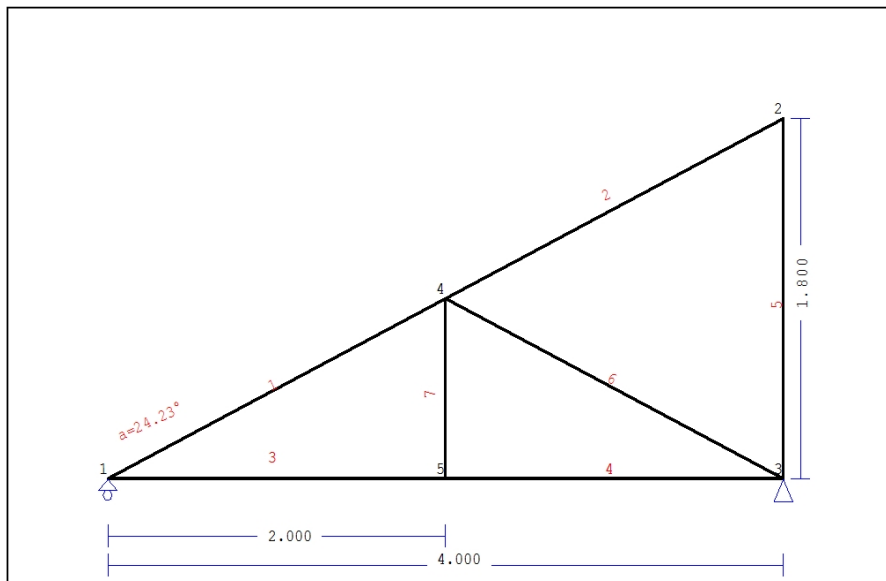


1. PADIGLIONE-03-4

Tetto con capriate di tipo N (monofalda)



1.1. Descrizione tecnica

1.1.1. Tipologia costruttiva

Tetto in legno D40. La tipologia della capriata è illustrata nel disegno soprastante.

Luce della capriata 4.000m, altezza 1.800m, inclinazione 24.23°, interasse delle capriate 3.500m

Travetti in legno di classe C22, con dimensioni 75x120 mm, ad interasse 0.300 m

Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]

Elementi 1, 2, sezione 75x225 [mm]

Elementi 3, 4, sezione 75x225 [mm]

Elementi 5, sezione 75x225 [mm]

Elementi 6, 7, sezione 75x225 [mm]

Volume della capriata = 0.224 m³, peso proprio della capriata = 1.209 kN

1.1.2. Normative di calcolo

Norme Tecniche per le Costruzioni (DM2008)

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

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

DM2008, §3.4, Azioni della neve

DM2008, §3.3, Azioni del vento

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

1.1.3. Metodo di calcolo

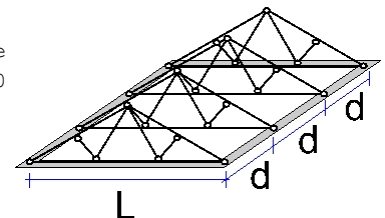
Gli sforzi interni alla capriata sono calcolati mediante analisi ad elementi finiti. La capriata è considerata come un elemento trave reticolare a due dimensioni. La rigidità delle unioni è modulata secondo il grado desiderato di rigidità. Per calcolare il valore di progetto degli sforzi interni, gli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

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

Classe del legno : D40

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} = 40.0 MPa, f_{t0k} = 24.0 MPa, f_{t90k} = 0.6 MPaf_{c0k} = 26.0 MPa, f_{c90k} = 8.3 MPa, f_{vk} = 4.0 MPaE_{0m} = 13000 MPa, E₀₀₅ = 10900 MPa, E_{90m} = 860 MPaG_m = 810 MPa, ρ_k = 550 Kg/m³**1.1.5. Proprietà dei materiali (legname, travetti) (NTC-DM2008, §4.4)**

Classe del legno : C22

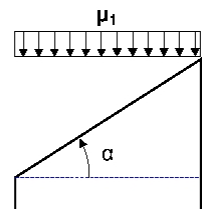
Classe di servizio : Classe 1, umidità $\leq 12\%$ (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname**f_{mk} = 22.0 MPa, f_{t0k} = 13.0 MPa, f_{t90k} = 0.4 MPaf_{c0k} = 20.0 MPa, f_{c90k} = 2.4 MPa, f_{vk} = 3.8 MPaE_{0m} = 10000 MPa, E₀₀₅ = 6700 MPa, E_{90m} = 330 MPaG_m = 630 MPa, ρ_k = 340 Kg/m³**1.1.6. Carichi distribuiti sulla copertura**Carico permanente del manto di copertura G_e = 0.500 kN/m² (TegoleTravetti, assito, isolamento G_t = 0.100 kN/m² G_e+G_t=0Peso del controsoffitto del tetto G_c = 0.100 kN/m²Carico della neve sul terreno S_k = 1.500 kN/m²Pressione del vento sulle superfici vert. Q_w = 0.754 kN/m²Carico (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 (as=200 \leq 200m)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, $\alpha=24.23^\circ$, $\mu_1=0.800$ (Tab. 3.4.II)

Azioni della neve (DM2008, §3.4.8.2)

S₁= $\mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 1.500 = 1.200$ kN/m²**1.3. Azioni del vento (DM2008 §3.3)**Pressione del vento q_b(z)=C_e(z) · V_b²/1.6 (DM2008 §3.3.6)

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

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

Velocità di riferimento , Tr=500 anni (§3.3.2)

Classe di rugosità del terreno= D, 10km < distanza costa < 30km, altitudine di riferimento=500m

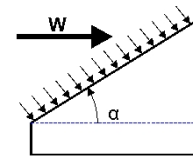
Categorie di esposizione del sito: II, k_r=0.19, z_o=0.05m, z_{min}=4.00m (Tab.3.3.II)Coefficiente di topografia : C_t=1.000 (§3.3.7)Coefficiente di esposizione: C_e=0.19² × 1.000 × ln(5/0.05) × [7 + 1.000 × ln(5/0.05)] = 1.929 (§3.3.7)Pressione del vento sulla superficie verticale: Q_{ref}·C_e:=0.001 × (25.00²/1.6) × 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 $\alpha = 24.23^\circ$, $C_p = -0.27$

Pressione del vento $p_f = -0.206 \text{ kN/m}^2$



1.4. Progettazione della capriata**Caratteristiche geometriche della capriata**

Lunghezza $L=4.000$ m, altezza $H=1.800$ m, interasse capriate $d=3.500$ m
 Inclinazione $=45.00\%$, angolo $\alpha=24.23^\circ$, $\tan\alpha=0.450$, $\sin\alpha=0.410$, $\cos\alpha=0.912$
 Numero dei nodi = 5, numero degli elementi = 7, numero degli appoggi = 2

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

Nodo	x[m]	y[m]	Sup.	Elemento	K1	K2	b x h [mm]	L [m]	A [mm ²]	I _y [mm ⁴]	W _y [mm ³]
1	0.000	0.000	01	1	1	4	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
2	4.000	1.800		2	4	2	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
3	4.000	0.000	11	3	1	5	75x225	2.000	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
4	2.000	0.900		4	5	3	75x225	2.000	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
5	2.000	0.000		5	3	2	75x225	1.800	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				6	4	3	75x225	2.193	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				7	5	4	75x225	0.900	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005

Carico lineare per capriata

Massa volumica del legname $=550.00$ kg/m³, peso proprio della capriata $=1.209$ kN
 Interasse delle capriate $d=3.50$ m, peso delle unioni delle capriate $=0.121$ kN

Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate

Manto di copertura + peso proprio $G_{k1} = 2.432$ kN/m
 Controsoffitto del tetto $G_{k2} = 0.350$ kN/m

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

Sovraccario $Q_{ki} = 0.50 \times 3.500 = 1.750$ kN/m
 Carico neve $Q_{k1} = 4.200$ kN/m
 Carico da vento $Q_{k2} = -0.721$ kN/m

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

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

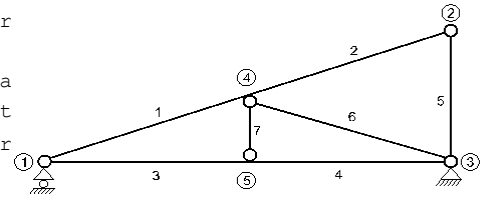
Combinazioni di carico di progetto

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

L.C.	Azioni permanenti-Variabili	Classe di durata
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Permanente
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve
8	$G_k + \psi_2 \cdot Q_{k1} + A_{ex}$	Accidental
9	$G_k + \psi_2 \cdot Q_{k1} + A_{ey}$	Accidental

1.5. Analisi statica della capriata

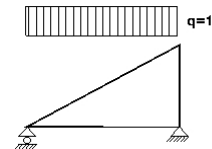
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una r di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico unit e sulla base di questi sono calcolati gli sforzi interni per le varie condizioni di carico e combinazioni di carichi.
 Numero dei nodi = 5, numero degli elementi = 7, numero degli



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	4	-3.24	0.70	0.01	-2.42	-1.13	-0.46
2	4	2	-0.51	1.13	-0.46	0.31	-0.70	0.01
3	1	5	2.67	0.03	0.00	2.67	0.03	0.07
4	5	3	2.67	-0.04	0.07	2.67	-0.04	0.00
5	3	2	-0.76	0.00	0.00	-0.76	0.00	0.00
6	4	3	-2.93	0.00	0.00	-2.93	0.00	0.00
7	5	4	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00



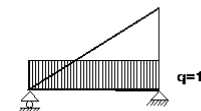
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	2.67	1.97	0.01	-2.67	0.03	0.46
2	4	2	0.00	1.24	-0.46	0.00	0.76	-0.01
3	1	5	-2.67	0.03	0.00	2.67	-0.03	-0.07
4	5	3	-2.67	-0.04	0.07	2.67	0.04	0.00
5	3	2	0.00	0.76	0.00	0.00	-0.76	0.00
6	4	3	2.67	-1.20	0.00	-2.67	1.20	0.00
7	5	4	0.00	0.07	0.00	0.00	-0.07	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	4	-2.93	0.03	0.00	-2.93	0.03	0.06
2	4	2	0.01	-0.03	0.06	0.01	-0.03	0.00
3	1	5	2.66	0.77	0.01	2.66	-1.23	-0.44
4	5	3	2.66	1.23	-0.44	2.66	-0.77	0.01
5	3	2	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
6	4	3	-2.91	0.00	0.00	-2.91	0.00	0.00
7	5	4	2.45	0.00	0.00	2.45	0.00	0.00



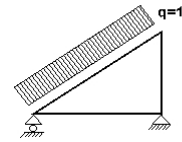
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	2.66	1.23	0.00	-2.66	-1.23	-0.06
2	4	2	0.00	-0.03	0.06	0.00	0.03	0.00
3	1	5	-2.66	0.77	0.01	2.66	1.23	0.44
4	5	3	-2.66	1.23	-0.44	2.66	0.77	-0.01
5	3	2	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
6	4	3	2.66	-1.19	0.00	-2.66	1.19	0.00
7	5	4	0.00	-2.45	0.00	0.00	2.45	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	4	-2.00	0.82	0.01	-2.00	-1.37	-0.59
2	4	2	0.37	1.37	-0.59	0.37	-0.82	0.01
3	1	5	1.48	0.02	0.01	1.48	0.02	0.05
4	5	3	1.48	-0.03	0.05	1.48	-0.03	0.00
5	3	2	-0.90	0.00	0.00	-0.90	0.00	0.01
6	4	3	-3.60	0.00	0.00	-3.60	0.00	0.00
7	5	4	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00

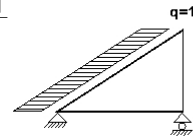
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	1.48	1.57	0.01	-2.38	0.43	0.59
2	4	2	-0.90	1.10	-0.59	0.00	0.90	-0.01
3	1	5	-1.48	0.02	0.01	1.48	-0.02	-0.05
4	5	3	-1.48	-0.03	0.05	1.48	0.03	0.00
5	3	2	0.00	0.90	0.00	0.00	-0.90	-0.01
6	4	3	3.28	-1.48	0.00	-3.28	1.48	0.00
7	5	4	0.00	0.05	0.00	0.00	-0.05	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	4	3.03	0.31	0.00	1.03	-0.59	-0.30
2	4	2	2.14	0.59	-0.30	0.14	-0.31	0.00
3	1	5	-2.89	-0.02	0.00	-2.89	-0.02	-0.05
4	5	3	-2.89	0.02	-0.05	-2.89	0.02	0.00
5	3	2	-0.34	0.00	0.00	-0.34	0.00	0.00
6	4	3	-1.63	0.00	0.00	-1.63	0.00	0.00
7	5	4	0.05	0.00	0.00	0.05	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	4	-2.89	-0.96	0.00	0.70	0.96	0.30
2	4	2	-2.19	-0.34	-0.30	0.00	0.34	0.00
3	1	5	2.89	-0.02	0.00	-2.89	0.02	0.05
4	5	3	2.89	0.02	-0.05	-2.89	-0.02	0.00
5	3	2	0.00	0.34	0.00	0.00	-0.34	0.00
6	4	3	1.49	-0.67	0.00	-1.49	0.67	0.00
7	5	4	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.05	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 = 2.432, Gk2 = 0.350 [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	4	-9.68	1.86	0.03	-7.49	-3.00	-1.21	-8.84	0.00	0.82
2	4	2	-1.36	3.00	-1.21	0.83	-1.87	0.03	-0.01	0.00	0.81
3	1	5	8.06	0.36	0.02	8.06	-0.34	0.04	8.06	0.00	0.20
4	5	3	8.06	0.33	0.04	8.06	-0.37	0.00	8.06	0.00	0.20
5	3	2	-2.04	0.01	0.00	-2.04	0.01	0.01	-2.04	0.01	0.01
6	4	3	-8.83	0.00	0.00	-8.83	0.00	0.00	-8.83	0.00	0.00
7	5	4	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk1) Neve Qks = 4.200 [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	4	-13.62	2.92	0.05	-10.18	-4.74	-1.95	-12.30	-0.02	1.27
2	4	2	-2.14	4.74	-1.95	1.30	-2.92	0.05	-0.02	0.02	1.27
3	1	5	11.22	0.15	0.02	11.22	0.15	0.31	11.22	0.15	0.17
4	5	3	11.22	-0.15	0.31	11.22	-0.15	0.00	11.22	-0.15	0.16
5	3	2	-3.20	0.01	0.00	-3.20	0.01	0.02	-3.20	0.01	0.01
6	4	3	-12.30	0.00	0.00	-12.30	0.00	0.00	-12.30	0.00	0.00
7	5	4	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk2) Vento Qkw = -0.721 [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	4	1.44	-0.59	-0.01	1.44	0.99	0.42	1.44	0.01	-0.25
2	4	2	-0.26	-0.99	0.42	-0.26	0.59	-0.01	-0.26	-0.01	-0.25
3	1	5	-1.07	-0.02	0.00	-1.07	-0.02	-0.04	-1.07	-0.02	-0.02
4	5	3	-1.07	0.02	-0.04	-1.07	0.02	0.00	-1.07	0.02	-0.02
5	3	2	0.65	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00
6	4	3	2.59	0.00	0.00	2.59	0.00	0.00	2.59	0.00	0.00
7	5	4	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.750 [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	4	-5.68	1.22	0.02	-4.24	-1.97	-0.81	-5.13	-0.01	0.53
2	4	2	-0.89	1.97	-0.81	0.54	-1.22	0.02	-0.01	0.01	0.53
3	1	5	4.68	0.06	0.01	4.68	0.06	0.13	4.68	0.06	0.07
4	5	3	4.68	-0.06	0.13	4.68	-0.06	0.00	4.68	-0.06	0.07
5	3	2	-1.33	0.00	0.00	-1.33	0.00	0.01	-1.33	0.00	0.00
6	4	3	-5.12	0.00	0.00	-5.12	0.00	0.00	-5.12	0.00	0.00
7	5	4	-0.12	0.00	0.00	-0.12	0.00	0.00	-0.12	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Aex) AeX Sismica $q_h=0.053x(G+0.20xQ_k1)$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	4	0.56	0.06	0.00	0.19	-0.11	-0.06	0.42	-0.01	0.02
2	4	2	0.40	0.11	-0.06	0.03	-0.06	0.00	0.17	0.01	0.02
3	1	5	-0.54	0.00	0.00	-0.54	0.00	-0.01	-0.54	0.00	0.00
4	5	3	-0.54	0.00	-0.01	-0.54	0.00	0.00	-0.54	0.00	0.00
5	3	2	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00
6	4	3	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00
7	5	4	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Aey) AeY Sismica $q_v=0.006x(G+0.20xQ_k1)$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	VQm[kN]	Mm[kNm]
1	1	4	-0.08	0.02	0.00	-0.06	-0.03	-0.01	-0.07	0.00	0.01
2	4	2	-0.01	0.03	-0.01	0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
3	1	5	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
4	5	3	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
5	3	2	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
6	4	3	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

1.5.3. Sforzi all'estremità dell'elemento**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Gk) Proprio $G_{k1} = 2.432$, $G_{k2} = 0.350$ [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	8.06	5.67	0.03	-8.06	-0.34	1.21
2	4	2	0.01	3.29	-1.21	-0.01	2.04	-0.03
3	1	5	-8.06	0.36	0.02	8.06	0.34	-0.04
4	5	3	-8.06	0.33	0.04	8.06	0.37	0.00
5	3	2	-0.01	2.04	0.00	0.01	-2.04	-0.01
6	4	3	8.05	-3.62	0.00	-8.05	3.62	0.00
7	5	4	0.00	-0.67	0.00	0.00	0.67	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk1) Neve $Q_{ks} = 4.200$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	11.22	8.25	0.05	-11.22	0.15	1.95
2	4	2	0.01	5.20	-1.95	-0.01	3.20	-0.05
3	1	5	-11.22	0.15	0.02	11.22	-0.15	-0.31
4	5	3	-11.22	-0.15	0.31	11.22	0.15	0.00
5	3	2	-0.01	3.20	0.00	0.01	-3.20	-0.02
6	4	3	11.21	-5.05	0.00	-11.21	5.05	0.00
7	5	4	0.00	0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.721$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	-1.07	-1.13	-0.01	1.72	-0.31	-0.42
2	4	2	0.65	-0.79	0.42	0.00	-0.65	0.01
3	1	5	1.07	-0.02	0.00	-1.07	0.02	0.04
4	5	3	1.07	0.02	-0.04	-1.07	-0.02	0.00
5	3	2	0.00	-0.65	0.00	0.00	0.65	0.00
6	4	3	-2.37	1.06	0.00	2.37	-1.06	0.00
7	5	4	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.750 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	4.68	3.44	0.02	-4.68	0.06	0.81
2	4	2	0.00	2.17	-0.81	0.00	1.33	-0.02
3	1	5	-4.68	0.06	0.01	4.68	-0.06	-0.13
4	5	3	-4.68	-0.06	0.13	4.68	0.06	0.00
5	3	2	0.00	1.33	0.00	0.00	-1.33	-0.01
6	4	3	4.67	-2.10	0.00	-4.67	2.10	0.00
7	5	4	0.00	0.12	0.00	0.00	-0.12	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	-0.54	-0.18	0.00	0.13	0.18	0.06
2	4	2	-0.41	-0.06	-0.06	0.00	0.06	0.00
3	1	5	0.54	0.00	0.00	-0.54	0.00	0.01
4	5	3	0.54	0.00	-0.01	-0.54	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00
6	4	3	0.28	-0.12	0.00	-0.28	0.12	0.00
7	5	4	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	0.07	0.05	0.00	-0.07	0.00	0.01
2	4	2	0.00	0.03	-0.01	0.00	0.02	0.00
3	1	5	-0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
4	5	3	-0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
6	4	3	0.07	-0.03	0.00	-0.07	0.03	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

1.5.4. spostamenti verticali dei nodi (in mm)

nodo	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.02	-0.03	0.01	-0.01
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-0.38	-0.53	0.07	-0.22
5	-0.38	-0.53	0.07	-0.22

1.5.5. Reazioni agli appoggi (kN)

nodo	reaz.	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
1	Fy	6.03	8.40	-1.15	3.50
3	Fx	0.00	0.00	1.30	0.00
3	Fy	6.03	8.40	-1.73	3.50

1.6. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi (kN)

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio $G_{k1} = 2.432$, $G_{k2} = 0.350$	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve $Q_{ks} = 4.200$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.721$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) $Q_i = 1.750$	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica $q_h = 0.053x(G + 0.20xQ_{k1})$	Accidental				
(Aey) AeY Sismica $q_v = 0.006x(G + 0.20xQ_{k1})$	Accidental				

1.6.1. Reazioni nel nodo : 3 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g.G_k$	Permanente	0.60	0.000	7.845	0.000	13.076	
2	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	20.446	0.000	22.717	
3	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2}$	Breve	0.90	1.946	5.245	2.163	5.828	
4	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	13.096	0.000	14.551	
5	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve	0.90	1.168	18.885	1.297	20.984	
6	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve	0.90	1.946	14.065	2.163	15.628	
7	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	1.168	20.355	1.297	22.617	
8	$G_k + 0.2xQ_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.00	0.748	7.899	0.832	8.776	
9	$G_k + 0.2xQ_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.00	0.000	7.764	0.000	8.627	
	Valori massimi				1.946	20.446	2.163	22.717
10	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} = 0.9G_k + 1.5Q_{k2}$, (EQU)	Breve	0.90	1.946	2.831	2.163	3.145	

1.6.2. Reazioni nel nodo : 1 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g.G_k$	Permanente	0.60	0.000	7.845	0.000	13.075	
2	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	20.445	0.000	22.717	
3	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	6.121	0.000	6.801	
4	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	13.095	0.000	14.550	
5	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	19.410	0.000	21.567	
6	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	14.940	0.000	16.600	
7	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	20.880	0.000	23.200	
8	$G_k + 0.2xQ_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.00	0.000	7.898	0.000	8.776	
9	$G_k + 0.2xQ_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.00	0.000	7.764	0.000	8.627	
	Valori massimi				0.000	20.880	0.000	23.200
10	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} = 0.9G_k + 1.5Q_{k2}$, (EQU)	Breve	0.90	0.000	3.707	0.000	4.118	

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 5** (EC5 §7.2)

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef	
(Gk) Proprio	Gk1 = 2.432, Gk2 = 0.350	-0.383	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	Qks = 4.200	-0.528	Breve		0.70	0.50	0.20	0.00
(Qk2) Vento	Qkw = -0.721	0.072	Breve		0.60	0.20	0.00	0.00

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.383	0.613
2 Gk + Qk1	0.911	1.204
3 Gk + Qk2	0.383	0.613
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.911	1.204
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.753	1.046

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

Massimi valori della freccia nel nodo 5

$w_{inst} = 0.911$ mm, $w_{fin} = 1.204$ mm

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

$w_{inst} = 0.911$ mm < $L/300 = 4000/300 = 13.333$ mm

$w_{net,fin} = 1.204$ mm < $L/250 = 4000/250 = 16.000$ mm

$w_{fin} = 1.204$ mm < $L/150 = 4000/150 = 26.667$ 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 = 2.432, Gk2 = 0.350		0.300	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	Qks = 4.200		0.519	Breve	0.70	0.50	0.20	0.00
(Qk2) Vento	Qkw = -0.721		0.000	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.300	0.481
2 Gk + Qk1	0.819	1.062
3 Gk + Qk2	0.300	0.481
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.819	1.062
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.663	0.906

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

Massimi valori della freccia a metà asta 2

$w_{inst} = 0.819$ mm, $w_{fin} = 1.062$ mm

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

$w_{inst} = 0.819$ mm < $L/300 = 2193/300 = 7.311$ mm

$w_{net,fin} = 1.062$ mm < $L/250 = 2193/250 = 8.773$ mm

$w_{fin} = 1.062$ 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	26.93661	0.03712
2	39.56810	0.02527
3	46.35815	0.02157
4	80.79787	0.01238
5	99.75373	0.01002

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.432, Gk2 = 0.350	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 4.200	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.721	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.750	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	-20.967	1.802	6.500	2.629
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-36.683	3.374	12.231	4.995
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-13.978	1.201	4.333	1.752
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-23.438	2.107	7.624	3.103
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-36.683	3.374	12.231	4.995
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-29.871	2.722	9.862	4.022
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-39.332	3.627	13.153	5.373
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.891	0.745	2.705	1.106
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-8.321	0.733	2.649	1.075
	Valori massimi			-39.332	3.627	13.153	5.373

1.8.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2**Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=3.265 kN** (EC5 §6.1.2)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)ft0k=24.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=3.265 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 3.265 / 16875 = 0.19$ N/mm² < 14.40 N/mm² = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7**Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-35.398 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=26.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-35.398 kN, $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 35.398 / 16875 = 2.10$ N/mm² < 15.60 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7**Taglio, Fv=11.837 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x75=50 mm, h=225 mm, A= 11 250 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)fvk=4.00 N/mm², fvd=Kmod·fvk/ $\gamma_M=0.90 \times 4.00 / 1.50 = 2.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fv=11.837 kN, $\tau_{v0d} = 1.50 Fv0d / A_{netto} = 1000 \times 11.837 / 11250 = 1.58$ N/mm² < 2.40 N/mm² = fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7**Flessione, Myd=4.836 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+005mm³Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008fmyk=40.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²fmzk=40.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 4.836 / 6.328E+005 = 7.64 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.318 + 0.000 = 0.32 < 1$ (EC5 Eq.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.223 + 0.000 = 0.22 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7

Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -35.398 \text{ kN}$, $M_{yd} = 4.835 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (§6.2.4)

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

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

$f_{c0k} = 26.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk} = 40.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00 \text{ N/mm}^2$

$f_{mk} = 40.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00 \text{ N/mm}^2$

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

$\sigma_{c0d} = F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 35.398 / 16875 = 2.10 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 4.835 / 6.328E+005 = 7.64 \text{ N/mm}^2$

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

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.018 + 0.318 + 0.000 = 0.34 < 1$ (EC5 Eq.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.018 + 0.223 + 0.000 = 0.24 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -35.398 \text{ kN}$, $M_{yd} = 4.835 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

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

Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=10900 \text{ N/mm}^2$

$f_{c0k} = 26.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk} = 40.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00 \text{ N/mm}^2$

$f_{mk} = 40.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00 \text{ N/mm}^2$

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

$\sigma_{c0d} = F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 35.398 / 16875 = 2.10 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 4.835 / 6.328E+005 = 7.64 \text{ N/mm}^2$

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

Lunghezza libera di inflessione S_k

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

$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 94.50 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k}/\sigma_{c,crity}} = 0.52$ (EC5 Eq.6.21)

$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 578.23 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k}/\sigma_{c,critz}} = 0.21$ (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c = 0.20$ (legno lamellare)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.66$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.943$ (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)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.143 + 0.318 + 0.000 = 0.46 < 1$ (EC5 Eq.6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.134 + 0.223 + 0.000 = 0.36 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7**Stabilità laterale, Myd=4.836 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)
 $f_{c0k}=26.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 26.00/1.50=15.60\text{N/mm}^2$
 $f_{myk}=40.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 40.00/1.50=24.00\text{N/mm}^2$
 $f_{mk}=40.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 40.00/1.50=24.00\text{N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd}=\text{Myd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 4.836/6.328\text{E}+005= 7.64\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=\text{Mzd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/2.109\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$

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

$i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 225=65\text{ mm}$, $\lambda_y=2193/65=33.74$
 $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 75=22\text{ mm}$, $\lambda_z=300/22=13.64$

$\sigma_{m,crit}=\text{My}_{crit}/W_y=n\sqrt{(E005\cdot I_z\cdot G005\cdot I_{tor})/(L_{ef}\cdot W_y)}=96.39\text{N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.31)
 $\sigma_{m,crit}=\text{My}_{crit}/W_y=n\sqrt{(E005\cdot I_z\cdot G005\cdot I_{tor})/(L_{ef}\cdot W_y)}=5707.56\text{N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.31)

Tensioni critiche

$\sigma_{m,crity}=96.39\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my}=\sqrt{f_{myk}/\sigma_{m,crity}}=0.64$ (EC5 Eq.6.30)
 $\sigma_{m,critz}=5707.56\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz}=\sqrt{f_{mk}/\sigma_{m,critz}}=0.08$ (EC5 Eq.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.64$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{cricity}=1.00$ (EC5 Eq.6.34)
 $\lambda_{rel,mz}=0.08$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{critz}=1.00$ (EC5 Eq.6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{cricity}\cdot f_{myd})+K_m\cdot \sigma_{mzd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.318+0.000=0.32 < 1$ (EC5 Eq.6.33)
 $K_m\cdot \sigma_{myd}/(K_{cricity}\cdot f_{myd})+\sigma_{mzd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.223+0.000=0.22 < 1$ (EC5 Eq.6.33)
 La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=3.265kN, Myd=4.835kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)

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)
 $f_{t0k}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{t0d}=K_{mod}\cdot f_{t0k}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.50=14.40\text{N/mm}^2$
 $f_{myk}=40.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 40.00/1.50=24.00\text{N/mm}^2$
 $f_{mk}=40.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 40.00/1.50=24.00\text{N/mm}^2$

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{t0d}=\text{Ft0d}/A_{netto}=1000\times 3.265/16875=0.19\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd}=\text{Myd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 4.835/6.328\text{E}+005=7.64\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=\text{Mzd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/2.109\text{E}+005=0.00\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.013+0.318+0.000=0.33 < 1$ (EC5 Eq.6.17)
 $\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_m\cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.013+0.223+0.000=0.24 < 1$ (EC5 Eq.6.18)
 La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.432, Gk2 = 0.350	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 4.200	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.721	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.750	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	17.462	0.799	0.444
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	30.348	0.790	0.580
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	11.641	0.533	0.296
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	19.436	0.640	0.414
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	30.348	0.790	0.580
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	24.736	0.713	0.495
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	32.531	0.820	0.639
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	6.510	0.264	0.156
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	6.913	0.268	0.160
	Valori massimi				0.000	32.531	0.820 0.639

1.8.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 3, 4**Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=29.278 kN** (EC5 §6.1.2)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)ft0k=24.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=29.278 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 29.278 / 16875 = 1.73$ N/mm² < 14.40 N/mm² = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7**Taglio, Fv=0.738 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, b_{ef}=0.67x75=50 mm, h=225 mm, A= 11 250 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)fvk=4.00 N/mm², fvd=Kmod·fvk/ $\gamma_M=0.90 \times 4.00 / 1.50 = 2.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fv=0.738 kN, $\tau_{v0d} = 1.50 Fv0d / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.738 / 11250 = 0.10$ N/mm² < 2.40 N/mm² = fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7**Flessione, Myd=0.576 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+005mm³Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008)fmyk=40.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²fmzk=40.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²

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

 $\sigma_{myd} = Myd / W_{my, netto} = 1E+06 \times 0.576 / 6.328E+005 = 0.91$ N/mm² $\sigma_{mzd} = Mzd / W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_{m, \sigma_{mzd}} / f_{mzd} = 0.038 + 0.000 = 0.04 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_{m, \sigma_{myd}} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.027 + 0.000 = 0.03 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=29.278kN, Myd=0.575kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm², Wy=6.328E+005mm³, Wz=2.109E+005mm³

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

ft0k=24.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmyk=40.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm²fmzk=40.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm²

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x29.278/16875= 1.73 N/mm²σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.575/6.328E+005= 0.91 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm²

σt0d/ft0d+σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.120+0.038+0.000= 0.16 < 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.120+0.027+0.000= 0.15 < 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=29.278kN, Myd=0.576kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm², Wy=6.328E+005mm³, Wz=2.109E+005mm³

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

ft0k=24.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmyk=40.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm²fmzk=40.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x40.00/1.50=24.00N/mm²

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x29.278/16875= 1.73 N/mm²σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.576/6.328E+005= 0.91 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm²

σt0d/ft0d+σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.120+0.038+0.000= 0.16 < 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.120+0.027+0.000= 0.15 < 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.432, Gk2 = 0.350	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 4.200	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.721	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.750	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	-4.427	0.000	0.016	0.025
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-8.284	0.000	0.028	0.047
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-2.951	0.000	0.010	0.017
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-5.173	0.000	0.018	0.029
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-8.284	0.000	0.028	0.047
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-6.684	0.000	0.023	0.038
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.906	0.000	0.030	0.051
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.831	0.000	0.006	0.010
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.800	0.000	0.006	0.010
	Valori massimi			-8.906	0.000	0.030	0.051

1.8.6. Verifica della sezione Elementi: 5**Elementi: 5 , combinazione di carico No 7****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-8.015 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=26.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-8.015 kN, $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 8.015 / 16875 = 0.47$ N/mm² < 15.60 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Tensione di taglio trascurabile, verifica a taglio non necessaria (EC5 §6.1.7)**Momento flessionale trascurabile, verifica a flessione non necessaria** (EC5 §6.1.6)**Momento fless. trascurabile, verifica flessione-compressione combinate non necessaria** (EC5 §6.2.4)**Elementi: 5 , combinazione di carico No 7****Stabilità, Fc0d=-8.015 kN** (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm², Wy=6.328E+005mm³, Wz=2.109E+005mm³Coefficiente di correzione Kmod=0.90 , coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, E005=10900N/mm²)fc0k=26.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$ N/mm²fmyk=40.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²fmzk=40.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²

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

 $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 8.015 / 16875 = 0.47$ N/mm²

Lunghezza libera di inflessione Sk

Sky= 1.00x1.800=1.800 m= 1800 mm (più sfavorevole)

Skz= 1.00x1.800=1.800 m= 1800 mm (più sfavorevole)

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 1800/65 = 27.69$$

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}, \lambda_z = 1800/22 = 81.82$$

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 140.31 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.43 \text{ (EC5 Eq.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 16.07 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 1.27 \text{ (EC5 Eq.6.22)}$$

$\beta_c = 0.20$ (legno lamellare)

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.61, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.969 \text{ (Eq.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 1.41, K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 0.499 \text{ (Eq.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.03 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.23)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.06 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.24)}$$

La verifica è soddisfatta

Momento flessionale trascurabile, verifica di stabilità laterale non necessaria (EC5 §6.3.3)

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_o	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.432, Gk2 = 0.350	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 4.200	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.721	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.750	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	-19.131	0.000	0.001	0.002
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-33.248	0.000	0.001	0.002
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-12.754	0.000	0.001	0.002
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-21.293	0.000	0.001	0.002
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2$	Breve	0.90	-33.248	0.000	0.001	0.002
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1$	Breve	0.90	-27.100	0.000	0.001	0.002
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	-35.639	0.000	0.001	0.002
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.729	0.000	0.000	0.001
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-7.574	0.000	0.000	0.001
	Valori massimi			-35.639	0.000	0.001	0.002

1.8.8. Verifica della sezione Elementi: 6**Elementi: 6 , combinazione di carico No 7****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-32.075 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=26.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-32.075 kN, $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 32.075 / 16875 = 1.90$ N/mm² < 15.60 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 6 , combinazione di carico No 7**Stabilità, Fc0d=-32.075 kN** (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm², Wy=6.328E+005mm³, Wz=2.109E+005mm³Coefficiente di correzione Kmod=0.90 , coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, E005=10900N/mm²)fc0k=26.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$ N/mm²fmyk=40.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/ $\gamma_M=0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²fmzk=40.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/ $\gamma_M=0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²

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

 $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 32.075 / 16875 = 1.90$ N/mm²

Lunghezza libera di inflessione Sk

Sky= 1.00x2.193=2.193 m= 2193 mm (più sfavorevole)

Skz= 1.00x2.193=2.193 m= 2193 mm (più sfavorevole)

Snellezza $i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65$ mm, $\lambda_y = 2193 / 65 = 33.74$ $i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 75 = 22$ mm, $\lambda_z = 2193 / 22 = 99.69$ Tensioni critiche $\sigma_{c, crity} = \pi^2 E005 / \lambda_y^2 = 94.50$ N/mm², $\lambda_{rel, y} = \sqrt{fc0k / \sigma_{c, crity}} = 0.52$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c, critz} = \pi^2 E005 / \lambda_z^2 = 10.82$ N/mm², $\lambda_{rel, z} = \sqrt{fc0k / \sigma_{c, critz}} = 1.55$ (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c=0.20$ (legno lamellare)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.66$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{k_y^2-\lambda_{rel,y}^2})=0.943$ (Eq. 6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=1.83$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{k_z^2-\lambda_{rel,z}^2})=0.358$ (Eq. 6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})=0.13 < 1$ (EC5 Eq. 6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})=0.34 < 1$ (EC5 Eq. 6.24)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_o	
(Gk) Proprio Gk1 = 2.432, Gk2 = 0.350	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 4.200	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.721	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 1.750	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	1.447	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	0.465	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	0.965	0.000	0.000
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	0.757	0.000	0.000
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	0.465	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	0.615	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.407	0.001	0.000
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	0.411	0.000	0.000
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	0.408	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	1.447	0.001 0.000

1.8.10. Verifica della sezione Elementi: 7**Elementi:** 7 , **combinazione di carico No 1****Trazione parallela alla fibratura, $F_{t0d}=0.868$ kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{t0k}=24.00$ N/mm², $f_{t0d}=Kmod \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.50 = 9.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{t0d}=0.868$ kN, $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 0.868 / 16875 = 0.051$ N/mm² < 9.60 N/mm² = f_{t0d} (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

1.9. Progetto delle unioni

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

Bulloni del giunto e piastre del giunto

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

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

Proprietà della sezione

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

Proprietà dei bulloni (EC5 §8.5.1)

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

Distanza tra i bulloni (EC5 Table 8.4)

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

Momento caratteristico di snervamento (EC5 §8.5.1.1)

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

Valori caratteristici della resistenza a rifollamento (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk}=0.082(1-0.01d) \rho_k=43.30\text{N/mm}^2$, ($\rho_k=550\text{kg/m}^3$, $d=4.0$ 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 $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

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

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 6.495$ kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.422$ kN

Resistenza di progetto del bullone $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 1.422 / 1.50 = 1.137$ 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 $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

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

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 6.495$ kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.422$ kN

Resistenza di progetto del bullone $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.80 \times 1.422 / 1.50 = 1.516$ 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 $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

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

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 6.495$ kN

$1.15 \sqrt{2 M_{yk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.422$ kN

Resistenza di progetto del bullone $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.90 \times 1.422 / 1.50 = 1.706$ kN

Azione Accidentale

Resistenza di progetto del bullone $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 1.00 \times 1.422 / 1.00 = 2.843$ kN

Ipotesi per la progettazione di unioni con bulloni

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

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 2 e 5, al nodo 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=115mmx70mm, e di spessore 2.0mm

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

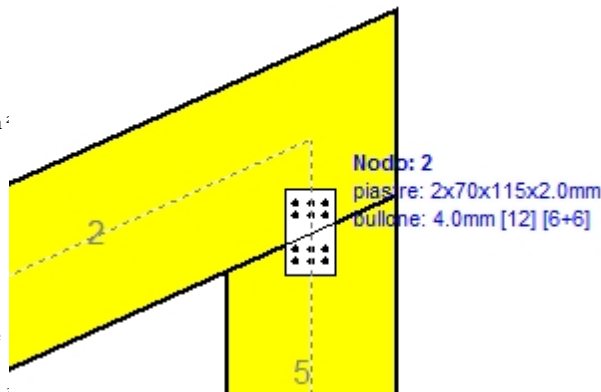
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 6, ($n_{ef}=1.30n$), $A=75\text{mm}^2$, $r=25\text{mm}$, $W_p=1485\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 2, al centro della unione F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F_n (kN)	R_d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.656	-0.064	0.456 <	1.137
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-7.455	-0.179	1.280 <	1.706
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-2.656	-0.064	0.456 <	1.706
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-4.656	-0.112	0.800 <	1.706
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.455	-0.179	1.280 <	1.706
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.016	-0.145	1.033 <	1.706
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.015	-0.193	1.377 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.746	-0.066	0.472 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.700	-0.065	0.464 <	2.843

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	-2.656	-0.064	15 <	131
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-7.455	-0.179	42 <	196
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-2.656	-0.064	15 <	196
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-4.656	-0.112	26 <	196
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.455	-0.179	42 <	196
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.016	-0.145	34 <	196
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.015	-0.193	45 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.746	-0.066	16 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.700	-0.065	15 <	240

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=115mmx130mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

14 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

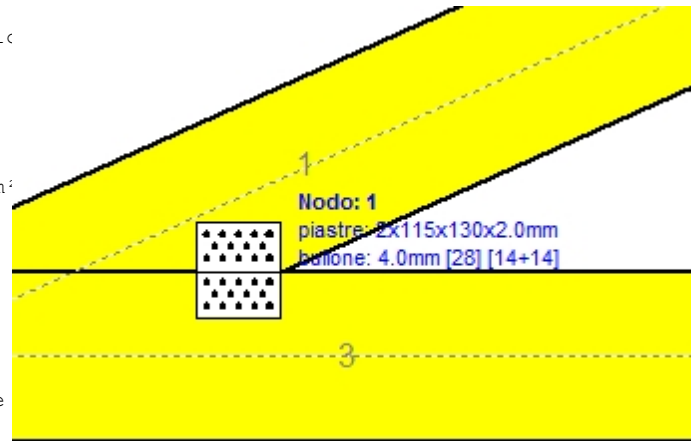
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamento $n=14$, ($n_{ef}=1.37n$), $A=176\text{mm}^2$, $r=49\text{mm}$, $W_p=7073\text{mm}^3$ 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	-12.812	-0.126	0.569	< 1.137
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-33.709	-0.325	1.491	< 1.706
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-12.812	-0.126	0.569	< 1.706
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-21.518	-0.209	0.953	< 1.706
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-33.709	-0.325	1.491	< 1.706
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-27.439	-0.265	1.215	< 1.706
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-36.147	-0.348	1.599	< 1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-12.100	-0.114	0.533	< 2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-12.722	-0.125	0.565	< 2.843

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	-12.812	-0.126	25	< 131
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-33.709	-0.325	65	< 196
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-12.812	-0.126	25	< 196
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-21.518	-0.209	42	< 196
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-33.709	-0.325	65	< 196
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-27.439	-0.265	53	< 196
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-36.147	-0.348	70	< 196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-12.100	-0.114	23	< 240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-12.722	-0.125	25	< 240

1.9.4. 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 1 e 2, con gli elementi 6 e 7, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=320mmx190mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

15 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

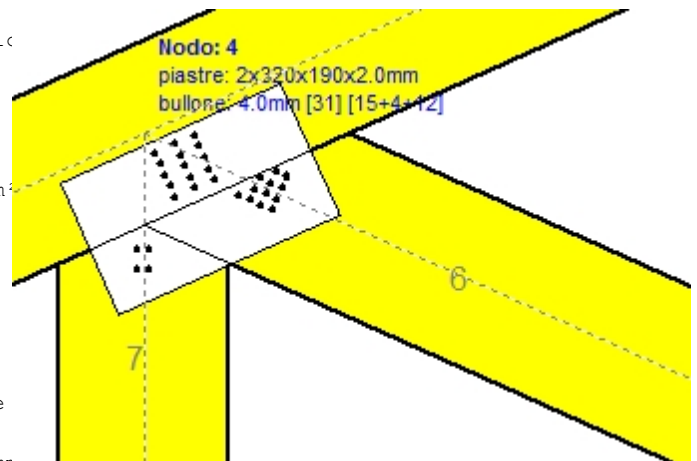
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton=15, ($n_{ef}=1.30n$), $A=188\text{mm}^2$, $r=49\text{mm}$, $W_p=7579\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 4 ,dagli elementi 6, 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	-11.150	0.128	0.392	< 1.137
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-29.754	0.321	1.056	< 1.706
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-11.150	0.128	0.392	< 1.706
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-18.895	0.208	0.668	< 1.706
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-29.754	0.321	1.056	< 1.706
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-24.168	0.263	0.857	< 1.706
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-31.927	0.343	1.133	< 1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.354	0.127	0.401	< 2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.124	0.125	0.393	< 2.843

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	-11.150	0.128	7	< 131
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-29.754	0.321	18	< 196
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-11.150	0.128	7	< 196
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-18.895	0.208	11	< 196
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-29.754	0.321	18	< 196
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-24.168	0.263	14	< 196
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-31.927	0.343	19	< 196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.354	0.127	7	< 240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.124	0.125	7	< 240

Verifica dell'unione dell'elemento 6, con gli elementi 1, 2 e 7, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=320mmx190mm, e di spessore 2.0mm

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

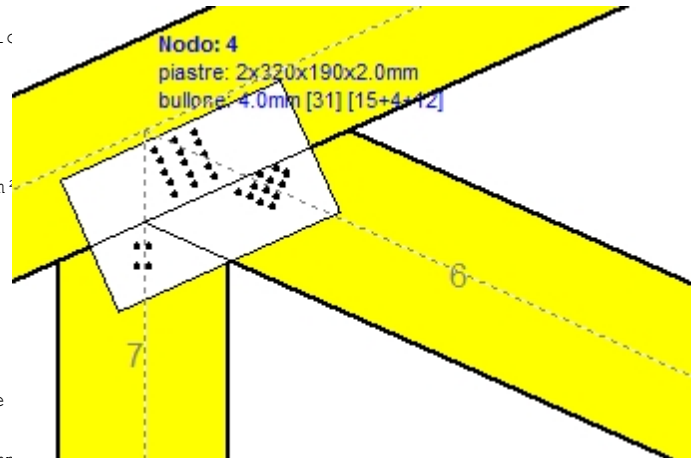
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton=12, ($n_{ef}=1.30n$), $A=151\text{mm}^2$, $r=33\text{mm}$, $W_p=3958\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 6, al centro della unione F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F_n (kN)	R_d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-11.478	0.000	0.479 < 1.137	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-29.923	0.001	1.248 < 1.706	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-11.478	0.000	0.479 < 1.706	
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-19.164	0.000	0.799 < 1.706	
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-29.923	0.001	1.248 < 1.706	
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-24.390	0.001	1.017 < 1.706	
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-32.075	0.001	1.338 < 1.706	
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.593	0.000	0.483 < 2.843	
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.361	0.000	0.474 < 2.843	

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	-11.478	0.000	6 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-29.923	0.001	16 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-11.478	0.000	6 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-19.164	0.000	10 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-29.923	0.001	16 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-24.390	0.001	13 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-32.075	0.001	17 < 196	
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.593	0.000	6 < 240	
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.361	0.000	6 < 240	

Verifica dell'unione dell'elemento 7, con gli elementi 1, 2 e 6, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=320mmx190mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

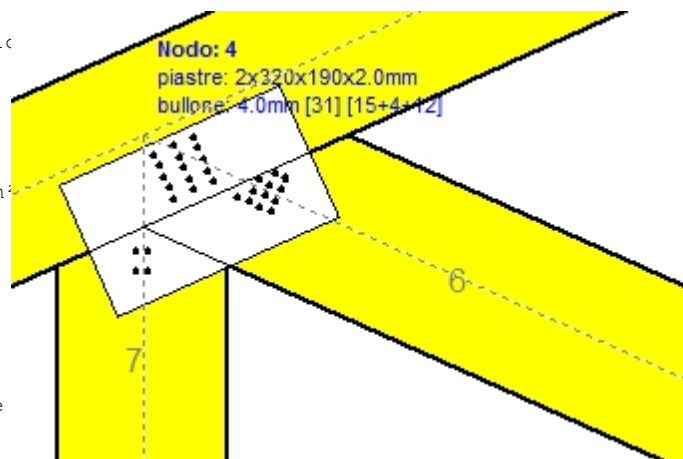
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 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)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.868	0.000	0.218 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.419	0.000	0.106 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.868	0.000	0.218 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.681	0.000	0.171 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.419	0.000	0.106 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.554	0.000	0.140 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.366	0.000	0.093 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.617	0.000	0.155 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.612	0.000	0.154 <	2.843

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	0.868	0.000	2 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.419	0.000	1 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.868	0.000	2 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.681	0.000	1 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.419	0.000	1 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.554	0.000	1 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.366	0.000	1 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.617	0.000	1 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.612	0.000	1 <	240

1.9.5. Stato limite ultimo**Progettazione di unione con bulloni al nodo : 5 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 7, con gli elementi 3 e 4, al nodo 5

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=45mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

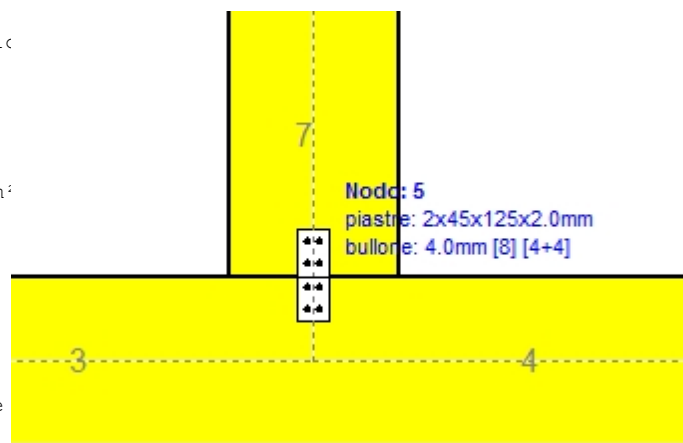
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 5 ,dall'elemento 7, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F_n (kN)	R_d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.868	0.000	0.218 < 1.137	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.419	0.000	0.108 < 1.706	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.868	0.000	0.218 < 1.706	
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.681	0.000	0.173 < 1.706	
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.419	0.000	0.108 < 1.706	
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.554	0.000	0.141 < 1.706	
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.366	0.000	0.095 < 1.706	
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.617	0.000	0.156 < 2.843	
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.612	0.000	0.154 < 2.843	

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	0.868	0.000	6 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.419	0.000	3 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.868	0.000	6 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.681	0.000	5 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.419	0.000	3 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.554	0.000	4 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.366	0.000	3 < 196	
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.617	0.000	5 < 240	
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.612	0.000	5 < 240	

1.9.6. Stato limite ultimo**Progettazione di unione con bulloni al nodo : 3 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elementor 5 e 6, con gli elemento 4, al nodo 3

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=450mmx140mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

16 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

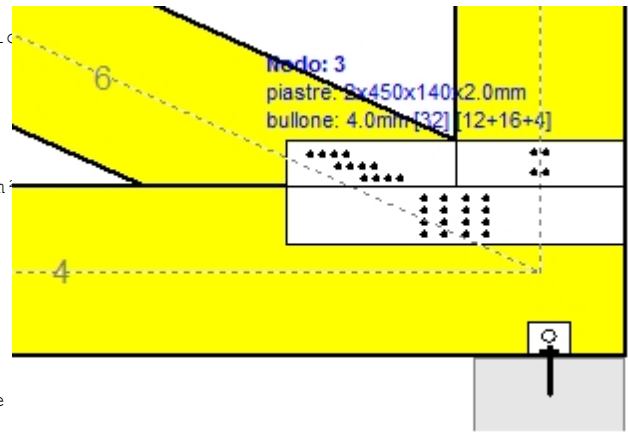
Sforzo max bullone d'angolo $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

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=16, ($n_{ef}=1.34n$), $A=201\text{mm}^2$, $r=55\text{mm}$, $W_p=6788\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 3 ,dagli elementi 5, 6, 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	-12.807	0.248	0.539 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-33.697	0.651	1.413 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-12.807	0.248	0.539 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-21.511	0.416	0.903 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-33.697	0.651	1.413 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-27.429	0.530	1.151 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-36.134	0.698	1.515 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-12.972	0.251	0.546 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-12.718	0.246	0.535 <	2.843

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	-12.807	0.248	6 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-33.697	0.651	15 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-12.807	0.248	6 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-21.511	0.416	9 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-33.697	0.651	15 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-27.429	0.530	12 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-36.134	0.698	16 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-12.972	0.251	6 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-12.718	0.246	6 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 6, con gli elementi 4 e 5, al nodo 3

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=450mmx140mm, e di spessore 2.0mm

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

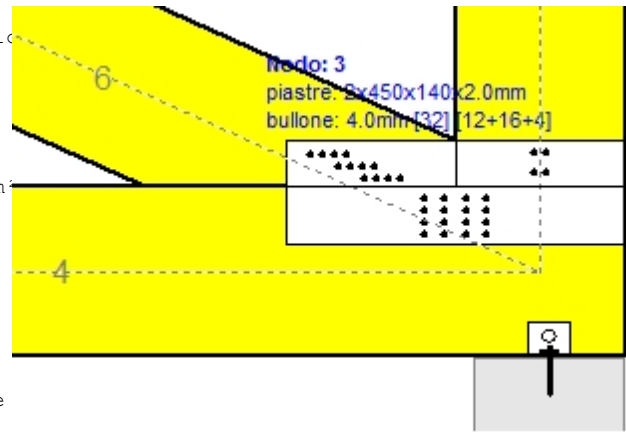
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton=12, ($n_{ef}=1.34n$), $A=151\text{mm}^2$, $r=33\text{mm}$, $W_p=3958\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 3 ,dall'elemento 6, 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	-11.478	-0.001	0.480 < 1.137	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-29.923	-0.002	1.249 < 1.706	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-11.478	-0.001	0.480 < 1.706	
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-19.164	-0.002	0.800 < 1.706	
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-29.923	-0.002	1.249 < 1.706	
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-24.390	-0.002	1.018 < 1.706	
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-32.075	-0.002	1.338 < 1.706	
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.593	-0.001	0.484 < 2.843	
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.361	-0.001	0.474 < 2.843	

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	-11.478	-0.001	14 < 131	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-29.923	-0.002	36 < 196	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-11.478	-0.001	14 < 196	
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-19.164	-0.002	23 < 196	
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-29.923	-0.002	36 < 196	
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-24.390	-0.002	29 < 196	
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-32.075	-0.002	38 < 196	
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.593	-0.001	14 < 240	
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.361	-0.001	14 < 240	

Verifica dell'unione dell'elemento 5, con gli elementi 4 e 6, al nodo 3

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=450mmx140mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

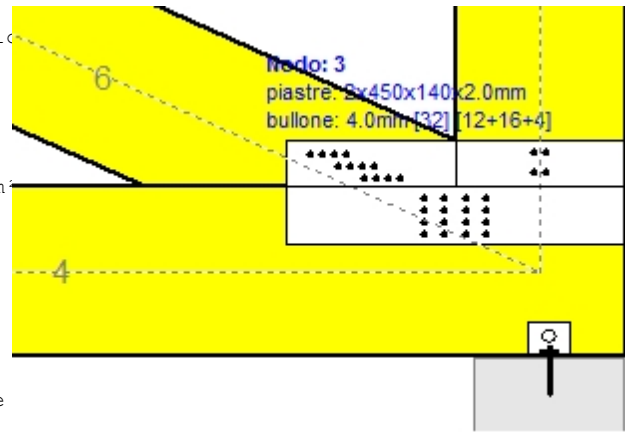
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

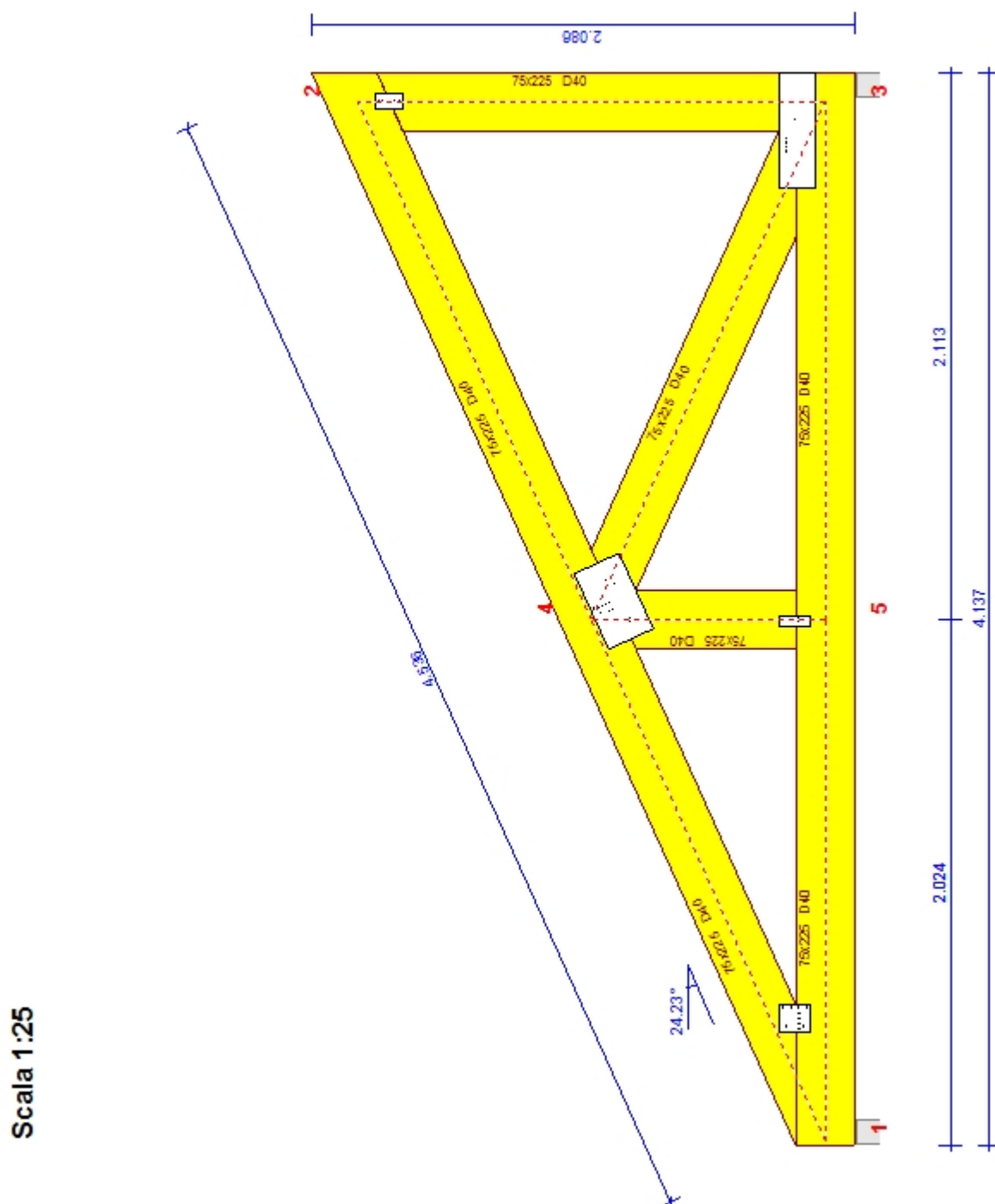
r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

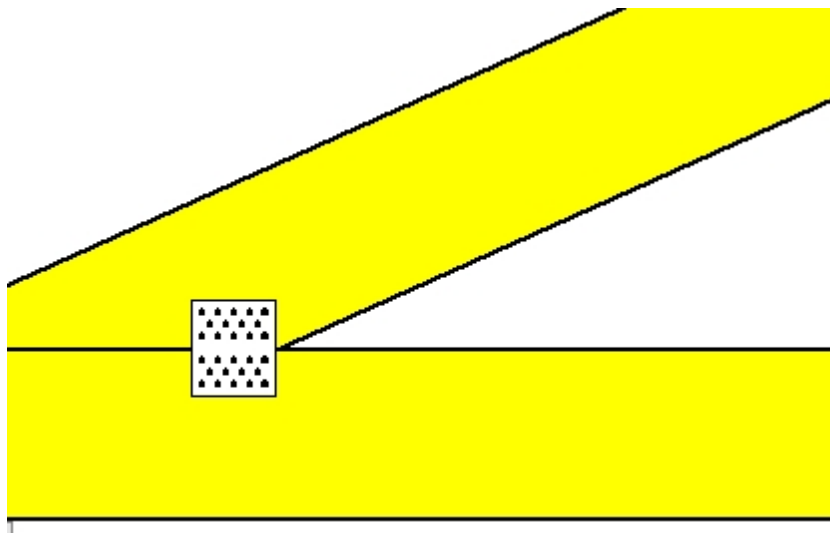
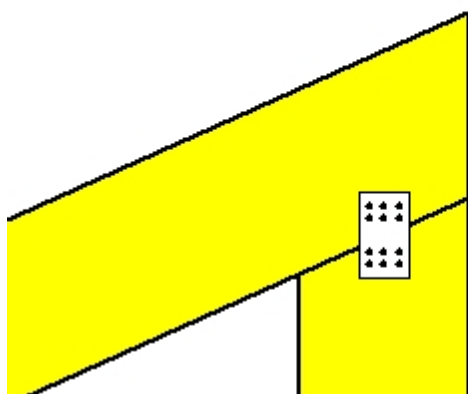
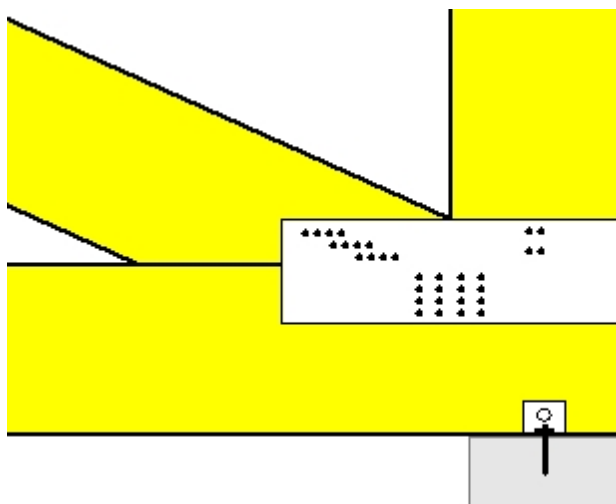
 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 3 ,dall'elemento 5, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

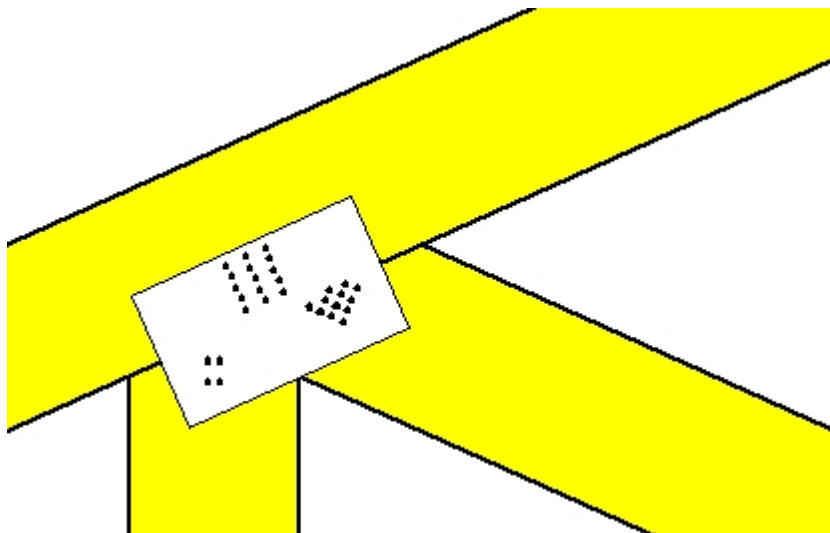
L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F_n (kN)	R_d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.656	-0.002	0.343 < 1.137	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-7.456	-0.002	0.947 < 1.706	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-2.656	-0.002	0.343 < 1.706	
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-4.656	-0.002	0.595 < 1.706	
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.456	-0.002	0.947 < 1.706	
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.016	-0.002	0.766 < 1.706	
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.016	-0.002	1.017 < 1.706	
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.746	-0.001	0.352 < 2.843	
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.700	-0.001	0.347 < 2.843	

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	-2.656	-0.002	1 < 131	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-7.456	-0.002	3 < 196	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-2.656	-0.002	1 < 196	
4	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-4.656	-0.002	2 < 196	
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.456	-0.002	3 < 196	
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.016	-0.002	2 < 196	
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-8.016	-0.002	3 < 196	
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.746	-0.001	1 < 240	
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.700	-0.001	1 < 240	



**Unione chiodata al nodo 1**(nodo a $x=0.467$ m, $y=0.112$ m)**piastre:** 2x115x130x2.0mm**bullone:** 4.0mm [28] [14+14]**Unione chiodata al nodo 2**(nodo a $x=4.000$ m, $y=1.800$ m)**piastre:** 2x70x115x2.0mm**bullone:** 4.0mm [12] [6+6]**Unione chiodata al nodo 3**(nodo a $x=4.000$ m, $y=0.000$ m)**piastre:** 2x450x140x2.0mm**bullone:** 4.0mm [32] [12+16+4]

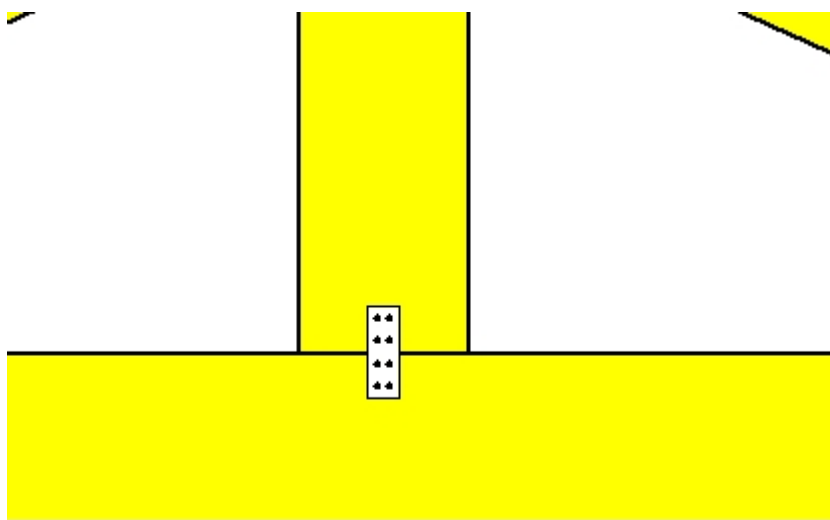


Unione chiodata al nodo 4

(nodo a $x=2.126$ m, $y=0.750$ m)

piastre: 2x320x190x2.0mm

bullone: 4.0mm [31] [15+4+12]



Unione chiodata al nodo 5

(nodo a $x=2.000$ m, $y=0.112$ m)

piastre: 2x45x125x2.0mm

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