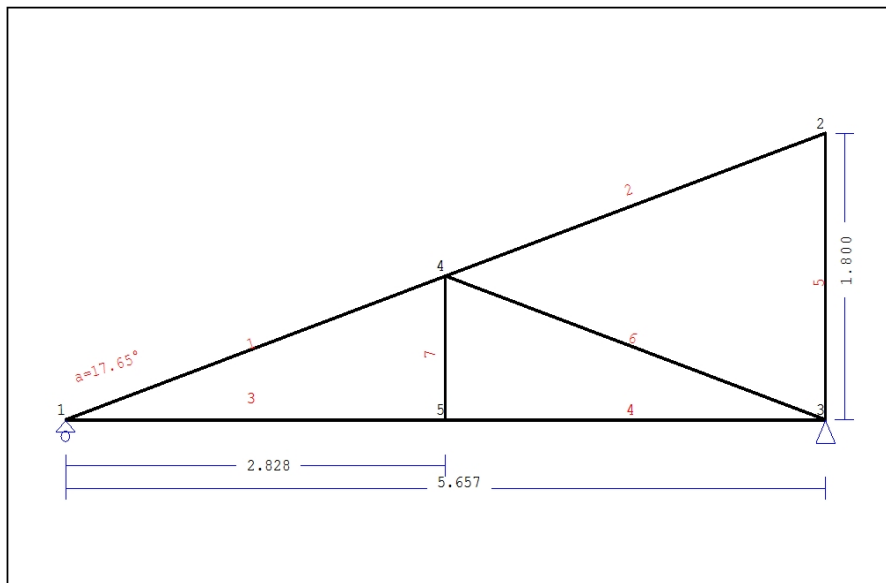


1. PADIGLIONE-06-2

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 5.657m, altezza 1.800m, inclinazione 17.65°, interasse delle capriate 1.414m

Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm

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

Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]

Elementi 1, 2, sezione 75x225 [mm]

Elementi 3, 4, sezione 75x225 [mm]

Elementi 5, sezione 75x225 [mm]

Elementi 6, 7, sezione 75x225 [mm]

Volume della capriata = 0.291 m³, peso proprio della capriata = 1.572 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)

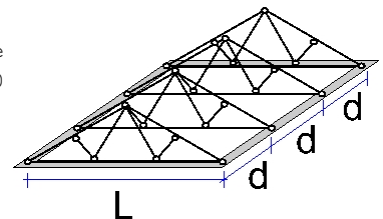
Classe del legno : D40

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, 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 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. 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**1.1.7. Carichi distribuiti sulla copertura**Carico permanente del manto di copertura Ge = 0.500 kN/m² (Tegole)Travetti, assito, isolamento Gt = 0.100 kN/m² Ge+Gt=0Peso del controsoffitto del tetto Gc = 0.100 kN/m²Carico della neve sul terreno Sk = 1.500 kN/m²Pressione del vento sulle superfici vert. Qw = 0.754 kN/m²Carico (categoria H) Qi = 0.500 kN/m²**1.2. Azioni della neve (DM2008, §3.4)**

Carico neve al suolo Sk (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

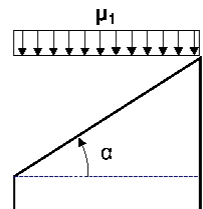
q_{sk} = 1.500 kN/m² (as=200 \leq 200m)Valore di riferimento del carico neve al suolo: sk=q_{ref}(T)=1.500 kN/m²

Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)

Inclinazione del tetto : $\alpha = 17.651^\circ$

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

Coefficiente termico : Ct=1.000 (DM2008 §5.2(8))

Fattori di forma, $\alpha = 17.65^\circ$, $\mu_1 = 0.800$ (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 $q_b(z)=C_e(z) \cdot V_b^2/1.6$ (DM2008 §3.3.6)

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

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

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

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

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

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

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

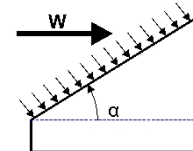
Pressione del vento sulla superficie verticale: $Q_{\text{ref}} \cdot C_e = 0.001 \times (25.00^2/1.6) \times 1.929 = 0.754\text{kN/m}^2$

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

Coefficiente di forma C_p (DM2008 §3.3.7.1)

Con inclinazione $\alpha=17.65^\circ$, $C_p=-0.40$

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



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

Lunghezza $L=5.657$ m, altezza $H=1.800$ m, interasse capriate $d=1.414$ m
 Inclinazione $=31.82\%$, angolo $\alpha=17.65^\circ$, $\tan\alpha=0.318$, $\sin\alpha=0.303$, $\cos\alpha=0.953$
 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	2.968	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
2	5.657	1.800		2	4	2	75x225	2.969	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
3	5.657	0.000	11	3	1	5	75x225	2.828	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
4	2.828	0.900		4	5	3	75x225	2.829	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
5	2.828	0.000		5	3	2	75x225	1.800	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				6	4	3	75x225	2.969	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 $=1.572$ kN
 Interasse delle capriate $d=1.41$ m, peso delle unioni delle capriate $=0.157$ kN

Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate

Manto di copertura + peso proprio $Gk1= 1.154$ kN/m
 Controsoffitto del tetto $Gk2= 0.141$ kN/m

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

Sovraccario $Qk1= 0.50 \times 1.414 = 0.707$ kN/m
 Carico neve $Qk1= 1.697$ kN/m
 Carico da vento $Qk2=-0.426$ kN/m

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

AeX Sismica $q_h=0.053 \times (G+0.20 \times Qk1)$
 AeY Sismica $q_v=0.006 \times (G+0.20 \times Qk1)$

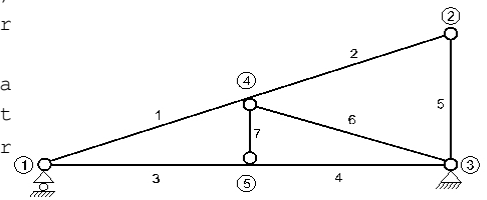
Combinazioni di carico di progetto

($\gamma_g=1.30$, $\gamma_q=1.50$, ψ_0 (di esercizio Q_f) $=0.70$, ψ_0 (neve $Q1$) $=0.70$, ψ_0 (vento $Q2$) $=0.60$)

L.C.	Azioni permanenti-Variabili	Classe di durata
1	$\gamma_g.Gk$	Permanente
2	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk1$	Breve
3	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk2$	Breve
4	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki$	Breve
5	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk2$	Breve
6	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk1$	Breve
7	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk2$	Breve
8	$Gk + \psi_2.Qk1 + Ae_x$	Accidentale
9	$Gk + \psi_2.Qk1 + Ae_y$	Accidentale

1.5. Analisi statica della capriata

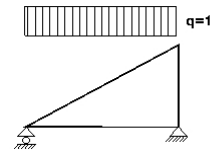
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una r di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico 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	-5.94	1.03	0.02	-5.09	-1.67	-0.92
2	4	2	-0.54	1.67	-0.92	0.32	-1.03	0.02
3	1	5	5.35	0.05	0.01	5.35	0.05	0.14
4	5	3	5.35	-0.05	0.14	5.35	-0.05	0.00
5	3	2	-1.08	0.01	0.00	-1.08	0.01	0.01
6	4	3	-5.61	0.00	0.00	-5.61	0.00	0.00
7	5	4	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00



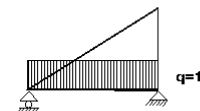
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	5.35	2.78	0.02	-5.35	0.04	0.92
2	4	2	0.01	1.75	-0.92	-0.01	1.08	-0.02
3	1	5	-5.35	0.05	0.01	5.35	-0.05	-0.14
4	5	3	-5.35	-0.05	0.14	5.35	0.05	0.00
5	3	2	-0.01	1.08	0.00	0.01	-1.08	-0.01
6	4	3	5.35	-1.70	0.00	-5.35	1.70	0.00
7	5	4	0.00	0.09	0.00	0.00	-0.09	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	-5.62	0.04	0.01	-5.62	0.04	0.13
2	4	2	0.01	-0.04	0.13	0.01	-0.04	0.00
3	1	5	5.34	1.09	0.02	5.34	-1.74	-0.90
4	5	3	5.34	1.74	-0.90	5.34	-1.09	0.02
5	3	2	-0.04	0.00	-0.01	-0.04	0.00	0.00
6	4	3	-5.60	0.00	0.00	-5.60	0.00	0.00
7	5	4	3.48	0.00	0.00	3.48	0.00	0.00



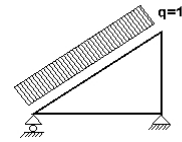
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	5.34	1.74	0.01	-5.34	-1.74	-0.13
2	4	2	0.00	-0.04	0.13	0.00	0.04	0.00
3	1	5	-5.34	1.09	0.02	5.34	1.74	0.90
4	5	3	-5.34	1.74	-0.90	5.34	1.09	-0.02
5	3	2	0.00	0.04	-0.01	0.00	-0.04	0.00
6	4	3	5.34	-1.70	0.00	-5.34	1.70	0.00
7	5	4	0.00	-3.48	0.00	0.00	3.48	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	-4.73	1.12	0.02	-4.73	-1.84	-1.05
2	4	2	0.35	1.84	-1.05	0.35	-1.12	0.02
3	1	5	4.16	0.04	0.01	4.16	0.04	0.12
4	5	3	4.16	-0.04	0.12	4.16	-0.04	0.00
5	3	2	-1.18	0.01	0.00	-1.18	0.01	0.01
6	4	3	-6.25	0.00	0.00	-6.25	0.00	0.00
7	5	4	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00

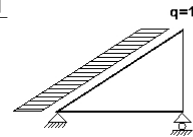
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	4.16	2.50	0.02	-5.06	0.32	1.05
2	4	2	-0.89	1.65	-1.05	-0.01	1.18	-0.02
3	1	5	-4.16	0.04	0.01	4.16	-0.04	-0.12
4	5	3	-4.16	-0.04	0.12	4.16	0.04	0.00
5	3	2	-0.01	1.18	0.00	0.01	-1.18	-0.01
6	4	3	5.96	-1.90	0.00	-5.96	1.90	0.00
7	5	4	0.00	0.08	0.00	0.00	-0.08	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	4.01	0.31	0.01	1.18	-0.59	-0.41
2	4	2	2.93	0.59	-0.41	0.10	-0.31	0.01
3	1	5	-3.92	-0.02	0.00	-3.92	-0.02	-0.06
4	5	3	-3.92	0.02	-0.06	-3.92	0.02	0.00
5	3	2	-0.32	0.00	0.00	-0.32	0.00	0.00
6	4	3	-2.12	0.00	0.00	-2.12	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	-3.92	-0.92	0.01	0.95	0.92	0.41
2	4	2	-2.97	-0.32	-0.41	0.00	0.32	-0.01
3	1	5	3.92	-0.02	0.00	-3.92	0.02	0.06
4	5	3	3.92	0.02	-0.06	-3.92	-0.02	0.00
5	3	2	0.00	0.32	0.00	0.00	-0.32	0.00
6	4	3	2.02	-0.64	0.00	-2.02	0.64	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 = 1.154, Gk2 = 0.141 [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	-7.99	1.25	0.03	-6.95	-2.01	-1.10	-7.59	0.00	0.74
2	4	2	-0.65	2.01	-1.10	0.39	-1.25	0.03	-0.01	0.00	0.74
3	1	5	7.24	0.21	0.01	7.24	-0.19	0.04	7.24	0.00	0.17
4	5	3	7.24	0.19	0.04	7.24	-0.21	0.00	7.24	0.00	0.16
5	3	2	-1.31	0.01	0.00	-1.31	0.01	0.01	-1.31	0.01	0.01
6	4	3	-7.59	0.00	0.00	-7.59	0.00	0.00	-7.59	0.00	0.00
7	5	4	0.38	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk1) Neve Qks = 1.697 [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	-10.09	1.75	0.04	-8.63	-2.83	-1.56	-9.53	-0.01	1.03
2	4	2	-0.91	2.83	-1.56	0.55	-1.75	0.04	-0.01	0.01	1.03
3	1	5	9.08	0.08	0.02	9.08	0.08	0.23	9.08	0.08	0.13
4	5	3	9.08	-0.08	0.23	9.08	-0.08	0.00	9.08	-0.08	0.12
5	3	2	-1.83	0.01	0.00	-1.83	0.01	0.02	-1.83	0.01	0.01
6	4	3	-9.52	0.00	0.00	-9.52	0.00	0.00	-9.52	0.00	0.00
7	5	4	-0.16	0.00	0.00	-0.16	0.00	0.00	-0.16	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk2) Vento Qkw = -0.426 [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	2.02	-0.48	-0.01	2.02	0.79	0.45	2.02	0.01	-0.28
2	4	2	-0.15	-0.79	0.45	-0.15	0.48	-0.01	-0.15	-0.01	-0.28
3	1	5	-1.78	-0.02	0.00	-1.78	-0.02	-0.05	-1.78	-0.02	-0.03
4	5	3	-1.78	0.02	-0.05	-1.78	0.02	0.00	-1.78	0.02	-0.03
5	3	2	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
6	4	3	2.67	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00
7	5	4	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	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 = 0.707 [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	-4.20	0.73	0.02	-3.60	-1.18	-0.65	-3.97	0.00	0.43
2	4	2	-0.38	1.18	-0.65	0.23	-0.73	0.01	-0.01	0.00	0.43
3	1	5	3.78	0.03	0.01	3.78	0.03	0.10	3.78	0.03	0.05
4	5	3	3.78	-0.03	0.10	3.78	-0.03	0.00	3.78	-0.03	0.05
5	3	2	-0.76	0.00	0.00	-0.76	0.00	0.01	-0.76	0.00	0.00
6	4	3	-3.97	0.00	0.00	-3.97	0.00	0.00	-3.97	0.00	0.00
7	5	4	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00	-0.07	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	0.33	0.03	0.00	0.10	-0.05	-0.03	0.24	0.00	0.01
2	4	2	0.24	0.05	-0.03	0.01	-0.03	0.00	0.10	0.00	0.01
3	1	5	-0.32	0.00	0.00	-0.32	0.00	-0.01	-0.32	0.00	0.00
4	5	3	-0.32	0.00	-0.01	-0.32	0.00	0.00	-0.32	0.00	0.00
5	3	2	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
6	4	3	-0.17	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00	-0.17	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)

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	-0.06	0.01	0.00	-0.06	-0.02	-0.01	-0.06	0.00	0.01
2	4	2	-0.01	0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
3	1	5	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
4	5	3	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
5	3	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
6	4	3	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	-0.06	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 $G_{k1} = 1.154$, $G_{k2} = 0.141$ [kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	7.24	3.62	0.03	-7.24	-0.19	1.10
2	4	2	0.01	2.11	-1.10	-0.01	1.31	-0.03
3	1	5	-7.24	0.21	0.01	7.24	0.19	-0.04
4	5	3	-7.24	0.19	0.04	7.24	0.21	0.00
5	3	2	-0.01	1.31	0.00	0.01	-1.31	-0.01
6	4	3	7.23	-2.30	0.00	-7.23	2.30	0.00
7	5	4	0.00	-0.38	0.00	0.00	0.38	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk1) Neve $Q_{ks} = 1.697$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	9.08	4.72	0.04	-9.08	0.08	1.56
2	4	2	0.01	2.97	-1.56	-0.01	1.83	-0.04
3	1	5	-9.08	0.08	0.02	9.08	-0.08	-0.23
4	5	3	-9.08	-0.08	0.23	9.08	0.08	0.00
5	3	2	-0.01	1.83	0.00	0.01	-1.83	-0.02
6	4	3	9.07	-2.89	0.00	-9.07	2.89	0.00
7	5	4	0.00	0.16	0.00	0.00	-0.16	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.426$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	-1.78	-1.07	-0.01	2.16	-0.14	-0.45
2	4	2	0.38	-0.70	0.45	0.00	-0.50	0.01
3	1	5	1.78	-0.02	0.00	-1.78	0.02	0.05
4	5	3	1.78	0.02	-0.05	-1.78	-0.02	0.00
5	3	2	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.50	0.00
6	4	3	-2.54	0.81	0.00	2.54	-0.81	0.00
7	5	4	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.03	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.707 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	3.78	1.97	0.02	-3.78	0.03	0.65
2	4	2	0.00	1.24	-0.65	0.00	0.76	-0.01
3	1	5	-3.78	0.03	0.01	3.78	-0.03	-0.10
4	5	3	-3.78	-0.03	0.10	3.78	0.03	0.00
5	3	2	0.00	0.76	0.00	0.00	-0.76	-0.01
6	4	3	3.78	-1.20	0.00	-3.78	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 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	-0.32	-0.08	0.00	0.08	0.08	0.03
2	4	2	-0.24	-0.03	-0.03	0.00	0.03	0.00
3	1	5	0.32	0.00	0.00	-0.32	0.00	0.01
4	5	3	0.32	0.00	-0.01	-0.32	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
6	4	3	0.17	-0.05	0.00	-0.17	0.05	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)

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	0.06	0.03	0.00	-0.06	0.00	0.01
2	4	2	0.00	0.02	-0.01	0.00	0.01	0.00
3	1	5	-0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
4	5	3	-0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
6	4	3	0.06	-0.02	0.00	-0.06	0.02	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	-0.01	-0.02	0.00	-0.01
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-0.64	-0.80	0.18	-0.33
5	-0.64	-0.80	0.18	-0.33

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	3.83	4.80	-1.08	2.00
3	Fx	0.00	0.00	0.77	0.00
3	Fy	3.83	4.80	-1.33	2.00

1.6. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi (kN)

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio $G_{k1} = 1.154$, $G_{k2} = 0.141$	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve $Q_{ks} = 1.697$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.426$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) $Q_i = 0.707$	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	4.973	0.000	8.288	
2	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	12.172	0.000	13.525	
3	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2}$	Breve	0.90	1.151	2.980	1.279	3.312	
4	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	7.973	0.000	8.858	
5	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve	0.90	0.691	10.977	0.768	12.196	
6	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve	0.90	1.151	8.020	1.279	8.911	
7	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	0.691	11.816	0.768	13.129	
8	$G_k + 0.2xQ_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.00	0.489	4.863	0.543	5.403	
9	$G_k + 0.2xQ_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.00	0.000	4.816	0.000	5.351	
	Valori massimi				1.151	12.172	1.279	13.525
10	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} = 0.9G_k + 1.5Q_{k2}$, (EQU)	Breve	0.90	1.151	1.450	1.279	1.611	

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	4.973	0.000	8.288	
2	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1}$	Breve	0.90	0.001	12.172	0.001	13.524	
3	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	3.347	0.000	3.719	
4	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	7.973	0.000	8.858	
5	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Breve	0.90	0.001	11.196	0.001	12.440	
6	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	8.386	0.000	9.318	
7	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{ki} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k1} + \gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Breve	0.90	0.001	12.036	0.001	13.374	
8	$G_k + 0.2xQ_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.00	0.000	4.863	0.000	5.403	
9	$G_k + 0.2xQ_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.00	0.000	4.816	0.000	5.351	
	Valori massimi				0.001	12.172	0.001	13.524
10	$\gamma_g.G_k + \gamma_q.Q_{k2} = 0.9G_k + 1.5Q_{k2}$, (EQU)	Breve	0.90	0.000	1.817	0.000	2.018	

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 = 1.154, Gk2 = 0.141	-0.639	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	Qks = 1.697	-0.799	Breve		0.70	0.50	0.20	0.00
(Qk2) Vento	Qkw = -0.426	0.179	Breve		0.60	0.20	0.00	0.00

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.639	1.022
2 Gk + Qk1	1.438	1.917
3 Gk + Qk2	0.639	1.022
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	1.438	1.917
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	1.198	1.677

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

Massimi valori della freccia nel nodo 5

$w_{inst} = 1.438$ mm, $w_{fin} = 1.917$ mm

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

$w_{inst} = 1.438$ mm < $L/300 = 5657/300 = 18.857$ mm

$w_{net,fin} = 1.917$ mm < $L/250 = 5657/250 = 22.628$ mm

$w_{fin} = 1.917$ mm < $L/150 = 5657/150 = 37.713$ 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 = 1.154, Gk2 = 0.141		0.500	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	Qks = 1.697		0.735	Breve	0.70	0.50	0.20	0.00
(Qk2) Vento	Qkw = -0.426		0.000	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.500	0.800
2 Gk + Qk1	1.235	1.623
3 Gk + Qk2	0.500	0.800
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	1.235	1.623
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	1.015	1.403

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

Massimi valori della freccia a metà asta 2

$w_{inst} = 1.235 \text{ mm}$, $w_{fin} = 1.623 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 1.235 \text{ mm} < L/300 = 2969/300 = 9.896 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 1.623 \text{ mm} < L/250 = 2969/250 = 11.875 \text{ mm}$

$w_{fin} = 1.623 \text{ mm} < L/150 = 2969/150 = 19.792 \text{ mm}$

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	22.61637	0.04422
2	33.20597	0.03012
3	40.00871	0.02499
4	71.04028	0.01408
5	86.15391	0.01161

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 = 1.154, Gk2 = 0.141	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 1.697	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.426	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.707	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	-17.317	0.848	4.358	2.379
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-28.354	1.476	7.616	4.192
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-11.545	0.565	2.905	1.586
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-18.548	0.945	4.868	2.672
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-28.354	1.476	7.616	4.192
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-23.311	1.202	6.203	3.411
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	-30.315	1.582	8.165	4.497
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-6.453	0.339	1.750	0.963
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-6.716	0.336	1.729	0.947
	Valori massimi			-30.315	1.582	8.165	4.497

1.8.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2**Puntone, elementi: 1, 2, combinazione di carico No 7****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=1.424 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=1.424 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 1.424 / 16875 = 0.084$ 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=-27.283 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=-27.283 kN, $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 27.283 / 16875 = 1.62$ 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=7.349 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=7.349 kN, $\tau_{v0d} = 1.50 Fv0d / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 7.349 / 11250 = 0.98$ 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=4.047 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))
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 4.047 / 6.328E+005 = 6.40 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.266 + 0.000 = 0.27 < 1$ (EC5 Eq.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.187 + 0.000 = 0.19 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

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

Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -27.283 \text{ kN}$, $M_{yd} = 4.046 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (§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))

$\sigma_{c0d} = F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 27.283 / 16875 = 1.62 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 4.046 / 6.328E+005 = 6.39 \text{ N/mm}^2$

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

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.011 + 0.266 + 0.000 = 0.28 < 1$ (EC5 Eq.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.011 + 0.187 + 0.000 = 0.20 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

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

Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d} = -27.283 \text{ kN}$, $M_{yd} = 4.046 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (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))

$\sigma_{c0d} = F_{c0d}/A_{netto} = 1000 \times 27.283 / 16875 = 1.62 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 1E+06 \times 4.046 / 6.328E+005 = 6.39 \text{ N/mm}^2$

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

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 2.968 = 2.968 \text{ m} = 2968 \text{ mm}$ (più sfavorevole)

$S_{kz} = 0.10 \times 2.968 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ (lunghezza efficace/lunghezza totale = $0.30/2.97 = 0.10$)

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2968 / 65 = 45.66$

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

Tensioni critiche

$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 51.60 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k}/\sigma_{c,crity}} = 0.71$ (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)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.79$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.872$ (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)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.119 + 0.266 + 0.000 = 0.39 < 1$ (EC5 Eq.6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.104 + 0.187 + 0.000 = 0.29 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2 , combinazione di carico No 7**Stabilità laterale, Myd=4.047 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))
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1\text{E}+06 \times 4.047 / 6.328\text{E}+005 = 6.40\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1\text{E}+06 \times 0.000 / 2.109\text{E}+005 = 0.00\text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky} = 1.00 \times 2.968 = 2.968\text{ m} = 2968\text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz} = 0.10 \times 2.968 = 0.300\text{ m} = 300\text{ mm}$ (lunghezza efficace/lunghezza totale = $0.30 / 2.97 = 0.10$)Snellezza $i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65\text{ mm}$, $\lambda_y = 2968 / 65 = 45.66$ $i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 75 = 22\text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 22 = 13.64$ $\sigma_{m,crit} = M_{ycrit} / W_y = \sqrt{(E_{005} \cdot I_z \cdot G_{005} \cdot I_{tor}) / (L_{ef} \cdot W_y)} = 71.23\text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.31) $\sigma_{m,crit} = M_{ycrit} / W_y = \sqrt{(E_{005} \cdot I_z \cdot G_{005} \cdot I_{tor}) / (L_{ef} \cdot W_y)} = 5707.56\text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.31)Tensioni critiche $\sigma_{m,crity} = 71.23\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m,crity}} = 0.75$ (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) $\lambda_{rel,my} = 0.75$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{cricity} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34) $\lambda_{rel,mz} = 0.08$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34) $\sigma_{myd} / (K_{cricity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.266 + 0.000 = 0.27 < 1$ (EC5 Eq.6.33) $K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{cricity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.187 + 0.000 = 0.19 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

Tensione di traz. trascurabile, verifica flessi.-trazione combinate non necessaria (EC5 §6.2.3)

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 = 1.154, Gk2 = 0.141	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 1.697	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.426	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.707	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	15.679	0.461	0.365
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	25.588	0.444	0.459
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	10.453	0.307	0.243
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	16.759	0.364	0.333
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	25.588	0.444	0.459
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	21.047	0.403	0.394
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	27.354	0.460	0.492
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	5.820	0.151	0.128
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	6.074	0.154	0.130
	Valori massimi				0.000	27.354	0.461 0.492

1.8.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 3, 4**Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=24.619 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=24.619 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 24.619 / 16875 = 1.46$ N/mm² < 14.40 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: 3, 4, combinazione di carico No 7****Flessione, Myd=0.442 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 Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

 $\sigma_{myd} = Myd / W_{my, netto} = 1E+06 \times 0.442 / 6.328E+005 = 0.70$ N/mm² $\sigma_{mzd} = Mzd / W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.109E+005 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.029 + 0.000 = 0.03 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.020 + 0.000 = 0.02 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=24.619kN, Myd=0.442kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)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 $\gamma_M=1.50$ (DM2008ft0k=24.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ 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 $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 24.619 / 16875 = 1.46 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1 \text{E}+06 \times 0.442 / 6.328 \text{E}+005 = 0.70 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1 \text{E}+06 \times 0.000 / 2.109 \text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.101 + 0.029 + 0.000 = 0.13 < 1$ (EC5 Eq.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.101 + 0.020 + 0.000 = 0.12 < 1$ (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 3, 4, combinazione di carico No 7

Flessione e trazione assiale combinate, $F_{t0d}=24.619 \text{ kN}$, $M_{yd}=0.442 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (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)

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

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

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

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

$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 24.619 / 16875 = 1.46 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1 \text{E}+06 \times 0.442 / 6.328 \text{E}+005 = 0.70 \text{ N/mm}^2$

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

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.101 + 0.029 + 0.000 = 0.13 < 1$ (EC5 Eq.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.101 + 0.020 + 0.000 = 0.12 < 1$ (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 = 1.154, Gk2 = 0.141	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 1.697	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.426	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.707	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	-2.846	0.000	0.016	0.026
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-4.951	0.000	0.027	0.045
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-1.897	0.000	0.011	0.017
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-3.170	0.000	0.017	0.029
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-4.951	0.000	0.027	0.045
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-4.035	0.000	0.022	0.037
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	-5.307	0.000	0.029	0.048
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.138	0.000	0.006	0.010
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.127	0.000	0.006	0.010
	Valori massimi			-5.307	0.000	0.029	0.048

1.8.6. Verifica della sezione Elementi: 5**Elementi: 5 , combinazione di carico No 7****Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d} = -4.776$ 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) $f_{c0k}=26.00$ N/mm², $f_{c0d}=Kmod \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{c0d} = -4.776$ kN, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 4.776 / 16875 = 0.28$ N/mm² < 15.60 N/mm² = f_{c0d} (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, $F_{c0d} = -4.776$ 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) $f_{c0k}=26.00$ N/mm², $f_{c0d}=Kmod \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 26.00 / 1.50 = 15.60$ N/mm² $f_{myk}=40.00$ N/mm², $f_{myd}=Kmod \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm² $f_{mzk}=40.00$ N/mm², $f_{mzd}=Kmod \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 40.00 / 1.50 = 24.00$ N/mm²

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

 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 4.776 / 16875 = 0.28$ 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)

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

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

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.02 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.23)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.04 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.24)}$$

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_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 1.154, Gk2 = 0.141	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 1.697	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.426	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.707	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	-16.436	0.000	0.000	0.002
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-26.823	0.000	0.000	0.002
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-10.957	0.000	0.000	0.001
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-17.568	0.000	0.000	0.001
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-26.823	0.000	0.000	0.002
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-22.063	0.000	0.000	0.001
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	-28.674	0.000	0.000	0.002
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-6.442	0.000	0.000	0.001
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-6.367	0.000	0.000	0.001
	Valori massimi			-28.674	0.000	0.000	0.002

1.8.8. Verifica della sezione Elementi: 6**Elementi: 6 , combinazione di carico No 7****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-25.806 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=-25.806 kN, $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 25.806 / 16875 = 1.53$ N/mm² < 15.60 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 6 , combinazione di carico No 7**Stabilità, Fc0d=-25.806 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))

 $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 25.806 / 16875 = 1.53$ N/mm²Lunghezza libera di inflessione Sk

Sky= 1.00x2.969=2.969 m= 2969 mm (più sfavorevole)

Skz= 1.00x2.969=2.969 m= 2969 mm (più sfavorevole)

Snellezzaiy= $\sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65$ mm, $\lambda_y = 2969 / 65 = 45.67$ iz= $\sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 75 = 22$ mm, $\lambda_z = 2969 / 22 = 134.94$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E005 / \lambda_y^2 = 51.58$ N/mm², $\lambda_{rel,y} = \sqrt{fc0k / \sigma_{c,crity}} = 0.71$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E005 / \lambda_z^2 = 5.91$ N/mm², $\lambda_{rel,z} = \sqrt{fc0k / \sigma_{c,critz}} = 2.10$ (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c=0.20$ (legno lamellare)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.79$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{k_y^2-\lambda_{rel,y}^2})=0.872$ (Eq. 6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=2.88$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{k_z^2-\lambda_{rel,z}^2})=0.206$ (Eq. 6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})=0.11 < 1$ (EC5 Eq. 6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})=0.48 < 1$ (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 = 1.154, Gk2 = 0.141	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve Qks = 1.697	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Vento Qkw = -0.426	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.707	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	0.820	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	0.281	0.001	0.000
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	0.547	0.000	0.000
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	0.436	0.000	0.000
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	0.281	0.001	0.000
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	0.361	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	0.250	0.001	0.000
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	0.234	0.000	0.000
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	0.233	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	0.820	0.001 0.000

1.8.10. Verifica della sezione Elementi: 7**Elementi: 7 , combinazione di carico No 1****Trazione parallela alla fibratura, $F_{t0d}=0.492$ 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, $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.50 = 9.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{t0d}=0.492$ kN, $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 0.492 / 16875 = 0.03$ 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)

$M_{yk}=0.30 f_{yk} \cdot d^2 \cdot b=0.30 \times 400 \times 4.0^2 \cdot 75=4411$ 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

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

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

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

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

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

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=6.495$ 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=110mmx75mm, 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

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 6, ($n_{ef}=1.30n$), $A=75\text{mm}^2$, $r=25\text{mm}$, $W_p=1485\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 2, al centro della 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)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-1.708	-0.045	0.301 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-4.456	-0.117	0.785 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-1.708	-0.045	0.301 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-2.853	-0.075	0.503 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.456	-0.117	0.785 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-3.631	-0.096	0.640 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.776	-0.126	0.842 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.707	-0.045	0.301 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.691	-0.044	0.298 <	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	-1.708	-0.045	9 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-4.456	-0.117	24 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-1.708	-0.045	9 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-2.853	-0.075	15 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.456	-0.117	24 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-3.631	-0.096	19 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.776	-0.126	26 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.707	-0.045	9 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.691	-0.044	9 <	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=95mmx130mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

11 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=11, ($n_{ef}=1.34n$), $A=138\text{mm}^2$, $r=42\text{mm}$, $W_p=4515\text{mm}^3$ 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	-10.517	-0.113	0.626 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-25.870	-0.273	1.534 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-10.517	-0.113	0.626 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-16.914	-0.180	1.004 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-25.870	-0.273	1.534 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-21.264	-0.225	1.262 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-27.661	-0.292	1.640 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-9.815	-0.103	0.581 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-10.202	-0.109	0.606 <	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	-10.517	-0.113	27 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-25.870	-0.273	66 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-10.517	-0.113	27 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-16.914	-0.180	43 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-25.870	-0.273	66 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-21.264	-0.225	54 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-27.661	-0.292	70 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-9.815	-0.103	25 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-10.202	-0.109	26 <	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=390mmx190mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

10 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=10, ($n_{ef}=1.00n$), $A=126\text{mm}^2$, $r=40\text{mm}$, $W_p=3528\text{mm}^3$ 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	-9.724	0.131	0.571 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-24.065	0.317	1.424 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-9.724	0.131	0.571 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-15.697	0.209	0.927 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-24.065	0.317	1.424 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-19.761	0.261	1.168 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-25.739	0.339	1.524 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-9.564	0.128	0.563 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-9.451	0.127	0.557 <	2.843

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	$\sigma_d (\text{N/mm}^2)$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-9.724	0.131	5 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-24.065	0.317	12 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-9.724	0.131	5 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-15.697	0.209	8 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-24.065	0.317	12 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-19.761	0.261	10 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-25.739	0.339	12 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-9.564	0.128	5 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-9.451	0.127	5 <	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=390mmx190mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

9 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= 9, ($n_{ef}=1.30n$), $A=113\text{mm}^2$, $r=26\text{mm}$, $W_p=2746\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 6, al centro della 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)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-9.861	0.000	0.548 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-24.140	0.001	1.342 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-9.861	0.000	0.548 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-15.811	0.000	0.879 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-24.140	0.001	1.342 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-19.857	0.001	1.104 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-25.806	0.001	1.435 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-9.664	0.000	0.537 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-9.550	0.000	0.531 <	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	-9.861	0.000	4 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-24.140	0.001	10 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-9.861	0.000	4 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-15.811	0.000	7 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-24.140	0.001	10 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-19.857	0.001	8 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-25.806	0.001	11 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-9.664	0.000	4 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-9.550	0.000	4 <	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=390mmx190mm, 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=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/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	0.492	0.000	0.124 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.253	0.000	0.065 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.492	0.000	0.124 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.393	0.000	0.099 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.253	0.000	0.065 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.325	0.000	0.083 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.225	0.000	0.058 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.350	0.000	0.088 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.349	0.000	0.088 <	2.843

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	$\sigma_d (\text{N/mm}^2)$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.492	0.000	1 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.253	0.000	0 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.492	0.000	1 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.393	0.000	1 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.253	0.000	0 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.325	0.000	1 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.225	0.000	0 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.350	0.000	1 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.349	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=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/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	0.492	0.000	0.125 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.253	0.000	0.067 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.492	0.000	0.125 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.393	0.000	0.101 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.253	0.000	0.067 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.325	0.000	0.085 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.225	0.000	0.061 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.350	0.000	0.089 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.349	0.000	0.089 <	2.843

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	$\sigma_d (\text{N/mm}^2)$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.492	0.000	4 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.253	0.000	2 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.492	0.000	4 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.393	0.000	3 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.253	0.000	2 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.325	0.000	3 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.225	0.000	2 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.350	0.000	3 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.349	0.000	3 <	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=495mmx125mm, 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= 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=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n=12, ($n_{ef}=1.34n$), $A=151\text{mm}^2$, $r=51\text{mm}$, $W_p=6143\text{mm}^3$ 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	-10.514	0.223	0.616 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-25.863	0.549	1.512 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-10.514	0.223	0.616 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-16.910	0.359	0.989 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-25.863	0.549	1.512 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-21.259	0.451	1.243 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-27.654	0.587	1.617 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-10.319	0.219	0.604 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-10.199	0.216	0.597 <	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	-10.514	0.223	4 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-25.863	0.549	10 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-10.514	0.223	4 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-16.910	0.359	7 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-25.863	0.549	10 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-21.259	0.451	8 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-27.654	0.587	11 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-10.319	0.219	4 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-10.199	0.216	4 <	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=495mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

9 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= 9, ($n_{ef}=1.30n$), $A=113\text{mm}^2$, $r=26\text{mm}$, $W_p=2746\text{mm}^3$ 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	-9.861	-0.001	0.550 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-24.140	-0.001	1.343 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-9.861	-0.001	0.550 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-15.811	-0.001	0.880 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-24.140	-0.001	1.343 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-19.857	-0.001	1.105 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-25.806	-0.001	1.436 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-9.664	-0.001	0.538 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-9.550	-0.001	0.532 <	2.843

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	$\sigma_d (\text{N/mm}^2)$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-9.861	-0.001	13 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-24.140	-0.001	32 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-9.861	-0.001	13 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-15.811	-0.001	21 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-24.140	-0.001	32 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-19.857	-0.001	27 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-25.806	-0.001	34 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-9.664	-0.001	13 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-9.550	-0.001	13 <	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=495mmx125mm, 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=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/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	-1.708	-0.002	0.224 <	1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-4.456	-0.002	0.571 <	1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-1.708	-0.002	0.224 <	1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-2.853	-0.002	0.369 <	1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.456	-0.002	0.571 <	1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-3.631	-0.002	0.467 <	1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.776	-0.002	0.612 <	1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.707	-0.001	0.222 <	2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.691	-0.001	0.220 <	2.843

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	$\sigma_d (\text{N/mm}^2)$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-1.708	-0.002	1 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-4.456	-0.002	2 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-1.708	-0.002	1 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-2.853	-0.002	1 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.456	-0.002	2 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-3.631	-0.002	1 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.776	-0.002	2 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.707	-0.001	1 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.691	-0.001	1 <	240

1.9.7. Stato limite ultimo

Progettazione di unione con bulloni dell'elementor : 2 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elementor 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=125mmx65mm, 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= 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

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=6$, ($n_{ef}=1.00n$), $A=75\text{mm}^2$, $r=24\text{mm}$, $W_p=1772\text{mm}^3$

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

Forze alla giunzione dell'elemento 2 , al centro della unioni F(forza) M(momento)**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	F_n (kN)	F_v (kN)	M_a (kNm)	F_n	R_d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-0.569	1.756	-0.116	0.379	<1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-1.491	4.608	-0.335	1.092	<1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-0.569	1.756	-0.116	0.379	<1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-0.953	2.944	-0.208	0.676	<1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-1.491	4.608	-0.335	1.092	<1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-1.215	3.752	-0.269	0.878	<1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-1.599	4.941	-0.361	1.175	<1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-0.367	1.765	-0.128	0.423	<2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-0.564	1.742	-0.119	0.389	<2.843

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	F_a (kN)	M_a (kNm)	σ	σ_d (N/mm^2)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-1.846	-0.078	17 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-4.843	-0.234	49 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-1.846	-0.078	17 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-3.095	-0.143	30 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.843	-0.234	49 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-3.944	-0.187	40 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-5.193	-0.252	53 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.802	-0.089	19 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.831	-0.081	18 <	240

1.9.8. Stato limite ultimo

Progettazione di unione con bulloni dell'elementor : 3 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elementor 3

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=180mmx130mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

21 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

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=21$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=264\text{mm}^2$, $r=64\text{mm}$, $W_p=12784\text{mm}^3$

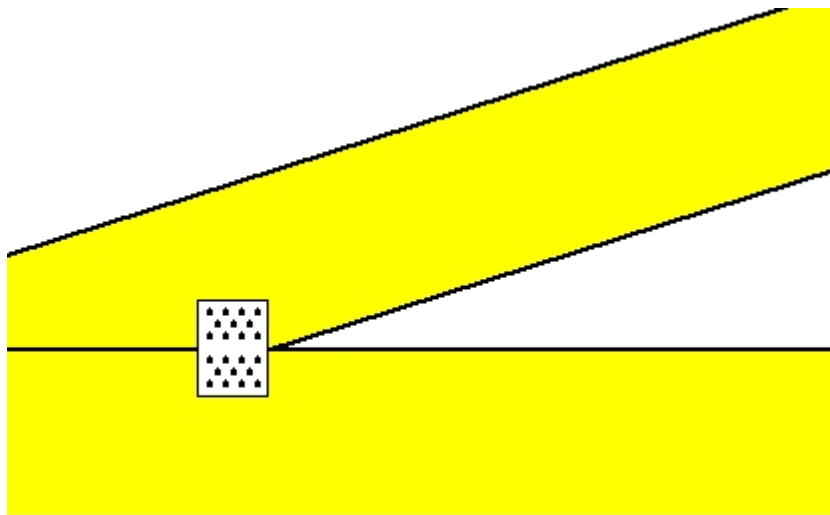
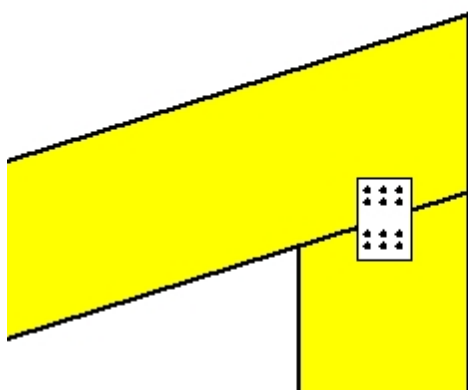
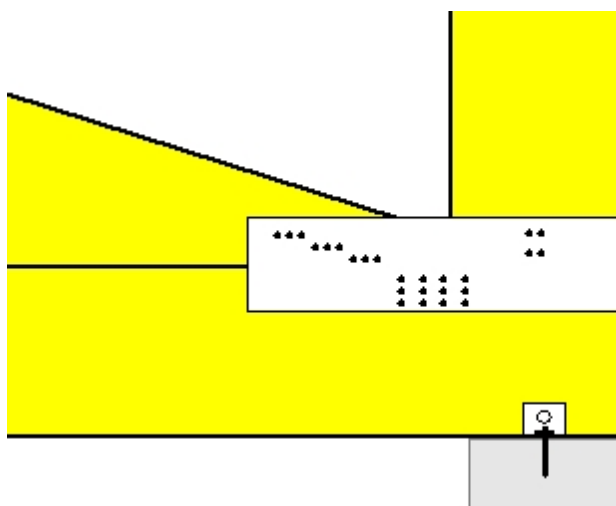
σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2

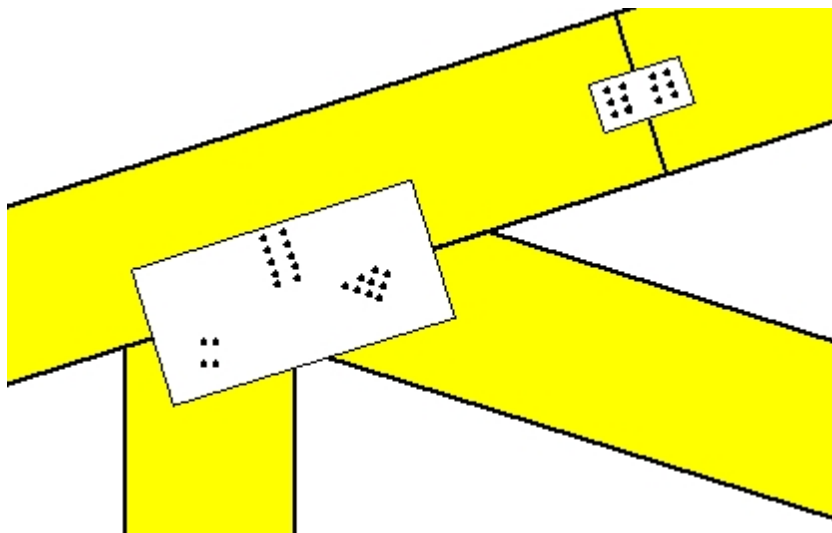
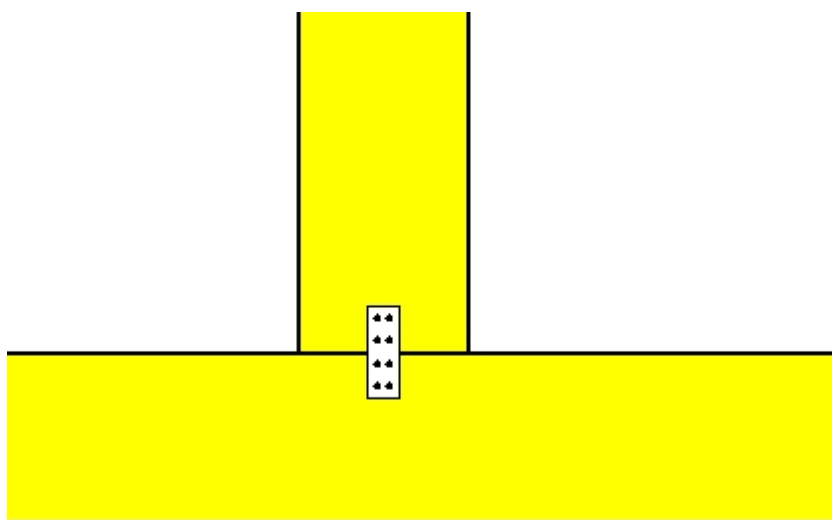
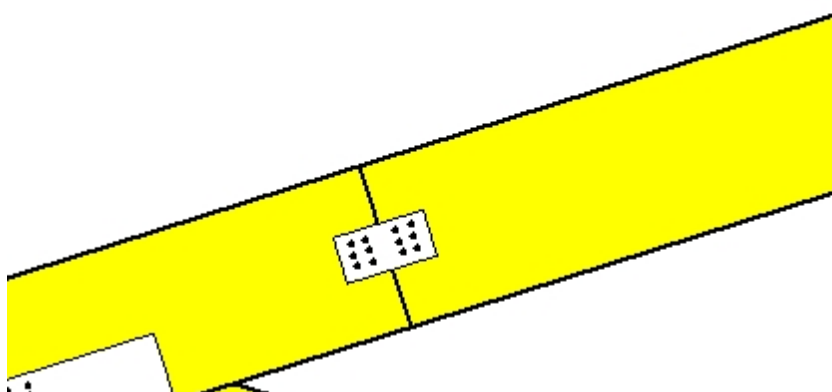
Forze alla giunzione dell'elemento 3 , al centro della unioni F(forza) M(momento)**Verifica resistenza della unione**

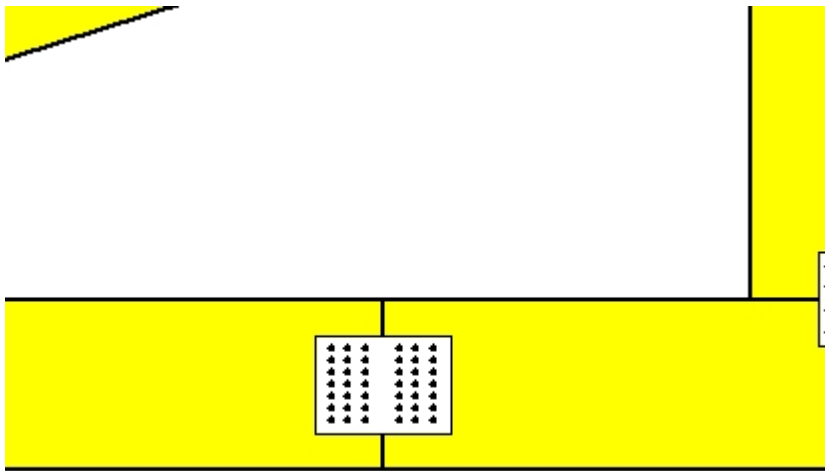
L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	F_n (kN)	F_v (kN)	M_a (kNm)	F_n	R_d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	9.407	-0.138	0.167	0.553	<1.137
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	23.029	-0.022	0.448	1.373	<1.706
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	9.407	-0.138	0.167	0.553	<1.706
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	15.083	-0.090	0.284	0.895	<1.706
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	23.029	-0.022	0.448	1.373	<1.706
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	18.943	-0.057	0.364	1.127	<1.706
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	24.619	-0.009	0.480	1.468	<1.706
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	8.731	-0.093	0.162	0.517	<2.843
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	9.111	-0.091	0.167	0.538	<2.843

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	F_a (kN)	M_a (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	9.408	0.170	38 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	23.029	0.448	94 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	9.408	0.170	38 <	196
4	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	15.083	0.286	61 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	23.029	0.448	94 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	18.943	0.365	77 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	24.619	0.481	101 <	196
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	8.731	0.164	35 <	240
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	9.111	0.169	37 <	240

**Unione chiodata al nodo 1**(nodo a $x=0.677$ m, $y=0.112$ m)**piastre:** 2x95x130x2.0mm**bullone:** 4.0mm [22] [11+11]**Unione chiodata al nodo 2**(nodo a $x=5.657$ m, $y=1.800$ m)**piastre:** 2x75x110x2.0mm**bullone:** 4.0mm [12] [6+6]**Unione chiodata al nodo 3**(nodo a $x=5.657$ m, $y=0.000$ m)**piastre:** 2x495x125x2.0mm**bullone:** 4.0mm [25] [9+12+4]

**Unione chiodata al nodo 4**(nodo a $x=2.960$ m, $y=0.745$ m)**piastre:** 2x390x190x2.0mm**bullone:** 4.0mm [23] [10+4+9]**Unione chiodata al nodo 5**(nodo a $x=2.828$ m, $y=0.112$ m)**piastre:** 2x45x125x2.0mm**bullone:** 4.0mm [8] [4+4]**Giunto nell'elemento**(a $x=3.400$ m, $y=1.082$ m)**piastre:** 2x125x65x2.0mm**bullone:** 4.0mm [12] [6+6]



Giunto nell'elemento

(a x=2.228 m, y=0.000 m)

piastre: 2x180x130x2.0mm

bullone: 4.0mm [42] [21+21]