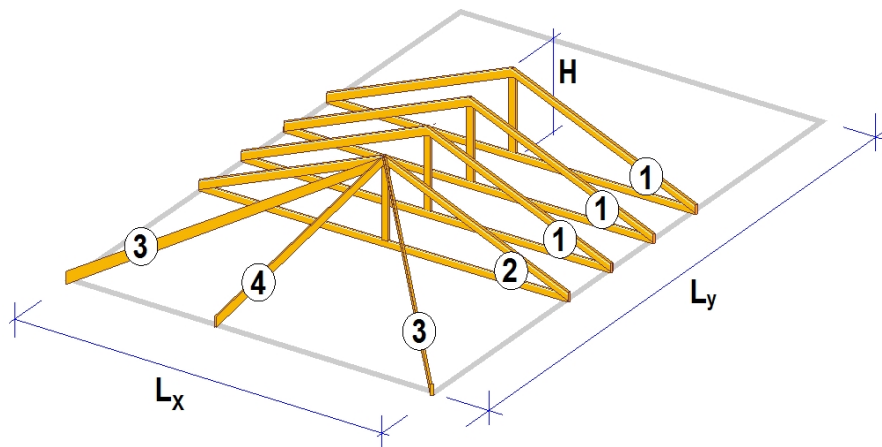


1. PADIGLIONE-05-1

Tetto con capriate



1.1. Descrizione tecnica

1.1.1. Tipologia costruttiva

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

Luce della capriata 8.000m, altezza 1.800m, inclinazione 24.23°, interasse delle capriate 2.100m

Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm

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

Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]

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

Elementi 5, 6, sezione 75x175 [mm]

Elementi 7, sezione 75x175 [mm]

Elementi 8, 9, sezione 75x175 [mm]

Volume della capriata = 0.334 m³, peso proprio della capriata = 1.115 kN

1.1.2. Normative di calcolo

Norme Tecniche per le Costruzioni (DM2008)

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

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

DM2008, §3.4, Azioni della neve

DM2008, §3.3, Azioni del vento

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

1.1.3. Metodo di calcolo

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

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

Classe del legno : C22

Classe di servizio : Classe 1, umidità $\leq 12\%$ (DM2008 §4.4.5)

Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)

Valori caratteristici del legname

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

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

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

$G_m = 630$ MPa, $\rho_k = 340$ Kg/m³

1.1.5. Carichi distribuiti sulla copertura

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

Travetti, assito, isolamento

$G_t = 0.100$ kN/m² $G_e + G_t = 0$

Peso del controsoffitto del tetto

$G_c = 0.000$ kN/m²

Carico della neve sul terreno

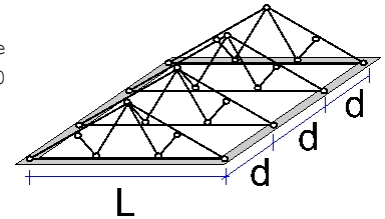
$S_k = 1.500$ kN/m²

Pressione del vento sulle superfici vert.

$Q_w = 0.754$ kN/m²

Carico (categoria H)

$Q_i = 0.500$ kN/m²

**1.2. Azioni della neve (DM2008, §3.4)**

Carico neve al suolo S_k (DM2008, §3.4.2)

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

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

$q_{sk} = 1.500$ kN/m² ($a_s = 200 \leq 200$ m)

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

Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)

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

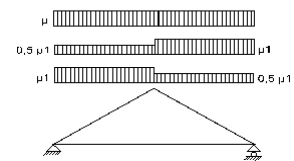
Coefficiente di esposizione : $C_e = 1.000$ (DM2008 §5.2(7))

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

Fattori di forma, $\alpha_1 = \alpha_2 = 24.23^\circ$, $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.800$ (Tab. 3.4.II)

$S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.200$ kN/m² (§3.4.1)

$S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.200$ kN/m²



Azioni della neve (DM2008, §3.4.1)

Combinazione di carico (I), $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 1.200$ kN/m², $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 1.200$ kN/m²

Combinazione di carico (II), $S(\text{Sinistra}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.600$ kN/m², $S(\text{Destra}) = S(\alpha_2) = 1.200$ kN/m²

Combinazione di carico (III), $S(\text{Sinistra}) = S(\alpha_1) = 1.200$ kN/m², $S(\text{Destra}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.600$ kN/m²

1.3. Azioni del vento (DM2008 §3.3)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

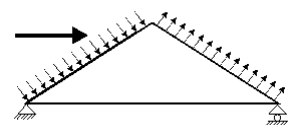
Pressione del vento $p_f = C_p \cdot q_b$ (DM2008, §3.3.7.1)

Coefficiente di forma C_p (DM2008 §3.3.7.1)

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

Pressione del vento $p_f(\text{Sinistra}) = -0.206$ kN/m²

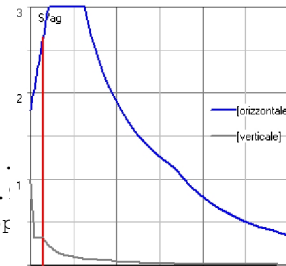
Pressione del vento $p_f(\text{Destra}) = -0.302$ kN/m²



1.4. Progettazione della capriata

Caratteristiche geometriche della capriata

Lunghezza $L=8.000$ m, altezza $H=1.800$ m, interasse capriate $d=2.1$.
 Inclinazione $=45.00\%$, angolo $\alpha=24.23^\circ$, $\tan\alpha=0.450$, $\sin\alpha=0.410$, $\cos\alpha=0.913$.
 Numero dei nodi = 6, numero degli elementi = 9, numero degli appoggi = 3



Coordinate dei nodi

Caratteristiche degli elementi della capriata

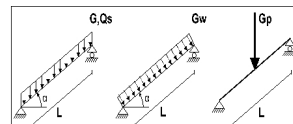
Nodo	x[m]	y[m]	Sup.	Elemento	K1	K2	b x h [mm]	L [m]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy [mm ³]
1	0.000	0.000	11	1	1	5	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
2	4.000	1.800		2	5	2	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
3	8.000	0.000	01	3	6	3	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
4	4.000	0.000		4	2	6	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
5	2.000	0.900		5	1	4	75x175	4.000	1.313E+004	3.350E+007	3.828E+005
6	6.000	0.900		6	4	3	75x175	4.000	1.313E+004	3.350E+007	3.828E+005
				7	4	2	75x175	1.800	1.313E+004	3.350E+007	3.828E+005
				8	5	4	75x175	2.193	1.313E+004	3.350E+007	3.828E+005
				9	4	6	75x175	2.193	1.313E+004	3.350E+007	3.828E+005

Carico lineare per capriata

Massa volumica del legname $=340.00$ kg/m³, peso proprio della capriata $=1.115$ kN
 Interasse delle capriate $d=2.10$ m, peso delle unioni delle capriate $=0.111$ kN

Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate

Manto di copertura + peso proprio $Gk1= 1.413$ kN/m
 Controsoffitto del tetto $Gk2= 0.000$ kN/m



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

Sovraccario $Qki= 0.50 \times 2.100 = 1.050$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Qk1l= 2.520$ kN/m (Destra) $Qk1r= 2.520$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Qk2l= 1.260$ kN/m (Destra) $Qk2r= 2.520$ kN/m
 Neve (Sinistra) $Qk3l= 2.520$ kN/m (Destra) $Qk3r= 1.260$ kN/m
 Vento (Sinistra) $Qk4l=-0.433$ kN/m (Destra) $Qk4r=-0.633$ kN/m
 Vento (Sinistra) $Qk5l=-0.633$ kN/m (Destra) $Qk5r=-0.433$ kN/m

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

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

Carichi nei nodi della capriata

Nodo	Carico	Fx [kN]	Fy [kN]
2	Gk	0.00	-7.52
2	Qk1	0.00	-11.40
2	Qk2	0.00	-11.40
2	Qk3	0.00	-11.40
2	Qk4	0.00	-2.24
2	Qk5	0.00	-2.24
2	Aex	0.52	0.00
2	Aey	0.00	-0.06

Combinazioni di carico di progetto

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

L.C.	Azioni permanenti-Variabili	Classe di durata
1	$\gamma_g.G_k$	Permanente
2	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}$	Breve
3	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}$	Breve
4	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}$	Breve
5	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}$	Breve
6	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}$	Breve
7	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}$	Breve
8	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
9	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
10	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
11	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
12	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
13	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
14	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve
15	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve
16	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}$	Breve
17	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve
18	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve
19	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}$	Breve
20	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
21	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
22	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
23	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
24	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve
25	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Breve
26	$G_k + \psi_2.Q_{k1} + A_{ex}$	Accidental
27	$G_k + \psi_2.Q_{k1} + A_{ey}$	Accidental

1.5. Analisi statica della capriata

Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)

La capriata è progettata come struttura reticolare con una riduzione di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato. I puntoni e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico unitarie, e sulla base di questi sono calcolati gli sforzi interni per le varie condizioni di carico e combinazioni di carichi.

Numero dei nodi = 6, numero degli elementi = 9, numero degli appoggi = 2

1.5.1. Analisi statica per carichi unitari

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-5.68	0.73	0.01	-4.86	-1.10	-0.39
2	5	2	-2.92	1.10	-0.39	-2.10	-0.73	0.01
3	6	3	-2.36	-0.03	0.06	-2.36	-0.03	0.00
4	2	6	-2.41	0.03	0.00	-2.41	0.03	0.06
5	1	4	4.88	0.01	0.00	4.88	0.01	0.02
6	4	3	2.14	-0.01	0.02	2.14	-0.01	0.00
7	4	2	1.16	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00
8	5	4	-2.93	0.00	0.00	-2.93	0.00	0.00
9	4	6	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	4.88	2.99	0.01	-4.88	-0.99	0.39
2	5	2	2.21	2.20	-0.39	-2.21	-0.20	-0.01
3	6	3	2.14	-0.99	0.06	-2.14	0.99	0.00
4	2	6	2.21	-0.96	0.00	-2.21	0.96	-0.06
5	1	4	-4.88	0.01	0.00	4.88	-0.01	-0.02
6	4	3	-2.14	-0.01	0.02	2.14	0.01	0.00
7	4	2	0.00	-1.16	0.00	0.00	1.16	0.00
8	5	4	2.67	-1.20	0.00	-2.67	1.20	0.00
9	4	6	-0.07	-0.03	0.00	0.07	0.03	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-2.36	0.03	0.00	-2.36	0.03	0.06
2	5	2	-2.41	-0.03	0.06	-2.41	-0.03	0.00
3	6	3	-4.86	1.10	-0.39	-5.68	-0.73	0.01
4	2	6	-2.10	0.73	0.01	-2.92	-1.10	-0.39
5	1	4	2.14	0.01	0.00	2.14	0.01	0.02
6	4	3	4.88	-0.01	0.02	4.88	-0.01	0.00
7	4	2	1.16	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00
8	5	4	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
9	4	6	-2.93	0.00	0.00	-2.93	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.14	0.99	0.00	-2.14	-0.99	-0.06
2	5	2	2.21	0.96	0.06	-2.21	-0.96	0.00
3	6	3	4.88	-0.99	-0.39	-4.88	2.99	-0.01
4	2	6	2.21	-0.20	0.01	-2.21	2.20	0.39
5	1	4	-2.14	0.01	0.00	2.14	-0.01	-0.02
6	4	3	-4.88	-0.01	0.02	4.88	0.01	0.00
7	4	2	0.00	-1.16	0.00	0.00	1.16	0.00
8	5	4	-0.07	0.03	0.00	0.07	-0.03	0.00
9	4	6	2.67	1.20	0.00	-2.67	-1.20	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-6.08	0.03	0.02	-6.08	0.03	0.09
2	5	2	-6.14	-0.04	0.09	-6.14	-0.04	0.00
3	6	3	-6.08	-0.03	0.09	-6.08	-0.03	0.02
4	2	6	-6.14	0.04	0.00	-6.14	0.04	0.09
5	1	4	5.53	1.48	0.03	5.53	-2.52	-2.05
6	4	3	5.53	2.52	-2.05	5.53	-1.48	0.03
7	4	2	4.96	0.00	0.00	4.96	0.00	0.00
8	5	4	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
9	4	6	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	5.53	2.52	0.02	-5.53	-2.52	-0.09
2	5	2	5.61	2.48	0.09	-5.61	-2.48	0.00
3	6	3	5.53	-2.52	0.09	-5.53	2.52	-0.02
4	2	6	5.61	-2.48	0.00	-5.61	2.48	-0.09
5	1	4	-5.53	1.48	0.03	5.53	2.52	2.05
6	4	3	-5.53	2.52	-2.05	5.53	1.48	-0.03
7	4	2	0.00	-4.96	0.00	0.00	4.96	0.00
8	5	4	-0.08	0.04	0.00	0.08	-0.04	0.00
9	4	6	-0.08	-0.04	0.00	0.08	0.04	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-4.87	0.87	0.02	-4.87	-1.32	-0.48
2	5	2	-2.53	1.32	-0.48	-2.53	-0.87	0.01
3	6	3	-2.84	-0.03	0.08	-2.84	-0.03	0.00
4	2	6	-2.90	0.04	0.00	-2.90	0.04	0.08
5	1	4	5.88	0.01	0.00	5.88	0.01	0.03
6	4	3	2.57	-0.01	0.03	2.57	-0.01	0.00
7	4	2	1.40	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00
8	5	4	-3.53	0.00	0.00	-3.53	0.00	0.00
9	4	6	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	4.08	2.79	0.02	-4.98	-0.79	0.48
2	5	2	1.76	2.24	-0.48	-2.66	-0.24	-0.01
3	6	3	2.57	-1.20	0.08	-2.57	1.20	0.00
4	2	6	2.66	-1.16	0.00	-2.66	1.16	-0.08
5	1	4	-5.88	0.01	0.00	5.88	-0.01	-0.03
6	4	3	-2.57	-0.01	0.03	2.57	0.01	0.00
7	4	2	0.00	-1.40	0.00	0.00	1.40	0.00
8	5	4	3.22	-1.45	0.00	-3.22	1.45	0.00
9	4	6	-0.09	-0.04	0.00	0.09	0.04	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-2.87	0.02	0.00	-2.87	0.02	0.05
2	5	2	-2.91	-0.02	0.05	-2.91	-0.02	0.00
3	6	3	-4.90	1.34	-0.51	-4.90	-0.86	0.02
4	2	6	-2.54	0.86	0.01	-2.54	-1.33	-0.51
5	1	4	0.81	0.00	0.00	0.81	0.00	0.02
6	4	3	4.12	0.00	0.02	4.12	0.00	0.00
7	4	2	1.43	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00
8	5	4	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
9	4	6	-3.57	0.00	0.00	-3.57	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.61	1.20	0.00	-2.61	-1.20	-0.05
2	5	2	2.66	1.17	0.05	-2.66	-1.17	0.00
3	6	3	5.02	-0.79	-0.51	-4.12	2.79	-0.02
4	2	6	2.67	-0.26	0.01	-1.77	2.26	0.51
5	1	4	-0.81	0.00	0.00	0.81	0.00	-0.02
6	4	3	-4.12	0.00	0.02	4.12	0.00	0.00
7	4	2	0.00	-1.43	0.00	0.00	1.43	0.00
8	5	4	-0.05	0.02	0.00	0.05	-0.02	0.00
9	4	6	3.25	1.46	0.00	-3.25	-1.46	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	3.23	0.36	0.01	1.23	-0.54	-0.18
2	5	2	2.17	0.54	-0.18	0.17	-0.36	0.01
3	6	3	-1.07	-0.60	0.32	-3.07	0.30	-0.01
4	2	6	-0.13	-0.30	-0.01	-2.13	0.60	0.32
5	1	4	5.68	0.00	0.00	5.68	0.00	0.02
6	4	3	2.92	0.00	0.02	2.92	0.00	0.00
7	4	2	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
8	5	4	-1.43	0.00	0.00	-1.43	0.00	0.00
9	4	6	1.59	0.00	0.00	1.59	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-3.09	-0.99	0.01	0.90	0.99	0.18
2	5	2	-2.20	-0.40	-0.18	0.01	0.40	-0.01
3	6	3	0.73	-0.98	0.32	-2.92	0.98	0.01
4	2	6	-0.01	-0.33	-0.01	-2.18	0.33	-0.32
5	1	4	-5.68	0.00	0.00	5.68	0.00	-0.02
6	4	3	-2.92	0.00	0.02	2.92	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00
8	5	4	1.30	-0.59	0.00	-1.30	0.59	0.00
9	4	6	-1.45	-0.65	0.00	1.45	0.65	0.00

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

Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Gk

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-8.93	0.09	0.00	-8.93	0.09	0.19
2	5	2	-9.08	-0.09	0.19	-9.08	-0.09	0.00
3	6	3	-8.93	-0.09	0.19	-8.93	-0.09	0.00
4	2	6	-9.08	0.09	0.00	-9.08	0.09	0.19
5	1	4	8.10	0.02	0.00	8.10	0.02	0.07
6	4	3	8.10	-0.02	0.07	8.10	-0.02	0.00
7	4	2	-0.23	0.00	0.00	-0.23	0.00	0.00
8	5	4	0.23	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00
9	4	6	0.23	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	8.10	3.74	0.00	-8.10	-3.74	-0.19
2	5	2	8.32	3.65	0.19	-8.32	-3.65	0.00
3	6	3	8.10	-3.74	0.19	-8.10	3.74	0.00
4	2	6	8.32	-3.65	0.00	-8.32	3.65	-0.19
5	1	4	-8.10	0.02	0.00	8.10	-0.02	-0.07
6	4	3	-8.10	-0.02	0.07	8.10	0.02	0.00
7	4	2	0.00	0.23	0.00	0.00	-0.23	0.00
8	5	4	-0.21	0.10	0.00	0.21	-0.10	0.00
9	4	6	-0.21	-0.10	0.00	0.21	0.10	0.00

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

Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk1

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-13.53	0.13	0.00	-13.53	0.13	0.29
2	5	2	-13.77	-0.13	0.29	-13.77	-0.13	0.00
3	6	3	-13.53	-0.13	0.29	-13.53	-0.13	0.00
4	2	6	-13.77	0.13	0.00	-13.77	0.13	0.29
5	1	4	12.29	0.03	0.00	12.29	0.03	0.10
6	4	3	12.29	-0.03	0.10	12.29	-0.03	0.00
7	4	2	-0.34	0.00	0.00	-0.34	0.00	0.00
8	5	4	0.36	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00
9	4	6	0.36	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	12.29	5.67	0.00	-12.29	-5.67	-0.29
2	5	2	12.61	5.53	0.29	-12.61	-5.53	0.00
3	6	3	12.29	-5.67	0.29	-12.29	5.67	0.00
4	2	6	12.61	-5.53	0.00	-12.61	5.53	-0.29
5	1	4	-12.29	0.03	0.00	12.29	-0.03	-0.10
6	4	3	-12.29	-0.03	0.10	12.29	0.03	0.00
7	4	2	0.00	0.34	0.00	0.00	-0.34	0.00
8	5	4	-0.32	0.15	0.00	0.32	-0.15	0.00
9	4	6	-0.32	-0.15	0.00	0.32	0.15	0.00

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

Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk2

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-13.53	0.13	0.00	-13.53	0.13	0.29
2	5	2	-13.77	-0.13	0.29	-13.77	-0.13	0.00
3	6	3	-13.53	-0.13	0.29	-13.53	-0.13	0.00
4	2	6	-13.77	0.13	0.00	-13.77	0.13	0.29
5	1	4	12.29	0.03	0.00	12.29	0.03	0.10
6	4	3	12.29	-0.03	0.10	12.29	-0.03	0.00
7	4	2	-0.34	0.00	0.00	-0.34	0.00	0.00
8	5	4	0.36	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00
9	4	6	0.36	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00

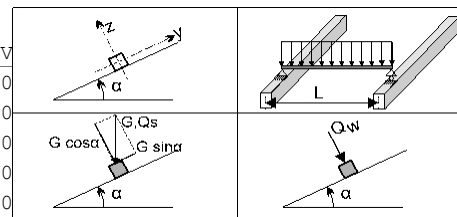
Sforzi alle estremità dell'elemento per i carichi nodali, Carico: Qk3

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	12.29	5.67	0.00	-12.29	-5.67	-0.29
2	5	2	12.61	5.53	0.29	-12.61	-5.53	0.00
3	6	3	12.29	-5.67	0.29	-12.29	5.67	0.00
4	2	6	12.61	-5.53	0.00	-12.61	5.53	-0.29
5	1	4	-12.29	0.03	0.00	12.29	-0.03	-0.10
6	4	3	-12.29	-0.03	0.10	12.29	0.03	0.00
7	4	2	0.00	0.34	0.00	0.00	-0.34	0.00
8	5	4	-0.32	0.15	0.00	0.32	-0.15	0.00
9	4	6	-0.32	-0.15	0.00	0.32	0.15	0.00

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

Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk3

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-13.53	0.13	0.00	-13.53	0	0
2	5	2	-13.77	-0.13	0.29	-13.77	-0	0
3	6	3	-13.53	-0.13	0.29	-13.53	-0	0
4	2	6	-13.77	0.13	0.00	-13.77	0	0
5	1	4	12.29	0.03	0.00	12.29	0	0
6	4	3	12.29	-0.03	0.10	12.29	-0.03	0.00
7	4	2	-0.34	0.00	0.00	-0.34	0.00	0.00
8	5	4	0.36	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00
9	4	6	0.36	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00



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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	12.29	5.67	0.00	-12.29	-5.67	-0.29
2	5	2	12.61	5.53	0.29	-12.61	-5.53	0.00
3	6	3	12.29	-5.67	0.29	-12.29	5.67	0.00
4	2	6	12.61	-5.53	0.00	-12.61	5.53	-0.29
5	1	4	-12.29	0.03	0.00	12.29	-0.03	-0.10
6	4	3	-12.29	-0.03	0.10	12.29	0.03	0.00
7	4	2	0.00	0.34	0.00	0.00	-0.34	0.00
8	5	4	-0.32	0.15	0.00	0.32	-0.15	0.00
9	4	6	-0.32	-0.15	0.00	0.32	0.15	0.00

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

Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk4

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-2.66	0.03	0.00	-2.66	0.03	0.06
2	5	2	-2.71	-0.03	0.06	-2.71	-0.03	0.00
3	6	3	-2.66	-0.03	0.06	-2.66	-0.03	0.00
4	2	6	-2.71	0.03	0.00	-2.71	0.03	0.06
5	1	4	2.41	0.00	0.00	2.41	0.00	0.02
6	4	3	2.41	0.00	0.02	2.41	0.00	0.00
7	4	2	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
8	5	4	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
9	4	6	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.41	1.12	0.00	-2.41	-1.12	-0.06
2	5	2	2.48	1.09	0.06	-2.48	-1.09	0.00
3	6	3	2.41	-1.12	0.06	-2.41	1.12	0.00
4	2	6	2.48	-1.09	0.00	-2.48	1.09	-0.06
5	1	4	-2.41	0.00	0.00	2.41	0.00	-0.02
6	4	3	-2.41	0.00	0.02	2.41	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00
8	5	4	-0.06	0.03	0.00	0.06	-0.03	0.00
9	4	6	-0.06	-0.03	0.00	0.06	0.03	0.00

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

Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Qk5

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-2.66	0.03	0.00	-2.66	0.03	0.06
2	5	2	-2.71	-0.03	0.06	-2.71	-0.03	0.00
3	6	3	-2.66	-0.03	0.06	-2.66	-0.03	0.00
4	2	6	-2.71	0.03	0.00	-2.71	0.03	0.06
5	1	4	2.41	0.00	0.00	2.41	0.00	0.02
6	4	3	2.41	0.00	0.02	2.41	0.00	0.00
7	4	2	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
8	5	4	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
9	4	6	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	2.41	1.12	0.00	-2.41	-1.12	-0.06
2	5	2	2.48	1.09	0.06	-2.48	-1.09	0.00
3	6	3	2.41	-1.12	0.06	-2.41	1.12	0.00
4	2	6	2.48	-1.09	0.00	-2.48	1.09	-0.06
5	1	4	-2.41	0.00	0.00	2.41	0.00	-0.02
6	4	3	-2.41	0.00	0.02	2.41	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00
8	5	4	-0.06	0.03	0.00	0.06	-0.03	0.00
9	4	6	-0.06	-0.03	0.00	0.06	0.03	0.00

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

Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Aex

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
2	5	2	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
3	6	3	-0.28	0.00	0.01	-0.28	0.00	0.00
4	2	6	-0.28	0.00	0.00	-0.28	0.00	0.01
5	1	4	0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
6	4	3	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	4	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.26	-0.12	0.00	0.26	0.12	0.00
2	5	2	-0.26	-0.12	0.00	0.26	0.12	0.00
3	6	3	0.25	-0.12	0.01	-0.25	0.12	0.00
4	2	6	0.26	-0.11	0.00	-0.26	0.11	-0.01
5	1	4	-0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
6	4	3	-0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	4	6	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

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

Sforzi interni per i carichi nodali, Carico: Aey

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
2	5	2	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
3	6	3	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
4	2	6	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
5	1	4	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
6	4	3	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	4	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.06	0.03	0.00	-0.06	-0.03	0.00
2	5	2	0.07	0.03	0.00	-0.07	-0.03	0.00
3	6	3	0.06	-0.03	0.00	-0.06	0.03	0.00
4	2	6	0.07	-0.03	0.00	-0.07	0.03	0.00
5	1	4	-0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
6	4	3	-0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	4	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

1.5.2. Forze interne**Forze interne, Carico, : (Gk) Proprio Gk1 = 1.413, Gk2 = 0.000 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	5	-21.39	1.26	0.03	-20.12	-1.57	-0.32	-20.83	0.00	0.64
2	5	2	-17.34	1.56	-0.32	-16.07	-1.26	0.01	-16.64	0.00	0.63
3	6	3	-20.12	1.57	-0.32	-21.39	-1.26	0.03	-20.83	0.00	0.64
4	2	6	-16.07	1.26	0.01	-17.34	-1.56	-0.32	-16.64	0.00	0.63
5	1	4	18.99	0.03	0.00	18.99	0.03	0.14	18.99	0.03	0.07
6	4	3	18.99	-0.03	0.14	18.99	-0.03	0.00	18.99	-0.03	0.07
7	4	2	3.37	0.00	0.00	3.37	0.00	0.00	3.37	0.00	0.00
8	5	4	-4.19	0.00	0.00	-4.19	0.00	0.00	-4.19	0.00	0.00
9	4	6	-4.19	0.00	0.00	-4.19	0.00	0.00	-4.19	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk1) Neve QksL= 2.520, QksR= 2.520 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	5	-33.80	2.04	0.04	-31.73	-2.56	-0.54	-32.88	-0.01	1.03
2	5	2	-27.20	2.55	-0.54	-25.13	-2.04	0.02	-26.06	0.01	1.02
3	6	3	-31.73	2.56	-0.54	-33.80	-2.04	0.04	-32.88	0.01	1.03
4	2	6	-25.13	2.04	0.02	-27.20	-2.55	-0.54	-26.06	-0.01	1.02
5	1	4	29.99	0.05	0.01	29.99	0.05	0.22	29.99	0.05	0.11
6	4	3	29.99	-0.05	0.22	29.99	-0.05	0.01	29.99	-0.05	0.11
7	4	2	5.50	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00	5.50	0.00	0.00
8	5	4	-6.83	0.00	0.00	-6.83	0.00	0.00	-6.83	0.00	0.00
9	4	6	-6.83	0.00	0.00	-6.83	0.00	0.00	-6.83	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk2) Neve QksL= 1.260, QksR= 2.520 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	5	-26.64	1.12	0.02	-25.61	-1.18	-0.04	-26.18	0.10	0.62
2	5	2	-23.52	1.17	-0.04	-22.49	-1.13	0.01	-22.95	-0.10	0.61
3	6	3	-28.76	2.60	-0.62	-30.83	-2.00	0.04	-29.91	0.05	0.99
4	2	6	-22.10	2.01	0.02	-24.16	-2.59	-0.62	-23.02	-0.05	0.98
5	1	4	23.83	0.05	0.00	23.83	0.05	0.19	23.83	0.05	0.10
6	4	3	27.29	-0.05	0.19	27.29	-0.05	0.01	27.29	-0.05	0.10
7	4	2	4.04	0.00	0.00	4.04	0.00	0.00	4.04	0.00	0.00
8	5	4	-3.14	0.00	0.00	-3.14	0.00	0.00	-3.14	0.00	0.00
9	4	6	-6.93	0.00	0.00	-6.93	0.00	0.00	-6.93	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qk3) Neve QksL= 2.520, QksR= 1.260 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	5	-30.83	2.00	0.04	-28.76	-2.60	-0.62	-29.91	-0.05	0.99
2	5	2	-24.16	2.59	-0.62	-22.10	-2.01	0.02	-23.02	0.05	0.98
3	6	3	-25.61	1.18	-0.04	-26.64	-1.12	0.02	-26.18	-0.10	0.62
4	2	6	-22.49	1.13	0.01	-23.52	-1.17	-0.04	-22.95	0.10	0.61
5	1	4	27.29	0.05	0.01	27.29	0.05	0.19	27.29	0.05	0.10
6	4	3	23.83	-0.05	0.19	23.83	-0.05	0.00	23.83	-0.05	0.10
7	4	2	4.04	0.00	0.00	4.04	0.00	0.00	4.04	0.00	0.00
8	5	4	-6.93	0.00	0.00	-6.93	0.00	0.00	-6.93	0.00	0.00
9	4	6	-3.14	0.00	0.00	-3.14	0.00	0.00	-3.14	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qk4) Vento QkwL=-0.433, QkwR=-0.633 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	1.27	-0.36	-0.01	1.27	0.58	0.24	1.27	0.06	-0.16
2	5	2	0.23	-0.58	0.24	0.23	0.37	0.00	0.23	-0.06	-0.15
3	6	3	1.67	-0.86	0.35	1.67	0.53	-0.01	1.67	-0.09	-0.23
4	2	6	0.16	-0.53	-0.01	0.16	0.86	0.35	0.16	0.09	-0.22
5	1	4	-0.64	0.00	0.00	-0.64	0.00	0.00	-0.64	0.00	0.00
6	4	3	-1.31	0.00	0.00	-1.31	0.00	0.00	-1.31	0.00	0.00
7	4	2	-1.58	0.00	0.00	-1.58	0.00	0.00	-1.58	0.00	0.00
8	5	4	1.56	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00
9	4	6	2.29	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk5) Vento QkwL=-0.633, QkwR=-0.433 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	1.67	-0.53	-0.01	1.67	0.86	0.34	1.67	0.08	-0.23
2	5	2	0.15	-0.85	0.34	0.15	0.54	-0.01	0.15	-0.08	-0.23
3	6	3	1.26	-0.58	0.23	1.26	0.37	-0.01	1.26	-0.06	-0.16
4	2	6	0.23	-0.37	0.00	0.23	0.58	0.23	0.23	0.06	-0.16
5	1	4	-1.66	0.00	0.00	-1.66	0.00	0.00	-1.66	0.00	0.00
6	4	3	-1.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00
7	4	2	-1.57	0.00	0.00	-1.57	0.00	0.00	-1.57	0.00	0.00
8	5	4	2.28	0.00	0.00	2.28	0.00	0.00	2.28	0.00	0.00
9	4	6	1.55	0.00	0.00	1.55	0.00	0.00	1.55	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.050 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-8.44	0.79	0.02	-7.58	-1.12	-0.35	-8.06	-0.06	0.37
2	5	2	-5.60	1.12	-0.35	-4.74	-0.80	0.01	-5.12	0.06	0.37
3	6	3	-7.58	1.12	-0.35	-8.44	-0.79	0.02	-8.06	0.06	0.37
4	2	6	-4.74	0.80	0.01	-5.60	-1.12	-0.35	-5.12	-0.06	0.37
5	1	4	7.38	0.01	0.00	7.38	0.01	0.05	7.38	0.01	0.03
6	4	3	7.38	-0.01	0.05	7.38	-0.01	0.00	7.38	-0.01	0.03
7	4	2	2.43	0.00	0.00	2.43	0.00	0.00	2.43	0.00	0.00
8	5	4	-2.99	0.00	0.00	-2.99	0.00	0.00	-2.99	0.00	0.00
9	4	6	-2.99	0.00	0.00	-2.99	0.00	0.00	-2.99	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1) [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	0.64	0.04	0.00	0.42	-0.06	-0.02	0.54	0.00	0.02
2	5	2	0.52	0.06	-0.02	0.31	-0.04	0.00	0.40	0.00	0.02
3	6	3	-0.39	-0.07	0.04	-0.61	0.03	0.00	-0.52	-0.01	-0.01
4	2	6	-0.30	-0.03	0.00	-0.51	0.07	0.04	-0.39	0.01	-0.01
5	1	4	0.88	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00
6	4	3	0.57	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00
7	4	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
8	5	4	-0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00
9	4	6	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1) [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	5	-0.18	0.01	0.00	-0.17	-0.01	0.00	-0.17	0.00	0.01
2	5	2	-0.14	0.01	0.00	-0.13	-0.01	0.00	-0.14	0.00	0.01
3	6	3	-0.17	0.01	0.00	-0.18	-0.01	0.00	-0.17	0.00	0.01
4	2	6	-0.13	0.01	0.00	-0.14	-0.01	0.00	-0.14	0.00	0.01
5	1	4	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
6	4	3	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
7	4	2	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
8	5	4	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
9	4	6	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00

1.5.3. Sforzi all'estremità dell'elemento**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Gk) Proprio Gk1 = 1.413, Gk2 = 0.000[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	18.99	9.93	0.03	-18.99	-6.83	0.32
2	5	2	15.17	8.54	-0.32	-15.17	-5.44	-0.01
3	6	3	18.99	-6.83	-0.32	-18.99	9.93	-0.03
4	2	6	15.17	-5.44	0.01	-15.17	8.54	0.32
5	1	4	-18.99	0.03	0.00	18.99	-0.03	-0.14
6	4	3	-18.99	-0.03	0.14	18.99	0.03	0.00
7	4	2	0.00	-3.37	0.00	0.00	3.37	0.00
8	5	4	3.82	-1.72	0.00	-3.82	1.72	0.00
9	4	6	3.82	1.72	0.00	-3.82	-1.72	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk1) Neve QksL= 2.520, QksR= 2.520[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	29.99	15.73	0.04	-29.99	-10.69	0.54
2	5	2	23.76	13.49	-0.54	-23.76	-8.45	-0.02
3	6	3	29.99	-10.69	-0.54	-29.99	15.73	-0.04
4	2	6	23.76	-8.45	0.02	-23.76	13.49	0.54
5	1	4	-29.99	0.05	0.01	29.99	-0.05	-0.22
6	4	3	-29.99	-0.05	0.22	29.99	0.05	-0.01
7	4	2	0.00	-5.50	0.00	0.00	5.50	0.00
8	5	4	6.23	-2.80	0.00	-6.23	2.80	0.00
9	4	6	6.23	2.80	0.00	-6.23	-2.80	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk2) Neve QksL= 1.260, QksR= 2.520[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	23.83	11.95	0.02	-23.83	-9.43	0.04
2	5	2	20.97	10.72	-0.04	-20.97	-8.20	-0.01
3	6	3	27.29	-9.43	-0.62	-27.29	14.47	-0.04
4	2	6	20.97	-7.24	0.02	-20.97	12.28	0.62
5	1	4	-23.83	0.05	0.00	23.83	-0.05	-0.19
6	4	3	-27.29	-0.05	0.19	27.29	0.05	-0.01
7	4	2	0.00	-4.04	0.00	0.00	4.04	0.00
8	5	4	2.86	-1.29	0.00	-2.86	1.29	0.00
9	4	6	6.32	2.84	0.00	-6.32	-2.84	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk3) Neve QksL= 2.520, QksR= 1.260[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	27.29	14.47	0.04	-27.29	-9.43	0.62
2	5	2	20.97	12.28	-0.62	-20.97	-7.24	-0.02
3	6	3	23.83	-9.43	-0.04	-23.83	11.95	-0.02
4	2	6	20.97	-8.20	0.01	-20.97	10.72	0.04
5	1	4	-27.29	0.05	0.01	27.29	-0.05	-0.19
6	4	3	-23.83	-0.05	0.19	23.83	0.05	0.00
7	4	2	0.00	-4.04	0.00	0.00	4.04	0.00
8	5	4	6.32	-2.84	0.00	-6.32	2.84	0.00
9	4	6	2.86	1.29	0.00	-2.86	-1.29	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk4) Vento QkwL=-0.433, QkwR=-0.633[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-1.01	-0.85	-0.01	1.39	-0.01	-0.24
2	5	2	0.03	-0.63	0.24	0.36	-0.24	0.00
3	6	3	-1.88	-0.10	0.35	1.31	-1.17	0.01
4	2	6	-0.36	-0.42	-0.01	-0.21	-0.84	-0.35
5	1	4	0.64	0.00	0.00	-0.64	0.00	0.00
6	4	3	1.31	0.00	0.00	-1.31	0.00	0.00
7	4	2	0.00	1.58	0.00	0.00	-1.58	0.00
8	5	4	-1.42	0.64	0.00	1.42	-0.64	0.00
9	4	6	-2.09	-0.94	0.00	2.09	0.94	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk5) Vento QkwL=-0.633, QkwR=-0.433[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-1.30	-1.17	-0.01	1.87	-0.10	-0.34
2	5	2	0.21	-0.84	0.34	0.36	-0.43	0.01
3	6	3	-1.39	-0.01	0.23	1.00	-0.85	0.01
4	2	6	-0.36	-0.24	0.00	-0.03	-0.62	-0.23
5	1	4	1.66	0.00	0.00	-1.66	0.00	0.00
6	4	3	1.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00
7	4	2	0.00	1.57	0.00	0.00	-1.57	0.00
8	5	4	-2.08	0.94	0.00	2.08	-0.94	0.00
9	4	6	-1.42	-0.64	0.00	1.42	0.64	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.050[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	7.38	4.19	0.02	-7.38	-2.09	0.35
2	5	2	4.64	3.32	-0.35	-4.64	-1.22	-0.01
3	6	3	7.38	-2.09	-0.35	-7.38	4.19	-0.02
4	2	6	4.64	-1.22	0.01	-4.64	3.32	0.35
5	1	4	-7.38	0.01	0.00	7.38	-0.01	-0.05
6	4	3	-7.38	-0.01	0.05	7.38	0.01	0.00
7	4	2	0.00	-2.43	0.00	0.00	2.43	0.00
8	5	4	2.73	-1.23	0.00	-2.73	1.23	0.00
9	4	6	2.73	1.23	0.00	-2.73	-1.23	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	-0.60	-0.23	0.00	0.36	0.23	0.02
2	5	2	-0.50	-0.16	-0.02	0.26	0.16	0.00
3	6	3	0.33	-0.22	0.04	-0.57	0.22	0.00
4	2	6	0.26	-0.15	0.00	-0.50	0.15	-0.04
5	1	4	-0.88	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00
6	4	3	-0.57	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00
7	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
8	5	4	0.14	-0.06	0.00	-0.14	0.06	0.00
9	4	6	-0.17	-0.07	0.00	0.17	0.07	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	0.16	0.08	0.00	-0.16	-0.06	0.00
2	5	2	0.12	0.07	0.00	-0.12	-0.04	0.00
3	6	3	0.16	-0.06	0.00	-0.16	0.08	0.00
4	2	6	0.12	-0.04	0.00	-0.12	0.07	0.00
5	1	4	-0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
6	4	3	-0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
7	4	2	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.03	0.00
8	5	4	0.03	-0.01	0.00	-0.03	0.01	0.00
9	4	6	0.03	0.01	0.00	-0.03	-0.01	0.00

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

1.5.4. spostamenti verticali dei nodi (in mm)

nodo	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-2.50	-3.94	-3.38	-3.38	0.12	0.14	-2.21
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-2.54	-4.01	-3.44	-3.44	0.14	0.17	-2.29
5	-2.34	-3.70	-3.02	-3.27	0.15	0.21	-2.18
6	-2.34	-3.70	-3.27	-3.02	0.19	0.17	-2.23

1.5.5. Reazioni agli appoggi (kN)

nodo	reaz.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.36	0.36	0.00
1	Fy	9.96	15.78	12.00	14.52	-0.85	-1.17	4.20
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	9.96	15.78	14.52	12.00	-1.17	-0.85	4.20

1.6. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi (kN)

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio $G_{k1} = 1.413$, $G_{k2} = 0.000$	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve $Q_{ksL} = 2.520$, $Q_{ksR} = 2.520$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve $Q_{ksL} = 1.260$, $Q_{ksR} = 2.520$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve $Q_{ksL} = 2.520$, $Q_{ksR} = 1.260$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento $Q_{kwL} = -0.433$, $Q_{kwR} = -0.633$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento $Q_{kwL} = -0.633$, $Q_{kwR} = -0.433$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) $Q_i = 1.050$	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica $q_h = 0.053 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				
(Aey) AeY Sismica $q_v = 0.006 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				

1.6.1. Reazioni nel nodo : 1 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Permanente	0.60	0.000	12.947	0.000	21.578	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	36.617	0.000	40.685	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	30.947	0.000	34.385	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	34.727	0.000	38.585	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.542	11.669	-0.602	12.966	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.542	11.189	0.603	12.432	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	19.247	0.000	21.385	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.325	35.850	-0.361	39.834	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.325	35.562	0.362	39.514	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.325	30.180	-0.361	33.534	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.325	29.892	0.362	33.214	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.325	33.960	-0.361	37.734	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.325	33.672	0.362	37.414	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	-0.542	28.238	-0.602	31.376	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	-0.542	24.269	-0.602	26.966	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	-0.542	26.915	-0.602	29.906	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.542	27.758	0.603	30.842	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.542	23.789	0.603	26.432	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.542	26.435	0.603	29.372	
20	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.325	35.049	-0.361	38.944	
21	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.325	34.761	0.362	38.624	
22	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.325	31.080	-0.361	34.534	
23	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.325	30.792	0.362	34.214	
24	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	-0.325	33.726	-0.361	37.474	
25	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.325	33.438	0.362	37.154	
26	$G_k + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.00	1.829	13.743	1.829	13.743	
27	$G_k + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.00	0.000	13.229	0.000	13.229	
	Valori massimi				1.829	36.617	1.829	40.685
28	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} = 0.9 G_k + 1.5 Q_{k4}$, (EQU)	Breve	0.90	-0.542	7.686	-0.602	8.540	
29	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} = 0.9 G_k + 1.5 Q_{k5}$, (EQU)	Breve	0.90	0.542	7.205	0.603	8.006	

1.6.2. Reazioni nel nodo : 3 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.000	12.947	0.000	21.578	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-0.001	36.616	-0.001	40.685	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-0.001	34.727	-0.001	38.585	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.000	30.946	0.000	34.385	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.000	11.189	0.000	12.432	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.000	11.669	0.000	12.966	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.000	19.247	0.000	21.385	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.001	35.562	-0.001	39.513	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.001	35.850	-0.001	39.833	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.001	33.672	-0.001	37.413	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.001	33.960	-0.001	37.733	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	29.892	0.000	33.213	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	30.180	0.000	33.533	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-0.001	27.758	-0.001	30.842	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-0.001	26.435	-0.001	29.372	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	23.789	0.000	26.432	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	28.238	-0.001	31.376	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	26.915	0.000	29.906	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	24.269	0.000	26.966	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.001	34.761	-0.001	38.623	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.001	35.049	-0.001	38.943	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.001	33.438	-0.001	37.153	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.001	33.726	-0.001	37.473	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.001	30.792	-0.001	34.213	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.001	31.080	-0.001	34.533	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	13.223	0.000	13.223	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	13.229	0.000	13.229	
	Valori massimi				0.001	36.616	0.001	40.685
28	yg.Gk+yq.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	7.205	0.000	8.006	
29	yg.Gk+yq.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	7.686	0.000	8.540	

1.7. Stato limite di servizio**1.7.1. Stato limite di servizio** (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Deformazione a flessione nel nodo 4** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef		
(Gk) Proprio	Gk1 = 1.413, Gk2 = 0.000	-2.545	Permanente	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	QksL= 2.520, QksR= 2.520	-4.013	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk2) Neve	QksL= 1.260, QksR= 2.520	-3.437	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk3) Neve	QksL= 2.520, QksR= 1.260	-3.437	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk4) Vento	QkwL=-0.433, QkwR=-0.633	0.142	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	
(Qk5) Vento	QkwL=-0.633, QkwR=-0.433	0.166	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	2.545	4.071
2 Gk + Qk1	6.558	8.566
3 Gk + Qk2	5.982	7.921
4 Gk + Qk3	5.982	7.921
5 Gk + Qk4	2.545	4.071
6 Gk + Qk5	2.545	4.071
7 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4	6.558	8.566
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5	6.558	8.566
9 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4	5.982	7.921
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5	5.982	7.921
11 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4	5.982	7.921
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5	5.982	7.921
13 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1	5.354	7.362
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2	4.951	6.890
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3	4.951	6.890
16 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1	5.354	7.362
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2	4.951	6.890
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3	4.951	6.890

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ ψ_2 ·kdef) (EC5 §2.2.3, Eq.2.3, Eq.2.4)

Massimi valori della freccia nel nodo 4

w.inst = 6.558 mm, w.fin = 8.566 mm

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

w.inst = 6.558 mm < L/300=8000/300= 26.667 mm

w.net,fin = 8.566 mm < L/250=8000/250= 32.000 mm

w.fin = 8.566 mm < L/150=8000/150= 53.333 mm

La verifica è soddisfatta

1.7.2. Stato limite di servizio (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Deformazione a flessione a metà asta 2** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef	
(Gk) Proprio	Gk1 = 1.413, Gk2 = 0.000		0.227	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 2.520, QksR= 2.520		0.405	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 1.260, QksR= 2.520		0.202	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 2.520, QksR= 1.260		0.405	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL=-0.433, QkwR=-0.633		-0.076	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.633, QkwR=-0.433		-0.112	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.227	0.363
2 Gk + Qk1	0.631	0.816
3 Gk + Qk2	0.429	0.590
4 Gk + Qk3	0.631	0.816
5 Gk + Qk4	0.227	0.363
6 Gk + Qk5	0.227	0.363
7 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4	0.631	0.816
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5	0.631	0.816
9 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4	0.429	0.590
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5	0.429	0.590
11 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4	0.631	0.816
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5	0.631	0.816
13 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1	0.510	0.695
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2	0.368	0.529
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3	0.510	0.695
16 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1	0.510	0.695
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2	0.368	0.529
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3	0.510	0.695

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

Massimi valori della freccia a metà asta 2

$w_{inst} = 0.631$ mm, $w_{fin} = 0.816$ mm

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

$w_{inst} = 0.631$ mm < $L/300=2193/300= 7.311$ mm

$w_{net,fin} = 0.816$ mm < $L/250=2193/250= 8.773$ mm

$w_{fin} = 0.816$ mm < $L/150=2193/150= 14.621$ mm

La verifica è soddisfatta

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

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

No.	Frequenza[Hz]	Periodo[sec]
1	13.80425	0.07244
2	29.97556	0.03336
3	34.18490	0.02925
4	36.23886	0.02759
5	40.25245	0.02484
6	56.88190	0.01758

1.9. Stato limite ultimo**1.9.1. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.413, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 2.520, QksR= 2.520	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.260, QksR= 2.520	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 2.520, QksR= 1.260	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.433, QkwR=-0.633	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.633, QkwR=-0.433	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.050	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Permanente	0.60	-46.348	0.000	3.399	1.384
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-87.233	0.000	6.534	2.637
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-82.278	0.000	6.594	2.578
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-82.278	0.000	6.594	2.578
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-30.899	0.000	2.266	0.923
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-30.899	0.000	2.266	0.923
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-44.974	0.000	4.137	1.545
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-87.233	0.000	6.534	2.637
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-87.233	0.000	6.534	2.637
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-82.278	0.000	6.594	2.578
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-82.278	0.000	6.594	2.578
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-82.278	0.000	6.594	2.578
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-82.278	0.000	6.594	2.578
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-70.333	0.000	5.254	2.123
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-66.864	0.000	5.296	2.081
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-66.864	0.000	5.296	2.081
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-70.333	0.000	5.254	2.123
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-66.864	0.000	5.296	2.081
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-66.864	0.000	5.296	2.081
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-84.408	0.000	7.125	2.745
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-84.408	0.000	7.125	2.745
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-80.939	0.000	7.166	2.704
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-80.939	0.000	7.166	2.704
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-80.939	0.000	7.166	2.704
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-80.939	0.000	7.166	2.704
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-19.176	0.000	1.426	0.576
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-18.886	0.000	1.396	0.567
	Valori massimi			-87.233	0.000	7.166	2.745

1.9.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 9****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-78.510 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-78.510 kN, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 78.510 / 16875 = 4.65$ N/mm² < 12.00 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 25**Taglio, Fv=6.450 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x75=50 mm, h=225 mm, A= 11 250 mm²

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

fvk=3.80 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.90x3.80/1.50=2.28N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fv=6.450 kN, fv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x6.450/11250=0.86N/mm² < 2.28N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21**Flessione, Myd=2.471 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)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

fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²fmzk=22.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.471/6.328E+005= 3.90 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.296+0.000= 0.30 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.207+0.000= 0.21 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 9**Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-78.510kN, Myd=2.374kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)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

fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x20.00/1.50=12.00N/mm²fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²fmzk=22.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x78.510/16875= 4.65 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.374/6.328E+005= 3.75 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm²(σc0d/fc0d)²+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.150+0.284+0.000= 0.43 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)²+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.150+0.199+0.000= 0.35 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21**Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-75.967kN, Myd=2.471kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)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

fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x20.00/1.50=12.00N/mm²fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²fmzk=22.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x75.967/16875= 4.50 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.471/6.328E+005= 3.90 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm²(σc0d/fc0d)²+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.141+0.296+0.000= 0.44 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)²+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.141+0.207+0.000= 0.35 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 9**Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-78.510\text{kN}$, $M_{yd}=2.374\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$** (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=225\text{mm}$, $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=20.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 20.00/1.50=12.00\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 22.00/1.50=13.20\text{N/mm}^2$ $f_{mk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 22.00/1.50=13.20\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 78.510/16875= 4.65\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 2.374/6.328\text{E}+005= 3.75\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/2.109\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky}=1.00\times 2.193=2.193\text{ m}=2193\text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz}=0.14\times 2.193=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$ (lunghezza efficace/lunghezza totale= $0.30/2.19=0.14$)Snellezza $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 225=65\text{ mm}$, $\lambda_y=2193/65=33.74$ $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 75=22\text{ mm}$, $\lambda_z=300/22=13.64$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=58.09\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}=0.59$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=355.42\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}=0.24$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c=0.20$ (legno massiccio) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.70$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.922$ (Eq.6.27 6.25) $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=1.000$ (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.421+0.284+0.000=0.70 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.388+0.199+0.000=0.59 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, combinazione di carico No 21**Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-75.967\text{kN}$, $M_{yd}=2.471\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$** (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=225\text{mm}$, $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=20.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 20.00/1.50=12.00\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 22.00/1.50=13.20\text{N/mm}^2$ $f_{mk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 22.00/1.50=13.20\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 75.967/16875= 4.50\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 2.471/6.328\text{E}+005= 3.90\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/2.109\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky}=1.00\times 2.193=2.193\text{ m}=2193\text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz}=0.14\times 2.193=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$ (lunghezza efficace/lunghezza totale= $0.30/2.19=0.14$)Snellezza $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 225=65\text{ mm}$, $\lambda_y=2193/65=33.74$ $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 75=22\text{ mm}$, $\lambda_z=300/22=13.64$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=58.09\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}=0.59$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=355.42\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}=0.24$ (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c = 0.20$ (legno massiccio)
 $k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.70$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.922$ (Eq. 6.27 6.25)
 $k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50$, $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1.000$ (Eq. 6.28 6.26)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.407 + 0.296 + 0.000 = 0.70 < 1$ (EC5 Eq. 6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{my} \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.375 + 0.207 + 0.000 = 0.58 < 1$ (EC5 Eq. 6.24)

La verifica è soddisfatta

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

Stabilità laterale, Myd=2.471 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

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

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

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

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

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

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

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1\text{E}+06 \times 2.471 / 6.328\text{E}+005 = 3.90\text{ N/mm}^2$

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

Lunghezza libera di inflessione S_k

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

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

Snellezza

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

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

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 75^2 \times 6700 / (225 \times 1974) = 66.19\text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq. 6.32)

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

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crit,y} = 66.19\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, my} = \sqrt{(f_{myk} / \sigma_{m, crit,y})} = 0.58$ (EC5 Eq. 6.30)

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

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

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

$\sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.296 + 0.000 = 0.30 < 1$ (EC5 Eq. 6.33)

$K_{my} \cdot \sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.207 + 0.000 = 0.21 < 1$ (EC5 Eq. 6.33)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.413, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 2.520, QksR= 2.520	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.260, QksR= 2.520	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 2.520, QksR= 1.260	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.433, QkwR=-0.633	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.633, QkwR=-0.433	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.050	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod	
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Permanente	0.60	0.000	41.148	0.074	0.303	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	77.412	0.138	0.568	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	72.918	0.127	0.519	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	72.918	0.127	0.519	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	27.432	0.049	0.202	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	27.432	0.049	0.202	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	39.725	0.069	0.283	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	77.412	0.138	0.568	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	77.412	0.138	0.568	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	72.918	0.127	0.519	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	72.918	0.127	0.519	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	72.918	0.127	0.519	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	72.918	0.127	0.519	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	62.418	0.111	0.458	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	59.272	0.104	0.424	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	59.272	0.104	0.424	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	62.418	0.111	0.458	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	59.272	0.104	0.424	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	59.272	0.104	0.424	
20	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	74.711	0.131	0.540	
21	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	74.711	0.131	0.540	
22	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	71.565	0.123	0.506	
23	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	71.565	0.123	0.506	
24	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	71.565	0.123	0.506	
25	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	71.565	0.123	0.506	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	17.243	0.030	0.124	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	16.764	0.030	0.123	
	Valori massimi				0.000	77.412	0.138	0.568

1.9.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 5, 6**Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 9****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=69.671 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=175 mm, A= 13 125 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)ft0k=13.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=69.671 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 69.671 / 13125 = 5.31$ N/mm² < 7.80 N/mm² = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Tensione di taglio trascurabile, verifica a taglio non necessaria (EC5 §6.1.7)

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 9**Flessione, Myd=0.511 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)

Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=175\text{mm}$, $A=1.313\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=3.828\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.641\text{E}+005\text{mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008)
 $f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20\text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20\text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1\text{E}+06 \times 0.511 / 3.828\text{E}+005 = 1.34\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.641\text{E}+005 = 0.00\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.101 + 0.000 = 0.10 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.071 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 9**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=69.671kN, Myd=0.511kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)

Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=175\text{mm}$, $A=1.313\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=3.828\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.641\text{E}+005\text{mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008)
 $f_{t0k}=13.00\text{ N/mm}^2$, $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80\text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20\text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20\text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d} = F_{t0d} / A_{netto} = 1000 \times 69.671 / 13125 = 5.31\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1\text{E}+06 \times 0.511 / 3.828\text{E}+005 = 1.34\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.641\text{E}+005 = 0.00\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{t0d} / f_{t0d} + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.681 + 0.101 + 0.000 = 0.78 < 1$ (EC5 Eq.6.17) $\sigma_{t0d} / f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.681 + 0.071 + 0.000 = 0.75 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 5, 6, combinazione di carico No 9**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=69.671kN, Myd=0.511kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)

Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=175\text{mm}$, $A=1.313\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=3.828\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.641\text{E}+005\text{mm}^3$
 Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008)
 $f_{t0k}=13.00\text{ N/mm}^2$, $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80\text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20\text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20\text{ N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d} = F_{t0d} / A_{netto} = 1000 \times 69.671 / 13125 = 5.31\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1\text{E}+06 \times 0.511 / 3.828\text{E}+005 = 1.34\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.641\text{E}+005 = 0.00\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{t0d} / f_{t0d} + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.681 + 0.101 + 0.000 = 0.78 < 1$ (EC5 Eq.6.17) $\sigma_{t0d} / f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.681 + 0.071 + 0.000 = 0.75 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.413, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 2.520, QksR= 2.520	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.260, QksR= 2.520	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 2.520, QksR= 1.260	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.433, QkwR=-0.633	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.633, QkwR=-0.433	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.050	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Permanente	0.60	0.000	7.296	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	14.031	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	11.596	0.002	0.004
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	11.596	0.002	0.004
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	2.232	0.000	0.001
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	4.864	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	8.921	0.000	0.000
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	12.452	0.000	0.000
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	14.031	0.000	0.000
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	11.596	0.002	0.004
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	10.024	0.002	0.004
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	10.017	0.002	0.004
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	11.596	0.002	0.004
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	8.649	0.000	0.001
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	6.945	0.001	0.002
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	6.945	0.002	0.003
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	11.281	0.000	0.000
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	9.577	0.001	0.003
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	9.577	0.001	0.003
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	13.759	0.000	0.000
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	15.338	0.000	0.000
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	13.634	0.001	0.003
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	12.061	0.002	0.003
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	12.055	0.002	0.003
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	13.634	0.001	0.003
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	2.970	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	2.997	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	15.338	0.002 0.004

1.9.6. Verifica della sezione Elementi: 7**Elementi:** 7, **combinazione di carico No 21****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=13.804 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=175 mm, A= 13 125 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)ft0k=13.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=13.804 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 13.804 / 13125 = 1.05$ N/mm² < 7.80 N/mm² = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.413, Gk2 = 0.000	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 2.520, QksR= 2.520	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 1.260, QksR= 2.520	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 2.520, QksR= 1.260	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.433, QkwR=-0.633	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.633, QkwR=-0.433	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.050	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)	Accidental				
(Aey) AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)	Accidental				

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Permanente	0.60	-9.068	0.000	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-17.431	0.000	0.000	0.001
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-17.595	0.000	0.000	0.001
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-17.595	0.000	0.000	0.001
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-6.046	0.000	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-6.046	0.000	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-11.037	0.000	0.000	0.000
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-17.431	0.000	0.000	0.001
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-17.431	0.000	0.000	0.001
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-17.595	0.000	0.000	0.001
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-17.595	0.000	0.000	0.001
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-17.595	0.000	0.000	0.001
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-17.595	0.000	0.000	0.001
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-14.016	0.000	0.000	0.001
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-14.130	0.000	0.000	0.001
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-14.130	0.000	0.000	0.001
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-14.016	0.000	0.000	0.001
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-14.130	0.000	0.000	0.001
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-14.130	0.000	0.000	0.001
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-19.007	0.000	0.000	0.001
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-19.007	0.000	0.000	0.001
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-19.122	0.000	0.000	0.001
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-19.122	0.000	0.000	0.001
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-19.122	0.000	0.000	0.001
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-19.122	0.000	0.000	0.001
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.803	0.000	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.725	0.000	0.000	0.000
	Valori massimi			-19.122	0.000	0.000	0.001

1.9.8. Verifica della sezione Elementi: 8, 9**Elementi:** 8, 9, **combinazione di carico No 25****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-17.209 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=175 mm, A= 13 125 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-17.209 kN, oc0d=Fc0d/Anetto=1000x17.209/13125=1.31 N/mm² < 12.00 N/mm²=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 8, 9 , combinazione di carico No 25**Stabilità, $F_{c0d} = -17.209 \text{ kN}$ (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=175\text{mm}$, $A=1.313\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=3.828\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.641\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00 \text{ N/mm}^2$ $f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 17.209 / 13125 = 1.31 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky}=1.00 \times 2.193 = 2.193 \text{ m} = 2193 \text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz}=1.00 \times 2.193 = 2.193 \text{ m} = 2193 \text{ mm}$ (più sfavorevole)Snellezza $i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 175 = 51 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2193 / 51 = 43.00$ $i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$, $\lambda_z = 2193 / 22 = 99.69$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 35.76 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.75$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 6.65 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 1.73$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$ (legno massiccio) $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.82$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.854$ (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 2.15$, $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 0.293$ (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.13 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.37 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.10. Progetto delle unioni

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

Bulloni del giunto e piastre del giunto

Diametro dei bulloni $d=4.0$ mm. Piastre del giunto $t=2.5$ 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 $t=2.5$ mm

Proprietà dei bulloni (EC5 §8.5.1)

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

Distanza tra i bulloni (EC5 Table 8.4)

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

Momento caratteristico di snervamento (EC5 §8.5.1.1)

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

Valori caratteristici della resistenza a rifollamento (EC5 §8.3.1.1)

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

Azione permanente

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

$t_2=75.0$ mm, Spessore della piastra in acciaio $0.5d=2.0 < t=2.5 < d=4.0$ mm

Per $t \leq 0.5d$ R_d =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.014 \text{ kN}$$

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

$$F_{vrk1} = 1.118 \text{ kN}$$

Per $t > 0.5d$ R_d =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.13(l), 8.13(m))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.014 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.580 \text{ kN}$$

$$F_{vrk2} = 1.580 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.60 \times 1.233 / 1.50 = 0.987 \text{ kN}$

Azione di lunga durata

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

$t_2=75.0$ mm, Spessore della piastra in acciaio $0.5d=2.0 < t=2.5 < d=4.0$ mm

Per $t \leq 0.5d$ R_d =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.014 \text{ kN}$$

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

$$F_{vrk1} = 1.118 \text{ kN}$$

Per $t > 0.5d$ R_d =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.13(l), 8.13(m))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.014 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.580 \text{ kN}$$

$$F_{vrk2} = 1.580 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.80 \times 1.233 / 1.50 = 1.315 \text{ kN}$

Azione di breve durata

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

$t_2=75.0$ mm, Spessore della piastra in acciaio $0.5d=2.0 < t=2.5 < d=4.0$ mm

Per $t \leq 0.5d$ R_d =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.014 \text{ kN}$$

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

$$F_{vrk1} = 1.118 \text{ kN}$$

Per $t > 0.5d$ R_d =il minore tra i valori (UNI EN1995-1-1:2009 Eq.8.13(l), 8.13(m))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.014 \text{ kN}$$

$$2.30 \sqrt{M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.580 \text{ kN}$$

$$F_{vrk2} = 1.580 \text{ kN}$$

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.90 \times 1.233 / 1.50 = 1.480 \text{ kN}$

Azione Accidentale

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 1.00 \times 1.233 / 1.00 = 2.466 \text{ kN}$

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 risotto a $0.50 \times F_d$

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.5 mm delle dimensioni

BxH=125mmx335mm, e di spessore 2.5mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

23 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamento $n=23$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=289\text{mm}^2$, $r=72\text{mm}$, $W_p=14713\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 2 ,dagli elementi 4, 7, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-20.958	0.096	0.486 <	0.987
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-58.783	0.267	1.362 <	1.480
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-54.729	0.281	1.281 <	1.480
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-54.236	0.232	1.252 <	1.480
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-20.958	0.096	0.486 <	1.480
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-20.958	0.096	0.486 <	1.480
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-28.139	0.113	0.647 <	1.480
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-58.783	0.267	1.362 <	1.480
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-58.783	0.267	1.362 <	1.480
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-54.729	0.281	1.281 <	1.480
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-54.729	0.281	1.281 <	1.480
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-54.236	0.232	1.252 <	1.480
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-54.236	0.232	1.252 <	1.480
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-47.435	0.215	1.099 <	1.480
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-44.597	0.226	1.042 <	1.480
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-44.252	0.191	1.022 <	1.480
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-47.435	0.215	1.099 <	1.480
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-44.597	0.226	1.042 <	1.480
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-44.252	0.191	1.022 <	1.480
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-54.614	0.232	1.260 <	1.480
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-54.614	0.232	1.260 <	1.480
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-51.767	0.242	1.202 <	1.480
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-51.767	0.242	1.202 <	1.480
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-51.434	0.208	1.183 <	1.480
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-51.434	0.208	1.183 <	1.480
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-20.864	0.093	0.483 <	2.466
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-21.297	0.097	0.494 <	2.466

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.Gk	Permanente	0.60	-20.958	0.096	9 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-58.783	0.267	25 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-54.729	0.281	23 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-54.236	0.232	23 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-20.958	0.096	9 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-20.958	0.096	9 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-28.139	0.113	12 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-58.783	0.267	25 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-58.783	0.267	25 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-54.729	0.281	23 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-54.729	0.281	23 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-54.236	0.232	23 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-54.236	0.232	23 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-47.435	0.215	20 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-44.597	0.226	19 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-44.252	0.191	19 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-47.435	0.215	20 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-44.597	0.226	19 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-44.252	0.191	19 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-54.614	0.232	23 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-54.614	0.232	23 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-51.767	0.242	22 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-51.767	0.242	22 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-51.434	0.208	21 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-51.434	0.208	21 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-20.864	0.093	9 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-21.297	0.097	9 <	240

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.5 mm delle dimensioni

BxH=125mmx335mm, e di spessore 2.5mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

12 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=12$, ($n_{ef}=1.34n$), $A=151\text{mm}^2$, $r=42\text{mm}$, $W_p=4926\text{mm}^3$

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

Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 7, al centro della unioni F(forza) M(momento)
Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	4.377	0.000	0.365 <	0.987
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	12.628	0.000	1.052 <	1.480
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	10.437	0.003	0.876 <	1.480
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	10.437	-0.003	0.876 <	1.480
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.009	-0.001	0.169 <	1.480
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	4.377	0.000	0.365 <	1.480
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	8.029	0.000	0.669 <	1.480
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.207	0.000	0.935 <	1.480
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.628	0.000	1.052 <	1.480
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	10.437	0.003	0.876 <	1.480
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	9.021	0.004	0.759 <	1.480
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	9.016	-0.004	0.758 <	1.480
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	10.437	-0.003	0.876 <	1.480
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	7.784	-0.001	0.650 <	1.480
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	6.250	0.002	0.524 <	1.480
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.250	-0.003	0.527 <	1.480
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.153	0.000	0.846 <	1.480
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.619	0.002	0.723 <	1.480
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	8.619	-0.002	0.723 <	1.480
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.383	0.000	1.033 <	1.480
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.804	0.000	1.150 <	1.480
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.271	0.002	1.027 <	1.480
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	10.855	0.003	0.910 <	1.480
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	10.850	-0.003	0.909 <	1.480
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.271	-0.002	1.027 <	1.480
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	4.455	0.000	0.372 <	2.466
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	4.496	0.000	0.375 <	2.466

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	4.377	0.000	9 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	12.628	0.000	27 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	10.437	0.003	22 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	10.437	-0.003	22 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.009	-0.001	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	4.377	0.000	9 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	8.029	0.000	17 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.207	0.000	24 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.628	0.000	27 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	10.437	0.003	22 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	9.021	0.004	19 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	9.016	-0.004	19 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	10.437	-0.003	22 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	7.784	-0.001	17 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	6.250	0.002	13 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.250	-0.003	14 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.153	0.000	22 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.619	0.002	19 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	8.619	-0.002	19 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.383	0.000	26 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.804	0.000	29 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.271	0.002	26 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	10.855	0.003	23 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	10.850	-0.003	23 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.271	-0.002	26 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	4.455	0.000	10 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	4.496	0.000	10 <	240

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.5 mm delle dimensioni

BxH=235mmx125mm, e di spessore 2.5mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

32 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

 $n=32$, ($n_{ef}=1.48n$), $A=402\text{mm}^2$, $r=97\text{mm}$, $W_p=26952\text{mm}^3$ 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	yg.Gk	Permanente	0.60	-27.857	-0.362	0.519 <	0.987
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-78.650	-1.021	1.465 <	1.480
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-67.850	-0.900	1.268 <	1.480
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-74.195	-0.958	1.380 <	1.480
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-27.857	-0.362	0.519 <	1.480
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-27.857	-0.362	0.519 <	1.480
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-40.575	-0.516	0.753 <	1.480
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-78.650	-1.021	1.465 <	1.480
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-78.650	-1.021	1.465 <	1.480
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-67.850	-0.900	1.268 <	1.480
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-67.850	-0.900	1.268 <	1.480
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-74.195	-0.958	1.380 <	1.480
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-74.195	-0.958	1.380 <	1.480
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-63.412	-0.824	1.181 <	1.480
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-55.852	-0.739	1.044 <	1.480
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-60.294	-0.779	1.122 <	1.480
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-63.412	-0.824	1.181 <	1.480
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-55.852	-0.739	1.044 <	1.480
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-60.294	-0.779	1.122 <	1.480
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-76.129	-0.977	1.415 <	1.480
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-76.129	-0.977	1.415 <	1.480
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-68.565	-0.893	1.278 <	1.480
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-68.565	-0.893	1.278 <	1.480
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-73.011	-0.933	1.356 <	1.480
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-73.011	-0.933	1.356 <	1.480
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-27.565	-0.356	0.513 <	2.466
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-28.378	-0.369	0.529 <	2.466

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.Gk	Permanente	0.60	-27.857	-0.362	19 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-78.650	-1.021	54 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-67.850	-0.900	47 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-74.195	-0.958	51 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-27.857	-0.362	19 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-27.857	-0.362	19 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-40.575	-0.516	28 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-78.650	-1.021	54 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-78.650	-1.021	54 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-67.850	-0.900	47 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-67.850	-0.900	47 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-74.195	-0.958	51 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-74.195	-0.958	51 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-63.412	-0.824	44 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-55.852	-0.739	39 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-60.294	-0.779	42 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-63.412	-0.824	44 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-55.852	-0.739	39 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-60.294	-0.779	42 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-76.129	-0.977	53 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-76.129	-0.977	53 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-68.565	-0.893	48 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-68.565	-0.893	48 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-73.011	-0.933	50 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-73.011	-0.933	50 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-27.565	-0.356	19 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-28.378	-0.369	20 <	240

1.10.4. Stato limite ultimo

Progettazione di unione con bulloni al nodo : 4 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.5 mm delle dimensioni

BxH=520mmx135mm, e di spessore 2.5mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 6, ($n_{ef}=1.30n$), $A=75\text{mm}^2$, $r=33\text{mm}$, $W_p=1866\text{mm}^3$

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

Sforzi nel nodo 4 ,dagli elementi 7, 8, 9, al centro della unioni F(forza) M(momento)

Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-0.088	0.000	0.007 <	0.987	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-0.249	0.000	0.021 <	1.480	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-5.191	-0.125	0.846 <	1.480	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-5.191	0.125	0.841 <	1.480	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-2.457	0.000	0.205 <	1.480	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-0.088	0.000	0.007 <	1.480	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-0.123	0.000	0.010 <	1.480	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-1.670	0.000	0.139 <	1.480	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.249	0.000	0.021 <	1.480	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.191	-0.125	0.846 <	1.480	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.441	-0.125	0.873 <	1.480	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.442	0.125	0.836 <	1.480	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.191	0.125	0.841 <	1.480	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-2.569	0.000	0.214 <	1.480	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.439	-0.087	0.654 <	1.480	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-4.439	0.087	0.600 <	1.480	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-0.201	0.000	0.017 <	1.480	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-3.635	-0.087	0.593 <	1.480	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-3.635	0.087	0.588 <	1.480	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-1.657	0.000	0.138 <	1.480	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.236	0.000	0.020 <	1.480	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-3.637	-0.087	0.593 <	1.480	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-3.982	-0.087	0.624 <	1.480	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-3.985	0.087	0.588 <	1.480	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-3.637	0.087	0.588 <	1.480	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-0.318	0.007	0.049 <	2.466	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-0.090	0.000	0.007 <	2.466	

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.Gk	Permanente	0.60	-0.088	0.000	0 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-0.249	0.000	0 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-5.191	-0.125	2 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-5.191	0.125	2 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-2.457	0.000	1 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-0.088	0.000	0 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-0.123	0.000	0 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-1.670	0.000	0 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	-0.249	0.000	0 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-5.191	-0.125	2 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	-5.441	-0.125	2 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-5.442	0.125	2 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	-5.191	0.125	2 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ o.Qk1	Breve	0.90	-2.569	0.000	1 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ o.Qk2	Breve	0.90	-4.439	-0.087	1 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ o.Qk3	Breve	0.90	-4.439	0.087	1 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ o.Qk1	Breve	0.90	-0.201	0.000	0 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ o.Qk2	Breve	0.90	-3.635	-0.087	1 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ o.Qk3	Breve	0.90	-3.635	0.087	1 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk1+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-1.657	0.000	0 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk1+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	-0.236	0.000	0 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk2+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-3.637	-0.087	1 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk2+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	-3.982	-0.087	1 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk3+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-3.985	0.087	1 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk3+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	-3.637	0.087	1 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-0.318	0.007	0 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-0.090	0.000	0 <	240

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.5 mm delle dimensioni

BxH=520mmx135mm, e di spessore 2.5mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

12 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=12$, ($n_{ef}=1.34n$), $A=151\text{mm}^2$, $r=42\text{mm}$, $W_p=4926\text{mm}^3$

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

Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 7, al centro della unioni F(forza) M(momento)
Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	4.377	0.000	0.365 <	0.987
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	12.628	0.000	1.052 <	1.480
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	10.437	0.000	0.870 <	1.480
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	10.437	0.000	0.870 <	1.480
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.009	0.000	0.167 <	1.480
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	4.377	0.000	0.365 <	1.480
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	8.029	0.000	0.669 <	1.480
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.207	0.000	0.934 <	1.480
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.628	0.000	1.052 <	1.480
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	10.437	0.000	0.870 <	1.480
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	9.021	0.000	0.752 <	1.480
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	9.016	0.000	0.751 <	1.480
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	10.437	0.000	0.870 <	1.480
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	7.784	0.000	0.649 <	1.480
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	6.250	0.000	0.521 <	1.480
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.250	0.000	0.521 <	1.480
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.153	0.000	0.846 <	1.480
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.619	0.000	0.718 <	1.480
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	8.619	0.000	0.718 <	1.480
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.383	0.000	1.032 <	1.480
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.804	0.000	1.150 <	1.480
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.271	0.000	1.023 <	1.480
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	10.855	0.000	0.905 <	1.480
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	10.850	0.000	0.904 <	1.480
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.271	0.000	1.023 <	1.480
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	4.455	0.000	0.371 <	2.466
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	4.496	0.000	0.375 <	2.466

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	4.377	0.000	2 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	12.628	0.000	6 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	10.437	0.000	5 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	10.437	0.000	5 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.009	0.000	1 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	4.377	0.000	2 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	8.029	0.000	4 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.207	0.000	6 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.628	0.000	6 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	10.437	0.000	5 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	9.021	0.000	5 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	9.016	0.000	5 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	10.437	0.000	5 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	7.784	0.000	4 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	6.250	0.000	3 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.250	0.000	3 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.153	0.000	5 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.619	0.000	4 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	8.619	0.000	4 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.383	0.000	6 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.804	0.000	7 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.271	0.000	6 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	10.855	0.000	6 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	10.850	0.000	6 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.271	0.000	6 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	4.455	0.000	2 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	4.496	0.000	2 <	240

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.5 mm delle dimensioni

BxH=520mmx135mm, e di spessore 2.5mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 6, ($n_{ef}=1.30n$), $A=75\text{mm}^2$, $r=20\text{mm}$, $W_p=1301\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 8, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-5.441	0.000	0.454 <	0.987
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-15.688	0.000	1.308 <	1.480
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-10.150	0.000	0.846 <	1.480
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-15.836	0.000	1.320 <	1.480
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-5.441	0.000	0.454 <	1.480
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-5.441	0.000	0.454 <	1.480
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-9.933	0.000	0.828 <	1.480
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.688	0.000	1.308 <	1.480
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.688	0.000	1.308 <	1.480
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-10.150	0.000	0.846 <	1.480
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-10.150	0.000	0.846 <	1.480
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.836	0.000	1.320 <	1.480
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.836	0.000	1.320 <	1.480
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-12.614	0.000	1.052 <	1.480
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.738	0.000	0.729 <	1.480
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-12.717	0.000	1.060 <	1.480
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-12.614	0.000	1.052 <	1.480
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.738	0.000	0.729 <	1.480
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-12.717	0.000	1.060 <	1.480
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.106	0.000	1.426 <	1.480
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.106	0.000	1.426 <	1.480
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-13.230	0.000	1.103 <	1.480
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-13.230	0.000	1.103 <	1.480
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.209	0.000	1.434 <	1.480
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.209	0.000	1.434 <	1.480
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-5.705	0.000	0.476 <	2.466
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-5.587	0.000	0.466 <	2.466

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.Gk	Permanente	0.60	-5.441	0.000	5 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-15.688	0.000	16 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-10.150	0.000	10 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-15.836	0.000	16 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-5.441	0.000	5 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-5.441	0.000	5 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-9.933	0.000	10 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-15.688	0.000	16 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-15.688	0.000	16 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-10.150	0.000	10 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-10.150	0.000	10 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-15.836	0.000	16 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-15.836	0.000	16 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-12.614	0.000	12 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-8.738	0.000	9 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-12.717	0.000	13 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-12.614	0.000	12 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-8.738	0.000	9 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-12.717	0.000	13 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-17.106	0.000	17 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-17.106	0.000	17 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-13.230	0.000	13 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-13.230	0.000	13 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-17.209	0.000	17 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-17.209	0.000	17 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-5.705	0.000	6 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-5.587	0.000	6 <	240

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.5 mm delle dimensioni

BxH=155mmx60mm, e di spessore 2.5mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 6, ($n_{ef}=1.00n$), $A=75\text{mm}^2$, $r=20\text{mm}$, $W_p=1301\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 5 ,dall'elemento 8, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-5.441	0.000	0.455 <	0.987
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-15.688	0.001	1.311 <	1.480
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-10.150	0.001	0.849 <	1.480
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-15.836	0.001	1.323 <	1.480
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-5.441	0.000	0.455 <	1.480
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-5.441	0.000	0.455 <	1.480
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-9.933	0.000	0.829 <	1.480
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.688	0.001	1.311 <	1.480
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.688	0.001	1.311 <	1.480
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-10.150	0.001	0.849 <	1.480
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-10.150	0.001	0.849 <	1.480
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.836	0.001	1.323 <	1.480
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.836	0.001	1.323 <	1.480
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-12.614	0.001	1.054 <	1.480
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.738	0.001	0.730 <	1.480
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-12.717	0.001	1.062 <	1.480
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-12.614	0.001	1.054 <	1.480
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.738	0.001	0.730 <	1.480
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-12.717	0.001	1.062 <	1.480
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.106	0.001	1.429 <	1.480
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.106	0.001	1.429 <	1.480
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-13.230	0.001	1.105 <	1.480
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-13.230	0.001	1.105 <	1.480
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.209	0.001	1.437 <	1.480
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.209	0.001	1.437 <	1.480
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-5.705	0.000	0.477 <	2.466
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-5.587	0.000	0.467 <	2.466

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.Gk	Permanente	0.60	-5.441	0.000	12 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-15.688	0.001	35 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-10.150	0.001	23 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-15.836	0.001	35 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-5.441	0.000	12 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-5.441	0.000	12 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-9.933	0.000	22 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-15.688	0.001	35 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-15.688	0.001	35 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-10.150	0.001	23 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-10.150	0.001	23 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-15.836	0.001	35 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-15.836	0.001	35 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-12.614	0.001	28 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-8.738	0.001	19 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-12.717	0.001	28 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-12.614	0.001	28 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-8.738	0.001	19 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-12.717	0.001	28 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-17.106	0.001	38 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-17.106	0.001	38 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-13.230	0.001	29 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-13.230	0.001	29 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-17.209	0.001	38 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-17.209	0.001	38 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-5.705	0.000	13 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-5.587	0.000	12 <	240

1.10.6. Stato limite ultimo

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elementor 5

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.5 mm delle dimensioni

BxH=345mmx160mm, e di spessore 2.5mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

54 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=54$, ($n_{ef}=1.40n$), $A=679\text{mm}^2$, $r=108\text{mm}$, $W_p=43443\text{mm}^3$

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

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

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	$F_n(\text{kN})$	$F_v(\text{kN})$	$M_a(\text{kNm})$	F_n	$R_d(\text{kN})$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	24.689	0.044	0.155	0.492	<0.987	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	69.671	0.124	0.437	1.387	<1.480	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	60.440	0.114	0.399	1.208	<1.480	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	65.626	0.113	0.399	1.304	<1.480	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	24.689	0.044	0.155	0.492	<1.480	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	24.689	0.044	0.155	0.492	<1.480	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	35.752	0.062	0.218	0.710	<1.480	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	69.671	0.124	0.437	1.387	<1.480	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	69.671	0.124	0.437	1.387	<1.480	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	60.440	0.114	0.399	1.208	<1.480	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	60.440	0.114	0.399	1.208	<1.480	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	65.626	0.113	0.399	1.304	<1.480	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	65.626	0.113	0.399	1.304	<1.480	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	56.176	0.100	0.352	1.118	<1.480	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	49.714	0.093	0.326	0.993	<1.480	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	53.345	0.093	0.326	1.060	<1.480	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	56.176	0.100	0.352	1.118	<1.480	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	49.714	0.093	0.326	0.993	<1.480	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	53.345	0.093	0.326	1.060	<1.480	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	67.240	0.118	0.415	1.337	<1.480	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	67.240	0.118	0.415	1.337	<1.480	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	60.778	0.111	0.389	1.212	<1.480	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	60.778	0.111	0.389	1.212	<1.480	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	64.409	0.110	0.389	1.279	<1.480	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	64.409	0.110	0.389	1.279	<1.480	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	25.865	0.045	0.159	0.514	<2.466	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	25.146	0.045	0.158	0.501	<2.466	

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.Gk	Permanente	0.60	24.689	0.156	48 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	69.671	0.440	134 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	60.440	0.401	117 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	65.626	0.402	126 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	24.689	0.156	48 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	24.689	0.156	48 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	35.752	0.219	69 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	69.671	0.440	134 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	69.671	0.440	134 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	60.440	0.401	117 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	60.440	0.401	117 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	65.626	0.402	126 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	65.626	0.402	126 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	56.176	0.355	108 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	49.715	0.328	97 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	53.345	0.328	103 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	56.176	0.355	108 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	49.715	0.328	97 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	53.345	0.328	103 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	67.240	0.418	129 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	67.240	0.418	129 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	60.778	0.391	118 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	60.778	0.391	118 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	64.409	0.391	124 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	64.409	0.391	124 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	25.865	0.160	50 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	25.146	0.159	49 <	240







