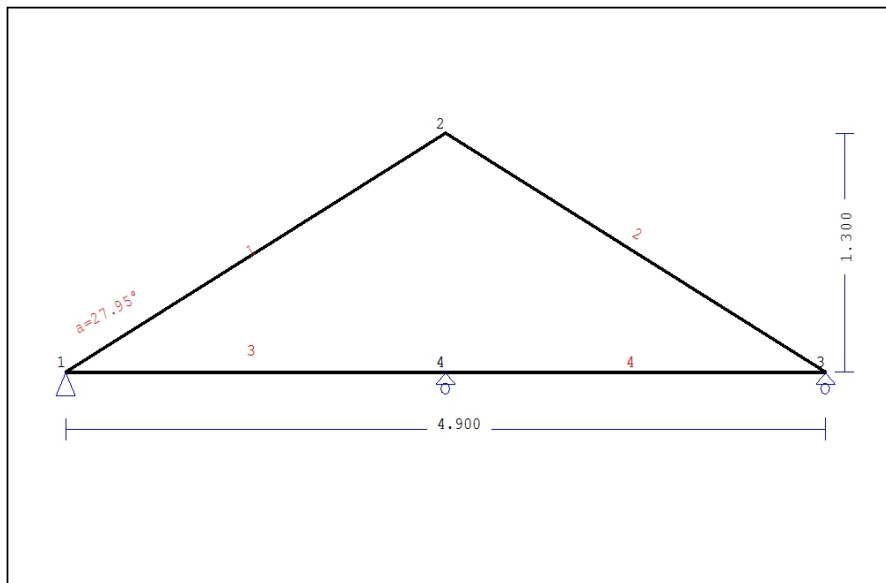


1. CAPRIATA-10

Tetto con capriata semplice



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 4.900m, altezza 1.300m, inclinazione 27.95°, interasse delle capriate 3.000m

Travetti in legno di classe C22, con dimensioni 75x125 mm, ad interasse 0.300 m

Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]

Elementi 1, 2, sezione 75x225 [mm]

Elementi 3, 4, sezione 75x225 [mm]

Volume della capriata =0.176 m³, peso proprio della capriata =0.605 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

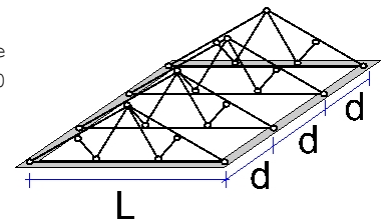
Gli sforzi interni alla capriata sono calcolati mediante analisi ad elementi finiti. La capriata è considerata come un elemento trave reticolare a due dimensioni. La rigidità delle unioni è modulata secondo il grado desiderato di rigidità. Per calcolare il valore di progetto degli sforzi interni, gli 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, travetti) (NTC-DM2008, §4.4)**

Classe del legno : C22

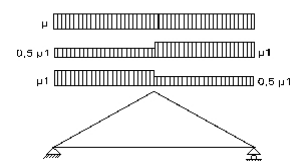
Classe di servizio : Classe 1, umidità $\leq 12\%$ (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$ $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.4 \text{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

 $q_{sk} = 1.500 \text{ kN/m}^2$ ($s = 200 \leq 200 \text{ m}$)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 : $\alpha = 27.951^\circ$ Coefficiente di esposizione : $C_e = 1.000$ (DM2008 §5.2(7))Coefficiente termico : $C_t = 1.000$ (DM2008 §5.2(8))Fattori di forma, $\alpha_1 = \alpha_2 = 27.95^\circ$, $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.800$ (Tab. 3.4.II) $S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.200 \text{ kN/m}^2$ (§3.4.1) $S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.200 \text{ kN/m}^2$ 

Azioni della neve (DM2008, §3.4.1)

Combinazione di carico (I), $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 1.200 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 1.200 \text{ kN/m}^2$ Combinazione di carico (II), $S(\text{Sinistra}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.600 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 1.200 \text{ kN/m}^2$ Combinazione di carico (III), $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 1.200 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Destra}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.600 \text{ kN/m}^2$

1.3. Azioni del vento (DM2008 §3.3)

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

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

Zona:1, $V_b = 25.00 \text{ m/s}$ ($a_s = 500 < a_o = 1000 \text{ m}$), $V_b = 25 \text{ m/s}$, $a_o = 1000 \text{ m}$, $K_a = 0.012 (1/\text{s})$ (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: $Q_{\text{ref}} \cdot C_e = 0.001 \times (25.00^2 / 1.6) \times 1.929 = 0.754 \text{ kN/m}^2$

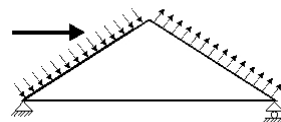
Pressione del vento $p_f = C_p \cdot q_b$ (DM2008, §3.3.7.1)

Coefficiente di forma C_p (DM2008 §3.3.7.1)

Con inclinazione $\alpha = 27.95^\circ$, $C_p(+) = -0.16$, $C_p(-) = -0.40$

Pressione del vento $p_f(\text{Sinistra}) = -0.122 \text{ kN/m}^2$

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

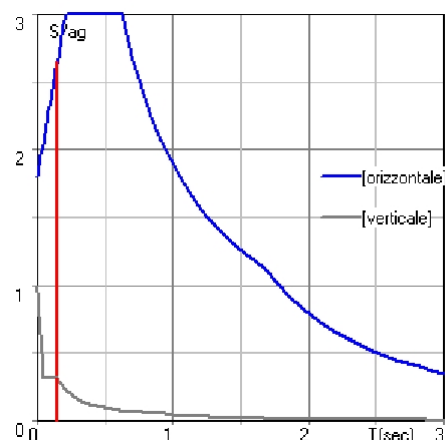
$\psi_2 = 0.30$

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. Progettazione dei travetti

Sistema strutturale dei travetti

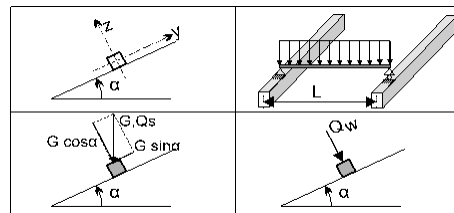
I travetti sono progettati come travi semplicemente appoggiate con luce $L=3.000\text{m}$ che è la distanza tra le capriate. Essi sono sottoposti ad un carico di superficie di larghezza $L_1=0.300\text{m}$ (interasse tra i travetti). L'asse dei travetti ha un'inclinazione $\alpha=27.95^\circ$ sulla verticale. 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: 75x125mm
Interasse dei travetti 0.300m, inclinazione della falda $\alpha=27.95^\circ$, interasse delle capriate 3.000m.

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 $Q_s = 1.200 \text{ kN/m}^2$
Carico da vento $Q_w = -0.122 \text{ kN/m}^2$
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 $G_k = 0.180 \text{ kN/m}$, $G_{kz} = 0.159 \text{ kN/m}$, $G_{kez} = 0.084 \text{ kN/m}$
Carico neve $Q_{ks} = 0.360 \text{ kN/m}$, $Q_{ksz} = 0.318 \text{ kN/m}$, $Q_{ksy} = 0.169 \text{ kN/m}$
Carico da vento $Q_{kw} = -0.037 \text{ kN/m}$, $Q_{kwz} = -0.037 \text{ kN/m}$, $Q_{kwy} = 0.000 \text{ kN/m}$
Peso del carpentiere $Q_{kp} = 1.200 \text{ kN}$, $Q_{kpz} = 1.060 \text{ kN}$, $Q_{kpy} = 0.562 \text{ kN}$

Sforzi interni nei travetti (luce $L=3.000 \text{ m}$, BxH: 75x125 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	0.239	0.127	0.179	0.095
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.360 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.477	0.253	0.358	0.190
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = -0.037 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	-0.055	0.000	-0.041	0.000
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.530	0.281	0.795	0.422

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 $G_k = 0.159 [\text{kN/m}]$	1.374	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve $Q_{ks} = 0.318 [\text{kN/m}]$	2.748	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.037 [\text{kN/m}]$	-0.316	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.374	2.198
2 Gk + Qk1	4.121	5.275
3 Gk + Qk2	1.374	2.198
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	4.121	5.275
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	3.297	4.451

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 4.121 \text{ mm}$, $w_{fin} = 5.275 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 4.121 \text{ mm} < L/300 = 3000/300 = 10.000 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 5.275 \text{ mm} < L/250 = 3000/250 = 12.000 \text{ mm}$

$w_{fin} = 5.275 \text{ mm} < L/150 = 3000/150 = 20.000 \text{ mm}$

La verifica è soddisfatta

1.5.2. 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	0.517	0.274	0.388	0.206
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	1.140	0.605	0.855	0.453
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	0.345	0.183	0.258	0.137
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	0.840	0.446	1.028	0.545
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2 + yq.	Breve	0.90	1.140	0.605	0.855	0.453
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1 + yq.	Breve	0.90	0.901	0.478	0.676	0.359
	Valori massimi			1.140	0.605	1.028	0.545

Travetto, combinazione di carico No 5**Taglio, Fv=1.026 kN** (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 75=50 \text{ mm}$, $h=125 \text{ mm}$, $A=6250 \text{ mm}^2$

Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)

$f_{vk}=3.80 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.90 \times 3.80 / 1.50 = 2.28 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.2.14)

$F_v=1.026 \text{ kN}$, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 1.026 / 6250 = 0.25 \text{ N/mm}^2 < 2.28 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 5**Taglio, Fv=0.544 kN** (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 125=84 \text{ mm}$, $h=75 \text{ mm}$, $A=6300 \text{ mm}^2$

Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)

$f_{vk}=3.80 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.90 \times 3.80 / 1.50 = 2.28 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.2.14)

$F_v=0.544 \text{ kN}$, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.544 / 6300 = 0.13 \text{ N/mm}^2 < 2.28 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4**Flessione, Myd=1.028 kNm, Mzd=0.545 kNm** (EC5 §6.1.6)

Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=125 \text{ mm}$, $A=9.375 \text{ E}+003 \text{ mm}^2$, $W_y=1.953 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=1.172 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$

Coefficiente di correzione $K_{mod}=1.00$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008)

$f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67 \text{ N/mm}^2$

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

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1 \text{ E}+06 \times 1.028 / 1.953 \text{ E}+005 = 5.26 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.545 / 1.172 \text{ E}+005 = 4.65 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.359 + 0.222 = 0.58 < 1$ (EC5 Eq.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.251 + 0.317 = 0.57 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4**Stabilità laterale, Myd=1.028 kNm, Mzd=0.545 kNm** (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=125 \text{ mm}$, $A=9.375 \text{ E}+003 \text{ mm}^2$, $W_y=1.953 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=1.172 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$

Coefficiente di correzione $K_{mod}=1.00$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008)

$f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.00 \times 20.00 / 1.50 = 13.33 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67 \text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my, netto} = 1E+06 \times 1.028 / 1.953E+005 = 5.26 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.545 / 1.172E+005 = 4.65 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 3.000 = 3.000 \text{ m} = 3000 \text{ mm}$

$S_{kz} = 1.00 \times 3.000 = 3.000 \text{ m} = 3000 \text{ mm}$

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 125 = 36 \text{ mm}$, $\lambda_y = 3000 / 36 = 83.33$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$, $\lambda_z = 3000 / 22 = 136.36$

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 75^2 \times 6700 / (125 \times 2700) = 87.10 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 125^2 \times 6700 / (75 \times 2700) = 403.24 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crity} = 87.10 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m, crity}} = 0.50$ (EC5 Eq.6.30)

$\sigma_{m, critz} = 403.24 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, mz} = \sqrt{f_{mzk} / \sigma_{m, critz}} = 0.23$ (EC5 Eq.6.30)

$\lambda_{rel, my} = 0.50$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crity} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

$\lambda_{rel, mz} = 0.23$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.359 + 0.222 = 0.58 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.251 + 0.317 = 0.57 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

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

Lunghezza $L=4.900$ m, altezza $H=1.300$ m, interasse capriate $d=3.000$ m
 Inclinazione $=53.06\%$, angolo $\alpha=27.95^\circ$, $\tan\alpha=0.531$, $\sin\alpha=0.469$, $\cos\alpha=0.883$
 Numero dei nodi = 4, numero degli elementi =4, numero degli appoggi =3

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

Nodo	x[m]	y[m]	Sup.	Elemento	K1	K2	b x h [mm]	L [m]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy [mm ³]
1	0.000	0.000	11	1	1	2	75x225	2.774	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
2	2.450	1.300		2	2	3	75x225	2.774	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
3	4.900	0.000	01	3	1	4	75x225	2.450	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
4	2.450	0.000	01	4	4	3	75x225	2.450	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005

Carico lineare per capriata

Massa volumica del legname $=350.00$ kg/m³, peso proprio della capriata $=0.605$ kN
 Interasse delle capriate $d=3.00$ m, peso delle unioni delle capriate $=0.061$ kN

Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate

Manto di copertura +peso proprio $Gk1= 2.236$ kN/m
 Controsoffitto del tetto $Gk2= 0.300$ kN/m
 Carico permanente del solaio del sottotetto $Gkf= 1.500$ kN/m

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

Carico di esercizio del solaio del sottotetto $Qkf= 4.500$ kN/m

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

Sovraccario $Qki= 0.50 \times 3.000 = 1.500$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Qk1l= 3.600$ kN/m (Destra) $Qk1r= 3.600$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Qk2l= 1.800$ kN/m (Destra) $Qk2r= 3.600$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Qk3l= 3.600$ kN/m (Destra) $Qk3r= 1.800$ kN/m
 Vento (Sinistra) $Qk4l=-0.365$ kN/m (Destra) $Qk4r=-0.905$ kN/m
 Vento (Sinistra) $Qk5l=-0.905$ kN/m (Destra) $Qk5r=-0.365$ kN/m

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

AeX Sismica $qh=0.053 \times (G+0.30 \times Qkf+0.20 \times Qk1)$
 AeY Sismica $qv=0.006 \times (G+0.30 \times Qkf+0.20 \times Qk1)$

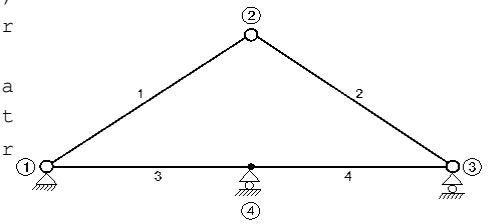
Combinazioni di carico di progetto

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

1.7. Analisi statica della capriata

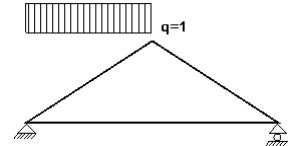
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una r di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico unit e sulla base di questi sono calcolati gli sforzi interni per le varie condizioni di carico e combinazioni di carichi.
 Numero dei nodi = 4, numero degli elementi = 4, numero degli



1.7.1. Analisi statica per carichi unitari

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-1.88	1.08	0.02	-0.74	-1.08	0.02
2	2	3	-1.31	0.00	-0.01	-1.31	0.00	0.00
3	1	4	1.16	-0.01	0.01	1.16	-0.01	-0.02
4	4	3	1.16	0.01	-0.02	1.16	0.01	0.00



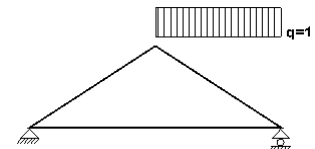
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.16	1.84	0.02	-1.16	0.61	-0.02
2	2	3	1.16	-0.61	-0.01	-1.16	0.61	0.00
3	1	4	-1.16	-0.01	0.01	1.16	0.01	0.02
4	4	3	-1.16	0.01	-0.02	1.16	-0.01	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	2	-1.31	0.00	0.00	-1.31	0.00	-0.01
2	2	3	-0.74	1.08	0.02	-1.88	-1.08	0.02
3	1	4	1.16	-0.01	0.00	1.16	-0.01	-0.02
4	4	3	1.16	0.01	-0.02	1.16	0.01	0.01



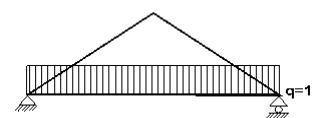
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone destro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.16	0.61	0.00	-1.16	-0.61	0.01
2	2	3	1.16	0.61	0.02	-1.16	1.84	-0.02
3	1	4	-1.16	-0.01	0.00	1.16	0.01	0.02
4	4	3	-1.16	0.01	-0.02	1.16	-0.01	-0.01

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2	2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
3	1	4	0.00	0.89	0.02	0.00	-1.56	-0.81
4	4	3	0.00	1.56	-0.81	0.00	-0.89	0.02



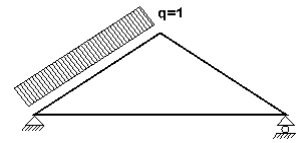
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2	2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
3	1	4	0.00	0.89	0.02	0.00	1.56	0.81
4	4	3	0.00	1.56	-0.81	0.00	0.89	-0.02

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.94	1.39	0.03	-0.94	-1.39	0.03
2	2	3	-1.68	0.00	-0.01	-1.68	0.00	0.00
3	1	4	1.48	-0.02	0.01	1.48	-0.02	-0.03
4	4	3	1.48	0.01	-0.03	1.48	0.01	0.00

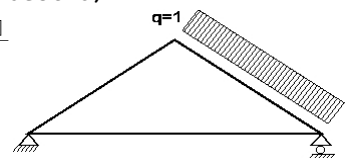
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.18	1.67	0.03	-1.48	0.78	-0.03
2	2	3	1.48	-0.78	-0.01	-1.48	0.78	0.00
3	1	4	-1.48	-0.02	0.01	1.48	0.02	0.03
4	4	3	-1.48	0.01	-0.03	1.48	-0.01	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	2	-1.68	0.00	0.00	-1.68	0.00	-0.01
2	2	3	-0.94	1.39	0.03	-0.94	-1.39	0.03
3	1	4	0.18	-0.01	0.00	0.18	-0.01	-0.03
4	4	3	0.18	0.02	-0.03	0.18	0.02	0.01

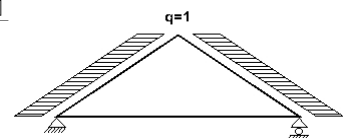
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.48	0.78	0.00	-1.48	-0.78	0.01
2	2	3	1.48	0.78	0.03	-0.18	1.67	-0.03
3	1	4	-0.18	-0.01	0.00	0.18	0.01	0.03
4	4	3	-0.18	0.02	-0.03	0.18	-0.02	-0.01

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	2	2.79	0.65	0.01	0.34	-0.65	0.02
2	2	3	-0.34	-0.65	-0.02	-2.79	0.65	-0.01
3	1	4	2.77	0.00	0.01	2.77	0.00	0.00
4	4	3	2.77	0.00	0.00	2.77	0.00	-0.01

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-2.77	-0.73	0.01	0.00	0.73	-0.02
2	2	3	0.00	-0.73	-0.02	-2.77	0.73	0.01
3	1	4	-2.77	0.00	0.01	2.77	0.00	0.00
4	4	3	-2.77	0.00	0.00	2.77	0.00	0.01

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

1.7.2. Forze interne

Forze interne, Carico, : (G) Proprio Gk1 = 2.236, Gk2 = 0.300, Gkf=1.50 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	-8.09	2.73	0.06	-5.18	-2.75	0.04	-6.64	0.00	1.95
2	2	3	-5.18	2.75	0.04	-8.09	-2.73	0.06	-6.64	0.00	1.95
3	1	4	5.86	1.55	0.05	5.86	-2.86	-1.56	5.86	0.00	0.72
4	4	3	5.86	2.86	-1.56	5.86	-1.55	0.05	5.86	0.00	0.72

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

Forze interne, Carico, : (Q1) Neve QksL= 3.600, QksR= 3.600 [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	2	-11.49	3.89	0.08	-7.36	-3.90	0.05	-9.43	0.00	2.77
2	2	3	-7.36	3.90	0.05	-11.49	-3.89	0.08	-9.43	0.00	2.77
3	1	4	8.33	-0.07	0.03	8.33	-0.07	-0.15	8.33	-0.07	-0.03
4	4	3	8.33	0.07	-0.15	8.33	0.07	0.03	8.33	0.07	-0.03

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

Forze interne, Carico, : (Q2) Neve QksL= 1.800, QksR= 3.600 [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	2	-8.10	1.94	0.04	-6.03	-1.96	0.01	-7.07	0.00	1.38
2	2	3	-5.00	3.90	0.07	-9.14	-3.89	0.08	-7.08	-0.01	2.77
3	1	4	6.25	-0.05	0.01	6.25	-0.05	-0.11	6.25	-0.05	-0.03
4	4	3	6.25	0.06	-0.11	6.25	0.06	0.03	6.25	0.06	-0.02

Forze interne, Carico, : (Q3) Neve QksL= 3.600, QksR= 1.800 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	-9.14	3.89	0.08	-5.00	-3.90	0.07	-7.08	0.01	2.77
2	2	3	-6.03	1.96	0.01	-8.10	-1.94	0.04	-7.07	0.00	1.38
3	1	4	6.25	-0.06	0.03	6.25	-0.06	-0.11	6.25	-0.06	-0.02
4	4	3	6.25	0.05	-0.11	6.25	0.05	0.01	6.25	0.05	-0.03

Forze interne, Carico, : (Q4) Vento QkwL=-0.365, QkwR=-0.905 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	1.86	-0.50	-0.01	1.86	0.51	0.00	1.86	0.00	-0.36
2	2	3	1.47	-1.26	-0.02	1.47	1.25	-0.02	1.47	0.00	-0.89
3	1	4	-0.71	0.02	0.00	-0.71	0.02	0.03	-0.71	0.02	0.01
4	4	3	-0.71	-0.02	0.03	-0.71	-0.02	-0.01	-0.71	-0.02	0.01

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

Forze interne, Carico, : (Q5) Vento QkwL=-0.905, QkwR=-0.365 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	1.47	-1.25	-0.02	1.47	1.26	-0.02	1.47	0.00	-0.89
2	2	3	1.86	-0.51	0.00	1.86	0.50	-0.01	1.86	0.00	-0.36
3	1	4	-1.41	0.02	-0.01	-1.41	0.02	0.03	-1.41	0.02	0.01
4	4	3	-1.41	-0.02	0.03	-1.41	-0.02	0.00	-1.41	-0.02	0.01

Forze interne, Carico, : (Qf) di esercizio Qkf = 4.500 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-0.02	-0.01	0.02	-0.02	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	0.01
2	2	3	-0.02	0.01	0.00	-0.02	0.01	0.02	-0.02	0.01	0.01
3	1	4	0.02	4.00	0.07	0.02	-7.02	-3.62	0.02	0.13	1.85
4	4	3	0.02	7.02	-3.62	0.02	-4.00	0.07	0.02	-0.13	1.85

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

Forze interne, Carico, : (Qi) Sovraccario (H) Qi = 1.500 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-4.79	1.62	0.03	-3.07	-1.63	0.02	-3.93	0.00	1.15
2	2	3	-3.07	1.63	0.02	-4.79	-1.62	0.03	-3.93	0.00	1.15
3	1	4	3.47	-0.03	0.01	3.47	-0.03	-0.06	3.47	-0.03	-0.01
4	4	3	3.47	0.03	-0.06	3.47	0.03	0.01	3.47	0.03	-0.01

(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	2	0.48	0.11	0.00	0.06	-0.11	0.00	0.27	0.00	0.08
2	2	3	-0.06	-0.11	0.00	-0.48	0.11	0.00	-0.27	0.00	-0.08
3	1	4	0.48	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00
4	4	3	0.48	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.48	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	2	-0.07	0.02	0.00	-0.04	-0.02	0.00	-0.05	0.00	0.02
2	2	3	-0.04	0.02	0.00	-0.07	-0.02	0.00	-0.05	0.00	0.02
3	1	4	0.05	0.02	0.00	0.05	-0.03	-0.02	0.05	0.00	0.01
4	4	3	0.05	0.03	-0.02	0.05	-0.02	0.00	0.05	0.00	0.01

1.7.3. Sforzi all'estremità dell'elemento**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (G) Proprio Gk1 = 2.236, Gk2 = 0.300, Gkf=1.50[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	5.86	6.20	0.06	-5.86	0.00	-0.04
2	2	3	5.86	0.00	0.04	-5.86	6.20	-0.06
3	1	4	-5.86	1.55	0.05	5.86	2.86	1.56
4	4	3	-5.86	2.86	-1.56	5.86	1.55	-0.05

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q1) Neve QksL= 3.600, QksR= 3.600[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	8.33	8.82	0.08	-8.33	0.00	-0.05
2	2	3	8.33	0.00	0.05	-8.33	8.82	-0.08
3	1	4	-8.33	-0.07	0.03	8.33	0.07	0.15
4	4	3	-8.33	0.07	-0.15	8.33	-0.07	-0.03

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q2) Neve QksL= 1.800, QksR= 3.600[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	6.25	5.51	0.04	-6.25	-1.10	-0.01
2	2	3	6.25	1.10	0.07	-6.25	7.72	-0.08
3	1	4	-6.25	-0.05	0.01	6.25	0.05	0.11
4	4	3	-6.25	0.06	-0.11	6.25	-0.06	-0.03

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q3) Neve QksL= 3.600, QksR= 1.800[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	6.25	7.72	0.08	-6.25	1.10	-0.07
2	2	3	6.25	-1.10	0.01	-6.25	5.51	-0.04
3	1	4	-6.25	-0.06	0.03	6.25	0.06	0.11
4	4	3	-6.25	0.05	-0.11	6.25	-0.05	-0.01

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q4) Vento QkwL=-0.365, QkwR=-0.905[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-1.41	-1.32	-0.01	1.88	0.42	0.00
2	2	3	-1.88	-0.42	-0.02	0.71	-1.79	0.02
3	1	4	0.71	0.02	0.00	-0.71	-0.02	-0.03
4	4	3	0.71	-0.02	0.03	-0.71	0.02	0.01

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Q5) Vento QkwL=-0.905, QkwR=-0.365[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.71	-1.79	-0.02	1.88	-0.42	0.02
2	2	3	-1.88	0.42	0.00	1.41	-1.32	0.01
3	1	4	1.41	0.02	-0.01	-1.41	-0.02	-0.03
4	4	3	1.41	-0.02	0.03	-1.41	0.02	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qf) di esercizio Qkf = 4.500[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.02	0.00	0.02	-0.02	0.00	0.00
2	2	3	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	-0.02
3	1	4	-0.02	4.00	0.07	0.02	7.02	3.62
4	4	3	-0.02	7.02	-3.62	0.02	4.00	-0.07

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qi) Sovraccario (H) Qi = 1.500[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	3.47	3.68	0.03	-3.47	0.00	-0.02
2	2	3	3.47	0.00	0.02	-3.47	3.67	-0.03
3	1	4	-3.47	-0.03	0.01	3.47	0.03	0.06
4	4	3	-3.47	0.03	-0.06	3.47	-0.03	-0.01

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.48	-0.13	0.00	0.00	0.13	0.00
2	2	3	0.00	-0.13	0.00	-0.48	0.13	0.00
3	1	4	-0.48	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00
4	4	3	-0.48	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Aey) AeY Sismica $q_v=0.006x(G+0.30xQ_{kf}+0.20xQ_{k1})$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.05	0.05	0.00	-0.05	0.00	0.00
2	2	3	0.05	0.00	0.00	-0.05	0.05	0.00
3	1	4	-0.05	0.02	0.00	0.05	0.03	0.02
4	4	3	-0.05	0.03	-0.02	0.05	0.02	0.00

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

1.7.4. spostamenti verticali dei nodi (in mm)

nodo	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qkf	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.36	-0.52	-0.39	-0.39	0.07	0.09	0.00	-0.69
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1.7.5. Reazioni agli appoggi (kN)

nodo	reaz.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qkf	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.70	0.70	0.00	0.00
1	Fy	7.75	8.75	5.46	7.66	-1.30	-1.78	4.00	3.64
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	7.75	8.75	7.66	5.46	-1.78	-1.30	4.00	3.64
4	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Fy	5.72	0.15	0.11	0.11	-0.03	-0.03	14.04	0.06

1.8. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi(kN)

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.236, Gk2 = 0.300, Gkf=1.50	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 3.600, QksR= 3.600	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.800, QksR= 3.600	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 3.600, QksR= 1.800	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.365, QkwR=-0.905	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.905, QkwR=-0.365	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 4.500	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.500	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				

1.8.1. Reazioni nel nodo : 1 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g.G$	Permanente	0.60	0.000	10.075	0.000	16.792	
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	0.000	23.194	0.000	25.771	
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	0.000	18.261	0.000	20.290	
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	0.000	21.568	0.000	23.965	
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	-1.052	8.123	-1.169	9.025	
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	1.052	7.411	1.169	8.234	
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	0.000	16.079	0.000	20.099	
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	0.000	15.542	0.000	17.268	
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-0.631	26.225	-0.702	29.139	
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.631	25.798	0.701	28.665	
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-0.631	21.292	-0.702	23.658	
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.631	20.865	0.701	23.183	
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-0.631	24.599	-0.702	27.333	
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.631	24.172	0.701	26.858	
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-1.052	21.509	-1.169	23.899	
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-1.052	18.055	-1.169	20.062	
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	-1.052	20.371	-1.169	22.634	
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	1.052	20.797	1.169	23.107	
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	1.052	17.343	1.169	19.270	
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	1.052	19.658	1.169	21.843	
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-0.631	24.091	-0.702	26.768	
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.631	23.664	0.701	26.293	
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-0.631	20.638	-0.702	22.931	
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.631	20.210	0.701	22.456	
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	-0.631	22.953	-0.702	25.503	
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.631	22.525	0.701	25.028	
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	-0.631	27.756	-0.702	30.840	
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	0.631	27.329	0.701	30.365	
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	-0.631	24.303	-0.702	27.003	
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	0.631	23.875	0.701	26.528	
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	-0.631	26.618	-0.702	29.575	
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	0.631	26.190	0.701	29.100	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	1.040	10.827	1.040	10.827	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	10.769	0.000	10.769	
	Valori massimi				1.052	27.756	1.169	30.840
35	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4=0.9G+1.5Q4$, (EQU)	Breve	0.90	-1.052	5.023	-1.169	5.581	
36	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5=0.9G+1.5Q5$, (EQU)	Breve	0.90	1.052	4.311	1.169	4.789	

1.8.2. Reazioni nel nodo : 4 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.G	Permanente	0.60	0.000	7.439	0.000	12.398	
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	0.000	7.661	0.000	8.512	
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	0.000	7.605	0.000	8.450	
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	0.000	7.605	0.000	8.450	
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	0.000	7.389	0.000	8.209	
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	0.000	7.388	0.000	8.209	
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	0.000	28.506	0.000	35.632	
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	0.000	7.531	0.000	8.368	
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.378	0.000	24.864	
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.378	0.000	24.864	
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.322	0.000	24.802	
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.322	0.000	24.802	
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.322	0.000	24.802	
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.322	0.000	24.802	
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.291	0.000	24.768	
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.252	0.000	24.725	
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.252	0.000	24.725	
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.291	0.000	24.768	
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.252	0.000	24.725	
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.252	0.000	24.725	
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	28.631	0.000	31.812	
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	28.631	0.000	31.812	
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	28.592	0.000	31.769	
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	28.592	0.000	31.769	
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	28.592	0.000	31.769	
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	28.592	0.000	31.769	
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.404	0.000	24.893	
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.404	0.000	24.893	
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.365	0.000	24.850	
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.365	0.000	24.850	
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.365	0.000	24.850	
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	22.365	0.000	24.850	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	9.965	0.000	9.965	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	10.029	0.000	10.029	
	Valori massimi				0.000	28.506	0.000	35.632
35	yg.G+yq.Q4=0.9G+1.5Q4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	5.100	0.000	5.666	
36	yg.G+yq.Q5=0.9G+1.5Q5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	5.100	0.000	5.666	

1.8.3. Reazioni nel nodo : 3 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.G	Permanente	0.60	0.000	10.075	0.000	16.792	
2	yg.G+yq.Q1	Breve	0.90	0.000	23.194	0.000	25.771	
3	yg.G+yq.Q2	Breve	0.90	0.000	21.568	0.000	23.965	
4	yg.G+yq.Q3	Breve	0.90	0.000	18.261	0.000	20.290	
5	yg.G+yq.Q4	Breve	0.90	0.000	7.411	0.000	8.234	
6	yg.G+yq.Q5	Breve	0.90	0.000	8.123	0.000	9.025	
7	yg.G+yq.Qf	Media	0.80	0.000	16.079	0.000	20.099	
8	yg.G+yq.Qi	Breve	0.90	0.000	15.542	0.000	17.268	
9	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	25.798	0.000	28.665	
10	yg.G+yq.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	26.226	0.000	29.139	
11	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	24.172	0.000	26.858	
12	yg.G+yq.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	24.600	0.000	27.333	
13	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	20.865	0.000	23.183	
14	yg.G+yq.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	21.292	0.000	23.658	
15	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	20.797	0.000	23.107	
16	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	19.658	0.000	21.843	
17	yg.G+yq.Q4+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	17.343	0.000	19.270	
18	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	21.509	0.000	23.899	
19	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	20.371	0.000	22.634	
20	yg.G+yq.Q5+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	18.055	0.000	20.062	
21	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	23.664	0.000	26.293	
22	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	24.091	0.000	26.768	
23	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	22.525	0.000	25.028	
24	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	22.953	0.000	25.503	
25	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4	Breve	0.90	0.000	20.210	0.000	22.456	
26	yg.G+yq.Qf+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5	Breve	0.90	0.000	20.638	0.000	22.931	
27	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	27.329	0.000	30.365	
28	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q1+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	27.756	0.000	30.840	
29	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	26.190	0.000	29.101	
30	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q2+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	26.618	0.000	29.575	
31	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q4+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	23.875	0.000	26.528	
32	yg.G+yq.Qi+yq.ψo.Q3+yq.ψo.Q5+yq.ψo.Qf	Breve	0.90	0.000	24.303	0.000	27.003	
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	10.827	0.000	10.827	
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	10.769	0.000	10.769	
	Valori massimi				0.000	27.756	0.000	30.840
35	yg.G+yq.Q4=0.9G+1.5Q4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	4.310	0.000	4.789	
36	yg.G+yq.Q5=0.9G+1.5Q5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	5.023	0.000	5.581	

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

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef
(Gk) Proprio	Gk1 = 2.236, Gk2 = 0.300, Gkf=1.500	1.943	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 3.600, QksR= 3.600	3.129	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 1.800, QksR= 3.600	1.564	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 3.600, QksR= 1.800	3.129	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL=-0.365, QkwR=-0.905	-0.359	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.905, QkwR=-0.365	-0.890	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qkf) di esercizio	Qkf = 4.500	0.000	Media	0.70	0.50	0.30	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.943	3.109
2 Gk + Qk1	5.072	6.614
3 Gk + Qk2	3.508	4.861
4 Gk + Qk3	5.072	6.614
5 Gk + Qk4	1.943	3.109
6 Gk + Qk5	1.943	3.109
7 Gk + Qkf	1.943	3.109
8 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk4$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	5.072	6.614
9 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk5$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	5.072	6.614
10 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk4$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	3.508	4.861
11 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk5$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	3.508	4.861
12 Gk + Qk3 + $\psi_0 \cdot Qk4$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	5.072	6.614
13 Gk + Qk3 + $\psi_0 \cdot Qk5$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	5.072	6.614
14 Gk + Qk4 + $\psi_0 \cdot Qk1$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	4.133	5.675
15 Gk + Qk4 + $\psi_0 \cdot Qk2$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	3.038	4.392
16 Gk + Qk4 + $\psi_0 \cdot Qk3$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	4.133	5.675
17 Gk + Qk5 + $\psi_0 \cdot Qk1$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	4.133	5.675
18 Gk + Qk5 + $\psi_0 \cdot Qk2$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	3.038	4.392
19 Gk + Qk5 + $\psi_0 \cdot Qk3$ + $\psi_0 \cdot Qkf$	4.133	5.675
20 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk1$ + $\psi_0 \cdot Qk4$	4.133	5.675
21 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk1$ + $\psi_0 \cdot Qk5$	4.133	5.675
22 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk2$ + $\psi_0 \cdot Qk4$	3.038	4.392
23 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk2$ + $\psi_0 \cdot Qk5$	3.038	4.392
24 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk3$ + $\psi_0 \cdot Qk4$	4.133	5.675
25 Gk + Qkf + $\psi_0 \cdot Qk3$ + $\psi_0 \cdot Qk5$	4.133	5.675

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

Massimi valori della freccia a metà asta 1

$w_{inst} = 5.072$ mm, $w_{fin} = 6.614$ mm

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

$w_{inst} = 5.072$ mm < $L/300 = 2774/300 = 9.245$ mm

$w_{net,fin} = 6.614$ mm < $L/250 = 2774/250 = 11.094$ mm

$w_{fin} = 6.614$ mm < $L/150 = 2774/150 = 18.490$ mm

La verifica è soddisfatta

1.9.2. Stato limite di servizio (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Deformazione a flessione a metà asta 3** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef		
(Gk) Proprio	Gk1 = 2.236, Gk2 = 0.300, Gkf=1.500	0.449	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60		
(Qk1) Neve	QksL= 3.600, QksR= 3.600	0.000	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk2) Neve	QksL= 1.800, QksR= 3.600	0.000	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk3) Neve	QksL= 3.600, QksR= 1.800	0.000	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60		
(Qk4) Vento	QkwL=-0.365, QkwR=-0.905	0.000	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		
(Qk5) Vento	QkwL=-0.905, QkwR=-0.365	0.000	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60		
(Qkf) di esercizio	Qkf = 4.500	1.122	Media	0.70	0.50	0.30	0.60		

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.449	0.718
2 Gk + Qk1	0.449	0.718
3 Gk + Qk2	0.449	0.718
4 Gk + Qk3	0.449	0.718
5 Gk + Qk4	0.449	0.718
6 Gk + Qk5	0.449	0.718
7 Gk + Qkf	1.570	2.041
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
9 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
11 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
13 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
16 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
19 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qkf	1.234	1.705
20 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk4	1.570	2.041
21 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk1 + ψ_0 .Qk5	1.570	2.041
22 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk4	1.570	2.041
23 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk2 + ψ_0 .Qk5	1.570	2.041
24 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk4	1.570	2.041
25 Gk + Qkf + ψ_0 .Qk3 + ψ_0 .Qk5	1.570	2.041

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

Massimi valori della freccia a metà asta 3

$w_{inst} = 1.570$ mm, $w_{fin} = 2.041$ mm

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

Deformazioni finali a metà asta 3

$w_{inst} = 1.570$ mm < $L/300 = 2450/300 = 8.167$ mm

$w_{net,fin} = 2.041$ mm < $L/250 = 2450/250 = 9.800$ mm

$w_{fin} = 2.041$ mm < $L/150 = 2450/150 = 16.333$ mm

La verifica è soddisfatta

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

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

No.	Frequenza[Hz]	Periodo[sec]
1	14.20579	0.07039
2	24.50295	0.04081
3	27.66024	0.03615
4	29.89534	0.03345

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.236, Gk2 = 0.300, Gkf=1.50	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 3.600, QksR= 3.600	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.800, QksR= 3.600	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 3.600, QksR= 1.800	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.365, QkwR=-0.905	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.905, QkwR=-0.365	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qkf) di esercizio Qkf = 4.500	Media		0.00	1.50	0.70
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.500	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.30xQkf+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	yg.G	Permanente	0.60	-17.522	0.000	5.956	4.223
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-30.837	0.000	10.479	7.424
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-26.912	0.000	10.470	7.436
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-26.912	0.000	10.470	7.436
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-11.682	0.000	3.971	2.815
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-11.682	0.000	3.971	2.815
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-13.172	0.000	4.483	3.189
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-19.663	0.000	6.682	4.736
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-30.856	0.000	10.489	7.438
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-30.856	0.000	10.489	7.438
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-26.931	0.000	10.480	7.450
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-26.931	0.000	10.480	7.450
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-26.931	0.000	10.480	7.450
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-26.931	0.000	10.480	7.450
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.109	0.000	8.536	6.055
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-22.361	0.000	8.530	6.063
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-22.362	0.000	8.530	6.063
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.109	0.000	8.536	6.055
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-22.361	0.000	8.530	6.063
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-22.362	0.000	8.530	6.063
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-25.117	0.000	8.541	6.061
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-25.117	0.000	8.541	6.061
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-22.370	0.000	8.535	6.069
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-22.370	0.000	8.535	6.069
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-22.370	0.000	8.535	6.069
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-22.370	0.000	8.535	6.069
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-33.091	0.000	11.248	7.976
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-33.091	0.000	11.248	7.976
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-30.343	0.000	11.242	7.984
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-30.343	0.000	11.242	7.984
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-30.343	0.000	11.242	7.984
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Q	Breve	0.90	-30.343	0.000	11.242	7.984
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-7.248	0.000	2.429	1.724
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-6.971	0.000	2.370	1.681
	Valori massimi			-33.091	0.000	11.248	7.984

1.11.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2**Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 28****Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d} = -29.782 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.4)**Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=16\,875 \text{ mm}^2$ 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) $F_{c0d} = -29.782 \text{ kN}$, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 29.782 / 16875 = 1.76 \text{ N/mm}^2 < 12.60 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$ (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 28**Taglio, $F_v = 10.123 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)**Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 75 = 50 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=11\,250 \text{ mm}^2$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{vk}=4.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.90 \times 4.00 / 1.50 = 2.40 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.2.14) $F_v = 10.123 \text{ kN}$, $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 10.123 / 11250 = 1.35 \text{ N/mm}^2 < 2.40 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 30**Flessione, $M_{yd} = 7.185 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)**Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=1.688 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.328 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=2.109 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ $f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1 \text{ E}+06 \times 7.185 / 6.328 \text{ E}+005 = 11.35 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1 \text{ E}+06 \times 0.000 / 2.109 \text{ E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.789 + 0.000 = 0.79 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.552 + 0.000 = 0.55 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 28**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -29.782 \text{ kN}$, $M_{yd} = 7.178 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (§6.2.4)**Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=1.688 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.328 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=2.109 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60 \text{ N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ $f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 29.782 / 16875 = 1.76 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1 \text{ E}+06 \times 7.178 / 6.328 \text{ E}+005 = 11.34 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1 \text{ E}+06 \times 0.000 / 2.109 \text{ E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$ $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.020 + 0.788 + 0.000 = 0.81 < 1$ (EC5 Eq.6.19) $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.020 + 0.551 + 0.000 = 0.57 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 30**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -26.220 \text{ kN}$, $M_{yd} = 7.185 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (§6.2.4)**Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=1.688 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.328 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$, $W_z=2.109 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60 \text{ N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ $f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 26.220 / 16875 = 1.55 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \text{E} + 06 \times 7.185 / 6.328 \text{E} + 005 = 11.35 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \text{E} + 06 \times 0.000 / 2.109 \text{E} + 005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.015 + 0.789 + 0.000 = 0.80 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.19})$$

$$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.015 + 0.552 + 0.000 = 0.57 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.20})$$

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 28

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -29.782 \text{ kN}$, $M_{yd} = 7.178 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=1.688 \text{E} + 004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.328 \text{E} + 005 \text{ mm}^3$, $W_z=2.109 \text{E} + 005 \text{ mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=7400 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 29.782 / 16875 = 1.76 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \text{E} + 06 \times 7.178 / 6.328 \text{E} + 005 = 11.34 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \text{E} + 06 \times 0.000 / 2.109 \text{E} + 005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 2.774 = 2.774 \text{ m} = 2774 \text{ mm} \quad (\text{più sfavorevole})$$

$$S_{kz} = 0.11 \times 2.774 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm} \quad (\text{lunghezza efficace/lunghezza totale} = 0.30 / 2.77 = 0.11)$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 2774 / 65 = 42.67$$

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

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 40.11 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.72 \quad (\text{EC5 Eq.6.21})$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 392.56 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.23 \quad (\text{EC5 Eq.6.22})$$

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

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.80, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.866 \quad (\text{Eq.6.27 6.25})$$

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

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.162 + 0.788 + 0.000 = 0.95 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.23})$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.140 + 0.551 + 0.000 = 0.69 < 1 \quad (\text{EC5 Eq.6.24})$$

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 30

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -26.220 \text{ kN}$, $M_{yd} = 7.185 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Sezione rettangolare, $b=75 \text{ mm}$, $h=225 \text{ mm}$, $A=1.688 \text{E} + 004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.328 \text{E} + 005 \text{ mm}^3$, $W_z=2.109 \text{E} + 005 \text{ mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=7400 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 26.220 / 16875 = 1.55 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my}, \text{netto} = 1 \text{E} + 06 \times 7.185 / 6.328 \text{E} + 005 = 11.35 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz}, \text{netto} = 1 \text{E} + 06 \times 0.000 / 2.109 \text{E} + 005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 2.774 = 2.774 \text{ m} = 2774 \text{ mm} \quad (\text{più sfavorevole})$$

$$S_{kz} = 0.11 \times 2.774 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm} \quad (\text{lunghezza efficace/lunghezza totale} = 0.30 / 2.77 = 0.11)$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 2774 / 65 = 42.67$$

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

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda_y^2 = 40.11 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.72 \text{ (EC5 Eq.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda_z^2 = 392.56 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.23 \text{ (EC5 Eq.6.22)}$$

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

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.80, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.866 \text{ (Eq.6.27 6.25)}$$

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

$$\sigma_{0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.142 + 0.789 + 0.000 = 0.93 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.23)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{my} \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.123 + 0.552 + 0.000 = 0.68 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.24)}$$

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 30

Stabilità laterale, Myd=7.185 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

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

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

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

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

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

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

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 7.185 / 6.328E+005 = 11.35 \text{ N/mm}^2$$

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

Lunghezza libera di inflessione Sk

$$S_{ky} = 1.00 \times 2.774 = 2.774 \text{ m} = 2774 \text{ mm (più sfavorevole)}$$

$$S_{kz} = 0.11 \times 2.774 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm (lunghezza efficace/lunghezza totale} = 0.30 / 2.77 = 0.11)$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 2774 / 65 = 42.67$$

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

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E 005 / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 75^2 \times 7400 / (225 \times 2496) = 57.81 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Eq.6.32)}$$

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E 005 / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 225^2 \times 7400 / (75 \times 300) = 12987.00 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Eq.6.32)}$$

Tensioni critiche

$$\sigma_{m,crity} = 57.81 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m,crity}} = 0.64 \text{ (EC5 Eq.6.30)}$$

$$\sigma_{m,critz} = 12987.00 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,mz} = \sqrt{f_{mzk} / \sigma_{m,critz}} = 0.04 \text{ (EC5 Eq.6.30)}$$

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

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

$$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.789 + 0.000 = 0.79 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.33)}$$

$$K_{my} \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.552 + 0.000 = 0.55 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.33)}$$

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0
(Gk) Proprio Gk1 = 2.236, Gk2 = 0.300, Gkf=1.50	Permanente		1.30	0.00
(Qk1) Neve QksL= 3.600, QksR= 3.600	Breve		0.00	1.50
(Qk2) Neve QksL= 1.800, QksR= 3.600	Breve		0.00	1.50
(Qk3) Neve QksL= 3.600, QksR= 1.800	Breve		0.00	1.50
(Qk4) Vento QkwL=-0.365, QkwR=-0.905	Breve		0.00	1.50
(Qk5) Vento QkwL=-0.905, QkwR=-0.365	Breve		0.00	1.50
(Qkf) di esercizio Qkf = 4.500	Media		0.00	1.50
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.500	Breve		0.00	1.50
(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	12.707	6.199	3.374
2	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1$	Breve	0.90	0.000	22.356	4.256	2.504
3	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2$	Breve	0.90	0.000	18.885	4.230	2.440
4	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3$	Breve	0.90	0.000	18.885	4.230	2.440
5	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4$	Breve	0.90	0.000	7.293	4.107	2.192
6	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5$	Breve	0.90	0.000	6.124	4.107	2.192
7	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf$	Media	0.80	0.000	9.564	17.816	9.327
8	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qi$	Breve	0.90	0.000	14.257	4.184	2.355
9	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	21.670	12.433	6.698
10	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	20.969	12.433	6.698
11	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	18.199	12.405	6.635
12	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	17.498	12.408	6.635
13	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	18.199	12.408	6.635
14	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	17.498	12.405	6.635
15	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	17.034	12.386	6.599
16	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	14.604	12.364	6.555
17	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q4+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	14.604	12.368	6.555
18	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	15.865	12.386	6.599
19	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	13.435	12.368	6.555
20	$\gamma_g.G+\gamma_q.Q5+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Qf$	Breve	0.90	0.000	13.435	12.364	6.555
21	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	17.514	15.907	8.434
22	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q1+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	16.813	15.907	8.434
23	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	15.084	15.887	8.390
24	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q2+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	14.383	15.889	8.390
25	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q4$	Breve	0.90	0.000	15.084	15.889	8.390
26	$\gamma_g.G+\gamma_q.Qf+\gamma_q.\psi_0.Q3+\gamma_q.\psi_0.Q5$	Breve	0.90	0.000	14.383	15.887	8.390
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	23.290	12.448	6.728
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	22.589	12.448	6.728
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	20.860	12.427	6.683
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	20.159	12.430	6.683
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	20.860	12.430	6.683
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	20.159	12.427	6.683
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	5.343	3.322	1.784
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	5.056	3.343	1.795
	Valori massimi				0.000	23.290	17.816
							9.327

1.11.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 3, 4**Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 27****Trazione parallela alla fibratura, $F_{t0d}=20.961$ 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) $F_{t0d}=20.961$ kN, $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 20.961 / 16875 = 1.24$ N/mm² < 8.40 N/mm² = f_{t0d} (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7**Taglio, $F_v=14.253$ 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) $F_v=14.253$ kN, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 14.253 / 11250 = 1.90$ N/mm² < 2.13 N/mm² = f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7**Flessione, $M_{yd}=7.462$ 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) $f_{yk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.50 = 12.80$ 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)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 7.462 / 6.328E+005 = 11.79$ N/mm² $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.921 + 0.000 = 0.92 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.645 + 0.000 = 0.64 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 27**Flessione e trazione assiale combinate, $F_{t0d}=20.961$ kN, $M_{yd}=6.055$ 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 $f_{yk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ 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)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 20.961 / 16875 = 1.24$ N/mm² $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1E+06 \times 6.055 / 6.328E+005 = 9.57$ N/mm² $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.148 + 0.664 + 0.000 = 0.81 < 1$ (EC5 Eq.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.148 + 0.465 + 0.000 = 0.61 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7**Flessione e trazione assiale combinate, $F_{t0d}=7.651$ kN, $M_{yd}=7.462$ 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 $f_{yk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.50 = 12.80$ 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))
 $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 7.651/16875= 0.45 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my, netto}=1E+06 \times 7.462/6.328E+005=11.79 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz, netto}=1E+06 \times 0.000/2.109E+005= 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m.\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.061+0.921+0.000= 0.98 < 1$ (EC5 Eq.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_m.\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.061+0.645+0.000= 0.71 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

1.12. Progetto delle unioni

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

Bulloni del giunto e piastre del giunto

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

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

Proprietà della sezione

Spessore del legname $d=75.0$ mm, spessore della piastra in acciaio $t=2.0$ mm

Proprietà dei bulloni (EC5 §8.5.1)

Diametro dei bulloni $d=4.0$ mm, diametro rondella ≥ 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)

$t_2=23.7$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0$ mm

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

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.608 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.335 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.604 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.60 \times 1.335 / 1.50 = 2.136 \text{ kN}$

Azione di lunga durata

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

$t_2=23.7$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0$ mm

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

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.608 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.335 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.604 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.80 \times 1.335 / 1.50 = 2.848 \text{ kN}$

Azione di breve durata

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

$t_2=23.7$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0$ mm

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

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.608 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.335 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.604 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.90 \times 1.335 / 1.50 = 3.204 \text{ kN}$

Azione Accidentale

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 1.00 \times 1.335 / 1.00 = 5.340 \text{ kN}$

Ipotesi per la progettazione di unioni con bulloni

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

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 1 e 2, al nodo 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=100mmx90mm, 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 collegamenton= 5, ($n_{ef}=1.00n$), $A=63\text{mm}^2$, $r=24\text{mm}$, $W_p=1477\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 2 ,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	yg.G	Permanente	0.60	-7.624	-0.047	0.906 <	2.136
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-20.121	-0.124	2.392 <	3.204
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-17.076	-0.038	1.828 <	3.204
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-17.076	-0.171	2.213 <	3.204
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-7.624	-0.047	0.906 <	3.204
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-7.624	-0.047	0.906 <	3.204
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-7.651	-0.047	0.909 <	2.848
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-12.831	-0.079	1.525 <	3.204
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-20.140	-0.124	2.393 <	3.204
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-20.140	-0.124	2.393 <	3.204
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.095	-0.038	1.830 <	3.204
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.095	-0.038	1.830 <	3.204
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.095	-0.171	2.215 <	3.204
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-17.095	-0.171	2.215 <	3.204
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-16.391	-0.101	1.948 <	3.204
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-14.251	-0.040	1.553 <	3.204
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-14.251	-0.134	1.823 <	3.204
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-16.391	-0.101	1.948 <	3.204
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-14.251	-0.040	1.553 <	3.204
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-14.251	-0.134	1.823 <	3.204
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-16.399	-0.101	1.949 <	3.204
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-16.399	-0.101	1.949 <	3.204
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-14.259	-0.040	1.554 <	3.204
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-14.259	-0.040	1.554 <	3.204
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-14.259	-0.134	1.823 <	3.204
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-14.259	-0.134	1.823 <	3.204
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.598	-0.133	2.567 <	3.204
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.598	-0.133	2.567 <	3.204
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.445	-0.072	2.172 <	3.204
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.445	-0.072	2.172 <	3.204
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.445	-0.166	2.442 <	3.204
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.445	-0.166	2.442 <	3.204
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-7.537	-0.051	0.910 <	5.340
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-7.585	-0.047	0.901 <	5.340

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	-7.624	-0.047	18 <	131
2	yg.G+vg.Q1	Breve	0.90	-20.121	-0.124	47 <	196
3	yg.G+vg.Q2	Breve	0.90	-17.076	-0.038	35 <	196
4	yg.G+vg.Q3	Breve	0.90	-17.076	-0.171	46 <	196
5	yg.G+vg.Q4	Breve	0.90	-7.624	-0.047	18 <	196
6	yg.G+vg.Q5	Breve	0.90	-7.624	-0.047	18 <	196
7	yg.G+vg.Qf	Media	0.80	-7.651	-0.047	18 <	175
8	yg.G+vg.Qi	Breve	0.90	-12.831	-0.079	30 <	196
9	yg.G+vg.Q1+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-20.140	-0.124	47 <	196
10	yg.G+vg.Q1+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-20.140	-0.124	47 <	196
11	yg.G+vg.Q2+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.095	-0.038	35 <	196
12	yg.G+vg.Q2+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.095	-0.038	35 <	196
13	yg.G+vg.Q3+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.095	-0.171	46 <	196
14	yg.G+vg.Q3+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-17.095	-0.171	46 <	196
15	yg.G+vg.Q4+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-16.391	-0.101	39 <	196
16	yg.G+vg.Q4+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-14.251	-0.040	30 <	196
17	yg.G+vg.Q4+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-14.251	-0.134	37 <	196
18	yg.G+vg.Q5+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-16.391	-0.101	39 <	196
19	yg.G+vg.Q5+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-14.251	-0.040	30 <	196
20	yg.G+vg.Q5+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-14.251	-0.134	37 <	196
21	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-16.399	-0.101	39 <	196
22	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-16.399	-0.101	39 <	196
23	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-14.259	-0.040	30 <	196
24	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-14.259	-0.040	30 <	196
25	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Q4	Breve	0.90	-14.259	-0.134	37 <	196
26	yg.G+vg.Qf+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Q5	Breve	0.90	-14.259	-0.134	37 <	196
27	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-21.598	-0.133	51 <	196
28	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q1+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-21.598	-0.133	51 <	196
29	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-19.445	-0.072	42 <	196
30	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q2+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-19.445	-0.072	42 <	196
31	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Q4+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-19.445	-0.166	50 <	196
32	yg.G+vg.Qi+vg. ψ o.Q3+vg. ψ o.Q5+vg. ψ o.Qf	Breve	0.90	-19.445	-0.166	50 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-7.537	-0.051	18 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-7.585	-0.047	18 <	240

1.12.3. Stato limite ultimo

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 1 e 3, al nodo 1

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=95mmx100mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

7 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= 7, ($n_{ef}=1.34n$), $A=88\text{mm}^2$, $r=32\text{mm}$, $W_p=1931\text{mm}^3$

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

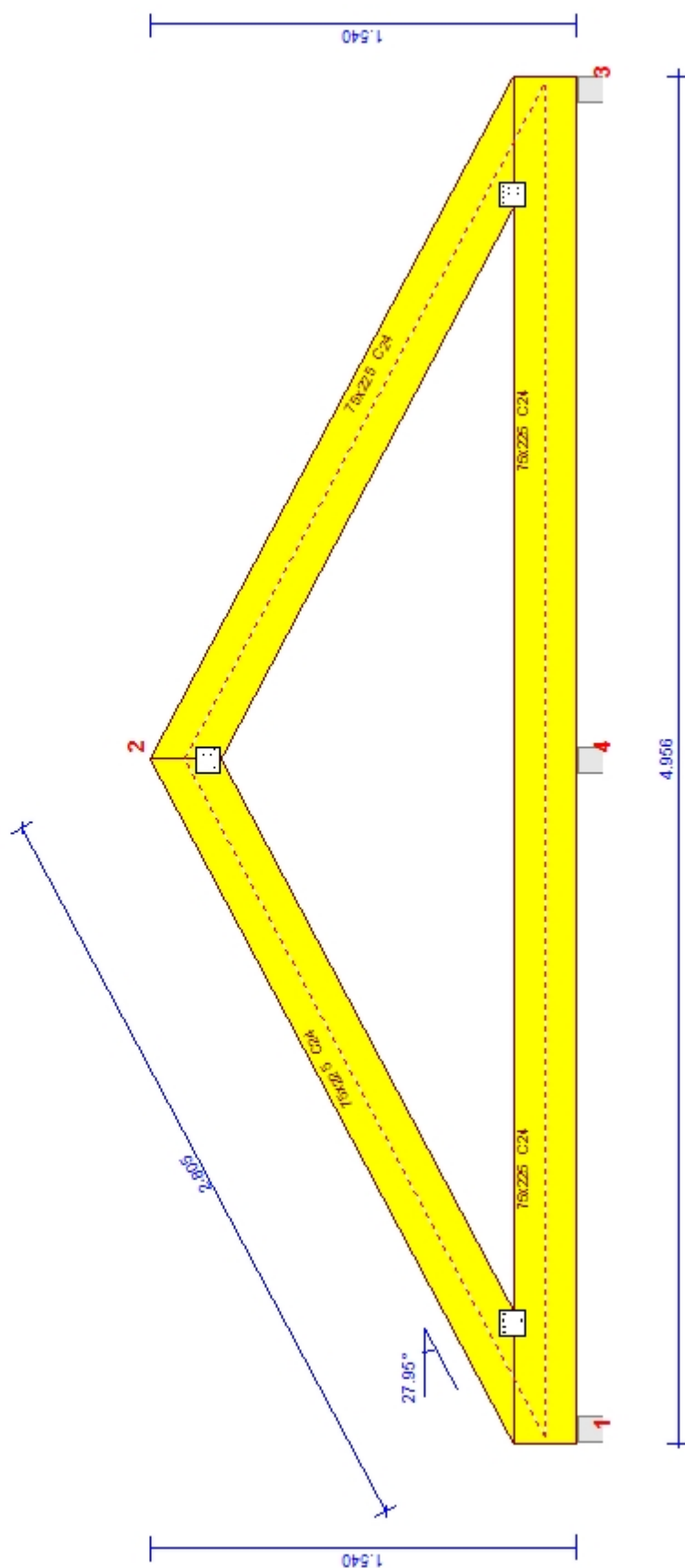
Sforzi nel nodo 1 ,dall'elemento 1, al centro della unioni F(forza) M(momento)**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	vg.G	Permanente	0.60	-11.096	-0.039	0.916 <	2.136
2	vg.G+vg.Q1	Breve	0.90	-29.295	-0.124	2.481 <	3.204
3	vg.G+vg.Q2	Breve	0.90	-23.567	-0.132	2.102 <	3.204
4	vg.G+vg.Q3	Breve	0.90	-25.975	-0.073	2.083 <	3.204
5	vg.G+vg.Q4	Breve	0.90	-11.096	-0.039	0.916 <	3.204
6	vg.G+vg.Q5	Breve	0.90	-11.096	-0.039	0.916 <	3.204
7	vg.G+vg.Qf	Media	0.80	-11.115	-0.004	0.808 <	2.848
8	vg.G+vg.Qi	Breve	0.90	-18.679	-0.074	1.568 <	3.204
9	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-29.308	-0.099	2.405 <	3.204
10	vg.G+vg.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-29.308	-0.099	2.405 <	3.204
11	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.581	-0.107	2.025 <	3.204
12	vg.G+vg.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.581	-0.107	2.025 <	3.204
13	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.988	-0.049	2.008 <	3.204
14	vg.G+vg.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.988	-0.049	2.008 <	3.204
15	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.848	-0.074	1.935 <	3.204
16	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.836	-0.080	1.669 <	3.204
17	vg.G+vg.Q4+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.521	-0.039	1.657 <	3.204
18	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.848	-0.074	1.935 <	3.204
19	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.836	-0.080	1.669 <	3.204
20	vg.G+vg.Q5+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.521	-0.039	1.657 <	3.204
21	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-23.854	-0.063	1.903 <	3.204
22	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-23.854	-0.063	1.903 <	3.204
23	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-19.842	-0.069	1.636 <	3.204
24	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-19.842	-0.069	1.636 <	3.204
25	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4	Breve	0.90	-21.527	-0.028	1.625 <	3.204
26	vg.G+vg.Qf+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5	Breve	0.90	-21.527	-0.028	1.625 <	3.204
27	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-31.431	-0.109	2.587 <	3.204
28	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q1+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-31.431	-0.109	2.587 <	3.204
29	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-27.415	-0.115	2.321 <	3.204
30	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q2+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-27.415	-0.115	2.321 <	3.204
31	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q4+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-29.100	-0.074	2.308 <	3.204
32	vg.G+vg.Qi+vg.ψo.Q3+vg.ψo.Q5+vg.ψo.Qf	Breve	0.90	-29.100	-0.074	2.308 <	3.204
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-10.548	-0.025	0.830 <	5.340
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-11.036	-0.035	0.897 <	5.340

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.G	Permanente	0.60	-11.096	-0.039	22 <	131
2	yg.G+yg.Q1	Breve	0.90	-29.295	-0.124	61 <	196
3	yg.G+yg.Q2	Breve	0.90	-23.567	-0.132	51 <	196
4	yg.G+yg.Q3	Breve	0.90	-25.975	-0.073	51 <	196
5	yg.G+yg.Q4	Breve	0.90	-11.096	-0.039	22 <	196
6	yg.G+yg.Q5	Breve	0.90	-11.096	-0.039	22 <	196
7	yg.G+yg.Qf	Media	0.80	-11.115	-0.004	20 <	175
8	yg.G+yg.Qi	Breve	0.90	-18.679	-0.074	38 <	196
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-29.308	-0.099	59 <	196
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-29.308	-0.099	59 <	196
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.581	-0.107	49 <	196
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.581	-0.107	49 <	196
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.988	-0.049	49 <	196
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-25.988	-0.049	49 <	196
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.848	-0.074	47 <	196
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.836	-0.080	41 <	196
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.521	-0.039	41 <	196
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-23.848	-0.074	47 <	196
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-19.836	-0.080	41 <	196
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-21.521	-0.039	41 <	196
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-23.854	-0.063	47 <	196
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-23.854	-0.063	47 <	196
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-19.842	-0.069	40 <	196
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-19.842	-0.069	40 <	196
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4	Breve	0.90	-21.527	-0.028	40 <	196
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5	Breve	0.90	-21.527	-0.028	40 <	196
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-31.431	-0.109	63 <	196
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q1+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-31.431	-0.109	63 <	196
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-27.415	-0.115	57 <	196
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q2+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-27.415	-0.115	57 <	196
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q4+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-29.100	-0.074	57 <	196
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψo.Q3+yg.ψo.Q5+yg.ψo.Qf	Breve	0.90	-29.100	-0.074	57 <	196
33	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedX	Accidental	1.00	-10.548	-0.025	20 <	240
34	G+0.3xQf+0.2xQ1 + AedY	Accidental	1.00	-11.036	-0.035	22 <	240

Scala 1:25



Unione chiodata al nodo 1

(nodo a x=0.405 m, y=0.112 m)

piastre: 95x100x2.0mm

bullone: 4.0mm [14] [7+7]

Unione chiodata al nodo 2

(nodo a x=2.450 m, y=1.173 m)

piastre: 100x90x2.0mm

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

Unione chiodata al nodo 3

(nodo a x=4.495 m, y=0.112 m)

piastre: 95x100x2.0mm

bullone: 4.0mm [14] [7+7]