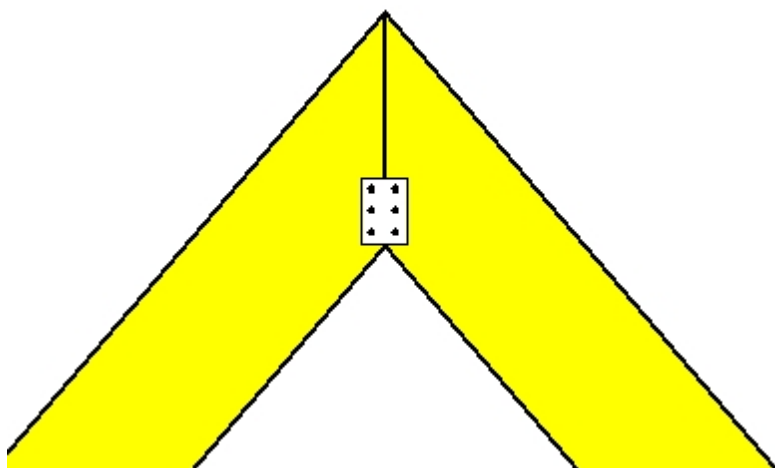


**Unione chiodata al nodo 1**

(nodo a $x=0.191$ m, $y=0.112$ m)

piastre: 2x75x100x2.0mm

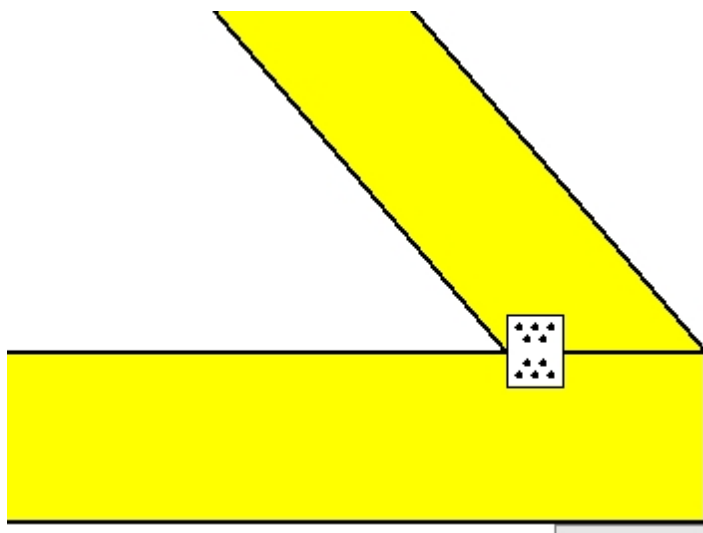
bullone: 4.0mm [10] [5+5]

**Unione chiodata al nodo 2**

(nodo a $x=1.200$ m, $y=1.246$ m)

piastre: 2x65x90x2.0mm

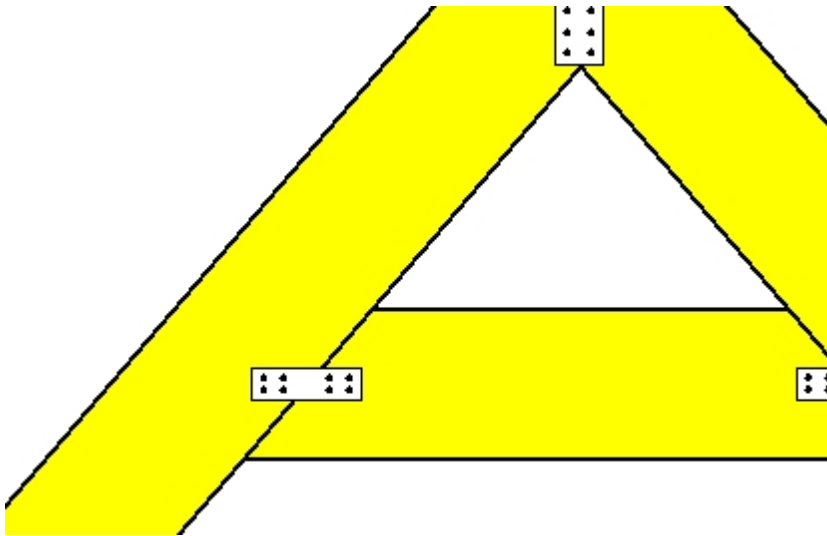
bullone: 4.0mm [6] [3+3]

**Unione chiodata al nodo 3**

(nodo a $x=2.209$ m, $y=0.112$ m)

piastre: 2x75x100x2.0mm

bullone: 4.0mm [10] [5+5]

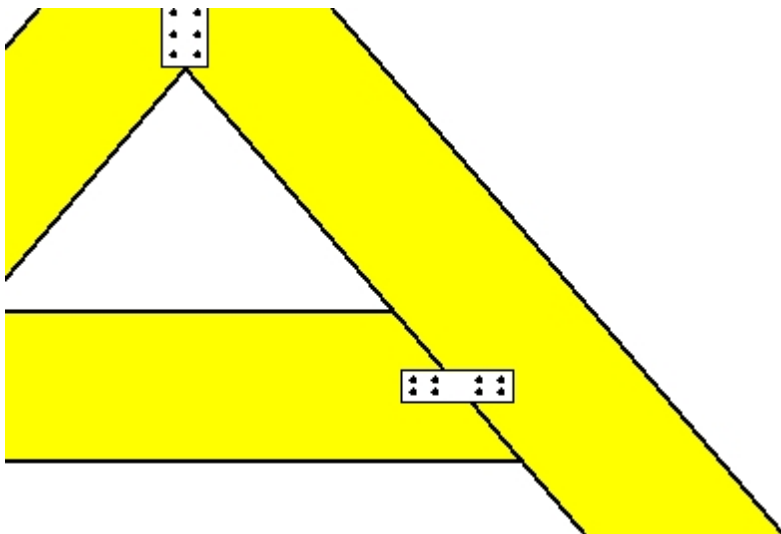


Unione chiodata al nodo 5

(nodo a $x=0.839$ m, $y=0.825$ m)

piastre: 2x150x45x2.0mm

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



Unione chiodata al nodo 6

(nodo a $x=1.561$ m, $y=0.825$ m)

piastre: 2x150x45x2.0mm

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