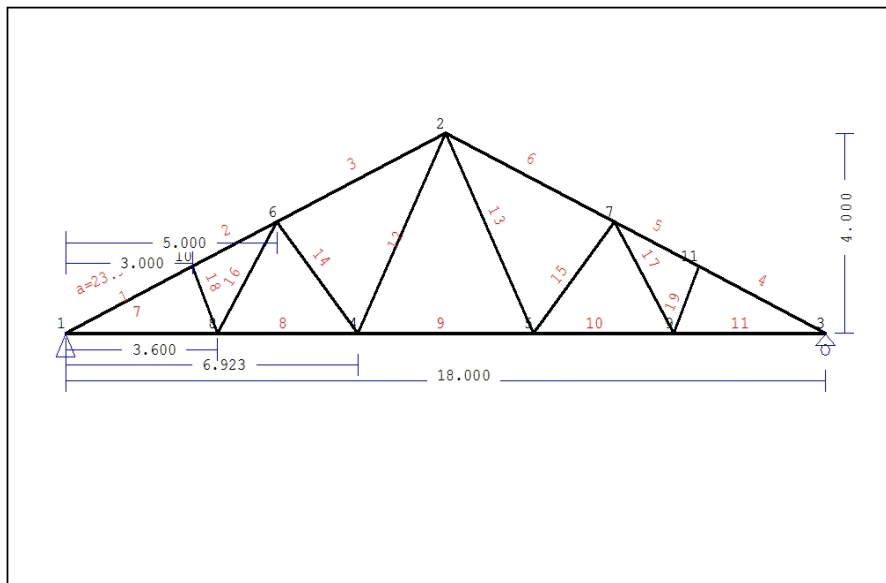


1. CAPRIATA-08

Tetto con capriate di tipo W



1.1. Descrizione tecnica

1.1.1. Tipologia costruttiva

Tetto in legno C22. La tipologia della capriata è illustrata nel disegno soprastante.
 Luce della capriata 18.000m, altezza 4.000m, inclinazione 23.96° , interasse delle capriate 1.300m
 Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm
 Travetti in legno di classe C22, con dimensioni 58x100 mm, ad interasse 0.300 m
 Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]
 Elementi 1, 2, 3, 4, 5, 6, sezione 75x225 [mm]
 Elementi 7, 8, 9, 10, 11, sezione 63x200 [mm]
 Elementi 12, 13, sezione 63x150 [mm]
 Elementi 14, 15, 16, 17, 18, 19, sezione 75x225 [mm]
 Volume della capriata = 0.882 m³, peso proprio della capriata = 2.940 kN

1.1.2. Normative di calcolo

Norme Tecniche per le Costruzioni (DM2008)
 UNI EN1990-1-1:2004, Eurocodice 0 Parte 1-1, Basi di calcolo
 UNI EN1991-1-1:2004, Eurocodice 1 Parte 1-1, Azioni sulle strutture
 DM2008, §3.4, Azioni della neve
 DM2008, §3.3, Azioni del vento
 UNI EN1995-1-1:2009, Eurocodice 5 Parte 1-1, Progettazione delle strutture di legno

1.1.3. Metodo di calcolo

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

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

Classe del legno : C22

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

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

Valori caratteristici del legname

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

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

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

$G_m = 630 \text{ MPa}$, $\rho_k = 340 \text{ Kg/m}^3$

1.1.5. Carichi distribuiti sulla copertura

Carico permanente del manto di copertura $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$ (Tegole

Travetti, assito, isolamento

$G_t = 0.100 \text{ kN/m}^2$ $G_e + G_t = 0$

Peso del controsoffitto del tetto

$G_c = 0.100 \text{ kN/m}^2$

Carico della neve sul terreno

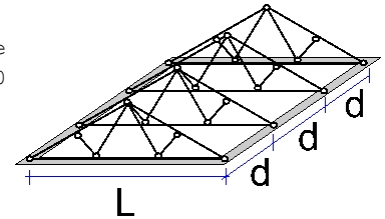
$S_k = 1.500 \text{ kN/m}^2$

Pressione del vento sulle superfici vert.

$Q_w = 0.754 \text{ kN/m}^2$

Carico (categoria H)

$Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$

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

Carico neve al suolo S_k (DM2008, §3.4.2)

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

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

$q_{sk} = 1.500 \text{ kN/m}^2$ ($a_s = 200 \leq 200 \text{ m}$)

Valore di riferimento del carico neve al suolo: $s_k = q_{ref}(T) = 1.500 \text{ kN/m}^2$

Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)

Inclinazione del tetto : $\alpha = 23.962^\circ$

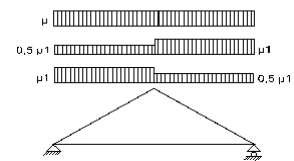
Coefficiente di esposizione : $C_e = 1.000$ (DM2008 §5.2(7))

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

Fattori di forma, $\alpha_1 = \alpha_2 = 23.96^\circ$, $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.800$ (Tab. 3.4.II)

$S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.200 \text{ kN/m}^2$ (§3.4.1)

$S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.500 = 1.200 \text{ kN/m}^2$



Azioni della neve (DM2008, §3.4.1)

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

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

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

1.3. Azioni del vento (DM2008 §3.3)

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

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

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

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

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

Categorie di esposizione del sito: II, $k_r = 0.19$, $z_o = 0.05 \text{ m}$, $z_{min} = 4.00 \text{ m}$ (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: $Q_{ref} \cdot C_e = 0.001 \times (25.00^2 / 1.6) \times 1.929 = 0.754 \text{ kN/m}^2$

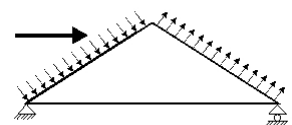
Pressione del vento $p_f = C_p \cdot q_b$ (DM2008, §3.3.7.1)

Coefficiente di forma C_p (DM2008 §3.3.7.1)

Con inclinazione $\alpha = 23.96^\circ$, $C_p(+) = -0.28$, $C_p(-) = -0.40$

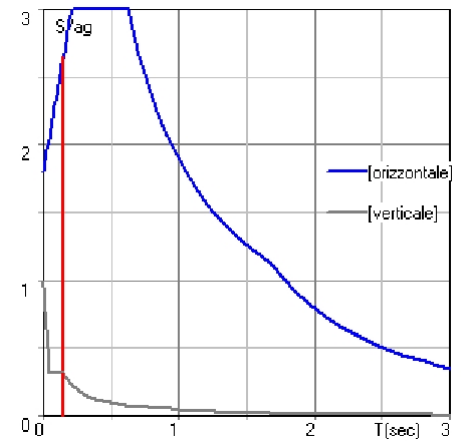
Pressione del vento $p_f(\text{Sinistra}) = -0.212 \text{ kN/m}^2$

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



1.4. Azione sismica (DM2008, §3.2)

Accelerazione orizzontale (§3.2.3.2.1)	$a_g/g=0.02$
Fattore d'importanza (§3.2.1)	$\gamma_i=1.00$
Fattore di suolo [orizzontale] (§3.2.3.2.1)	$S_o=1.80$
Fattore di suolo [verticale]	$S_v=1.00$
Fattore di struttura [orizzontale] (§7.3.1)	$q_o=1.50$
Fattore di struttura [verticale]	$q_v=1.50$
Fattore di spettro [orizzontale] (§3.2.3.1)	$\beta_o(T)=2.21$
Fattore di spettro [verticale] (§3.2.3.2.2)	$\beta_v(T)=0.48$
Fattore di correzione (§7.3.3.2)	$\lambda=1.00$
Distribuzione della forza $\zeta=z_i W_i / \sum z_j W_j$ (§7.3.3.2)	$\zeta=1.00$
Primo periodo di vibrazione (§7.3.3.2)	$T(\text{sec})=0.15$
Fattore di combinazione carichi accidentali	$\psi_2=0.30$
Fattore di combinazione carico da neve	$\psi_2=0.20$
Periodi di spettro [orizzontale]: $T_b=0.21\text{sec}$, $T_c=0.63\text{sec}$, $T_d=1.68\text{sec}$	
Periodi di spettro [verticale] : $T_b=0.05\text{sec}$, $T_c=0.15\text{sec}$, $T_d=1.00\text{sec}$	



Orizzontale : $F_o = a_g \cdot \gamma_i \cdot S_o \cdot \beta_o(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_o$
 $F_o = g \times 0.02 \times 1.00 \times 1.80 \times 2.21 \times 1.00 \times 1.00 / 1.50 = 0.053 \times g$ (DM2008 §3.2.3.2.1)

Verticale : $F_v = a_g \cdot \gamma_i \cdot S_v \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$
 $F_v = g \times 0.02 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.48 \times 1.00 \times 1.00 / 1.50 = 0.006 \times g$ (DM2008 §3.2.3.2.2)

1.5. Finitura del tetto

Sistema strutturale dell'assito

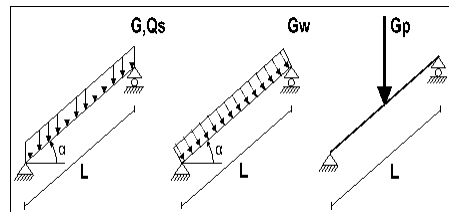
L'assito è progettato come trave semplicemente appoggiata con luce interasse tra i travetti $L=0.300\text{m}$, e larghezza 1.00m .

Dimensioni del materiale dell'assito

Specie legnosa dell'assito: C22, classe di servizio: Classe 1, umidità $\leq 12\%$
 Interasse dei travetti $L=0.300\text{m}$, inclinazione del tetto $\alpha=23.96^\circ$, spessore dell'assito 20mm

Carico sull'assito

Manto di copertura $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$
 Peso proprio $G_l = 0.067 \text{ kN/m}^2$
 Carico neve $Q_s = 1.200 \text{ kN/m}^2$
 Carico da vento $Q_w = -0.212 \text{ kN/m}^2$
 Peso del carpentiere $Q_p = 1.200 \text{ kN}$



Sforzi interni dell'assito (luce $L=0.300 \text{ m}$, larghezza $=1.00 \text{ m}$)

Carico	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	$\max N [\text{kN}]$	$\max V [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$	
(Gk) Permanente	$G_k = 0.567 [\text{kN/m}]$	Permanente	1.30	0.00	1.00	0.069	0.078	0.006
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 1.200 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.134	0.150	0.011
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = -0.212 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	0.000	-0.032	-0.002
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.487	0.548	0.082

1.5.1. Stato limite di servizio (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Deformazione a flessione (EC5 §7.2)

Carico	[kN/m]	$u [\text{mm}]$	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}	
(Gk) Permanente	$G_k = 0.567 [\text{kN/m}]$	0.003	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 1.200 [\text{kN/m}]$	0.007	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60	
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = -0.212 [\text{kN/m}]$	-0.001	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60	

Combinazione di carico	w_{inst}	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.003	0.005
2 Gk + Qk1	0.010	0.013
3 Gk + Qk2	0.003	0.005
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.010	0.013
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.008	0.011

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.010 \text{ mm}$, $w_{fin} = 0.013 \text{ mm}$

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

Deformazioni finali

$w_{inst} = 0.010 \text{ mm} < L/300 = 300/300 = 1.000 \text{ mm}$
 $w_{net, fin} = 0.013 \text{ mm} < L/250 = 300/250 = 1.200 \text{ mm}$
 $w_{fin} = 0.013 \text{ mm} < L/150 = 300/150 = 2.000 \text{ mm}$

La verifica è soddisfatta

1.5.2. Verifica dell'assito, Stato limite ultimo di progetto (UNI EN1995-1-1:2009, §6)

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-0.150	0.168	0.013
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	-0.322	0.363	0.027
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	-0.100	0.112	0.008
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	-0.577	0.649	0.090
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-0.322	0.363	0.027
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-0.256	0.288	0.022
	Valori massimi			-0.577	0.649	0.090

Assito, combinazione di carico No 4**Compressione parallela alla fibratura, $F_{c0d} = -0.577$ kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, $b=1000$ mm, $h=20$ mm, $A=20\,000$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=1.00$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.00 \times 20.00 / 1.50 = 13.33$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_{c0d} = -0.577$ kN, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 0.577 / 20000 = 0.03$ N/mm² < 13.33 N/mm² = f_{c0d} (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Taglio, $F_v = 0.649$ kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, $b_{ef}=0.67 \times 1000 = 670$ mm, $h=20$ mm, $A=13\,400$ mm²Coefficiente di correzione $K_{mod}=1.00$ (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3) $f_{vk}=3.80$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 1.00 \times 3.80 / 1.50 = 2.53$ N/mm² (EC5 Eq.2.14) $F_v = 0.649$ kN, $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.649 / 13400 = 0.07$ N/mm² < 2.53 N/mm² = f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Flessione, $M_{yd} = 0.090$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, $b=1000$ mm, $h=20$ mm, $A=2.000E+004$ mm², $W_y=6.667E+004$ mm³, $W_z=3.333E+006$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=1.00$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{yk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 0.090 / 6.667E+004 = 1.35$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 3.333E+006 = 0.00$ N/mm² $\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.092 + 0.000 = 0.09 < 1$ (EC5 Eq.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.064 + 0.000 = 0.06 < 1$ (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Flessione e compressione assiale combinate, $F_{c0d} = -0.577$ kN, $M_{yd} = 0.090$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, $b=1000$ mm, $h=20$ mm, $A=2.000E+004$ mm², $W_y=6.667E+004$ mm³, $W_z=3.333E+006$ mm³Coefficiente di correzione $K_{mod}=1.00$ (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008) $f_{c0k}=20.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.00 \times 20.00 / 1.50 = 13.33$ N/mm² $f_{yk}=22.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67$ N/mm² $f_{mk}=22.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67$ N/mm²Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 0.577 / 20000 = 0.03$ N/mm² $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 0.090 / 6.667E+004 = 1.35$ N/mm² $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 3.333E+006 = 0.00$ N/mm² $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.000 + 0.092 + 0.000 = 0.09 < 1$ (EC5 Eq.6.19) $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.000 + 0.064 + 0.000 = 0.06 < 1$ (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-0.577\text{kN}$, $M_{yd}=0.090\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare, $b=1000\text{mm}$, $h=20\text{mm}$, $A=2.000\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=6.667\text{E}+004\text{mm}^3$, $W_z=3.333\text{E}+006\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=1.00$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=20.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.00 \times 20.00 / 1.50 = 13.33\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67\text{N/mm}^2$ $f_{mk}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 1.00 \times 22.00 / 1.50 = 14.67\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.577 / 20000 = 0.03\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06 \times 0.090 / 6.667\text{E}+004 = 1.35\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 3.333\text{E}+006 = 0.00\text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky}=1.00 \times 0.300 = 0.300\text{ m} = 300\text{ mm}$ $S_{kz}=0.00 \times 0.300 = 0.000\text{ m} = 0\text{ mm}$ Snellezza $i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 20 = 6\text{ mm}$, $\lambda_y = 300 / 6 = 50.00$ $i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 1000 = 289\text{ mm}$, $\lambda_z = 0 / 289 = 0.00$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 26.45\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.87$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 2000.00\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.00$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c=0.20$ (legno massiccio) $k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.94$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.782$ (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50$, $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1.000$ (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.003 + 0.092 + 0.000 = 0.09 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.002 + 0.064 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.6. Progettazione dei travetti

Sistema strutturale dei travetti

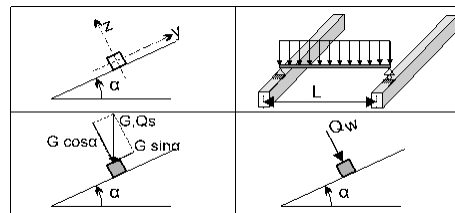
I travetti sono progettati come travi semplicemente appoggiate con luce $L=1.300\text{m}$ che è la distanza tra le capriate. Essi sono sottoposti ad un carico di superficie di larghezza $L_1=0.300\text{m}$ (interasse tra i travetti). L'asse dei travetti ha un'inclinazione $\alpha=23.96^\circ$ sulla verticale. I carichi verticali (peso proprio, neve, peso del carpentiere) sono scomposti in due componenti nelle direzioni z-z $P \cdot \cos\alpha$, e y-y $P \cdot \sin\alpha$, la pressione del vento agisce nella direzione z-z.

Dimensioni dei travetti

Specie legnosa dei travetti: C22, Classe 1, umidità $\leq 12\%$, sezione dei travetti BxH: 58x100mm
Interasse dei travetti 0.300m, inclinazione della falda $\alpha=23.96^\circ$, interasse delle capriate 1.300m.

Carico uniformemente distribuito sui travetti kN/m^2

Manto di copertura $G_e = 0.500 \text{ kN/m}^2$
Assito+peso proprio $G_l = 0.100 \text{ kN/m}^2$
Carico neve $Q_s = 1.200 \text{ kN/m}^2$
Carico da vento $Q_w = -0.212 \text{ kN/m}^2$
Peso del carpentiere $Q_p = 1.200 \text{ kN}$



Carico lineare sui travetti (kN/m) in z-z e y-y

Manto di copertura+peso proprio $G_k = 0.180 \text{ kN/m}$, $G_{kz} = 0.164 \text{ kN/m}$, $G_{kez} = 0.073 \text{ kN/m}$
Carico neve $Q_{ks} = 0.360 \text{ kN/m}$, $Q_{ksz} = 0.329 \text{ kN/m}$, $Q_{ksy} = 0.146 \text{ kN/m}$
Carico da vento $Q_{kw} = -0.064 \text{ kN/m}$, $Q_{kwz} = -0.064 \text{ kN/m}$, $Q_{kwy} = 0.000 \text{ kN/m}$
Peso del carpentiere $Q_{kp} = 1.200 \text{ kN}$, $Q_{kpz} = 1.097 \text{ kN}$, $Q_{kpy} = 0.487 \text{ kN}$

Sforzi interni nei travetti (luce $L=1.300 \text{ m}$, BxH: 58x100 mm)

Carico	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	$Q_z [\text{kN}]$	$Q_y [\text{kN}]$	$M_y [\text{kNm}]$	$M_z [\text{kNm}]$	
(Gk) Permanente	$G_k = 0.180 [\text{kN/m}]$	Permanente	1.30	0.00	1.00	0.107	0.048	0.035	0.000
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.360 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.214	0.095	0.069	0.000
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = -0.064 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	-0.041	0.000	-0.013	0.000
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.548	0.244	0.356	0.000

1.6.1. Stato limite di servizio (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Deformazione a flessione (EC5 §7.2)

Carico $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}
(Gk) Permanente $G_k = 0.164 [\text{kN/m}]$	0.053	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve $Q_{ks} = 0.329 [\text{kN/m}]$	0.105	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.064 [\text{kN/m}]$	-0.020	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.053	0.084
2 Gk + Qk1	0.158	0.202
3 Gk + Qk2	0.053	0.084
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.158	0.202
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.126	0.170

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.158 \text{ mm}$, $w_{fin} = 0.202 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 0.158 \text{ mm} < L/300 = 1300/300 = 4.333 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 0.202 \text{ mm} < L/250 = 1300/250 = 5.200 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.202 \text{ mm} < L/150 = 1300/150 = 8.667 \text{ mm}$

La verifica è soddisfatta

1.6.2. Verifica dei travetti, Stato limite ultimo di progetto (UNI EN1995-1-1:2009, §6)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di durata	kmod	Qz/Kmod	Qy/Kmod	My/Kmod	Mz/Kmod
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.232	0.103	0.075	0.000
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	0.511	0.227	0.166	0.000
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	0.154	0.069	0.050	0.000
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	0.687	0.305	0.402	0.000
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.511	0.227	0.166	0.000
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.404	0.180	0.131	0.000
	Valori massimi			0.687	0.305	0.402	0.000

Travetto, combinazione di carico No 4**Taglio, Fv=0.687 kN** (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x58=39 mm, h=100 mm, A= 3 900 mm²

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

fvk=3.80 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm² (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.687 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.687/3900=0.26N/mm² < 2.53N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4**Taglio, Fv=0.305 kN** (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x100=67 mm, h=58 mm, A= 3 886 mm²

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

fvk=3.80 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm² (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.305 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.305/3886=0.12N/mm² < 2.53N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4**Flessione, Myd=0.402 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)

Sezione rettangolare, b=58mm, h=100mm, A=5.800E+003mm², Wy=9.667E+004mm³, Wz=5.607E+004mm³

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

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

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

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.402/9.667E+004= 4.15 N/mm²

omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/5.607E+004= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km. omzd/fmzd=0.283+0.000= 0.28 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.198+0.000= 0.20 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4**Stabilità laterale, Myd=0.402 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, b=58mm, h=100mm, A=5.800E+003mm², Wy=9.667E+004mm³, Wz=5.607E+004mm³

Coefficiente di correzione Kmod=1.00 (DM2008 T.4.4.IV), coefficiente del materiale γM=1.50 (DM2008

fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm²

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

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

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my, netto} = 1E+06 \times 0.402 / 9.667E+004 = 4.15 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 5.607E+004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 1.300 = 1.300 \text{ m} = 1300 \text{ mm}$

$S_{kz} = 0.00 \times 1.300 = 0.000 \text{ m} = 0 \text{ mm}$

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 100 = 29 \text{ mm}$, $\lambda_y = 1300 / 29 = 44.83$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 58 = 17 \text{ mm}$, $\lambda_z = 0 / 17 = 0.00$

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 58^2 \times 6700 / (100 \times 1170) = 150.26 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crity} = 150.26 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m, crity}} = 0.38$ (EC5 Eq.6.30)

$\sigma_{m, critz} = 200.00 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, mz} = \sqrt{f_{mzk} / \sigma_{m, critz}} = 0.00$ (EC5 Eq.6.30)

$\lambda_{rel, my} = 0.38$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crity} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

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

$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.283 + 0.000 = 0.28 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.198 + 0.000 = 0.20 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

La verifica è soddisfatta

1.7. Progettazione della capriata**Caratteristiche geometriche della capriata**

Lunghezza L=18.000 m, altezza H=4.000 m, interasse capriate d=1.300 m

Inclinazione =44.44%, angolo $\alpha=23.96^\circ$, $\tan\alpha=0.444$, $\sin\alpha=0.406$, $\cos\alpha=0.914$

Numero dei nodi = 11, numero degli elementi =19, numero degli appoggi =2

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

Nodo	x[m]	y[m]	Sup.	Elemento	K1	K2	b x h [mm]	L [m]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]	Wy [mm ³]
1	0.000	0.000	11	1	1	10	75x225	3.283	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
2	9.000	4.000		2	10	6	75x225	2.189	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
3	18.000	0.000	01	3	6	2	75x225	4.377	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
4	6.923	0.000		4	11	3	75x225	3.283	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
5	11.077	0.000		5	7	11	75x225	2.189	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
6	5.000	2.222		6	2	7	75x225	4.377	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
7	13.000	2.222		7	1	8	63x200	3.600	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
8	3.600	0.000		8	8	4	63x200	3.323	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
9	14.400	0.000		9	4	5	63x200	4.154	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
10	3.000	1.333		10	5	9	63x200	3.323	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
11	15.000	1.333		11	9	3	63x200	3.600	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
				12	4	2	63x150	4.507	9.450E+003	1.772E+007	2.363E+005
				13	2	5	63x150	4.507	9.450E+003	1.772E+007	2.363E+005
				14	6	4	75x225	2.939	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				15	5	7	75x225	2.939	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				16	8	6	75x225	2.626	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				17	7	9	75x225	2.626	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				18	10	8	75x225	1.462	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				19	9	11	75x225	1.462	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005

Carico lineare per capriata

Massa volumica del legname =340.00 kg/m³, peso proprio della capriata =2.940 kN

Interasse delle capriate d=1.30 m, peso delle unioni delle capriate =0.294 kN

Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate

Manto di copertura +peso proprio Gk1= 0.960 kN/m

Controsoffitto del tetto Gk2= 0.130 kN/m

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

Sovraccario Qki= 0.50x1.300= 0.650 kN/m

Neve (Sinistra) Qk1l= 1.560 kN/m (Destra) Qk1r= 1.560 kN/m

Neve (Sinistra) Qk2l= 0.780 kN/m (Destra) Qk2r= 1.560 kN/m

Neve (Sinistra) Qk3l= 1.560 kN/m (Destra) Qk3r= 0.780 kN/m

Vento (Sinistra) Qk4l=-0.276 kN/m (Destra) Qk4r=-0.392 kN/m

Vento (Sinistra) Qk5l=-0.392 kN/m (Destra) Qk5r=-0.276 kN/m

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

AeX Sismica qh=0.053x(G+0.20xQk1)

AeY Sismica qv=0.006x(G+0.20xQk1)

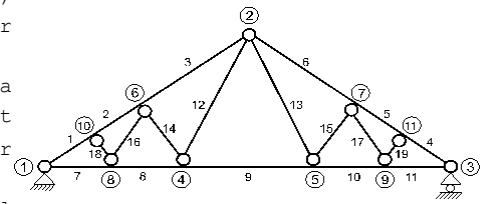
Combinazioni di carico di progetto

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

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

1.8. Analisi statica della capriata

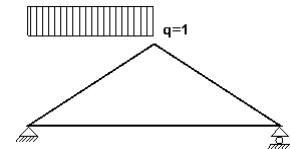
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una r di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico unit e sulla base di questi sono calcolati gli sforzi interni per le varie condizioni di carico e combinazioni di carichi.
 Numero dei nodi = 11, numero degli elementi =19, numero degli



1.8.1. Analisi statica per carichi unitari

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	10	-13.80	1.23	0.03	-12.58	-1.51	-0.43
2	10	6	-12.57	0.46	-0.43	-11.76	-1.37	-1.44
3	6	2	-8.62	2.17	-1.44	-6.99	-1.49	0.04
4	11	3	-5.46	-0.02	0.07	-5.46	-0.02	0.00
5	7	11	-5.46	0.00	0.07	-5.46	0.00	0.07
6	2	7	-5.52	0.02	-0.01	-5.52	0.02	0.07
7	1	8	12.11	0.02	0.01	12.11	0.02	0.09
8	8	4	10.20	-0.02	0.09	10.20	-0.02	0.02
9	4	5	5.06	-0.01	0.02	5.06	-0.01	-0.01
10	5	9	5.02	0.02	-0.01	5.02	0.02	0.04
11	9	3	4.98	-0.01	0.04	4.98	-0.01	0.00
12	4	2	4.19	0.00	0.00	4.19	0.00	0.00
13	2	5	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
14	6	4	-4.90	0.00	0.00	-4.90	0.00	0.00
15	5	7	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
16	8	6	2.07	0.00	0.00	2.07	0.00	0.00
17	7	9	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00
18	10	8	-1.97	0.00	0.00	-1.97	0.00	0.00
19	9	11	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00



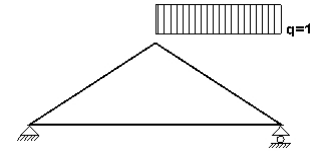
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	10	12.11	6.73	0.03	-12.11	-3.73	0.43
2	10	6	11.30	5.52	-0.43	-11.30	-3.52	1.44
3	6	2	7.00	5.48	-1.44	-7.00	-1.48	-0.04
4	11	3	4.98	-2.24	0.07	-4.98	2.24	0.00
5	7	11	4.99	-2.21	0.07	-4.99	2.21	-0.07
6	2	7	5.05	-2.23	-0.01	-5.05	2.23	-0.07
7	1	8	-12.11	0.02	0.01	12.11	-0.02	-0.09
8	8	4	-10.20	-0.02	0.09	10.20	0.02	-0.02
9	4	5	-5.06	-0.01	0.02	5.06	0.01	0.01
10	5	9	-5.02	0.02	-0.01	5.02	-0.02	-0.04
11	9	3	-4.98	-0.01	0.04	4.98	0.01	0.00
12	4	2	-1.93	-3.72	0.00	1.93	3.72	0.00
13	2	5	0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.02	0.00
14	6	4	3.21	-3.71	0.00	-3.21	3.71	0.00
15	5	7	-0.03	-0.04	0.00	0.03	0.04	0.00
16	8	6	-1.10	-1.75	0.00	1.10	1.75	0.00
17	7	9	0.03	-0.05	0.00	-0.03	0.05	0.00
18	10	8	0.81	-1.79	0.00	-0.81	1.79	0.00
19	9	11	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.02	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	-5.46	0.02	0.00	-5.46	0.02	0.07
2	10	6	-5.46	0.00	0.07	-5.46	0.00	0.07
3	6	2	-5.52	-0.02	0.07	-5.52	-0.02	-0.01
4	11	3	-12.59	1.51	-0.43	-13.80	-1.23	0.03
5	7	11	-11.76	1.37	-1.44	-12.58	-0.46	-0.43
6	2	7	-6.99	1.49	0.04	-8.62	-2.17	-1.44
7	1	8	4.98	0.01	0.00	4.98	0.01	0.04
8	8	4	5.02	-0.02	0.04	5.02	-0.02	-0.01
9	4	5	5.06	0.01	-0.01	5.06	0.01	0.02
10	5	9	10.20	0.02	0.02	10.20	0.02	0.09
11	9	3	12.12	-0.02	0.09	12.12	-0.02	0.01
12	4	2	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
13	2	5	4.20	0.00	0.00	4.20	0.00	0.00
14	6	4	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
15	5	7	-4.90	0.00	0.00	-4.90	0.00	0.00
16	8	6	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00
17	7	9	2.07	0.00	0.00	2.07	0.00	0.00
18	10	8	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
19	9	11	-1.97	0.00	0.00	-1.97	0.00	0.00

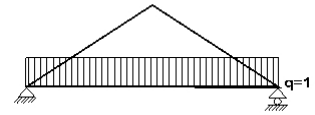
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone destro verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	4.98	2.24	0.00	-4.98	-2.24	-0.07
2	10	6	4.99	2.21	0.07	-4.99	-2.21	-0.07
3	6	2	5.05	2.23	0.07	-5.05	-2.23	0.01
4	11	3	12.12	-3.73	-0.43	-12.12	6.73	-0.03
5	7	11	11.31	-3.52	-1.44	-11.31	5.52	0.43
6	2	7	7.00	-1.48	0.04	-7.00	5.48	1.44
7	1	8	-4.98	0.01	0.00	4.98	-0.01	-0.04
8	8	4	-5.02	-0.02	0.04	5.02	0.02	0.01
9	4	5	-5.06	0.01	-0.01	5.06	-0.01	-0.02
10	5	9	-10.20	0.02	0.02	10.20	-0.02	-0.09
11	9	3	-12.12	-0.02	0.09	12.12	0.02	-0.01
12	4	2	0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.00
13	2	5	-1.93	3.72	0.00	1.93	-3.72	0.00
14	6	4	-0.03	0.04	0.00	0.03	-0.04	0.00
15	5	7	3.21	3.71	0.00	-3.21	-3.71	0.00
16	8	6	0.03	0.05	0.00	-0.03	-0.05	0.00
17	7	9	-1.10	1.75	0.00	1.10	-1.75	0.00
18	10	8	-0.01	0.02	0.00	0.01	-0.02	0.00
19	9	11	0.81	1.79	0.00	-0.81	-1.79	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	10	-18.37	0.07	0.02	-18.37	0.07	0.24
2	10	6	-18.36	-0.07	0.24	-18.36	-0.07	0.08
3	6	2	-14.05	-0.02	0.08	-14.05	-0.02	0.00
4	11	3	-18.37	-0.07	0.24	-18.37	-0.07	0.02
5	7	11	-18.37	0.07	0.08	-18.37	0.07	0.24
6	2	7	-14.06	0.02	0.00	-14.06	0.02	0.08
7	1	8	16.75	1.48	0.04	16.75	-2.12	-1.12
8	8	4	14.52	1.64	-1.12	14.52	-1.68	-1.19
9	4	5	9.90	2.08	-1.19	9.90	-2.08	-1.19
10	5	9	14.52	1.68	-1.19	14.52	-1.64	-1.12
11	9	3	16.76	2.12	-1.12	16.76	-1.48	0.04
12	4	2	6.41	0.00	0.00	6.41	0.00	0.00
13	2	5	6.41	0.00	0.00	6.41	0.00	0.00
14	6	4	-2.55	0.00	0.00	-2.55	0.00	0.00
15	5	7	-2.55	0.00	0.00	-2.55	0.00	0.00
16	8	6	4.29	0.00	0.00	4.29	0.00	0.00
17	7	9	4.30	0.00	0.00	4.30	0.00	0.00
18	10	8	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00
19	9	11	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00

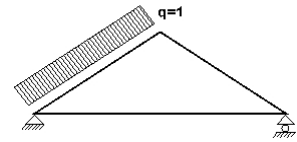
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	16.76	7.52	0.02	-16.76	-7.52	-0.24
2	10	6	16.81	7.39	0.24	-16.81	-7.39	-0.08
3	6	2	12.85	5.69	0.08	-12.85	-5.69	0.00
4	11	3	16.76	-7.52	0.24	-16.76	7.52	-0.02
5	7	11	16.81	-7.39	0.08	-16.81	7.39	-0.24
6	2	7	12.85	-5.69	0.00	-12.85	5.69	-0.08
7	1	8	-16.75	1.48	0.04	16.75	2.12	1.12
8	8	4	-14.52	1.64	-1.12	14.52	1.68	1.19
9	4	5	-9.90	2.08	-1.19	9.90	2.08	1.19
10	5	9	-14.52	1.68	-1.19	14.52	1.64	1.12
11	9	3	-16.76	2.12	-1.12	16.76	1.48	-0.04
12	4	2	-2.95	-5.69	0.00	2.95	5.69	0.00
13	2	5	-2.96	5.69	0.00	2.96	-5.69	0.00
14	6	4	1.67	-1.93	0.00	-1.67	1.93	0.00
15	5	7	1.67	1.93	0.00	-1.67	-1.93	0.00
16	8	6	-2.29	-3.63	0.00	2.29	3.63	0.00
17	7	9	-2.29	3.63	0.00	2.29	-3.63	0.00
18	10	8	-0.06	0.13	0.00	0.06	-0.13	0.00
19	9	11	-0.06	-0.13	0.00	0.06	0.13	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	10	-12.18	1.46	0.04	-12.18	-1.82	-0.55
2	10	6	-12.17	0.56	-0.54	-12.17	-1.63	-1.72
3	6	2	-8.37	2.59	-1.72	-8.37	-1.78	0.05
4	11	3	-6.54	-0.03	0.09	-6.54	-0.03	0.00
5	7	11	-6.54	0.00	0.08	-6.54	0.00	0.09
6	2	7	-6.61	0.02	-0.02	-6.61	0.02	0.08
7	1	8	14.53	0.02	0.01	14.53	0.02	0.09
8	8	4	12.22	-0.02	0.09	12.22	-0.02	0.02
9	4	5	6.06	-0.01	0.02	6.06	-0.01	-0.01
10	5	9	6.01	0.02	-0.01	6.01	0.02	0.05
11	9	3	5.96	-0.01	0.05	5.96	-0.01	0.00
12	4	2	5.02	0.00	0.00	5.02	0.00	0.00
13	2	5	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
14	6	4	-5.87	0.00	0.00	-5.87	0.00	0.00
15	5	7	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
16	8	6	2.51	0.00	0.00	2.51	0.00	0.00
17	7	9	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
18	10	8	-2.38	0.00	0.00	-2.38	0.00	0.00
19	9	11	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00

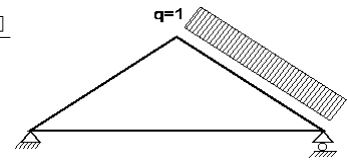
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	10.53	6.28	0.04	-11.87	-3.28	0.55
2	10	6	10.89	5.45	-0.54	-11.78	-3.45	1.72
3	6	2	6.60	5.77	-1.72	-8.38	-1.77	-0.05
4	11	3	5.96	-2.68	0.09	-5.96	2.68	0.00
5	7	11	5.97	-2.65	0.08	-5.97	2.65	-0.09
6	2	7	6.05	-2.67	-0.02	-6.05	2.67	-0.08
7	1	8	-14.53	0.02	0.01	14.53	-0.02	-0.09
8	8	4	-12.22	-0.02	0.09	12.22	0.02	-0.02
9	4	5	-6.06	-0.01	0.02	6.06	0.01	0.01
10	5	9	-6.01	0.02	-0.01	6.01	-0.02	-0.05
11	9	3	-5.96	-0.01	0.05	5.96	0.01	0.00
12	4	2	-2.32	-4.46	0.00	2.32	4.46	0.00
13	2	5	0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.02	0.00
14	6	4	3.84	-4.44	0.00	-3.84	4.44	0.00
15	5	7	-0.04	-0.05	0.00	0.04	0.05	0.00
16	8	6	-1.34	-2.12	0.00	1.34	2.12	0.00
17	7	9	0.04	-0.06	0.00	-0.04	0.06	0.00
18	10	8	0.98	-2.17	0.00	-0.98	2.17	0.00
19	9	11	-0.01	-0.03	0.00	0.01	0.03	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	-6.57	0.02	0.00	-6.57	0.02	0.06
2	10	6	-6.57	0.01	0.06	-6.57	0.01	0.07
3	6	2	-6.62	-0.02	0.07	-6.62	-0.02	-0.02
4	11	3	-12.21	1.83	-0.57	-12.21	-1.45	0.04
5	7	11	-12.20	1.62	-1.73	-12.20	-0.57	-0.57
6	2	7	-8.38	1.78	0.05	-8.38	-2.60	-1.73
7	1	8	1.99	0.01	0.00	1.99	0.01	0.04
8	8	4	2.02	-0.01	0.04	2.02	-0.01	-0.01
9	4	5	2.06	0.01	-0.01	2.06	0.01	0.02
10	5	9	8.23	0.02	0.02	8.23	0.02	0.08
11	9	3	10.57	-0.02	0.08	10.57	-0.02	0.01
12	4	2	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
13	2	5	5.03	0.00	0.00	5.03	0.00	0.00
14	6	4	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
15	5	7	-5.89	0.00	0.00	-5.89	0.00	0.00
16	8	6	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
17	7	9	2.54	0.00	0.00	2.54	0.00	0.00
18	10	8	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
19	9	11	-2.40	0.00	0.00	-2.40	0.00	0.00

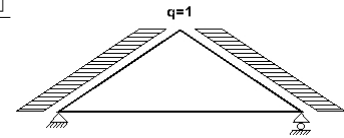
**Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	5.99	2.68	0.00	-5.99	-2.68	-0.06
2	10	6	6.00	2.67	0.06	-6.00	-2.67	-0.07
3	6	2	6.05	2.67	0.07	-6.05	-2.67	0.02
4	11	3	11.90	-3.29	-0.57	-10.57	6.29	-0.04
5	7	11	11.81	-3.47	-1.73	-10.92	5.47	0.57
6	2	7	8.38	-1.78	0.05	-6.60	5.78	1.73
7	1	8	-1.99	0.01	0.00	1.99	-0.01	-0.04
8	8	4	-2.02	-0.01	0.04	2.02	0.01	0.01
9	4	5	-2.06	0.01	-0.01	2.06	-0.01	-0.02
10	5	9	-8.23	0.02	0.02	8.23	-0.02	-0.08
11	9	3	-10.57	-0.02	0.08	10.57	0.02	-0.01
12	4	2	0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.00
13	2	5	-2.32	4.46	0.00	2.32	-4.46	0.00
14	6	4	-0.03	0.04	0.00	0.03	-0.04	0.00
15	5	7	3.85	4.45	0.00	-3.85	-4.45	0.00
16	8	6	0.02	0.04	0.00	-0.02	-0.04	0.00
17	7	9	-1.35	2.15	0.00	1.35	-2.15	0.00
18	10	8	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
19	9	11	0.98	2.18	0.00	-0.98	-2.18	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	10	6.73	0.59	0.02	3.73	-0.74	-0.24
2	10	6	3.74	0.23	-0.24	1.74	-0.66	-0.70
3	6	2	3.30	1.06	-0.70	-0.70	-0.72	0.03
4	11	3	-3.58	-0.79	0.38	-6.58	0.55	-0.01
5	7	11	-1.58	-0.61	0.75	-3.58	0.28	0.38
6	2	7	0.72	-0.71	-0.03	-3.28	1.07	0.75
7	1	8	13.31	0.01	0.00	13.31	0.01	0.03
8	8	4	12.35	0.00	0.03	12.35	0.00	0.02
9	4	5	9.85	-0.01	0.02	9.85	-0.01	-0.01
10	5	9	7.30	0.02	-0.01	7.30	0.02	0.05
11	9	3	6.23	-0.02	0.05	6.23	-0.02	0.00
12	4	2	2.03	0.00	0.00	2.03	0.00	0.00
13	2	5	-2.05	0.00	0.00	-2.05	0.00	0.00
14	6	4	-2.39	0.00	0.00	-2.39	0.00	0.00
15	5	7	2.45	0.00	0.00	2.45	0.00	0.00
16	8	6	1.04	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00
17	7	9	-1.19	0.00	0.00	-1.19	0.00	0.00
18	10	8	-0.98	0.00	0.00	-0.98	0.00	0.00
19	9	11	1.06	0.00	0.00	1.06	0.00	0.00

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

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	-6.39	-2.20	0.02	3.11	2.20	0.24
2	10	6	-3.51	-1.30	-0.24	1.32	1.30	0.70
3	6	2	-3.44	-0.37	-0.70	-0.94	0.37	-0.03
4	11	3	2.95	-2.17	0.38	-6.23	2.17	0.01
5	7	11	1.20	-1.20	0.75	-3.38	1.20	-0.38
6	2	7	-0.95	-0.36	-0.03	-3.43	0.36	-0.75
7	1	8	-13.31	0.01	0.00	13.31	-0.01	-0.03
8	8	4	-12.35	0.00	0.03	12.35	0.00	-0.02
9	4	5	-9.85	-0.01	0.02	9.85	0.01	0.01
10	5	9	-7.30	0.02	-0.01	7.30	-0.02	-0.05
11	9	3	-6.23	-0.02	0.05	6.23	0.02	0.00
12	4	2	-0.94	-1.81	0.00	0.94	1.81	0.00
13	2	5	0.95	-1.82	0.00	-0.95	1.82	0.00
14	6	4	1.57	-1.81	0.00	-1.57	1.81	0.00
15	5	7	-1.60	-1.85	0.00	1.60	1.85	0.00
16	8	6	-0.55	-0.88	0.00	0.55	0.88	0.00
17	7	9	0.63	-1.00	0.00	-0.63	1.00	0.00
18	10	8	0.40	-0.89	0.00	-0.40	0.89	0.00
19	9	11	-0.44	-0.97	0.00	0.44	0.97	0.00

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

1.8.2. Forze interne**Forze interne, Carico, : (Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130 [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	10	-22.61	1.32	0.04	-21.33	-1.56	-0.35	-22.03	0.00	1.03
2	10	6	-21.32	0.47	-0.35	-20.47	-1.45	-1.43	-21.12	0.00	-0.22
3	6	2	-16.68	2.25	-1.43	-14.97	-1.59	0.03	-15.68	0.00	1.47
4	11	3	-21.34	1.56	-0.35	-22.62	-1.32	0.04	-22.03	0.00	1.03
5	7	11	-20.47	1.45	-1.43	-21.33	-0.47	-0.35	-21.12	0.00	-0.22
6	2	7	-14.97	1.59	0.03	-16.68	-2.25	-1.43	-15.68	0.00	1.47
7	1	8	20.13	0.23	0.01	20.13	-0.24	-0.01	20.13	0.00	0.21
8	8	4	17.88	0.17	-0.01	17.88	-0.26	-0.14	17.88	0.00	0.11
9	4	5	11.92	0.27	-0.14	11.92	-0.27	-0.14	11.92	0.00	0.14
10	5	9	17.88	0.26	-0.14	17.88	-0.17	-0.01	17.88	0.00	0.11
11	9	3	20.13	0.24	-0.01	20.13	-0.23	0.01	20.13	0.00	0.21
12	4	2	5.22	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00
13	2	5	5.22	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00	5.22	0.00	0.00
14	6	4	-5.43	0.00	0.00	-5.43	0.00	0.00	-5.43	0.00	0.00
15	5	7	-5.43	0.00	0.00	-5.43	0.00	0.00	-5.43	0.00	0.00
16	8	6	2.67	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00
17	7	9	2.67	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00
18	10	8	-2.02	0.00	0.00	-2.02	0.00	0.00	-2.02	0.00	0.00
19	9	11	-2.02	0.00	0.00	-2.02	0.00	0.00	-2.02	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560 [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	10	-30.04	1.95	0.05	-28.14	-2.33	-0.56	-29.17	-0.01	1.51
2	10	6	-28.13	0.71	-0.56	-26.86	-2.14	-2.13	-27.82	0.01	-0.37
3	6	2	-22.06	3.35	-2.14	-19.52	-2.35	0.05	-20.57	0.00	2.17
4	11	3	-28.15	2.33	-0.56	-30.05	-1.95	0.05	-29.18	0.01	1.51
5	7	11	-26.86	2.14	-2.13	-28.13	-0.71	-0.56	-27.82	-0.01	-0.37
6	2	7	-19.52	2.35	0.05	-22.06	-3.35	-2.14	-20.57	0.00	2.17
7	1	8	26.66	0.05	0.01	26.66	0.05	0.21	26.66	0.05	0.11
8	8	4	23.75	-0.06	0.21	23.75	-0.06	0.01	23.75	-0.06	0.13
9	4	5	15.80	0.00	0.01	15.80	0.00	0.01	15.80	0.00	0.01
10	5	9	23.75	0.06	0.01	23.75	0.06	0.21	23.75	0.06	0.13
11	9	3	26.67	-0.05	0.21	26.67	-0.05	0.01	26.67	-0.05	0.11
12	4	2	6.51	0.00	0.00	6.51	0.00	0.00	6.51	0.00	0.00
13	2	5	6.51	0.00	0.00	6.51	0.00	0.00	6.51	0.00	0.00
14	6	4	-7.57	0.00	0.00	-7.57	0.00	0.00	-7.57	0.00	0.00
15	5	7	-7.57	0.00	0.00	-7.57	0.00	0.00	-7.57	0.00	0.00
16	8	6	3.13	0.00	0.00	3.13	0.00	0.00	3.13	0.00	0.00
17	7	9	3.13	0.00	0.00	3.13	0.00	0.00	3.13	0.00	0.00
18	10	8	-3.03	0.00	0.00	-3.03	0.00	0.00	-3.03	0.00	0.00
19	9	11	-3.03	0.00	0.00	-3.03	0.00	0.00	-3.03	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560 [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	10	-19.28	0.99	0.03	-18.33	-1.15	-0.23	-18.84	0.01	0.78
2	10	6	-18.32	0.35	-0.22	-17.69	-1.07	-1.01	-18.17	0.01	-0.13
3	6	2	-15.34	1.66	-1.02	-14.07	-1.19	0.01	-14.59	-0.01	1.10
4	11	3	-23.89	2.34	-0.62	-25.79	-1.93	0.05	-24.92	0.03	1.49
5	7	11	-22.61	2.14	-2.19	-23.87	-0.71	-0.62	-23.57	-0.02	-0.42
6	2	7	-15.22	2.34	0.06	-17.75	-3.37	-2.19	-16.26	-0.02	2.16
7	1	8	17.21	0.04	0.01	17.21	0.04	0.14	17.21	0.04	0.07
8	8	4	15.79	-0.04	0.14	15.79	-0.04	0.00	15.79	-0.04	0.08
9	4	5	11.85	0.00	0.00	11.85	0.00	0.02	11.85	0.00	0.01
10	5	9	19.83	0.05	0.02	19.83	0.05	0.17	19.83	0.05	0.11
11	9	3	22.78	-0.04	0.17	22.78	-0.04	0.01	22.78	-0.04	0.09
12	4	2	3.24	0.00	0.00	3.24	0.00	0.00	3.24	0.00	0.00
13	2	5	6.53	0.00	0.00	6.53	0.00	0.00	6.53	0.00	0.00
14	6	4	-3.74	0.00	0.00	-3.74	0.00	0.00	-3.74	0.00	0.00
15	5	7	-7.61	0.00	0.00	-7.61	0.00	0.00	-7.61	0.00	0.00
16	8	6	1.52	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00
17	7	9	3.18	0.00	0.00	3.18	0.00	0.00	3.18	0.00	0.00
18	10	8	-1.50	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00
19	9	11	-3.05	0.00	0.00	-3.05	0.00	0.00	-3.05	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780 [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	10	-25.79	1.93	0.05	-23.89	-2.34	-0.62	-24.92	-0.03	1.49
2	10	6	-23.87	0.71	-0.62	-22.60	-2.14	-2.19	-23.56	0.02	-0.43
3	6	2	-17.75	3.37	-2.19	-15.22	-2.34	0.06	-16.26	0.02	2.16
4	11	3	-18.33	1.15	-0.23	-19.28	-0.99	0.03	-18.84	-0.01	0.78
5	7	11	-17.69	1.07	-1.01	-18.32	-0.35	-0.22	-18.17	-0.01	-0.13
6	2	7	-14.07	1.19	0.01	-15.34	-1.66	-1.02	-14.59	0.01	1.10
7	1	8	22.78	0.04	0.01	22.78	0.04	0.17	22.78	0.04	0.09
8	8	4	19.83	-0.05	0.17	19.83	-0.05	0.02	19.83	-0.05	0.11
9	4	5	11.85	0.00	0.02	11.85	0.00	0.00	11.85	0.00	0.01
10	5	9	15.79	0.04	0.00	15.79	0.04	0.14	15.79	0.04	0.08
11	9	3	17.22	-0.04	0.14	17.22	-0.04	0.01	17.22	-0.04	0.07
12	4	2	6.53	0.00	0.00	6.53	0.00	0.00	6.53	0.00	0.00
13	2	5	3.24	0.00	0.00	3.24	0.00	0.00	3.24	0.00	0.00
14	6	4	-7.61	0.00	0.00	-7.61	0.00	0.00	-7.61	0.00	0.00
15	5	7	-3.74	0.00	0.00	-3.74	0.00	0.00	-3.74	0.00	0.00
16	8	6	3.18	0.00	0.00	3.18	0.00	0.00	3.18	0.00	0.00
17	7	9	1.52	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00
18	10	8	-3.05	0.00	0.00	-3.05	0.00	0.00	-3.05	0.00	0.00
19	9	11	-1.50	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392 [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	10	5.93	-0.41	-0.01	5.93	0.49	0.13	5.93	0.01	-0.32
2	10	6	5.93	-0.16	0.13	5.93	0.45	0.45	5.93	-0.01	0.08
3	6	2	4.90	-0.71	0.45	4.90	0.50	-0.01	4.90	0.00	-0.46
4	11	3	6.59	-0.71	0.20	6.59	0.58	-0.02	6.59	-0.01	-0.44
5	7	11	6.58	-0.64	0.66	6.58	0.22	0.20	6.58	0.01	0.14
6	2	7	5.11	-0.70	-0.02	5.11	1.01	0.66	5.11	0.00	-0.65
7	1	8	-4.79	-0.01	0.00	-4.79	-0.01	-0.04	-4.79	-0.01	-0.02
8	8	4	-4.16	0.01	-0.04	-4.16	0.01	0.00	-4.16	0.01	-0.02
9	4	5	-2.48	0.00	0.00	-2.48	0.00	-0.01	-2.48	0.00	0.00
10	5	9	-4.88	-0.01	-0.01	-4.88	-0.01	-0.04	-4.88	-0.01	-0.03
11	9	3	-5.79	0.01	-0.04	-5.79	0.01	0.00	-5.79	0.01	-0.02
12	4	2	-1.38	0.00	0.00	-1.38	0.00	0.00	-1.38	0.00	0.00
13	2	5	-1.96	0.00	0.00	-1.96	0.00	0.00	-1.96	0.00	0.00
14	6	4	1.60	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00
15	5	7	2.29	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00
16	8	6	-0.67	0.00	0.00	-0.67	0.00	0.00	-0.67	0.00	0.00
17	7	9	-0.98	0.00	0.00	-0.98	0.00	0.00	-0.98	0.00	0.00
18	10	8	0.65	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00
19	9	11	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276 [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	10	6.58	-0.58	-0.02	6.58	0.71	0.20	6.58	0.01	-0.44
2	10	6	6.58	-0.22	0.20	6.58	0.64	0.65	6.58	-0.01	0.14
3	6	2	5.11	-1.01	0.65	5.11	0.70	-0.02	5.11	0.00	-0.65
4	11	3	5.93	-0.49	0.12	5.93	0.41	-0.01	5.93	0.00	-0.32
5	7	11	5.92	-0.45	0.44	5.92	0.16	0.12	5.92	0.01	0.08
6	2	7	4.90	-0.50	-0.01	4.90	0.71	0.45	4.90	0.00	-0.46
7	1	8	-6.25	-0.01	0.00	-6.25	-0.01	-0.05	-6.25	-0.01	-0.02
8	8	4	-5.35	0.01	-0.05	-5.35	0.01	-0.01	-5.35	0.01	-0.03
9	4	5	-2.95	0.00	-0.01	-2.95	0.00	0.00	-2.95	0.00	0.00
10	5	9	-4.63	-0.01	0.00	-4.63	-0.01	-0.04	-4.63	-0.01	-0.03
11	9	3	-5.25	0.01	-0.04	-5.25	0.01	0.00	-5.25	0.01	-0.02
12	4	2	-1.96	0.00	0.00	-1.96	0.00	0.00	-1.96	0.00	0.00
13	2	5	-1.38	0.00	0.00	-1.38	0.00	0.00	-1.38	0.00	0.00
14	6	4	2.29	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00	2.29	0.00	0.00
15	5	7	1.60	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00
16	8	6	-0.97	0.00	0.00	-0.97	0.00	0.00	-0.97	0.00	0.00
17	7	9	-0.67	0.00	0.00	-0.67	0.00	0.00	-0.67	0.00	0.00
18	10	8	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
19	9	11	0.65	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650 [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	10	-12.52	0.81	0.02	-11.73	-0.97	-0.23	-12.16	-0.01	0.63
2	10	6	-11.72	0.29	-0.23	-11.19	-0.89	-0.89	-11.59	0.01	-0.15
3	6	2	-9.19	1.40	-0.89	-8.13	-0.98	0.02	-8.57	0.00	0.90
4	11	3	-11.73	0.97	-0.23	-12.52	-0.81	0.02	-12.16	0.01	0.63
5	7	11	-11.19	0.89	-0.89	-11.72	-0.29	-0.23	-11.59	-0.01	-0.15
6	2	7	-8.14	0.98	0.02	-9.19	-1.40	-0.89	-8.57	0.00	0.90
7	1	8	11.11	0.02	0.01	11.11	0.02	0.09	11.11	0.02	0.05
8	8	4	9.90	-0.02	0.09	9.90	-0.02	0.01	9.90	-0.02	0.05
9	4	5	6.58	0.00	0.01	6.58	0.00	0.01	6.58	0.00	0.01
10	5	9	9.90	0.02	0.01	9.90	0.02	0.09	9.90	0.02	0.05
11	9	3	11.11	-0.02	0.09	11.11	-0.02	0.01	11.11	-0.02	0.05
12	4	2	2.71	0.00	0.00	2.71	0.00	0.00	2.71	0.00	0.00
13	2	5	2.71	0.00	0.00	2.71	0.00	0.00	2.71	0.00	0.00
14	6	4	-3.15	0.00	0.00	-3.15	0.00	0.00	-3.15	0.00	0.00
15	5	7	-3.15	0.00	0.00	-3.15	0.00	0.00	-3.15	0.00	0.00
16	8	6	1.31	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00
17	7	9	1.31	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00
18	10	8	-1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00
19	9	11	-1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	10	0.49	0.04	0.00	0.27	-0.05	-0.02	0.39	0.00	0.03
2	10	6	0.27	0.02	-0.02	0.13	-0.05	-0.05	0.23	0.00	-0.01
3	6	2	0.24	0.08	-0.05	-0.05	-0.05	0.00	0.07	0.00	0.05
4	11	3	-0.26	-0.06	0.03	-0.48	0.04	0.00	-0.38	0.00	-0.03
5	7	11	-0.11	-0.04	0.05	-0.26	0.02	0.03	-0.22	0.00	0.02
6	2	7	0.05	-0.05	0.00	-0.24	0.08	0.05	-0.07	0.00	-0.05
7	1	8	0.96	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00
8	8	4	0.89	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00
9	4	5	0.71	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00
10	5	9	0.53	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00
11	9	3	0.45	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00
12	4	2	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
13	2	5	-0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00
14	6	4	-0.17	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00
15	5	7	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
16	8	6	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
17	7	9	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00
18	10	8	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00
19	9	11	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	10	-0.18	0.01	0.00	-0.17	-0.01	0.00	-0.18	0.00	0.01
2	10	6	-0.17	0.00	0.00	-0.17	-0.01	-0.01	-0.17	0.00	0.00
3	6	2	-0.13	0.02	-0.01	-0.12	-0.01	0.00	-0.13	0.00	0.01
4	11	3	-0.17	0.01	0.00	-0.18	-0.01	0.00	-0.18	0.00	0.01
5	7	11	-0.17	0.01	-0.01	-0.17	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00
6	2	7	-0.12	0.01	0.00	-0.13	-0.02	-0.01	-0.13	0.00	0.01
7	1	8	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
8	8	4	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00
9	4	5	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
10	5	9	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00
11	9	3	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
12	4	2	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
13	2	5	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
14	6	4	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
15	5	7	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
16	8	6	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
17	7	9	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
18	10	8	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
19	9	11	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00

1.8.3. Sforzi all'estremità dell'elemento**Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	20.13	10.39	0.04	-20.13	-7.24	0.35
2	10	6	19.30	9.09	-0.35	-19.30	-6.99	1.43
3	6	2	14.32	8.83	-1.43	-14.32	-4.63	-0.03
4	11	3	20.13	-7.24	-0.35	-20.13	10.39	-0.04
5	7	11	19.30	-6.99	-1.43	-19.30	9.09	0.35
6	2	7	14.32	-4.63	0.03	-14.32	8.83	1.43
7	1	8	-20.13	0.23	0.01	20.13	0.24	0.01
8	8	4	-17.88	0.17	-0.01	17.88	0.26	0.14
9	4	5	-11.92	0.27	-0.14	11.92	0.27	0.14
10	5	9	-17.88	0.26	-0.14	17.88	0.17	0.01
11	9	3	-20.13	0.24	-0.01	20.13	0.23	-0.01
12	4	2	-2.40	-4.63	0.00	2.40	4.63	0.00
13	2	5	-2.41	4.63	0.00	2.41	-4.63	0.00
14	6	4	3.55	-4.10	0.00	-3.55	4.10	0.00
15	5	7	3.55	4.10	0.00	-3.55	-4.10	0.00
16	8	6	-1.42	-2.26	0.00	1.42	2.26	0.00
17	7	9	-1.42	2.26	0.00	1.42	-2.26	0.00
18	10	8	0.83	-1.84	0.00	-0.83	1.84	0.00
19	9	11	0.83	1.84	0.00	-0.83	-1.84	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	10	26.66	13.98	0.05	-26.66	-9.30	0.56
2	10	6	25.42	12.07	-0.56	-25.42	-8.95	2.13
3	6	2	18.80	12.02	-2.14	-18.80	-5.78	-0.05
4	11	3	26.67	-9.31	-0.56	-26.67	13.99	-0.05
5	7	11	25.42	-8.95	-2.13	-25.42	12.07	0.56
6	2	7	18.80	-5.78	0.05	-18.80	12.02	2.14
7	1	8	-26.66	0.05	0.01	26.66	-0.05	-0.21
8	8	4	-23.75	-0.06	0.21	23.75	0.06	-0.01
9	4	5	-15.80	0.00	0.01	15.80	0.00	-0.01
10	5	9	-23.75	0.06	0.01	23.75	-0.06	-0.21
11	9	3	-26.67	-0.05	0.21	26.67	0.05	-0.01
12	4	2	-3.00	-5.78	0.00	3.00	5.78	0.00
13	2	5	-3.00	5.78	0.00	3.00	-5.78	0.00
14	6	4	4.95	-5.72	0.00	-4.95	5.72	0.00
15	5	7	4.95	5.72	0.00	-4.95	-5.72	0.00
16	8	6	-1.67	-2.65	0.00	1.67	2.65	0.00
17	7	9	-1.67	2.65	0.00	1.67	-2.65	0.00
18	10	8	1.24	-2.76	0.00	-1.24	2.76	0.00
19	9	11	1.25	2.77	0.00	-1.25	-2.77	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	10	17.21	8.74	0.03	-17.21	-6.40	0.23
2	10	6	16.60	7.76	-0.22	-16.60	-6.20	1.01
3	6	2	13.34	7.75	-1.02	-13.34	-4.63	-0.01
4	11	3	22.78	-7.56	-0.62	-22.78	12.24	-0.05
5	7	11	21.53	-7.22	-2.19	-21.53	10.34	0.62
6	2	7	14.86	-4.04	0.06	-14.86	10.28	2.19
7	1	8	-17.21	0.04	0.01	17.21	-0.04	-0.14
8	8	4	-15.79	-0.04	0.14	15.79	0.04	0.00
9	4	5	-11.85	0.00	0.00	11.85	0.00	-0.02
10	5	9	-19.83	0.05	0.02	19.83	-0.05	-0.17
11	9	3	-22.78	-0.04	0.17	22.78	0.04	-0.01
12	4	2	-1.49	-2.88	0.00	1.49	2.88	0.00
13	2	5	-3.01	5.79	0.00	3.01	-5.79	0.00
14	6	4	2.45	-2.83	0.00	-2.45	2.83	0.00
15	5	7	4.98	5.75	0.00	-4.98	-5.75	0.00
16	8	6	-0.81	-1.29	0.00	0.81	1.29	0.00
17	7	9	-1.69	2.69	0.00	1.69	-2.69	0.00
18	10	8	0.61	-1.36	0.00	-0.61	1.36	0.00
19	9	11	1.25	2.78	0.00	-1.25	-2.78	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	22.78	12.24	0.05	-22.78	-7.56	0.62
2	10	6	21.53	10.34	-0.62	-21.53	-7.22	2.19
3	6	2	14.85	10.28	-2.19	-14.85	-4.04	-0.06
4	11	3	17.22	-6.40	-0.23	-17.22	8.74	-0.03
5	7	11	16.60	-6.20	-1.01	-16.60	7.76	0.22
6	2	7	13.34	-4.63	0.01	-13.34	7.75	1.02
7	1	8	-22.78	0.04	0.01	22.78	-0.04	-0.17
8	8	4	-19.83	-0.05	0.17	19.83	0.05	-0.02
9	4	5	-11.85	0.00	0.02	11.85	0.00	0.00
10	5	9	-15.79	0.04	0.00	15.79	-0.04	-0.14
11	9	3	-17.22	-0.04	0.14	17.22	0.04	-0.01
12	4	2	-3.01	-5.79	0.00	3.01	5.79	0.00
13	2	5	-1.49	2.88	0.00	1.49	-2.88	0.00
14	6	4	4.98	-5.75	0.00	-4.98	5.75	0.00
15	5	7	2.45	2.83	0.00	-2.45	-2.83	0.00
16	8	6	-1.69	-2.69	0.00	1.69	2.69	0.00
17	7	9	-0.81	1.29	0.00	0.81	-1.29	0.00
18	10	8	1.25	-2.78	0.00	-1.25	2.78	0.00
19	9	11	0.61	1.37	0.00	-0.61	-1.37	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx [kN]	Fly [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	10	-5.25	-2.78	-0.01	5.62	1.96	-0.13
2	10	6	-5.35	-2.55	0.13	5.60	2.00	-0.45
3	6	2	-4.19	-2.64	0.45	4.68	1.53	0.01
4	11	3	-6.31	2.03	0.20	5.79	-3.20	0.02
5	7	11	-6.28	2.09	0.66	5.93	-2.88	-0.20
6	2	7	-4.95	1.43	-0.02	4.26	-3.00	-0.66
7	1	8	4.79	-0.01	0.00	-4.79	0.01	0.04
8	8	4	4.16	0.01	-0.04	-4.16	-0.01	0.00
9	4	5	2.48	0.00	0.00	-2.48	0.00	0.01
10	5	9	4.88	-0.01	-0.01	-4.88	0.01	0.04
11	9	3	5.79	0.01	-0.04	-5.79	-0.01	0.00
12	4	2	0.63	1.22	0.00	-0.63	-1.22	0.00
13	2	5	0.91	-1.74	0.00	-0.91	1.74	0.00
14	6	4	-1.05	1.21	0.00	1.05	-1.21	0.00
15	5	7	-1.50	-1.73	0.00	1.50	1.73	0.00
16	8	6	0.36	0.57	0.00	-0.36	-0.57	0.00
17	7	9	0.52	-0.83	0.00	-0.52	0.83	0.00
18	10	8	-0.27	0.59	0.00	0.27	-0.59	0.00
19	9	11	-0.38	-0.85	0.00	0.38	0.85	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	10	-5.78	-3.20	-0.02	6.30	2.03	-0.20
2	10	6	-5.92	-2.87	0.20	6.27	2.09	-0.65
3	6	2	-4.26	-3.00	0.65	4.95	1.43	0.02
4	11	3	-5.62	1.96	0.12	5.25	-2.78	0.01
5	7	11	-5.60	2.00	0.44	5.35	-2.55	-0.12
6	2	7	-4.68	1.53	-0.01	4.19	-2.64	-0.45
7	1	8	6.25	-0.01	0.00	-6.25	0.01	0.05
8	8	4	5.35	0.01	-0.05	-5.35	-0.01	0.01
9	4	5	2.95	0.00	-0.01	-2.95	0.00	0.00
10	5	9	4.63	-0.01	0.00	-4.63	0.01	0.04
11	9	3	5.25	0.01	-0.04	-5.25	-0.01	0.00
12	4	2	0.91	1.74	0.00	-0.91	-1.74	0.00
13	2	5	0.63	-1.22	0.00	-0.63	1.22	0.00
14	6	4	-1.50	1.73	0.00	1.50	-1.73	0.00
15	5	7	-1.05	-1.21	0.00	1.05	1.21	0.00
16	8	6	0.52	0.82	0.00	-0.52	-0.82	0.00
17	7	9	0.36	-0.57	0.00	-0.36	0.57	0.00
18	10	8	-0.38	0.85	0.00	0.38	-0.85	0.00
19	9	11	-0.27	-0.59	0.00	0.27	0.59	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	10	11.11	5.83	0.02	-11.11	-3.88	0.23
2	10	6	10.59	5.03	-0.23	-10.59	-3.73	0.89
3	6	2	7.83	5.01	-0.89	-7.83	-2.41	-0.02
4	11	3	11.11	-3.88	-0.23	-11.11	5.83	-0.02
5	7	11	10.59	-3.73	-0.89	-10.59	5.03	0.23
6	2	7	7.83	-2.41	0.02	-7.83	5.01	0.89
7	1	8	-11.11	0.02	0.01	11.11	-0.02	-0.09
8	8	4	-9.90	-0.02	0.09	9.90	0.02	-0.01
9	4	5	-6.58	0.00	0.01	6.58	0.00	-0.01
10	5	9	-9.90	0.02	0.01	9.90	-0.02	-0.09
11	9	3	-11.11	-0.02	0.09	11.11	0.02	-0.01
12	4	2	-1.25	-2.41	0.00	1.25	2.41	0.00
13	2	5	-1.25	2.41	0.00	1.25	-2.41	0.00
14	6	4	2.06	-2.38	0.00	-2.06	2.38	0.00
15	5	7	2.06	2.38	0.00	-2.06	-2.38	0.00
16	8	6	-0.70	-1.10	0.00	0.70	1.10	0.00
17	7	9	-0.70	1.11	0.00	0.70	-1.11	0.00
18	10	8	0.52	-1.15	0.00	-0.52	1.15	0.00
19	9	11	0.52	1.15	0.00	-0.52	-1.15	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	10	-0.46	-0.16	0.00	0.22	0.16	0.02
2	10	6	-0.25	-0.09	-0.02	0.10	0.09	0.05
3	6	2	-0.25	-0.03	-0.05	-0.07	0.03	0.00
4	11	3	0.21	-0.16	0.03	-0.45	0.16	0.00
5	7	11	0.09	-0.09	0.05	-0.24	0.09	-0.03
6	2	7	-0.07	-0.03	0.00	-0.25	0.03	-0.05
7	1	8	-0.96	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00
8	8	4	-0.89	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00
9	4	5	-0.71	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00
10	5	9	-0.53	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00
11	9	3	-0.45	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00
12	4	2	-0.07	-0.13	0.00	0.07	0.13	0.00
13	2	5	0.07	-0.13	0.00	-0.07	0.13	0.00
14	6	4	0.11	-0.13	0.00	-0.11	0.13	0.00
15	5	7	-0.12	-0.13	0.00	0.12	0.13	0.00
16	8	6	-0.04	-0.06	0.00	0.04	0.06	0.00
17	7	9	0.05	-0.07	0.00	-0.05	0.07	0.00
18	10	8	0.03	-0.06	0.00	-0.03	0.06	0.00
19	9	11	-0.03	-0.07	0.00	0.03	0.07	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Aey) AeY Sismica 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	10	0.16	0.08	0.00	-0.16	-0.06	0.00
2	10	6	0.16	0.07	0.00	-0.16	-0.06	0.01
3	6	2	0.12	0.07	-0.01	-0.12	-0.04	0.00
4	11	3	0.16	-0.06	0.00	-0.16	0.08	0.00
5	7	11	0.16	-0.06	-0.01	-0.16	0.07	0.00
6	2	7	0.12	-0.04	0.00	-0.12	0.07	0.01
7	1	8	-0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
8	8	4	-0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00
9	4	5	-0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
10	5	9	-0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00
11	9	3	-0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
12	4	2	-0.02	-0.04	0.00	0.02	0.04	0.00
13	2	5	-0.02	0.04	0.00	0.02	-0.04	0.00
14	6	4	0.03	-0.03	0.00	-0.03	0.03	0.00
15	5	7	0.03	0.03	0.00	-0.03	-0.03	0.00
16	8	6	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.02	0.00
17	7	9	-0.01	0.02	0.00	0.01	-0.02	0.00
18	10	8	0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.02	0.00
19	9	11	0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.00

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

1.8.4. spostamenti verticali dei nodi (in mm)

nodo	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-5.56	-7.35	-5.51	-5.51	1.53	1.60	-5.12
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-5.74	-7.57	-5.46	-5.91	1.56	1.71	-5.31
5	-5.75	-7.57	-5.91	-5.46	1.64	1.63	-5.23
6	-5.38	-7.11	-4.99	-5.67	1.44	1.62	-5.01
7	-5.38	-7.11	-5.67	-4.99	1.55	1.51	-4.88
8	-4.77	-6.30	-4.35	-5.10	1.27	1.45	-4.45
9	-4.77	-6.30	-5.10	-4.35	1.39	1.33	-4.31
10	-4.39	-5.80	-3.97	-4.72	1.16	1.33	-4.10
11	-4.39	-5.80	-4.72	-3.97	1.28	1.22	-3.97

1.8.5. Reazioni agli appoggi (kN)

nodo	reaz.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.47	0.47	0.00
1	Fy	10.62	14.04	8.77	12.29	-2.79	-3.21	5.85
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	10.62	14.04	12.29	8.77	-3.21	-2.79	5.85

1.9. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi (kN)

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650	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				

1.9.1. Reazioni nel nodo : 1 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g.Gk$	Permanente	0.60	0.002	13.807	0.004	23.012	
2	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk1$	Breve	0.90	0.006	34.866	0.006	38.740	
3	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk2$	Breve	0.90	0.004	26.968	0.005	29.964	
4	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk3$	Breve	0.90	0.006	32.235	0.006	35.817	
5	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4$	Breve	0.90	-0.697	9.617	-0.775	10.686	
6	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5$	Breve	0.90	0.701	8.985	0.778	9.984	
7	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki$	Breve	0.90	0.004	22.582	0.004	25.091	
8	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.414	32.352	-0.460	35.947	
9	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.425	31.973	0.472	35.525	
10	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.416	24.453	-0.462	27.170	
11	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.423	24.074	0.470	26.749	
12	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk3+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.414	29.721	-0.460	33.024	
13	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk3+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.424	29.342	0.472	32.602	
14	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4+\gamma_q.\psi_0.Qk1$	Breve	0.90	-0.695	24.358	-0.772	27.065	
15	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4+\gamma_q.\psi_0.Qk2$	Breve	0.90	-0.696	18.829	-0.774	20.921	
16	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4+\gamma_q.\psi_0.Qk3$	Breve	0.90	-0.695	22.517	-0.772	25.019	
17	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5+\gamma_q.\psi_0.Qk1$	Breve	0.90	0.703	23.726	0.781	26.363	
18	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5+\gamma_q.\psi_0.Qk2$	Breve	0.90	0.702	18.197	0.780	20.219	
19	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5+\gamma_q.\psi_0.Qk3$	Breve	0.90	0.703	21.885	0.781	24.317	
20	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.414	34.809	-0.460	38.676	
21	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk1+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.425	34.430	0.472	38.255	
22	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.415	29.280	-0.461	32.533	
23	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk2+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.424	28.901	0.471	32.112	
24	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk3+\gamma_q.\psi_0.Qk4$	Breve	0.90	-0.414	32.967	-0.460	36.630	
25	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qki+\gamma_q.\psi_0.Qk3+\gamma_q.\psi_0.Qk5$	Breve	0.90	0.425	32.588	0.472	36.209	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	1.476	13.587	1.476	13.587	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.002	13.515	0.002	13.515	
	Valori massimi				1.476	34.866	1.476	38.740
28	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4$, (EQU)	Breve	0.90	-0.698	5.369	-0.776	5.965	
29	$\gamma_g.Gk+\gamma_q.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5$, (EQU)	Breve	0.90	0.700	4.737	0.778	5.263	

1.9.2. Reazioni nel nodo : 3 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.000	13.809	0.000	23.015	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.001	34.870	0.001	38.744	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.001	32.239	0.001	35.821	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.000	26.971	0.000	29.967	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.001	8.986	0.001	9.985	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.001	9.618	0.001	10.687	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.000	22.584	0.001	25.094	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.001	31.976	0.001	35.529	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.001	32.355	0.001	35.951	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.001	29.345	0.001	32.606	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.001	29.724	0.001	33.027	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	24.077	0.000	26.752	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.001	24.456	0.001	27.174	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.001	23.729	0.001	26.366	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.001	21.887	0.001	24.319	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.001	18.200	0.001	20.222	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.001	24.361	0.001	27.068	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.001	22.519	0.001	25.021	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.001	18.831	0.001	20.924	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.001	34.434	0.001	38.259	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.001	34.813	0.001	38.681	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.001	32.592	0.001	36.213	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.001	32.971	0.001	36.634	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.001	28.904	0.001	32.116	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.001	29.283	0.001	32.537	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	13.588	0.000	13.588	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	13.516	0.000	13.516	
	Valori massimi				0.001	34.870	0.001	38.744
28	yg.Gk+yq.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Breve	0.90	0.001	4.738	0.001	5.264	
29	yg.Gk+yq.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Breve	0.90	0.001	5.369	0.001	5.966	

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

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef		
(Gk) Proprio	Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130	-5.745	Permanente	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	QksL= 1.560, QksR= 1.560	-7.575	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk2) Neve	QksL= 0.780, QksR= 1.560	-5.455	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk3) Neve	QksL= 1.560, QksR= 0.780	-5.907	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk4) Vento	QkwL=-0.276, QkwR=-0.392	1.563	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	
(Qk5) Vento	QkwL=-0.392, QkwR=-0.276	1.706	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	5.745	9.192
2 Gk + Qk1	13.320	17.675
3 Gk + Qk2	11.200	15.302
4 Gk + Qk3	11.652	15.807
5 Gk + Qk4	5.745	9.192
6 Gk + Qk5	5.745	9.192
7 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4	13.320	17.675
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5	13.320	17.675
9 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4	11.200	15.302
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5	11.200	15.302
11 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4	11.652	15.807
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5	11.652	15.807
13 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1	11.047	15.403
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2	9.564	13.665
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3	9.880	14.035
16 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1	11.047	15.403
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2	9.564	13.665
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3	9.880	14.035

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

Massimi valori della freccia nel nodo 4

$w_{inst} = 13.320$ mm, $w_{fin} = 17.675$ mm

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

$w_{inst} = 13.320$ mm < $L/300=18000/300= 60.000$ mm

$w_{net,fin} = 17.675$ mm < $L/250=18000/250= 72.000$ mm

$w_{fin} = 17.675$ mm < $L/150=18000/150=120.000$ mm

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]		u[mm]	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef	
(Gk) Proprio	Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130		2.450	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 1.560, QksR= 1.560		3.982	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 0.780, QksR= 1.560		1.991	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 1.560, QksR= 0.780		3.982	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL=-0.276, QkwR=-0.392		-0.770	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.392, QkwR=-0.276		-1.095	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	2.450	3.920
2 Gk + Qk1	6.432	8.380
3 Gk + Qk2	4.441	6.150
4 Gk + Qk3	6.432	8.380
5 Gk + Qk4	2.450	3.920
6 Gk + Qk5	2.450	3.920
7 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4	6.432	8.380
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5	6.432	8.380
9 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4	4.441	6.150
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5	4.441	6.150
11 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4	6.432	8.380
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5	6.432	8.380
13 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1	5.237	7.185
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2	3.844	5.553
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3	5.237	7.185
16 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1	5.237	7.185
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2	3.844	5.553
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3	5.237	7.185

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

Massimi valori della freccia a metà asta 3

$w_{inst} = 6.432 \text{ mm}$, $w_{fin} = 8.380 \text{ mm}$

Verifica secondo UNI EN1995-1-1:2009 §7.2, Tab.7.2Deformazioni finali a metà asta 3

$w_{inst} = 6.432 \text{ mm} < L/300=4377/300= 14.591 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 8.380 \text{ mm} < L/250=4377/250= 17.509 \text{ mm}$

$w_{fin} = 8.380 \text{ mm} < L/150=4377/150= 29.182 \text{ mm}$

La verifica è soddisfatta

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

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

No.	Frequenza[Hz]	Periodo[sec]
1	6.48952	0.15409
2	13.02894	0.07675
3	16.34425	0.06118
4	18.97405	0.05270
5	24.30475	0.04114
6	25.10140	0.03984
7	31.67335	0.03157
8	39.01373	0.02563
9	44.67392	0.02238
10	48.80590	0.02049
11	56.01804	0.01785

1.12. Stato limite ultimo**1.12.1. Stato limite ultimo** (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650	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	-49.002	0.000	4.882	3.177
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-82.748	0.000	8.839	5.738
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-75.653	0.000	8.863	5.713
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-75.646	0.000	8.863	5.713
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-32.668	0.000	3.255	2.118
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-32.668	0.000	3.255	2.118
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-53.534	0.000	5.582	3.626
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-82.748	0.000	8.839	5.738
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-82.748	0.000	8.839	5.738
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-75.653	0.000	8.863	5.713
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-75.653	0.000	8.863	5.713
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-75.646	0.000	8.863	5.713
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-75.646	0.000	8.863	5.713
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-67.724	0.000	7.164	4.652
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-62.757	0.000	7.181	4.633
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-62.751	0.000	7.181	4.633
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-67.724	0.000	7.164	4.652
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-62.757	0.000	7.181	4.633
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-62.751	0.000	7.181	4.633
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-88.590	0.000	9.491	6.160
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-88.590	0.000	9.491	6.160
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-83.624	0.000	9.508	6.142
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-83.624	0.000	9.508	6.142
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-83.616	0.000	9.508	6.142
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-83.616	0.000	9.508	6.142
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-19.401	0.000	2.000	1.299
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-19.206	0.000	1.961	1.275
Valori massimi				-88.590	0.000	9.508	6.160

1.12.2. Verifica della sezione Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6**Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 21****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-79.731 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-79.731 kN, $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 79.731 / 16875 = 4.72$ N/mm² < 12.00 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 23**Taglio, Fv=8.557 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x75=50 mm, h=225 mm, A= 11 250 mm²

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

fvk=3.80 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.90x3.80/1.50=2.28N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fv=8.557 kN, fv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x8.557/11250=1.14N/mm² < 2.28N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 21**Flessione, Myd=5.544 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm², Wy=6.328E+005mm³, Wz=2.109E+005mm³

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

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

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x5.544/6.328E+005= 8.76 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.664+0.000= 0.66 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.465+0.000= 0.46 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 21**Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-79.731kN, Myd=3.880kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=75mm, h=225mm, A=1.688E+004mm², Wy=6.328E+005mm³, Wz=2.109E+005mm³

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

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

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

sc0d=Fc0d/Anetto=1000x79.731/16875= 4.72 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x3.880/6.328E+005= 6.13 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm²(sc0d/fc0d)²+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.155+0.464+0.000= 0.62 < 1 (EC5 Eq.6.19)(sc0d/fc0d)²+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.155+0.325+0.000= 0.48 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 21**Stabilità a pressoflessione, Fc0d=-79.731kN, Myd=3.880kNm, Mzd=0.000kNm** (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 γM=1.50, E005=6700N/mm²)fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x20.00/1.50=12.00N/mm²fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²fmzk=22.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²

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

sc0d=Fc0d/Anetto=1000x79.731/16875= 4.72 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x3.880/6.328E+005= 6.13 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.109E+005= 0.00 N/mm²

Lunghezza libera di inflessione Sk

Sky= 1.00x3.283=3.283 m= 3283 mm (più sfavorevole)

Skz= 0.09x3.283=0.300 m= 300 mm (lunghezza efficace/lunghezza totale=0.30/3.28=0.09)

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 3283 / 65 = 50.51$$

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

Tensioni critiche

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E / \lambda_y^2 = 25.92 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.88 \text{ (EC5 Eq.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E / \lambda_z^2 = 355.42 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.24 \text{ (EC5 Eq.6.22)}$$

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

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.94, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.776 \text{ (Eq.6.27 6.25)}$$

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

$$\sigma_{0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.507 + 0.464 + 0.000 = 0.97 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.23)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.394 + 0.325 + 0.000 = 0.72 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.24)}$$

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 21

Stabilità laterale, Myd=5.544 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

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

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

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

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

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

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

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 5.544 / 6.328E+005 = 8.76 \text{ N/mm}^2$$

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

Lunghezza libera di inflessione S_k

$$S_{ky} = 1.00 \times 3.283 = 3.283 \text{ m} = 3283 \text{ mm (più sfavorevole)}$$

$$S_{kz} = 0.09 \times 3.283 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm (lunghezza efficace/lunghezza totale=0.30/3.28=0.09)}$$

Snellezza

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}, \lambda_y = 3283 / 65 = 50.51$$

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

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 75^2 \times 6700 / (225 \times 2955) = 44.22 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Eq.6.32)}$$

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

Tensioni critiche

$$\sigma_{m,crity} = 44.22 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m,crity}} = 0.71 \text{ (EC5 Eq.6.30)}$$

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

$$\lambda_{rel,my} = 0.71, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{crity} = 1.00 \text{ (EC5 Eq.6.34)}$$

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

$$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.664 + 0.000 = 0.66 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.33)}$$

$$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.465 + 0.000 = 0.46 < 1 \text{ (EC5 Eq.6.33)}$$

La verifica è soddisfatta

1.12.3. Stato limite ultimo (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650	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	43.615	0.585	0.465	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	73.520	0.469	0.491	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	67.048	0.449	0.462	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	67.035	0.449	0.462	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	29.077	0.390	0.310	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	29.077	0.390	0.310	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	47.595	0.413	0.385	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	73.520	0.469	0.491	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	73.520	0.469	0.491	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	67.048	0.449	0.462	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	67.048	0.449	0.462	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	67.035	0.449	0.462	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	67.035	0.449	0.462	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	60.187	0.440	0.436	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	55.657	0.426	0.416	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	55.646	0.426	0.416	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	60.187	0.440	0.436	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	55.657	0.426	0.416	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	55.646	0.426	0.416	
20	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	78.705	0.481	0.512	
21	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	78.705	0.481	0.512	
22	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	74.174	0.466	0.491	
23	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	74.174	0.466	0.491	
24	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.000	74.161	0.466	0.491	
25	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.000	74.161	0.466	0.491	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	17.613	0.181	0.159	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	17.084	0.181	0.158	
	Valori massimi				0.000	78.705	0.585	0.512

1.12.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11**Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11, combinazione di carico No 21****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=70.834 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=63 mm, h=200 mm, A= 12 600 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)ft0k=13.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=70.834 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 70.834 / 12600 = 5.62$ N/mm² < 7.80 N/mm² = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11 , combinazione di carico No 1**Taglio, Fv=0.351 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x63=42 mm, h=200 mm, A= 8 400 mm²

Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (Tab.3.1), coefficiente del materiale γM=1.50 (Tab. 2.3)

fvk=3.80 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.60x3.80/1.50=1.52N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fv=0.351 kN, fv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.351/8400=0.06N/mm² < 1.52N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11 , combinazione di carico No 21**Flessione, Myd=0.460 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=63mm, h=200mm, A=1.260E+004mm², Wy=4.200E+005mm³, Wz=1.323E+005mm³

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

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

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.460/4.200E+005= 1.10 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.083+0.000= 0.08 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.058+0.000= 0.06 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11 , combinazione di carico No 21**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=70.834kN, Myd=0.460kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=63mm, h=200mm, A=1.260E+004mm², Wy=4.200E+005mm³, Wz=1.323E+005mm³

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

ft0k=13.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x13.00/1.50=7.80N/mm²fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²fmzk=22.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x70.834/12600= 5.62 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.460/4.200E+005= 1.10 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.721+0.083+0.000= 0.80 < 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.721+0.058+0.000= 0.78 < 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11 , combinazione di carico No 21**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=70.821kN, Myd=0.460kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Sezione rettangolare, b=63mm, h=200mm, A=1.260E+004mm², Wy=4.200E+005mm³, Wz=1.323E+005mm³

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

ft0k=13.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x13.00/1.50=7.80N/mm²fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²fmzk=22.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x22.00/1.50=13.20N/mm²

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x70.821/12600= 5.62 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.460/4.200E+005= 1.10 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.721+0.083+0.000= 0.80 < 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.721+0.058+0.000= 0.78 < 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

1.12.5. Stato limite ultimo (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 12, 13**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650	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	11.308	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	18.396	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	18.421	0.001	0.004
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	18.417	0.001	0.004
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	7.539	0.000	0.001
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	7.537	0.000	0.001
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	12.063	0.000	0.000
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	18.396	0.000	0.000
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	18.391	0.000	0.000
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	18.421	0.001	0.004
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	17.045	0.001	0.005
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	17.041	0.001	0.005
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	18.417	0.001	0.004
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	15.139	0.000	0.001
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	15.157	0.001	0.003
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	12.859	0.001	0.004
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	15.135	0.000	0.001
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	12.863	0.001	0.004
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	15.153	0.001	0.003
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	19.663	0.000	0.000
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	19.658	0.000	0.000
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	19.680	0.001	0.003
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	18.304	0.001	0.003
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	18.300	0.001	0.003
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	19.676	0.001	0.003
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	4.445	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	4.376	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	19.680	0.001 0.005

1.12.6. Verifica della sezione Elementi: 12, 13**Elementi: 12, 13 , combinazione di carico No 22****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=17.712 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=63 mm, h=150 mm, A= 9 450 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)ft0k=13.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=17.712 kN, $\sigma_{td}=Ft0d/A_{netto}=1000 \times 17.712 / 9450 = 1.87$ N/mm² < 7.80 N/mm²=ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

1.12.7. Stato limite ultimo (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 14, 15**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650	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	-11.758	0.000	0.001	0.002
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-20.451	0.000	0.001	0.004
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-20.517	0.000	0.001	0.004
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-20.515	0.000	0.001	0.004
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-7.838	0.000	0.000	0.001
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-7.838	0.000	0.000	0.001
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-13.093	0.000	0.001	0.003
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-20.451	0.000	0.001	0.004
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-20.451	0.000	0.001	0.004
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-20.517	0.000	0.001	0.004
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-20.517	0.000	0.001	0.004
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-20.515	0.000	0.001	0.004
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-20.515	0.000	0.001	0.004
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-16.667	0.000	0.001	0.003
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-16.714	0.000	0.001	0.003
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-16.711	0.000	0.001	0.003
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-16.667	0.000	0.001	0.003
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-16.714	0.000	0.001	0.003
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-16.711	0.000	0.001	0.003
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-21.922	0.000	0.001	0.004
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-21.922	0.000	0.001	0.004
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-21.969	0.000	0.001	0.004
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-21.969	0.000	0.001	0.004
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-21.966	0.000	0.001	0.004
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-21.966	0.000	0.001	0.004
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.741	0.000	0.000	0.001
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.656	0.000	0.000	0.001
	Valori massimi			-21.969	0.000	0.001	0.004

1.12.8. Verifica della sezione Elementi: 14, 15**Elementi: 14, 15 , combinazione di carico No 23****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-19.772 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-19.772 kN, oc0d=Fc0d/Anetto=1000x19.772/16875=1.17 N/mm² < 12.00 N/mm²=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 14, 15 , combinazione di carico No 23**Stabilità, $F_{c0d} = -19.772 \text{ kN}$ (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=225\text{mm}$, $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00 \text{ N/mm}^2$ $f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 19.772 / 16875 = 1.17 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky} = 1.00 \times 2.939 = 2.939 \text{ m} = 2939 \text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz} = 1.00 \times 2.939 = 2.939 \text{ m} = 2939 \text{ mm}$ (più sfavorevole)Snellezza $i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2939 / 65 = 45.21$ $i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$, $\lambda_z = 2939 / 22 = 133.58$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 32.35 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.79$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 3.71 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 2.32$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$ (legno massiccio) $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.86$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.833$ (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 3.40$, $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 0.170$ (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.12 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.57 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.12.9. Stato limite ultimo (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 16, 17**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650	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	5.782	0.001	0.002
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	9.079	0.002	0.004
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	9.156	0.002	0.004
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	9.150	0.002	0.004
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	3.855	0.001	0.001
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	3.855	0.001	0.001
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	6.032	0.001	0.002
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	9.079	0.002	0.004
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	9.079	0.002	0.004
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	9.156	0.002	0.004
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	9.156	0.002	0.004
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	9.150	0.002	0.004
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	9.150	0.002	0.004
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	7.512	0.001	0.003
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	7.566	0.001	0.003
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	7.560	0.001	0.003
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	7.512	0.001	0.003
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	7.566	0.001	0.003
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	7.560	0.001	0.003
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	9.689	0.002	0.004
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	9.689	0.002	0.004
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	9.743	0.002	0.004
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	9.743	0.002	0.004
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	9.735	0.002	0.004
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	9.735	0.002	0.004
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	2.245	0.000	0.001
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	2.211	0.000	0.001
	Valori massimi				0.000	9.743	0.002 0.004

1.12.10. Verifica della sezione Elementi: 16, 17**Elementi: 16, 17 , combinazione di carico No 23****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=8.768 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=13.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 13.00 / 1.50 = 7.80$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=8.768 kN, $\sigma_{td}=Ft0d/A_{netto}=1000 \times 8.768 / 16875 = 0.52$ N/mm² < 7.80 N/mm²=ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

1.12.11. Stato limite ultimo (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 18, 19**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.960, Gk2 = 0.130	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 1.560, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.780, QksR= 1.560	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 1.560, QksR= 0.780	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.276, QkwR=-0.392	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.392, QkwR=-0.276	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.650	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	-4.384	0.000	0.002	0.003
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-7.977	0.000	0.003	0.005
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-8.008	0.000	0.003	0.005
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-8.003	0.000	0.003	0.005
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-2.923	0.000	0.001	0.002
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-2.923	0.000	0.001	0.002
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-5.029	0.000	0.002	0.003
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-7.977	0.000	0.003	0.005
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-7.977	0.000	0.003	0.005
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.008	0.000	0.003	0.005
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.008	0.000	0.003	0.005
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.003	0.000	0.003	0.005
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.003	0.000	0.003	0.005
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-6.461	0.000	0.003	0.004
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-6.483	0.000	0.003	0.004
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-6.478	0.000	0.003	0.004
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-6.461	0.000	0.003	0.004
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-6.483	0.000	0.003	0.004
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-6.478	0.000	0.003	0.004
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.567	0.000	0.003	0.005
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.567	0.000	0.003	0.005
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.589	0.000	0.003	0.005
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.589	0.000	0.003	0.005
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-8.583	0.000	0.003	0.005
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-8.583	0.000	0.003	0.005
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-1.799	0.000	0.001	0.001
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-1.764	0.000	0.001	0.001
	Valori massimi			-8.589	0.000	0.003	0.005

1.12.12. Verifica della sezione Elementi: 18, 19**Elementi: 18, 19 , combinazione di carico No 23****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-7.730 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=75 mm, h=225 mm, A= 16 875 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.90 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-7.730 kN, $\sigma_{0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 7.730 / 16875 = 0.46$ N/mm² < 12.00 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 18, 19 , combinazione di carico No 23**Stabilità, $F_{c0d} = -7.730 \text{ kN}$ (EC5 §6.3.2)**Sezione rettangolare, $b=75\text{mm}$, $h=225\text{mm}$, $A=1.688\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=6.328\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=2.109\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=6700\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=20.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 20.00 / 1.50 = 12.00 \text{ N/mm}^2$ $f_{myk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 22.00 / 1.50 = 13.20 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 7.730 / 16875 = 0.46 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky} = 1.00 \times 1.462 = 1.462 \text{ m} = 1462 \text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz} = 1.00 \times 1.462 = 1.462 \text{ m} = 1462 \text{ mm}$ (più sfavorevole)Snellezza $i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}$, $\lambda_y = 1462 / 65 = 22.49$ $i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$, $\lambda_z = 1462 / 22 = 66.46$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 130.74 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.39$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 14.97 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 1.16$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$ (legno massiccio) $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.59$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.979$ (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 1.25$, $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 0.575$ (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.04 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.07 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.13. Progetto delle unioni

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

Bulloni del giunto e piastre del giunto

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

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

Proprietà della sezione

Spessore del legname $d=63.0$ mm, spessore della piastra in acciaio $t=2.0$ mm

Proprietà dei bulloni (EC5 §8.5.1)

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

Distanza tra i bulloni (EC5 Table 8.4)

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

Momento caratteristico di snervamento (EC5 §8.5.1.1)

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

Valori caratteristici della resistenza a rifollamento (EC5 §8.3.1.1)

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

Azione permanente

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

$t_2=63.0$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

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

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.372$ kN

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

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.60 \times 1.118 / 1.50 = 0.894$ kN

Azione di lunga durata

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

$t_2=63.0$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

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

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.372$ kN

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

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.80 \times 1.118 / 1.50 = 1.192$ kN

Azione di breve durata

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

$t_2=63.0$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

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

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.372$ kN

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

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.90 \times 1.118 / 1.50 = 1.341$ kN

Azione Accidentale

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 1.00 \times 1.118 / 1.00 = 2.235$ kN

Ipotesi per la progettazione di unioni con bulloni

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

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 3, con gli elementi 6, 12 e 13, al nodo 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=125mmx220mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

23 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamento $n=23$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=289\text{mm}^2$, $r=72\text{mm}$, $W_p=14713\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 2 ,dagli elementi 6, 12, 13, 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	-19.570	0.053	0.442 <	0.894
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-49.066	0.118	1.102 <	1.341
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-40.746	0.142	0.930 <	1.341
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-42.652	0.061	0.945 <	1.341
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-19.570	0.053	0.442 <	1.341
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-19.570	0.053	0.442 <	1.341
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-31.860	0.080	0.717 <	1.341
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-49.066	0.118	1.102 <	1.341
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-49.066	0.118	1.102 <	1.341
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-40.746	0.142	0.930 <	1.341
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-40.746	0.142	0.930 <	1.341
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-42.652	0.061	0.945 <	1.341
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-42.652	0.061	0.945 <	1.341
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-40.217	0.098	0.904 <	1.341
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-34.393	0.116	0.783 <	1.341
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-35.726	0.058	0.794 <	1.341
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-40.217	0.098	0.904 <	1.341
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-34.393	0.116	0.783 <	1.341
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-35.726	0.058	0.794 <	1.341
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-52.507	0.125	1.179 <	1.341
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-52.507	0.125	1.179 <	1.341
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-46.681	0.143	1.058 <	1.341
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-46.681	0.143	1.058 <	1.341
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-48.016	0.085	1.069 <	1.341
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-48.016	0.085	1.069 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-19.043	0.047	0.428 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-19.108	0.050	0.431 <	2.235

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	-19.570	0.053	16 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-49.066	0.118	39 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-40.746	0.142	33 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-42.652	0.061	33 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-19.570	0.053	16 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-19.570	0.053	16 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-31.860	0.080	25 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-49.066	0.118	39 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-49.066	0.118	39 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-40.746	0.142	33 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-40.746	0.142	33 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-42.652	0.061	33 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-42.652	0.061	33 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-40.217	0.098	32 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-34.393	0.116	28 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-35.726	0.058	28 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-40.217	0.098	32 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-34.393	0.116	28 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-35.726	0.058	28 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-52.507	0.125	42 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-52.507	0.125	42 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-46.681	0.143	37 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-46.681	0.143	37 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-48.016	0.085	38 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-48.016	0.085	38 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-19.043	0.047	15 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-19.108	0.050	15 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 12, con gli elementi 3, 6 e 13, al nodo 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=80mmx275mm, 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 $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=16$, ($n_{ef}=1.34n$), $A=201\text{mm}^2$, $r=55\text{mm}$, $W_p=6788\text{mm}^3$

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

Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 12, al centro della unioni F(forza) M(momento)
Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	6.783	0.000	0.424 < 0.894	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	16.552	0.000	1.035 < 1.341	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	11.644	0.004	0.731 < 1.341	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	16.576	-0.004	1.039 < 1.341	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	4.719	-0.001	0.296 < 1.341	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	6.783	0.000	0.424 < 1.341	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.854	0.000	0.678 < 1.341	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.314	0.000	0.957 < 1.341	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.552	0.000	1.035 < 1.341	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.644	0.004	0.731 < 1.341	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	9.877	0.004	0.621 < 1.341	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.337	-0.004	0.962 < 1.341	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.576	-0.004	1.039 < 1.341	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	11.557	-0.001	0.723 < 1.341	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.122	0.002	0.509 < 1.341	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	11.573	-0.003	0.726 < 1.341	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.622	0.000	0.851 < 1.341	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	10.186	0.003	0.639 < 1.341	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	13.638	-0.003	0.855 < 1.341	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.453	0.000	1.029 < 1.341	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.692	0.000	1.106 < 1.341	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.256	0.003	0.893 < 1.341	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.489	0.003	0.783 < 1.341	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.470	-0.003	1.032 < 1.341	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.708	-0.003	1.109 < 1.341	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.667	0.000	0.417 < 2.235	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.562	0.000	0.410 < 2.235	

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	6.783	0.000	28 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	16.552	0.000	69 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	11.644	0.004	49 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	16.576	-0.004	70 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	4.719	-0.001	20 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	6.783	0.000	28 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.854	0.000	45 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.314	0.000	64 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.552	0.000	69 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.644	0.004	49 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	9.877	0.004	42 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.337	-0.004	65 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.576	-0.004	70 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	11.557	-0.001	48 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.122	0.002	34 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	11.573	-0.003	49 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.622	0.000	57 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	10.186	0.003	43 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	13.638	-0.003	57 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.453	0.000	69 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.692	0.000	74 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.256	0.003	60 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.489	0.003	53 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.470	-0.003	69 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.708	-0.003	74 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.667	0.000	28 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.562	0.000	27 < 240	

1.13.3. Stato limite ultimo

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 1 e 7, al nodo 1

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=255mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

35 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

$n=35$, ($n_{ef}=1.50n$), $A=440\text{mm}^2$, $r=106\text{mm}$, $W_p=31034\text{mm}^3$

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	-29.448	-0.369	0.494 <	0.894
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-74.610	-0.929	1.252 <	1.341
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-58.405	-0.741	0.983 <	1.341
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-68.238	-0.837	1.142 <	1.341
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-29.448	-0.369	0.494 <	1.341
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-29.448	-0.369	0.494 <	1.341
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-48.266	-0.602	0.810 <	1.341
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-74.610	-0.929	1.252 <	1.341
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-74.610	-0.929	1.252 <	1.341
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-58.405	-0.741	0.983 <	1.341
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-58.405	-0.741	0.983 <	1.341
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-68.238	-0.837	1.142 <	1.341
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-68.238	-0.837	1.142 <	1.341
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-61.062	-0.761	1.025 <	1.341
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-49.718	-0.630	0.836 <	1.341
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-56.601	-0.697	0.948 <	1.341
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-61.062	-0.761	1.025 <	1.341
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-49.718	-0.630	0.836 <	1.341
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-56.601	-0.697	0.948 <	1.341
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-79.879	-0.995	1.340<=	1.341
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-79.879	-0.995	1.340<=	1.341
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-68.535	-0.863	1.152 <	1.341
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-68.535	-0.863	1.152 <	1.341
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-75.418	-0.930	1.263 <	1.341
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-75.418	-0.930	1.263 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-28.191	-0.350	0.473 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-28.858	-0.361	0.484 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	σ	σ _d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-29.448	-0.369	23 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-74.610	-0.929	58 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-58.405	-0.741	46 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-68.238	-0.837	53 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-29.448	-0.369	23 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-29.448	-0.369	23 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-48.266	-0.602	38 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-74.610	-0.929	58 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-74.610	-0.929	58 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-58.405	-0.741	46 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-58.405	-0.741	46 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-68.238	-0.837	53 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-68.238	-0.837	53 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-61.062	-0.761	48 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-49.718	-0.630	39 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-56.601	-0.697	44 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-61.062	-0.761	48 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-49.718	-0.630	39 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-56.601	-0.697	44 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-79.879	-0.995	62 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-79.879	-0.995	62 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-68.535	-0.863	54 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-68.535	-0.863	54 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-75.418	-0.930	59 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-75.418	-0.930	59 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-28.191	-0.350	22 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-28.858	-0.361	23 <	240

1.13.4. Stato limite ultimo**Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 6, 7 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Unione con due (2) piastre metalliche.

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=325mmx170mm, 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

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : 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 6 ,dagli elementi 14, 16, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-6.894	0.081	0.419 <	0.894
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-17.827	0.201	1.085 <	1.341
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-12.292	0.140	0.748 <	1.341
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-17.892	0.202	1.089 <	1.341
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-6.894	0.081	0.419 <	1.341
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-6.894	0.081	0.419 <	1.341
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-11.447	0.131	0.696 <	1.341
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.827	0.201	1.085 <	1.341
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.827	0.201	1.085 <	1.341
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.292	0.140	0.748 <	1.341
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.292	0.140	0.748 <	1.341
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-17.892	0.202	1.089 <	1.341
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-17.892	0.202	1.089 <	1.341
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.545	0.165	0.885 <	1.341
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.672	0.122	0.649 <	1.341
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-14.591	0.166	0.888 <	1.341
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.545	0.165	0.885 <	1.341
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.672	0.122	0.649 <	1.341
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-14.591	0.166	0.888 <	1.341
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.104	0.215	1.163 <	1.341
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.104	0.215	1.163 <	1.341
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.229	0.172	0.927 <	1.341
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.229	0.172	0.927 <	1.341
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.149	0.216	1.166 <	1.341
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.149	0.216	1.166 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-6.926	0.080	0.421 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-6.802	0.079	0.413 <	2.235

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	-6.894	0.081	4 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-17.827	0.201	10 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-12.292	0.140	7 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-17.892	0.202	10 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-6.894	0.081	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-6.894	0.081	4 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-11.447	0.131	7 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-17.827	0.201	10 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-17.827	0.201	10 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-12.292	0.140	7 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-12.292	0.140	7 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-17.892	0.202	10 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-17.892	0.202	10 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-14.545	0.165	9 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-10.672	0.122	6 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-14.591	0.166	9 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-14.545	0.165	9 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-10.672	0.122	6 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-14.591	0.166	9 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-19.104	0.215	11 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-19.104	0.215	11 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-15.229	0.172	9 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-15.229	0.172	9 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-19.149	0.216	11 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-19.149	0.216	11 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-6.926	0.080	4 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-6.802	0.079	4 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 14, con gli elementi 2, 3 e 16, al nodo 6

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=325mmx170mm, 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

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : 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/mm²

Sforzi nel nodo 6 ,dall'elemento 14, al centro della unioni F(forza) M(momento)
Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-7.053	0.001	0.394 <	0.894
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-18.403	0.004	1.028 <	1.341
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-12.668	0.002	0.708 <	1.341
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-18.463	0.004	1.032 <	1.341
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-7.053	0.001	0.394 <	1.341
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-7.053	0.001	0.394 <	1.341
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-11.782	0.002	0.658 <	1.341
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.403	0.004	1.028 <	1.341
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.403	0.004	1.028 <	1.341
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.668	0.002	0.708 <	1.341
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.668	0.002	0.708 <	1.341
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.463	0.004	1.032 <	1.341
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.463	0.004	1.032 <	1.341
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.998	0.003	0.838 <	1.341
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.002	0.614 <	1.341
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.040	0.003	0.840 <	1.341
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.998	0.003	0.838 <	1.341
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.002	0.614 <	1.341
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.040	0.003	0.840 <	1.341
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.727	0.004	1.102 <	1.341
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.727	0.004	1.102 <	1.341
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.713	0.003	0.878 <	1.341
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.713	0.003	0.878 <	1.341
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.769	0.004	1.105 <	1.341
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.769	0.004	1.105 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.112	0.001	0.397 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-6.983	0.001	0.390 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-7.053	0.001	4 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-18.403	0.004	9 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-12.668	0.002	7 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-18.463	0.004	9 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-7.053	0.001	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-7.053	0.001	4 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-11.782	0.002	6 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.403	0.004	9 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.403	0.004	9 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.668	0.002	7 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.668	0.002	7 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.463	0.004	9 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.463	0.004	9 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.998	0.003	8 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.002	6 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.040	0.003	8 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.998	0.003	8 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.002	6 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.040	0.003	8 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.727	0.004	10 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.727	0.004	10 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.713	0.003	8 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.713	0.003	8 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.769	0.004	10 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.769	0.004	10 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.112	0.001	4 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-6.983	0.001	4 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 16, con gli elementi 2, 3 e 14, al nodo 6

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=325mmx170mm, 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=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n=12, ($n_{ef}=1.34n$), $A=151\text{mm}^2$, $r=42\text{mm}$, $W_p=4926\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 6 ,dall'elemento 16, 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	3.467	0.076	0.473 <	0.894
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	8.165	0.180	1.116 <	1.341
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.746	0.127	0.785 <	1.341
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	8.235	0.182	1.126 <	1.341
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	3.467	0.076	0.473 <	1.341
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	3.467	0.076	0.473 <	1.341
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	5.424	0.120	0.741 <	1.341
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.165	0.180	1.116 <	1.341
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.165	0.180	1.116 <	1.341
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.746	0.127	0.785 <	1.341
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.746	0.127	0.785 <	1.341
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.235	0.182	1.126 <	1.341
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.235	0.182	1.126 <	1.341
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.755	0.149	0.923 <	1.341
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	5.062	0.111	0.692 <	1.341
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.804	0.150	0.930 <	1.341
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.755	0.149	0.923 <	1.341
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	5.062	0.111	0.692 <	1.341
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.804	0.150	0.930 <	1.341
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.713	0.192	1.191 <	1.341
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.713	0.192	1.191 <	1.341
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.020	0.155	0.959 <	1.341
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.020	0.155	0.959 <	1.341
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.762	0.193	1.198 <	1.341
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.762	0.193	1.198 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	3.368	0.074	0.460 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	3.314	0.073	0.453 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	σ	σ _d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	3.467	0.076	10 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	8.165	0.180	24 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.746	0.127	17 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	8.235	0.182	25 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	3.467	0.076	10 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	3.467	0.076	10 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	5.424	0.120	16 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.165	0.180	24 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.165	0.180	24 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.746	0.127	17 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.746	0.127	17 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.235	0.182	25 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.235	0.182	25 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.755	0.149	20 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	5.062	0.111	15 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.804	0.150	20 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.755	0.149	20 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	5.062	0.111	15 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.804	0.150	20 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.713	0.192	26 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.713	0.192	26 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.020	0.155	21 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.020	0.155	21 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.762	0.193	26 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.762	0.193	26 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	3.368	0.074	10 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	3.314	0.073	10 <	240

1.13.5. Stato limite ultimo**Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 10, 11 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 18, con gli elementi 1 e 2, al nodo 10

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=130mmx45mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=13\text{mm}$, $W_p=569\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 10 ,dall'elemento 18, 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	-2.628	-0.001	0.340 <	0.894
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-7.174	-0.004	0.929 <	1.341
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-4.872	-0.003	0.630 <	1.341
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-7.203	-0.004	0.934 <	1.341
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-2.628	-0.001	0.340 <	1.341
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-2.628	-0.001	0.340 <	1.341
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-4.522	-0.003	0.586 <	1.341
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.174	-0.004	0.929 <	1.341
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.174	-0.004	0.929 <	1.341
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-4.872	-0.003	0.630 <	1.341
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-4.872	-0.003	0.630 <	1.341
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.203	-0.004	0.934 <	1.341
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.203	-0.004	0.934 <	1.341
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.810	-0.003	0.752 <	1.341
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.199	-0.002	0.543 <	1.341
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.831	-0.003	0.756 <	1.341
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.810	-0.003	0.752 <	1.341
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.199	-0.002	0.543 <	1.341
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.831	-0.003	0.756 <	1.341
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.705	-0.004	0.998 <	1.341
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.705	-0.004	0.998 <	1.341
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.093	-0.003	0.788 <	1.341
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.093	-0.003	0.788 <	1.341
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.725	-0.004	1.001 <	1.341
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.725	-0.004	1.001 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.698	-0.002	0.349 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.645	-0.001	0.342 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	σ	σ _d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.628	-0.001	10 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-7.174	-0.004	28 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-4.872	-0.003	19 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-7.203	-0.004	28 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-2.628	-0.001	10 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.628	-0.001	10 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-4.522	-0.003	18 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.174	-0.004	28 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.174	-0.004	28 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-4.872	-0.003	19 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-4.872	-0.003	19 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.203	-0.004	28 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.203	-0.004	28 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.810	-0.003	23 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.199	-0.002	16 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.831	-0.003	23 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.810	-0.003	23 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.199	-0.002	16 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.831	-0.003	23 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.705	-0.004	30 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.705	-0.004	30 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.093	-0.003	24 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.093	-0.003	24 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.725	-0.004	30 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.725	-0.004	30 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.698	-0.002	10 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.645	-0.001	10 <	240

1.13.6. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 4, 5 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 8 e 9, con gli elementi 12 e 14, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=365mmx200mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

25 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

$n=25$, ($n_{ef}=1.37n$), $A=314\text{mm}^2$, $r=74\text{mm}$, $W_p=16563\text{mm}^3$

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

Sforzi nel nodo 4 ,dagli elementi 12, 14, 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	7.771	0.186	0.443 <	0.894
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	19.684	0.472	1.117 <	1.341
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	13.675	0.328	0.777 <	1.341
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	19.734	0.473	1.120 <	1.341
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-6.886	0.163	0.190 <	1.341
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	7.771	0.186	0.443 <	1.341
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	12.732	0.305	0.724 <	1.341
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.101	0.458	0.539 <	1.341
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	19.684	0.472	1.117 <	1.341
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.675	0.328	0.777 <	1.341
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.865	0.308	0.361 <	1.341
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.152	0.459	0.540 <	1.341
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	19.734	0.473	1.120 <	1.341
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-15.178	0.363	0.425 <	1.341
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.262	0.306 <	1.341
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.215	0.364	0.426 <	1.341
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	16.108	0.386	0.915 <	1.341
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	11.903	0.285	0.677 <	1.341
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	16.143	0.387	0.917 <	1.341
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-20.492	0.491	0.578 <	1.341
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	21.075	0.505	1.196 <	1.341
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.868	0.404	0.958 <	1.341
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-16.056	0.385	0.451 <	1.341
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-20.528	0.492	0.579 <	1.341
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	21.110	0.506	1.198 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	7.745	0.185	0.441 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	7.613	0.182	0.433 <	2.235

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	7.771	0.186	9 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	19.684	0.472	23 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.675	0.328	16 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	19.734	0.473	23 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-6.886	0.163	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	7.771	0.186	9 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	12.732	0.305	15 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-19.101	0.458	11 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	19.684	0.472	23 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	13.675	0.328	16 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	-12.865	0.308	7 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-19.152	0.459	11 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	19.734	0.473	23 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ o.Qk1	Breve	0.90	-15.178	0.363	9 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ o.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.262	6 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ o.Qk3	Breve	0.90	-15.215	0.364	9 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ o.Qk1	Breve	0.90	16.108	0.386	19 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ o.Qk2	Breve	0.90	11.903	0.285	14 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ o.Qk3	Breve	0.90	16.143	0.387	19 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk1+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-20.492	0.491	12 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk1+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	21.075	0.505	24 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk2+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	16.868	0.404	19 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk2+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	-16.056	0.385	9 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk3+yq. ψ o.Qk4	Breve	0.90	-20.528	0.492	12 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ o.Qk3+yq. ψ o.Qk5	Breve	0.90	21.110	0.506	24 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	7.745	0.185	9 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	7.613	0.182	9 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 14, con gli elementi 8, 9 e 12, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=365mmx200mm, 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 $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

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

$n=9$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=113\text{mm}^2$, $r=26\text{mm}$, $W_p=2746\text{mm}^3$

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

Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 14, al centro della unioni F(forza) M(momento)
Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-7.053	0.000	0.392 <	0.894
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-18.403	0.000	1.023 <	1.341
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-12.668	0.000	0.704 <	1.341
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-18.463	0.000	1.026 <	1.341
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-7.053	0.000	0.392 <	1.341
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-7.053	0.000	0.392 <	1.341
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-11.782	0.000	0.655 <	1.341
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.403	0.000	1.023 <	1.341
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.403	0.000	1.023 <	1.341
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.668	0.000	0.704 <	1.341
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.668	0.000	0.704 <	1.341
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.463	0.000	1.026 <	1.341
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.463	0.000	1.026 <	1.341
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.998	0.000	0.834 <	1.341
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.000	0.610 <	1.341
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.040	0.000	0.836 <	1.341
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.998	0.000	0.834 <	1.341
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.000	0.610 <	1.341
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.040	0.000	0.836 <	1.341
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.727	0.000	1.096 <	1.341
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.727	0.000	1.096 <	1.341
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.713	0.000	0.873 <	1.341
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.713	0.000	0.873 <	1.341
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.769	0.000	1.099 <	1.341
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.769	0.000	1.099 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.112	0.000	0.395 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-6.983	0.000	0.388 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-7.053	0.000	6 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-18.403	0.000	15 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-12.668	0.000	11 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-18.463	0.000	15 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-7.053	0.000	6 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-7.053	0.000	6 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-11.782	0.000	10 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.403	0.000	15 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.403	0.000	15 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.668	0.000	11 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.668	0.000	11 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-18.463	0.000	15 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-18.463	0.000	15 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.998	0.000	13 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.000	9 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.040	0.000	13 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-14.998	0.000	13 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-10.984	0.000	9 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-15.040	0.000	13 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.727	0.000	16 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.727	0.000	16 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-15.713	0.000	13 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-15.713	0.000	13 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-19.769	0.000	16 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-19.769	0.000	16 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-7.112	0.000	6 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-6.983	0.000	6 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 12, con gli elementi 8, 9 e 14, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=365mmx200mm, 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, ($n_{ef}=1.34n$), $A=201\text{mm}^2$, $r=39\text{mm}$, $W_p=4818\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 12, 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	6.783	0.000	0.424 <	0.894
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	16.552	0.000	1.035 <	1.341
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	11.644	0.000	0.728 <	1.341
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	16.576	0.000	1.036 <	1.341
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	4.719	0.000	0.295 <	1.341
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	6.783	0.000	0.424 <	1.341
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.854	0.000	0.678 <	1.341
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.314	0.000	0.957 <	1.341
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.552	0.000	1.035 <	1.341
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.644	0.000	0.728 <	1.341
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	9.877	0.000	0.617 <	1.341
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.337	0.000	0.959 <	1.341
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.576	0.000	1.036 <	1.341
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	11.557	0.000	0.722 <	1.341
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.122	0.000	0.508 <	1.341
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	11.573	0.000	0.723 <	1.341
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.622	0.000	0.851 <	1.341
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	10.186	0.000	0.637 <	1.341
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	13.638	0.000	0.852 <	1.341
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.453	0.000	1.028 <	1.341
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.692	0.000	1.106 <	1.341
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.256	0.000	0.891 <	1.341
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.489	0.000	0.781 <	1.341
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.470	0.000	1.029 <	1.341
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.708	0.000	1.107 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.667	0.000	0.417 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.562	0.000	0.410 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	σ	σ _d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	6.783	0.000	6 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	16.552	0.000	15 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	11.644	0.000	11 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	16.576	0.000	15 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	4.719	0.000	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	6.783	0.000	6 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.854	0.000	10 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.314	0.000	14 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.552	0.000	15 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	11.644	0.000	11 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	9.877	0.000	9 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.337	0.000	14 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	16.576	0.000	15 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	11.557	0.000	11 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	8.122	0.000	7 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	11.573	0.000	11 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	13.622	0.000	12 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	10.186	0.000	9 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	13.638	0.000	12 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.453	0.000	15 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.692	0.000	16 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.256	0.000	13 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.489	0.000	11 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	16.470	0.000	15 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	17.708	0.000	16 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.667	0.000	6 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.562	0.000	6 <	240

1.13.7. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 8, 9 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 7 e 8, con gli elementi 16 e 18, al nodo 8

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=260mmx145mm, 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 $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

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

$n=12$, ($n_{ef}=1.34n$), $A=151\text{mm}^2$, $r=51\text{mm}$, $W_p=6143\text{mm}^3$

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

Sforzi nel nodo 8 ,dagli elementi 16, 18, 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	2.976	0.070	0.390 <	0.894
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	7.307	0.176	0.957 <	1.341
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	5.081	0.122	0.667 <	1.341
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	7.358	0.177	0.964 <	1.341
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	2.976	0.070	0.390 <	1.341
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	2.976	0.070	0.390 <	1.341
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	4.771	0.114	0.626 <	1.341
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.307	0.176	0.957 <	1.341
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.307	0.176	0.957 <	1.341
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.081	0.122	0.667 <	1.341
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.081	0.122	0.667 <	1.341
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.358	0.177	0.964 <	1.341
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.358	0.177	0.964 <	1.341
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.001	0.144	0.787 <	1.341
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	4.446	0.106	0.583 <	1.341
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.037	0.145	0.791 <	1.341
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.001	0.144	0.787 <	1.341
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	4.446	0.106	0.583 <	1.341
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.037	0.145	0.791 <	1.341
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.815	0.188	1.024 <	1.341
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.815	0.188	1.024 <	1.341
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.255	0.150	0.820 <	1.341
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.255	0.150	0.820 <	1.341
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.851	0.189	1.028 <	1.341
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.851	0.189	1.028 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	2.929	0.070	0.384 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	2.879	0.068	0.378 <	2.235

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	2.976	0.070	5 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	7.307	0.176	13 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.081	0.122	9 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	7.358	0.177	13 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	2.976	0.070	5 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	2.976	0.070	5 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	4.771	0.114	8 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	7.307	0.176	13 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	7.307	0.176	13 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	5.081	0.122	9 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	5.081	0.122	9 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	7.358	0.177	13 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	7.358	0.177	13 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	6.001	0.144	11 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	4.446	0.106	8 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	6.037	0.145	11 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	6.001	0.144	11 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	4.446	0.106	8 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	6.037	0.145	11 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	7.815	0.188	14 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	7.815	0.188	14 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	6.255	0.150	11 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	6.255	0.150	11 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	7.851	0.189	14 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	7.851	0.189	14 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	2.929	0.070	5 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	2.879	0.068	5 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 18, con gli elementi 7, 8 e 16, al nodo 8

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=260mmx145mm, 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 collegamento

$n=4$, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=13\text{mm}$, $W_p=569\text{mm}^3$

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

Sforzi nel nodo 8 ,dall'elemento 18, al centro della unioni F(forza) M(momento)
Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.628	0.000	0.330 <	0.894
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-7.174	0.000	0.897 <	1.341
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-4.872	0.000	0.609 <	1.341
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-7.203	0.000	0.901 <	1.341
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-2.628	0.000	0.330 <	1.341
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.628	0.000	0.330 <	1.341
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-4.522	0.000	0.566 <	1.341
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.174	0.000	0.897 <	1.341
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.174	0.000	0.897 <	1.341
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-4.872	0.000	0.609 <	1.341
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-4.872	0.000	0.609 <	1.341
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.203	0.000	0.901 <	1.341
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.203	0.000	0.901 <	1.341
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.810	0.000	0.726 <	1.341
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.199	0.000	0.525 <	1.341
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.831	0.000	0.729 <	1.341
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.810	0.000	0.726 <	1.341
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.199	0.000	0.525 <	1.341
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.831	0.000	0.729 <	1.341
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.705	0.000	0.964 <	1.341
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.705	0.000	0.964 <	1.341
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.093	0.000	0.762 <	1.341
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.093	0.000	0.762 <	1.341
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.725	0.000	0.966 <	1.341
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.725	0.000	0.966 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.698	0.000	0.338 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.645	0.000	0.331 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-2.628	0.000	3 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-7.174	0.000	8 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-4.872	0.000	6 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-7.203	0.000	8 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-2.628	0.000	3 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.628	0.000	3 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-4.522	0.000	5 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.174	0.000	8 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.174	0.000	8 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-4.872	0.000	6 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-4.872	0.000	6 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.203	0.000	8 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.203	0.000	8 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.810	0.000	7 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.199	0.000	5 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.831	0.000	7 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-5.810	0.000	7 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.199	0.000	5 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-5.831	0.000	7 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.705	0.000	9 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.705	0.000	9 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.093	0.000	7 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.093	0.000	7 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.725	0.000	9 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.725	0.000	9 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.698	0.000	3 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.645	0.000	3 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 16, con gli elementi 7, 8 e 18, al nodo 8

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=260mmx145mm, 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 8 ,dall'elemento 16, 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	3.467	0.000	0.386 <	0.894
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	8.165	0.001	0.909 <	1.341
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.746	0.000	0.640 <	1.341
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	8.235	0.000	0.916 <	1.341
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	3.467	0.000	0.386 <	1.341
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	3.467	0.000	0.386 <	1.341
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	5.424	0.000	0.604 <	1.341
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.165	0.001	0.909 <	1.341
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.165	0.001	0.909 <	1.341
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.746	0.000	0.640 <	1.341
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.746	0.000	0.640 <	1.341
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.235	0.000	0.916 <	1.341
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.235	0.000	0.916 <	1.341
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.755	0.000	0.752 <	1.341
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	5.062	0.000	0.564 <	1.341
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.804	0.000	0.757 <	1.341
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.755	0.000	0.752 <	1.341
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	5.062	0.000	0.564 <	1.341
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.804	0.000	0.757 <	1.341
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.713	0.001	0.970 <	1.341
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.713	0.001	0.970 <	1.341
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.020	0.001	0.782 <	1.341
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.020	0.001	0.782 <	1.341
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.762	0.001	0.975 <	1.341
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.762	0.001	0.975 <	1.341
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	3.368	0.000	0.375 <	2.235
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	3.314	0.000	0.369 <	2.235

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	k _{mod}	F _a (kN)	M _a (kNm)	σ	σ _d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	3.467	0.000	4 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	8.165	0.001	10 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.746	0.000	7 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	8.235	0.000	11 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	3.467	0.000	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	3.467	0.000	4 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	5.424	0.000	7 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.165	0.001	10 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.165	0.001	10 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.746	0.000	7 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.746	0.000	7 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.235	0.000	11 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.235	0.000	11 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.755	0.000	9 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	5.062	0.000	6 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.804	0.000	9 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.755	0.000	9 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	5.062	0.000	6 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.804	0.000	9 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.713	0.001	11 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.713	0.001	11 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.020	0.001	9 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.020	0.001	9 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.762	0.001	11 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.762	0.001	11 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	3.368	0.000	4 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	3.314	0.000	4 <	240

1.13.8. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 8, 9 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 8

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=345mmx140mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

48 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=48$, ($n_{ef}=1.40n$), $A=603\text{mm}^2$, $r=102\text{mm}$, $W_p=34073\text{mm}^3$

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

Forze alla giunzione dell'elemento 8 , 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	23.240	-0.234	-0.018	0.488	<0.894	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	58.866	-0.321	0.056	1.245	<1.341	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	46.927	-0.296	0.022	0.986	<1.341	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	52.992	-0.303	0.054	1.122	<1.341	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	23.240	-0.234	-0.018	0.488	<1.341	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	23.240	-0.234	-0.018	0.488	<1.341	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	38.084	-0.270	0.013	0.799	<1.341	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	58.866	-0.321	0.056	1.245	<1.341	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	58.866	-0.321	0.056	1.245	<1.341	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	46.927	-0.296	0.022	0.986	<1.341	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	46.927	-0.296	0.022	0.986	<1.341	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	52.992	-0.303	0.054	1.122	<1.341	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	52.992	-0.303	0.054	1.122	<1.341	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	48.178	-0.295	0.034	1.016	<1.341	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	39.821	-0.277	0.010	0.834	<1.341	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	44.066	-0.282	0.033	0.929	<1.341	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	48.178	-0.295	0.034	1.016	<1.341	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	39.821	-0.277	0.010	0.834	<1.341	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	44.066	-0.282	0.033	0.929	<1.341	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	63.022	-0.331	0.065	1.334	<1.341	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	63.022	-0.331	0.065	1.334	<1.341	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	54.665	-0.314	0.041	1.153	<1.341	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	54.665	-0.314	0.041	1.153	<1.341	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	58.910	-0.318	0.063	1.248	<1.341	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	58.910	-0.318	0.063	1.248	<1.341	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	23.520	-0.192	-0.002	0.491	<2.235	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	22.772	-0.193	-0.004	0.475	<2.235	

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	23.241	-0.012	56 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	58.867	0.063	144 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	46.928	0.028	114 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	52.993	0.061	130 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	23.241	-0.012	56 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	23.241	-0.012	56 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	38.085	0.019	92 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	58.867	0.063	144 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	58.867	0.063	144 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	46.928	0.028	114 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	46.928	0.028	114 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	52.993	0.061	130 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	52.993	0.061	130 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	48.179	0.041	117 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	39.822	0.016	96 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	44.067	0.039	108 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	48.179	0.041	117 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	39.822	0.016	96 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	44.067	0.039	108 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	63.023	0.072	155 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	63.023	0.072	155 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	54.666	0.048	133 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	54.666	0.048	133 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	58.911	0.070	145 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	58.911	0.070	145 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	23.520	0.002	56 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	22.773	0.001	54 <	240

1.13.9. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 7, 10 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 7

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=345mmx175mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

60 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=60$, ($n_{ef}=1.40n$), $A=754\text{mm}^2$, $r=115\text{mm}$, $W_p=46997\text{mm}^3$

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

Forze alla giunzione dell'elemento 7 , al centro della unioni F(forza) M(momento)**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	$F_n(\text{kN})$	$F_v(\text{kN})$	$M_a(\text{kNm})$	F_n	$R_d(\text{kN})$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	26.164	-0.210	0.149	0.466	<0.894	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	66.155	-0.128	0.412	1.183	<1.341	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	51.984	-0.155	0.324	0.930	<1.341	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	60.332	-0.143	0.368	1.077	<1.341	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	26.164	-0.210	0.149	0.466	<1.341	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	26.164	-0.210	0.149	0.466	<1.341	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	42.827	-0.176	0.259	0.765	<1.341	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	66.155	-0.128	0.412	1.183	<1.341	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	66.155	-0.128	0.412	1.183	<1.341	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	51.984	-0.155	0.324	0.930	<1.341	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	51.984	-0.155	0.324	0.930	<1.341	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	60.332	-0.143	0.368	1.077	<1.341	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	60.332	-0.143	0.368	1.077	<1.341	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	54.158	-0.153	0.333	0.968	<1.341	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	44.238	-0.171	0.272	0.791	<1.341	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	50.081	-0.163	0.303	0.894	<1.341	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	54.158	-0.153	0.333	0.968	<1.341	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	44.238	-0.171	0.272	0.791	<1.341	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	50.081	-0.163	0.303	0.894	<1.341	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	70.821	-0.119	0.443	1.266	<1.341	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	70.821	-0.119	0.443	1.266	<1.341	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	60.901	-0.137	0.381	1.089	<1.341	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	60.901	-0.137	0.381	1.089	<1.341	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	66.745	-0.129	0.412	1.193	<1.341	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	66.745	-0.129	0.412	1.193	<1.341	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	26.420	-0.150	0.151	0.470	<2.235	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	25.621	-0.151	0.151	0.457	<2.235	

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	26.165	0.153	57 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	66.156	0.415	144 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	51.984	0.328	113 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	60.332	0.372	131 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	26.165	0.153	57 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	26.165	0.153	57 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	42.828	0.262	93 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	66.156	0.415	144 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	66.156	0.415	144 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	51.984	0.328	113 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	51.984	0.328	113 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	60.332	0.372	131 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	60.332	0.372	131 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	54.158	0.337	118 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	44.238	0.275	96 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	50.082	0.306	109 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	54.158	0.337	118 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	44.238	0.275	96 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	50.082	0.306	109 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	70.821	0.446	154 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	70.821	0.446	154 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	60.901	0.384	133 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	60.901	0.384	133 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	66.745	0.415	145 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	66.745	0.415	145 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	26.420	0.155	57 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	25.622	0.154	56 <	240

1.13.10. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 3, 6 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 3

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=180mmx195mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

33 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forzo al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n=33, ($n_{ef}=1.30n$), $A=415\text{mm}^2$, $r=97\text{mm}$, $W_p=27795\text{mm}^3$

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	0.60-21.376	2.245	-0.305	0.344	<0.894		
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90-53.941	6.099	-0.847	0.873	<1.341		
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90-44.118	4.151	-0.510	0.700	<1.341		
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90-47.482	6.120	-0.913	0.781	<1.341		
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90-21.376	2.245	-0.305	0.344	<1.341		
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90-21.376	2.245	-0.305	0.344	<1.341		
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90-34.945	3.851	-0.531	0.564	<1.341		
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-53.941	6.099	-0.847	0.873	<1.341		
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-53.941	6.099	-0.847	0.873	<1.341		
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-44.118	4.151	-0.510	0.700	<1.341		
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-44.118	4.151	-0.510	0.700	<1.341		
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-47.482	6.120	-0.913	0.781	<1.341		
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-47.482	6.120	-0.913	0.781	<1.341		
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90-44.172	4.943	-0.684	0.714	<1.341		
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90-37.295	3.579	-0.448	0.593	<1.341		
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90-39.650	4.958	-0.730	0.650	<1.341		
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90-44.172	4.943	-0.684	0.714	<1.341		
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90-37.295	3.579	-0.448	0.593	<1.341		
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90-39.650	4.958	-0.730	0.650	<1.341		
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-57.741	6.548	-0.910	0.934	<1.341		
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-57.741	6.548	-0.910	0.934	<1.341		
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-50.864	5.185	-0.674	0.814	<1.341		
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-50.864	5.185	-0.674	0.814	<1.341		
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-53.219	6.564	-0.956	0.870	<1.341		
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-53.219	6.564	-0.956	0.870	<1.341		
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00-20.586	2.300	-0.317	0.333	<2.235		
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00-20.918	2.255	-0.309	0.337	<2.235		

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	-21.493	-0.255	23 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-54.285	-0.713	59 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-44.313	-0.419	45 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-47.875	-0.778	55 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-21.493	-0.255	23 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-21.493	-0.255	23 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-35.156	-0.446	38 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-54.285	-0.713	59 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-54.285	-0.713	59 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-44.313	-0.419	45 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-44.313	-0.419	45 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-47.875	-0.778	55 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-47.875	-0.778	55 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-44.447	-0.576	48 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-37.467	-0.370	39 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-39.959	-0.621	45 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-44.447	-0.576	48 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-37.467	-0.370	39 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-39.959	-0.621	45 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-58.111	-0.766	63 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-58.111	-0.766	63 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-51.128	-0.560	54 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-51.128	-0.560	54 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-53.622	-0.812	60 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-53.622	-0.812	60 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-20.714	-0.266	22 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-21.039	-0.259	23 <	240

1.13.11. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 2, 5 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=180mmx210mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

36 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=36$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=452\text{mm}^2$, $r=106\text{mm}$, $W_p=31920\text{mm}^3$

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

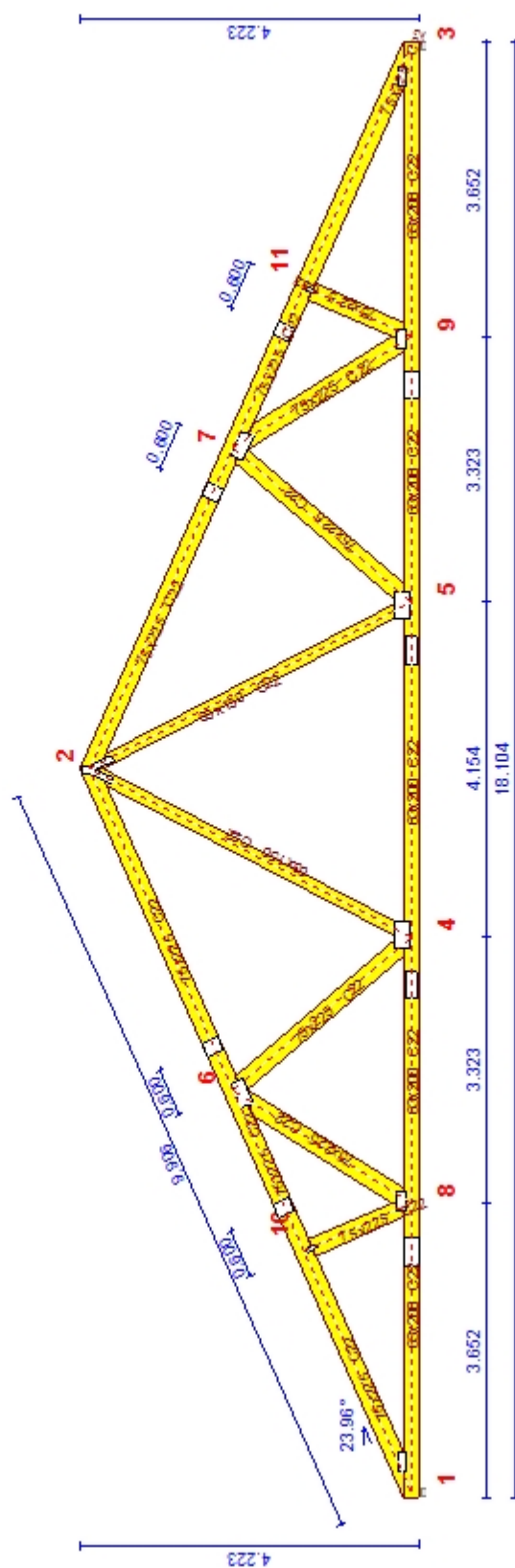
Forze alla giunzione dell'elemento 2 , al centro della unioni F(forza) M(momento)**Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	$F_n(\text{kN})$	$F_v(\text{kN})$	$M_a(\text{kNm})$	F_n	$R_d(\text{kN})$
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-27.415	-0.078	-0.292	0.402	<0.894	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-69.084	-0.190	-0.850	1.022	<1.341	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-54.634	-0.137	-0.488	0.793	<1.341	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-62.700	-0.188	-0.932	0.942	<1.341	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-27.415	-0.078	-0.292	0.402	<1.341	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-27.415	-0.078	-0.292	0.402	<1.341	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-44.777	-0.125	-0.524	0.660	<1.341	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-69.084	-0.190	-0.850	1.022	<1.341	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-69.084	-0.190	-0.850	1.022	<1.341	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-54.634	-0.137	-0.488	0.793	<1.341	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-54.634	-0.137	-0.488	0.793	<1.341	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-62.700	-0.188	-0.932	0.942	<1.341	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-62.700	-0.188	-0.932	0.942	<1.341	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-56.584	-0.157	-0.682	0.836	<1.341	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-46.468	-0.119	-0.429	0.675	<1.341	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-52.115	-0.155	-0.740	0.780	<1.341	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-56.584	-0.157	-0.682	0.836	<1.341	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-46.468	-0.119	-0.429	0.675	<1.341	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-52.115	-0.155	-0.740	0.780	<1.341	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-73.946	-0.203	-0.915	1.094	<1.341	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-73.946	-0.203	-0.915	1.094	<1.341	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-63.830	-0.166	-0.661	0.934	<1.341	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-63.830	-0.166	-0.661	0.934	<1.341	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-69.477	-0.202	-0.973	1.038	<1.341	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-69.477	-0.202	-0.973	1.038	<1.341	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-26.414	-0.076	-0.311	0.390	<2.235	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-26.815	-0.075	-0.301	0.394	<2.235	

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-27.415	-0.290	26 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-69.085	-0.845	68 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-54.634	-0.485	51 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-62.701	-0.928	64 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-27.415	-0.290	26 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-27.415	-0.290	26 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-44.778	-0.522	43 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-69.085	-0.845	68 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-69.085	-0.845	68 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-54.634	-0.485	51 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-54.634	-0.485	51 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-62.701	-0.928	64 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-62.701	-0.928	64 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-56.584	-0.679	55 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-46.468	-0.427	43 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-52.115	-0.737	53 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-56.584	-0.679	55 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-46.468	-0.427	43 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-52.115	-0.737	53 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-73.946	-0.910	72 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-73.946	-0.910	72 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-63.831	-0.658	61 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-63.831	-0.658	61 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-69.477	-0.968	70 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-69.477	-0.968	70 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-26.414	-0.310	26 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-26.815	-0.299	26 <	240

Scala 1:90



Unione chiodata al nodo 1

(nodo a x=0.374 m, y=0.100 m)

piastre: 2x255x125x2.0mm

bullone: 4.0mm [70] [35+35]

Unione chiodata al nodo 2

(nodo a x=9.000 m, y=4.000 m)

piastre: 2x125x220x2.0mm

2x2x80x275x2.0mm

bullone: 4.0mm [110] [23+23,16+16,16+16]

Unione chiodata al nodo 3

(nodo a x=17.626 m, y=0.100 m)

piastre: 2x255x125x2.0mm

bullone: 4.0mm [70] [35+35]

Unione chiodata al nodo 4

(nodo a x=6.923 m, y=0.100 m)

piastre: 2x365x200x2.0mm

bullone: 4.0mm [50] [9+25+16]

Unione chiodata al nodo 5

(nodo a x=11.077 m, y=0.100 m)

piastre: 2x365x200x2.0mm

bullone: 4.0mm [50] [9+25+16]

Unione chiodata al nodo 6

(nodo a x=5.000 m, y=2.222 m)

piastre: 2x325x170x2.0mm

bullone: 4.0mm [31] [10+12+9]

Unione chiodata al nodo 7

(nodo a x=13.000 m, y=2.222 m)

piastre: 2x325x170x2.0mm

bullone: 4.0mm [31] [10+12+9]

Unione chiodata al nodo 8

(nodo a x=3.600 m, y=0.100 m)

piastre: 2x260x145x2.0mm

bullone: 4.0mm [25] [4+12+9]

Unione chiodata al nodo 9

(nodo a x=14.400 m, y=0.100 m)

piastre: 2x260x145x2.0mm

bullone: 4.0mm [25] [4+12+9]

Unione chiodata al nodo 10

(nodo a x=3.000 m, y=1.333 m)

piastre: 2x130x45x2.0mm

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

Unione chiodata al nodo 11

(nodo a x=15.000 m, y=1.333 m)

piastre: 2x130x45x2.0mm

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

Giunto nell'elemento

(a x=3.548 m, y=1.577 m)

piastre: 2x180x210x2.0mm

bullone: 4.0mm [72] [36+36]

Giunto nell'elemento

(a x=5.548 m, y=2.466 m)

piastre: 2x180x195x2.0mm

bullone: 4.0mm [66] [33+33]

Giunto nell'elemento

(a x=14.452 m, y=1.577 m)

piastre: 2x180x210x2.0mm

bullone: 4.0mm [72] [36+36]

Giunto nell'elemento

(a x=12.452 m, y=2.466 m)

piastre: 2x180x195x2.0mm

bullone: 4.0mm [66] [33+33]

Giunto nell'elemento

(a x=3.000 m, y=0.000 m)

piastre: 2x345x175x2.0mm

bullone: 4.0mm [120] [60+60]

Giunto nell'elemento

(a x=6.323 m, y=0.000 m)

piastre: 2x345x140x2.0mm

bullone: 4.0mm [96] [48+48]

Giunto nell'elemento

(a x=10.477 m, y=0.000 m)

piastre: 2x345x140x2.0mm

bullone: 4.0mm [96] [48+48]

Giunto nell'elemento

(a x=13.800 m, y=0.000 m)

piastre: 2x345x175x2.0mm

bullone: 4.0mm [120] [60+60]