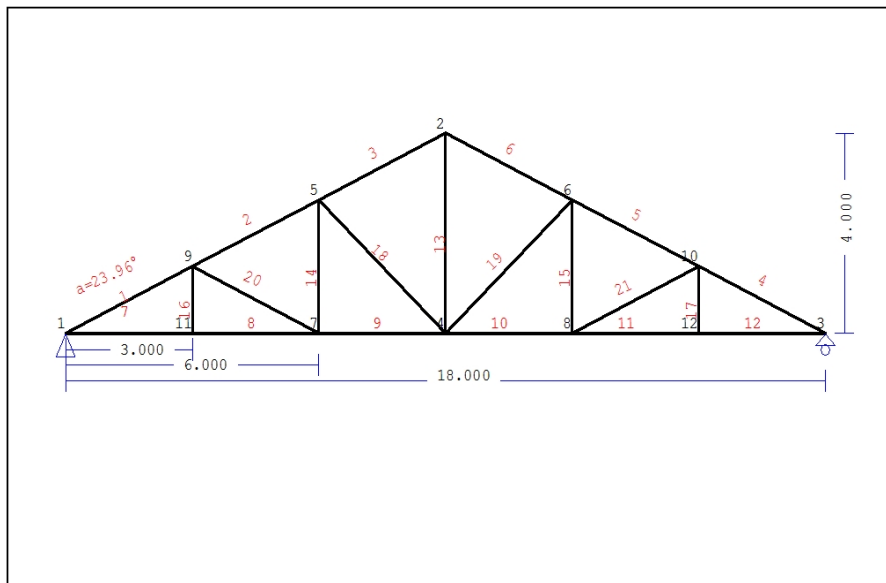


1. CAPRIATA-04

Tetto con capriate di tipo N



1.1. Descrizione tecnica

1.1.1. Tipologia costruttiva

Tetto in legno C24. La tipologia della capriata è illustrata nel disegno soprastante.
 Luce della capriata 18.000m, altezza 4.000m, inclinazione 23.96° , interasse delle capriate 0.700m
 Assito costituito da legno di classe C22, spessore 20 mm
 Travetti in legno di classe C22, con dimensioni 50x50 mm, ad interasse 0.300 m
 Sezione degli elementi della capriata BxH [mm]
 Elementi 1, 2, 3, 4, 5, 6, sezione 63x200 [mm]
 Elementi 7, 8, 9, 10, 11, 12, sezione 63x200 [mm]
 Elementi 13, sezione 63x150 [mm]
 Elementi 14, 15, 16, 17, sezione 63x150 [mm]
 Elementi 18, 19, 20, 21, sezione 75x225 [mm]
 Volume della capriata = 0.835 m³, peso proprio della capriata = 2.866 kN

1.1.2. Normative di calcolo

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

1.1.3. Metodo di calcolo

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

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

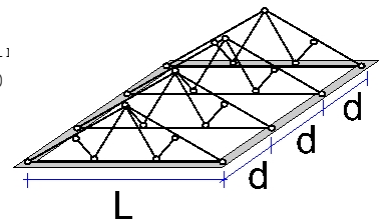
Classe del legno : C24

Classe di servizio : Classe 1, umidità $\leq 12\%$ (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 14.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$ $f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$ $E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$ $G_m = 690 \text{ MPa}$, $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.5. Proprietà dei materiali (legname, 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** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$ $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.4 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 3.8 \text{ MPa}$ $E_{0m} = 10000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 6700 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 330 \text{ MPa}$ $G_m = 630 \text{ MPa}$, $\rho_k = 340 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.6. Proprietà dei materiali (legname, travetti) (NTC-DM2008, §4.4)**

Classe del legno : C22

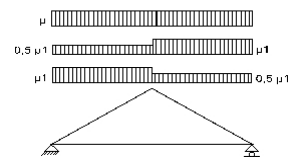
Classe di servizio : Classe 1, umidità $\leq 12\%$ (DM2008 §4.4.5)Coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (DM2008 T.4.4.III)**Valori caratteristici del legname** $f_{mk} = 22.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 13.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$ $f_{c0k} = 20.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.4 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 3.8 \text{ MPa}$ $E_{0m} = 10000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 6700 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 330 \text{ MPa}$ $G_m = 630 \text{ MPa}$, $\rho_k = 340 \text{ Kg/m}^3$ **1.1.7. Carichi distribuiti sulla copertura**Carico permanente del manto di copertura $G_e = 0.600 \text{ kN/m}^2$ (Lose i)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

 $s_{sk} = 1.500 \text{ kN/m}^2$ ($s = 200 \leq 200 \text{ m}$)Valore di riferimento del carico neve al suolo: $s_k = q_{ref}(T) = 1.500 \text{ kN/m}^2$

Carico neve sulla copertura (DM2008, §3.4.5)

Inclinazione del tetto : $\alpha = 23.962^\circ$ 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, $V_b = 25.00 \text{ m/s}$ ($a_s = 500 < a_o = 1000 \text{ m}$), $V_b = 25 \text{ m/s}$, $a_o = 1000 \text{ m}$, $K_a = 0.012 (1/\text{s})$ (Tab. 3.3.I)

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

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

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

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

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

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

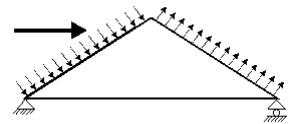
Pressione del vento $p_f = C_p \cdot q_b$ (DM2008, §3.3.7.1)

Coefficiente di forma C_p (DM2008 §3.3.7.1)

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

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

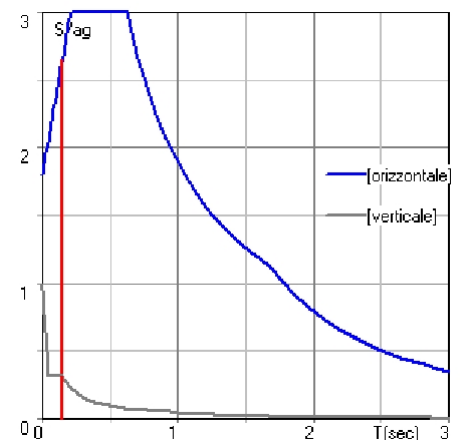
$\psi_2 = 0.30$

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

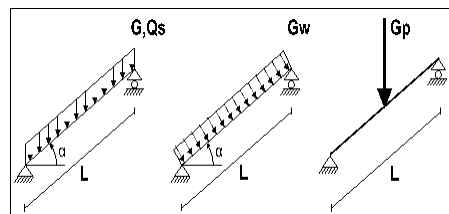
L'assito è progettato come trave semplicemente appoggiata con luce interasse tra i travetti $L=0.300\text{m}$, e larghezza 1.00m .

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 $G_e = 0.600 \text{ kN/m}^2$
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	$G_k = 0.667 [\text{kN/m}]$	Permanente	1.30	0.00	1.00	0.081	0.091	0.007
(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 $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}	
(Gk) Permanente	$G_k = 0.667 [\text{kN/m}]$	0.004	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	0.004	0.006
2 Gk + Qk1	0.011	0.014
3 Gk + Qk2	0.004	0.006
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.011	0.014
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.009	0.012

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.011 \text{ mm}$, $w_{fin} = 0.014 \text{ mm}$

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

Deformazioni finali

$w_{inst} = 0.011 \text{ mm} < L/300 = 300/300 = 1.000 \text{ mm}$
 $w_{net, fin} = 0.014 \text{ mm} < L/250 = 300/250 = 1.200 \text{ mm}$
 $w_{fin} = 0.014 \text{ mm} < L/150 = 300/150 = 2.000 \text{ mm}$

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	-0.176	0.198	0.015
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	-0.340	0.383	0.029
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	-0.117	0.132	0.010
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	-0.593	0.667	0.091
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-0.340	0.383	0.029
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-0.273	0.307	0.023
	Valori massimi			-0.593	0.667	0.091

Assito, combinazione di carico No 4**Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-0.593 kN** (EC5 §6.1.4)Sezione rettangolare, b=1000 mm, h=20 mm, A= 20 000 mm²

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

fc0k=20.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-0.593 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.593/20000=0.03N/mm² < 13.33N/mm²=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Taglio, Fv=0.667 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 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=0.667 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.667/13400=0.07N/mm² < 2.53N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Flessione, Myd=0.091 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Sezione rettangolare, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm², Wy=6.667E+004mm³, Wz=3.333E+006mm³

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/mm²fmzk=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))

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.091/6.667E+004= 1.37 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm²

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.093+0.000= 0.09 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.065+0.000= 0.07 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-0.593kN, Myd=0.091kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)Sezione rettangolare, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm², Wy=6.667E+004mm³, Wz=3.333E+006mm³

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/mm²fmyk=22.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²fmzk=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))

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.593/20000= 0.03 N/mm²σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.091/6.667E+004= 1.37 N/mm²σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm²(σc0d/fc0d)²+σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.000+0.093+0.000= 0.09 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)²+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.000+0.065+0.000= 0.07 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Assito, combinazione di carico No 4**Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-0.593\text{kN}$, $M_{yd}=0.091\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (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)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.593 / 20000 = 0.03\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06 \times 0.091 / 6.667\text{E}+004 = 1.37\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 3.333\text{E}+006 = 0.00\text{ N/mm}^2$ 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) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.003 + 0.093 + 0.000 = 0.10 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.002 + 0.065 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.6. Progettazione dei travetti

Sistema strutturale dei travetti

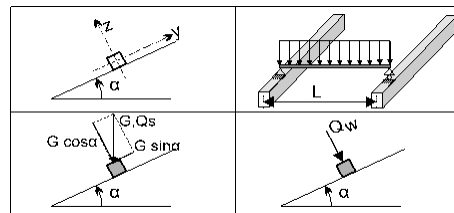
I travetti sono progettati come travi semplicemente appoggiate con luce $L=0.700\text{m}$ che è la distanza tra le capriate. Essi sono sottoposti ad un carico di superficie di larghezza $L_1=0.300\text{m}$ (interasse tra i travetti). L'asse dei travetti ha un'inclinazione $\alpha=23.96^\circ$ sulla verticale. 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: 50x50mm
Interasse dei travetti 0.300m, inclinazione della falda $\alpha=23.96^\circ$, interasse delle capriate 0.700m.

Carico uniformemente distribuito sui travetti kN/m^2

Manto di copertura $G_e = 0.600 \text{ kN/m}^2$
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 $G_k = 0.210 \text{ kN/m}$, $G_{kz} = 0.192 \text{ kN/m}$, $G_{kez} = 0.085 \text{ kN/m}$
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 $L=0.700 \text{ m}$, BxH: 50x50 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	$G_k = 0.210 [\text{kN/m}]$	Permanente	1.30	0.00	1.00	0.067	0.030	0.012	0.000
(Qk1) Neve	$Q_{ks} = 0.360 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.70	0.115	0.051	0.020	0.000
(Qk2) Vento	$Q_{kw} = -0.064 [\text{kN/m}]$	Breve	0.00	1.50	0.60	-0.022	0.000	-0.004	0.000
(Qk3) Carpentiere	$Q_{kp} = 1.200 [\text{kN}]$	Istantaneo	0.00	1.00	0.00	0.548	0.244	0.192	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 $G_k = 0.192 [\text{kN/m}]$	0.048	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve $Q_{ks} = 0.329 [\text{kN/m}]$	0.082	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Vento $Q_{kw} = -0.064 [\text{kN/m}]$	-0.016	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.048	0.077
2 Gk + Qk1	0.130	0.168
3 Gk + Qk2	0.048	0.077
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.130	0.168
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.105	0.144

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

Massimi valori della freccia

$w_{inst} = 0.130 \text{ mm}$, $w_{fin} = 0.168 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 0.130 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 0.168 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.168 \text{ mm} < L/150 = 700/150 = 4.667 \text{ mm}$

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	0.146	0.065	0.025	0.000
2	yg.Gk + yq.Qk1	Breve	0.90	0.289	0.128	0.051	0.000
3	yg.Gk + yq.Qk2	Breve	0.90	0.097	0.043	0.017	0.000
4	yg.Gk + yq.Qk3	Istantaneo	1.00	0.636	0.282	0.207	0.000
5	yg.Gk + yq.Qk1 + yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.289	0.128	0.051	0.000
6	yg.Gk + yq.Qk2 + yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.231	0.103	0.040	0.000
	Valori massimi			0.636	0.282	0.207	0.000

Travetto, combinazione di carico No 4

Taglio, Fv=0.636 kN (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x50=34 mm, h=50 mm, A= 1 700 mm²

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

f_{vk}=3.80 N/mm², f_{vd}=Kmod·f_{vk}/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm² (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.636 kN, τ_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000x1.50x0.636/1700=0.56N/mm² < 2.53N/mm²=f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Taglio, Fv=0.282 kN (EC5 §6.1.7)

Sezione rettangolare, bef=0.67x50=34 mm, h=50 mm, A= 1 700 mm²

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

f_{vk}=3.80 N/mm², f_{vd}=Kmod·f_{vk}/γM=1.00x3.80/1.50=2.53N/mm² (EC5 Eq.2.14)

Fv=0.282 kN, τ_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000x1.50x0.282/1700=0.25N/mm² < 2.53N/mm²=f_{v0d} (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Flessione, Myd=0.207 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Sezione rettangolare, b=50mm, h=50mm, A=2.500E+003mm², Wy=2.083E+004mm³, Wz=2.083E+004mm³

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

f_{myk}=22.00 N/mm², f_{myd}=Kmod·f_{myk}/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

f_{mzk}=22.00 N/mm², f_{mzd}=Kmod·f_{mzk}/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.207/2.083E+004= 9.94 N/mm²

omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.083E+004= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.678+0.000= 0.68 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.475+0.000= 0.47 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Travetto, combinazione di carico No 4

Stabilità laterale, Myd=0.207 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, b=50mm, h=50mm, A=2.500E+003mm², Wy=2.083E+004mm³, Wz=2.083E+004mm³

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

f_{c0k}=20.00 N/mm², f_{c0d}=Kmod·f_{c0k}/γM=1.00x20.00/1.50=13.33N/mm²

f_{myk}=22.00 N/mm², f_{myd}=Kmod·f_{myk}/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

f_{mzk}=22.00 N/mm², f_{mzd}=Kmod·f_{mzk}/γM=1.00x22.00/1.50=14.67N/mm²

Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my, netto} = 1E+06 \times 0.207 / 2.083E+004 = 9.94 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 2.083E+004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Lunghezza libera di inflessione S_k

$S_{ky} = 1.00 \times 0.700 = 0.700 \text{ m} = 700 \text{ mm}$

$S_{kz} = 0.00 \times 0.700 = 0.000 \text{ m} = 0 \text{ mm}$

Snellezza

$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 50 = 14 \text{ mm}$, $\lambda_y = 700 / 14 = 50.00$

$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 50 = 14 \text{ mm}$, $\lambda_z = 0 / 14 = 0.00$

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 50^2 \times 6700 / (50 \times 700) = 373.29 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Eq.6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crity} = 373.29 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, my} = \sqrt{f_{myk} / \sigma_{m, crity}} = 0.24$ (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)

$\lambda_{rel, my} = 0.24$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crity} = 1.00$ (EC5 Eq.6.34)

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

$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.678 + 0.000 = 0.68 < 1$ (EC5 Eq.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.475 + 0.000 = 0.47 < 1$ (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=0.700 m

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

Numero dei nodi = 12, numero degli elementi =21, 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	9	63x200	3.283	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
2	9.000	4.000		2	9	5	63x200	3.283	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
3	18.000	0.000	01	3	5	2	63x200	3.283	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
4	9.000	0.000		4	10	3	63x200	3.283	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
5	6.000	2.667		5	6	10	63x200	3.283	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
6	12.000	2.667		6	2	6	63x200	3.283	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
7	6.000	0.000		7	1	11	63x200	3.000	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
8	12.000	0.000		8	11	7	63x200	3.000	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
9	3.000	1.333		9	7	4	63x200	3.000	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
10	15.000	1.333		10	4	8	63x200	3.000	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
11	3.000	0.000		11	8	12	63x200	3.000	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
12	15.000	0.000		12	12	3	63x200	3.000	1.260E+004	4.200E+007	4.200E+005
				13	4	2	63x150	4.000	9.450E+003	1.772E+007	2.363E+005
				14	7	5	63x150	2.667	9.450E+003	1.772E+007	2.363E+005
				15	8	6	63x150	2.667	9.450E+003	1.772E+007	2.363E+005
				16	11	9	63x150	1.333	9.450E+003	1.772E+007	2.363E+005
				17	12	10	63x150	1.333	9.450E+003	1.772E+007	2.363E+005
				18	5	4	75x225	4.014	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				19	4	6	75x225	4.014	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				20	9	7	75x225	3.283	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005
				21	8	10	75x225	3.283	1.688E+004	7.119E+007	6.328E+005

Carico lineare per capriata

Massa volumica del legname =350.00 kg/m³, peso proprio della capriata =2.866 kN

Interasse delle capriate d=0.70 m, peso delle unioni delle capriate =0.287 kN

Carico lineare permanente (kN/m) sulle capriate

Manto di copertura +peso proprio Gk1= 0.665 kN/m

Controsoffitto del tetto Gk2= 0.070 kN/m

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

Sovraccario Qki= 0.50x0.700= 0.350 kN/m

Neve (Sinistra) Qk1l= 0.840 kN/m (Destra) Qk1r= 0.840 kN/m

Neve (Sinistra) Qk2l= 0.420 kN/m (Destra) Qk2r= 0.840 kN/m

Neve (Sinistra) Qk3l= 0.840 kN/m (Destra) Qk3r= 0.420 kN/m

Vento (Sinistra) Qk4l=-0.148 kN/m (Destra) Qk4r=-0.211 kN/m

Vento (Sinistra) Qk5l=-0.211 kN/m (Destra) Qk5r=-0.148 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)

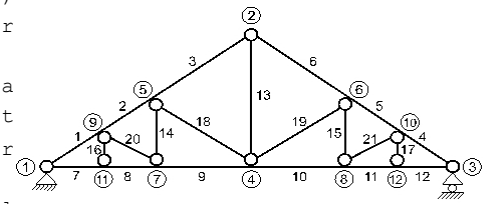
Combinazioni di carico di progetto

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

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

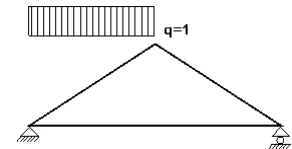
Progettazione di unioni con rigidezza ridotta (fattore 0.20)
 La capriata è progettata come struttura reticolare con una r di rigidezza delle unioni secondo il fattore sopraindicato.
 e la catena sono considerati come aste continue. La capriata viene calcolata dapprima per varie condizioni di carico unit e sulla base di questi sono calcolati gli sforzi interni per le varie condizioni di carico e combinazioni di carichi.
 Numero dei nodi = 12, numero degli elementi =21, 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	9	-13.99	1.12	0.03	-12.78	-1.62	-0.79
2	9	5	-10.21	1.33	-0.79	-8.99	-1.41	-0.92
3	5	2	-6.28	1.66	-0.92	-5.06	-1.08	0.02
4	10	3	-5.46	-0.01	0.05	-5.46	-0.01	0.00
5	6	10	-5.52	0.00	0.04	-5.52	0.00	0.05
6	2	6	-5.53	0.01	-0.01	-5.53	0.01	0.04
7	1	11	12.33	0.04	0.01	12.33	0.04	0.13
8	11	7	12.33	-0.04	0.13	12.33	-0.04	0.01
9	7	4	8.79	0.00	0.01	8.79	0.00	0.01
10	4	8	5.05	0.00	0.01	5.05	0.00	0.01
11	8	12	4.99	0.02	0.01	4.99	0.02	0.06
12	12	3	4.99	-0.02	0.06	4.99	-0.02	0.00
13	4	2	3.30	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00
14	7	5	1.61	0.00	0.00	1.61	0.00	0.00
15	8	6	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
16	11	9	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
17	12	10	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
18	5	4	-4.99	0.00	0.00	-4.99	0.00	0.00
19	4	6	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
20	9	7	-3.87	0.00	0.00	-3.87	0.00	0.00
21	8	10	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00



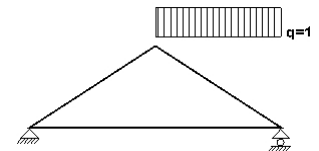
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone sinistro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	12.33	6.71	0.03	-12.33	-3.71	0.79
2	9	5	8.79	5.36	-0.79	-8.79	-2.36	0.92
3	5	2	5.06	4.07	-0.92	-5.06	-1.07	-0.02
4	10	3	4.99	-2.23	0.05	-4.99	2.23	0.00
5	6	10	5.05	-2.24	0.04	-5.05	2.24	-0.05
6	2	6	5.06	-2.24	-0.01	-5.06	2.24	-0.04
7	1	11	-12.33	0.04	0.01	12.33	-0.04	-0.13
8	11	7	-12.33	-0.04	0.13	12.33	0.04	-0.01
9	7	4	-8.79	0.00	0.01	8.79	0.00	-0.01
10	4	8	-5.05	0.00	0.01	5.05	0.00	-0.01
11	8	12	-4.99	0.02	0.01	4.99	-0.02	-0.06
12	12	3	-4.99	-0.02	0.06	4.99	0.02	0.00
13	4	2	0.00	-3.30	0.00	0.00	3.30	0.00
14	7	5	0.00	-1.61	0.00	0.00	1.61	0.00
15	8	6	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
16	11	9	0.00	0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00
17	12	10	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
18	5	4	3.73	-3.31	0.00	-3.73	3.31	0.00
19	4	6	-0.02	-0.01	0.00	0.02	0.01	0.00
20	9	7	3.54	-1.57	0.00	-3.54	1.57	0.00
21	8	10	-0.06	-0.03	0.00	0.06	0.03	0.00

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

Sforzi interni per 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	9	-5.46	0.01	0.00	-5.46	0.01	0.05
2	9	5	-5.52	0.00	0.05	-5.52	0.00	0.04
3	5	2	-5.53	-0.01	0.04	-5.53	-0.01	-0.01
4	10	3	-12.78	1.62	-0.79	-13.99	-1.12	0.03
5	6	10	-8.99	1.41	-0.92	-10.21	-1.33	-0.79
6	2	6	-5.06	1.08	0.02	-6.28	-1.66	-0.92
7	1	11	4.99	0.02	0.00	4.99	0.02	0.06
8	11	7	4.99	-0.02	0.06	4.99	-0.02	0.01
9	7	4	5.05	0.00	0.01	5.05	0.00	0.01
10	4	8	8.79	0.00	0.01	8.79	0.00	0.01
11	8	12	12.33	0.04	0.01	12.33	0.04	0.13
12	12	3	12.33	-0.04	0.13	12.33	-0.04	0.01
13	4	2	3.30	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00
14	7	5	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
15	8	6	1.61	0.00	0.00	1.61	0.00	0.00
16	11	9	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
17	12	10	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
18	5	4	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
19	4	6	-4.99	0.00	0.00	-4.99	0.00	0.00
20	9	7	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
21	8	10	-3.87	0.00	0.00	-3.87	0.00	0.00



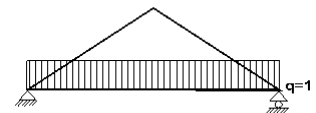
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m puntone destro verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	4.99	2.23	0.00	-4.99	-2.23	-0.05
2	9	5	5.05	2.24	0.05	-5.05	-2.24	-0.04
3	5	2	5.06	2.24	0.04	-5.06	-2.24	0.01
4	10	3	12.33	-3.71	-0.79	-12.33	6.71	-0.03
5	6	10	8.79	-2.36	-0.92	-8.79	5.36	0.79
6	2	6	5.06	-1.07	0.02	-5.06	4.07	0.92
7	1	11	-4.99	0.02	0.00	4.99	-0.02	-0.06
8	11	7	-4.99	-0.02	0.06	4.99	0.02	-0.01
9	7	4	-5.05	0.00	0.01	5.05	0.00	-0.01
10	4	8	-8.79	0.00	0.01	8.79	0.00	-0.01
11	8	12	-12.33	0.04	0.01	12.33	-0.04	-0.13
12	12	3	-12.33	-0.04	0.13	12.33	0.04	-0.01
13	4	2	0.00	-3.30	0.00	0.00	3.30	0.00
14	7	5	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
15	8	6	0.00	-1.61	0.00	0.00	1.61	0.00
16	11	9	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
17	12	10	0.00	0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00
18	5	4	-0.02	0.01	0.00	0.02	-0.01	0.00
19	4	6	3.73	3.31	0.00	-3.73	-3.31	0.00
20	9	7	-0.06	0.03	0.00	0.06	-0.03	0.00
21	8	10	3.54	1.57	0.00	-3.54	-1.57	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	9	-19.01	0.05	0.01	-19.01	0.05	0.18
2	9	5	-15.03	-0.04	0.18	-15.03	-0.04	0.03
3	5	2	-11.30	-0.01	0.03	-11.30	-0.01	0.00
4	10	3	-19.01	-0.05	0.18	-19.01	-0.05	0.01
5	6	10	-15.03	0.04	0.03	-15.03	0.04	0.18
6	2	6	-11.30	0.01	0.00	-11.30	0.01	0.03
7	1	11	17.35	1.23	0.03	17.35	-1.77	-0.77
8	11	7	17.35	1.54	-0.77	17.35	-1.46	-0.66
9	7	4	13.75	1.46	-0.66	13.75	-1.54	-0.77
10	4	8	13.75	1.54	-0.77	13.75	-1.46	-0.66
11	8	12	17.35	1.46	-0.66	17.35	-1.54	-0.77
12	12	3	17.35	1.77	-0.77	17.35	-1.23	0.03
13	4	2	9.16	0.00	0.00	9.16	0.00	0.00
14	7	5	4.53	0.00	0.00	4.53	0.00	0.00
15	8	6	4.53	0.00	0.00	4.53	0.00	0.00
16	11	9	3.30	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00
17	12	10	3.30	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00
18	5	4	-4.58	0.00	0.00	-4.58	0.00	0.00
19	4	6	-4.58	0.00	0.00	-4.58	0.00	0.00
20	9	7	-3.94	0.00	0.00	-3.94	0.00	0.00
21	8	10	-3.94	0.00	0.00	-3.94	0.00	0.00



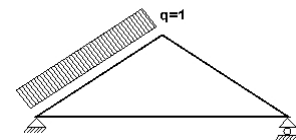
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m catena verso il basso)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	17.35	7.77	0.01	-17.35	-7.77	-0.18
2	9	5	13.75	6.06	0.18	-13.75	-6.06	-0.03
3	5	2	10.33	4.58	0.03	-10.33	-4.58	0.00
4	10	3	17.35	-7.77	0.18	-17.35	7.77	-0.01
5	6	10	13.75	-6.06	0.03	-13.75	6.06	-0.18
6	2	6	10.33	-4.58	0.00	-10.33	4.58	-0.03
7	1	11	-17.35	1.23	0.03	17.35	1.77	0.77
8	11	7	-17.35	1.54	-0.77	17.35	1.46	0.66
9	7	4	-13.75	1.46	-0.66	13.75	1.54	0.77
10	4	8	-13.75	1.54	-0.77	13.75	1.46	0.66
11	8	12	-17.35	1.46	-0.66	17.35	1.54	0.77
12	12	3	-17.35	1.77	-0.77	17.35	1.23	-0.03
13	4	2	0.00	-9.16	0.00	0.00	9.16	0.00
14	7	5	0.00	-4.53	0.00	0.00	4.53	0.00
15	8	6	0.00	-4.53	0.00	0.00	4.53	0.00
16	11	9	0.00	-3.30	0.00	0.00	3.30	0.00
17	12	10	0.00	-3.30	0.00	0.00	3.30	0.00
18	5	4	3.42	-3.04	0.00	-3.42	3.04	0.00
19	4	6	3.42	3.04	0.00	-3.42	-3.04	0.00
20	9	7	3.60	-1.60	0.00	-3.60	1.60	0.00
21	8	10	3.60	1.60	0.00	-3.60	-1.60	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	9	-12.40	1.34	0.03	-12.40	-1.94	-0.96
2	9	5	-9.31	1.60	-0.96	-9.31	-1.69	-1.11
3	5	2	-6.06	1.99	-1.11	-6.06	-1.30	0.03
4	10	3	-6.54	-0.02	0.05	-6.54	-0.02	0.00
5	6	10	-6.61	0.00	0.05	-6.61	0.00	0.05
6	2	6	-6.63	0.02	-0.01	-6.63	0.02	0.05
7	1	11	14.79	0.04	0.01	14.79	0.04	0.14
8	11	7	14.79	-0.04	0.14	14.79	-0.04	0.02
9	7	4	10.53	0.00	0.02	10.53	0.00	0.01
10	4	8	6.04	0.00	0.01	6.04	0.00	0.01
11	8	12	5.97	0.02	0.01	5.97	0.02	0.07
12	12	3	5.97	-0.02	0.07	5.97	-0.02	0.00
13	4	2	3.95	0.00	0.00	3.95	0.00	0.00
14	7	5	1.93	0.00	0.00	1.93	0.00	0.00
15	8	6	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
16	11	9	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00
17	12	10	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
18	5	4	-5.97	0.00	0.00	-5.97	0.00	0.00
19	4	6	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
20	9	7	-4.66	0.00	0.00	-4.66	0.00	0.00
21	8	10	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00



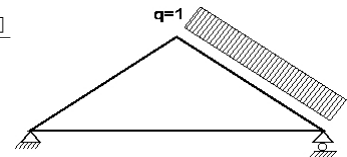
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone sinistro)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	10.79	6.26	0.03	-12.12	-3.26	0.96
2	9	5	7.86	5.24	-0.96	-9.20	-2.24	1.11
3	5	2	4.73	4.28	-1.11	-6.06	-1.28	-0.03
4	10	3	5.97	-2.67	0.05	-5.97	2.67	0.00
5	6	10	6.04	-2.68	0.05	-6.04	2.68	-0.05
6	2	6	6.06	-2.68	-0.01	-6.06	2.68	-0.05
7	1	11	-14.79	0.04	0.01	14.79	-0.04	-0.14
8	11	7	-14.79	-0.04	0.14	14.79	0.04	-0.02
9	7	4	-10.53	0.00	0.02	10.53	0.00	-0.01
10	4	8	-6.04	0.00	0.01	6.04	0.00	-0.01
11	8	12	-5.97	0.02	0.01	5.97	-0.02	-0.07
12	12	3	-5.97	-0.02	0.07	5.97	0.02	0.00
13	4	2	0.00	-3.95	0.00	0.00	3.95	0.00
14	7	5	0.00	-1.93	0.00	0.00	1.93	0.00
15	8	6	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
16	11	9	0.00	0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00
17	12	10	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
18	5	4	4.47	-3.97	0.00	-4.47	3.97	0.00
19	4	6	-0.02	-0.02	0.00	0.02	0.02	0.00
20	9	7	4.26	-1.89	0.00	-4.26	1.89	0.00
21	8	10	-0.07	-0.03	0.00	0.07	0.03	0.00

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

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

elem.	nodo-1	nodo-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	9	-7.78	0.14	0.00	-7.78	0.14	0.46
2	9	5	-8.50	-0.60	0.46	-8.50	-0.60	-1.51
3	5	2	-6.86	3.76	-1.51	-6.86	-2.80	0.06
4	10	3	-10.74	1.86	-0.68	-10.74	-1.42	0.03
5	6	10	-8.87	-0.28	0.25	-8.87	-0.28	-0.68
6	2	6	-8.07	0.08	-0.02	-8.07	0.08	0.25
7	1	11	8.39	0.03	0.00	8.39	0.03	0.08
8	11	7	8.39	-0.02	0.08	8.39	-0.02	0.02
9	7	4	9.35	0.00	0.03	9.35	0.00	0.01
10	4	8	6.65	0.00	0.01	6.65	0.00	0.01
11	8	12	9.23	0.03	0.01	9.23	0.03	0.09
12	12	3	9.23	-0.03	0.09	9.23	-0.03	0.01
13	4	2	3.43	0.00	0.00	3.43	0.00	0.01
14	7	5	-0.41	0.00	0.00	-0.41	0.00	0.00
15	8	6	1.17	0.00	0.00	1.17	0.00	0.00
16	11	9	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00
17	12	10	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00
18	5	4	-4.38	0.00	0.00	-4.38	0.00	0.00
19	4	6	-0.78	0.00	0.00	-0.78	0.00	0.00
20	9	7	1.05	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00
21	8	10	-2.82	0.00	0.00	-2.82	0.00	0.00



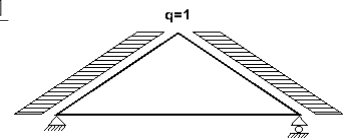
Sforzi alle estremità dell'elemento per carichi unitari (1 kN/m pressione nel puntone destro)

elem.	nodo-1	nodo-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	7.05	3.29	0.00	-7.05	-3.29	-0.46
2	9	5	8.01	2.91	0.46	-8.01	-2.91	1.51
3	5	2	4.74	6.23	-1.51	-7.41	-0.23	-0.06
4	10	3	10.57	-2.66	-0.68	-9.23	5.66	-0.03
5	6	10	7.99	-3.86	0.25	-7.99	3.86	0.68
6	2	6	7.41	-3.20	-0.02	-7.41	3.20	-0.25
7	1	11	-8.39	0.03	0.00	8.39	-0.03	-0.08
8	11	7	-8.39	-0.02	0.08	8.39	0.02	-0.02
9	7	4	-9.35	0.00	0.03	9.35	0.00	-0.01
10	4	8	-6.65	0.00	0.01	6.65	0.00	-0.01
11	8	12	-9.23	0.03	0.01	9.23	-0.03	-0.09
12	12	3	-9.23	-0.03	0.09	9.23	0.03	-0.01
13	4	2	0.00	-3.43	0.00	0.00	3.43	-0.01
14	7	5	0.00	0.41	0.00	0.00	-0.41	0.00
15	8	6	0.00	-1.17	0.00	0.00	1.17	0.00
16	11	9	0.00	0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00
17	12	10	0.00	0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00
18	5	4	3.27	-2.91	0.00	-3.27	2.91	0.00
19	4	6	0.58	0.51	0.00	-0.58	-0.51	0.00
20	9	7	-0.96	0.43	0.00	0.96	-0.43	0.00
21	8	10	2.58	1.15	0.00	-2.58	-1.15	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	9	6.67	0.55	0.01	3.67	-0.78	-0.37
2	9	5	4.91	0.64	-0.37	1.91	-0.69	-0.47
3	5	2	3.23	0.81	-0.47	0.23	-0.52	0.02
4	10	3	-3.47	-0.82	0.50	-6.47	0.51	-0.01
5	6	10	-1.89	-0.66	0.47	-4.89	0.68	0.50
6	2	6	-0.23	-0.52	-0.02	-3.23	0.81	0.47
7	1	11	13.38	0.02	0.01	13.38	0.02	0.07
8	11	7	13.38	-0.02	0.07	13.38	-0.02	0.00
9	7	4	11.67	0.00	0.00	11.67	0.00	0.00
10	4	8	8.02	0.00	0.00	8.02	0.00	0.00
11	8	12	6.12	0.02	0.00	6.12	0.02	0.07
12	12	3	6.12	-0.03	0.07	6.12	-0.03	0.00
13	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	7	5	0.78	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00
15	8	6	-0.82	0.00	0.00	-0.82	0.00	0.00
16	11	9	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
17	12	10	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00
18	5	4	-2.44	0.00	0.00	-2.44	0.00	0.00
19	4	6	2.44	0.00	0.00	2.44	0.00	0.00
20	9	7	-1.87	0.00	0.00	-1.87	0.00	0.00
21	8	10	2.08	0.00	0.00	2.08	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	9	-6.32	-2.21	0.01	3.04	2.21	0.37
2	9	5	-4.74	-1.41	-0.37	1.46	1.41	0.47
3	5	2	-3.28	-0.57	-0.47	0.00	0.57	-0.02
4	10	3	2.84	-2.16	0.50	-6.12	2.16	0.01
5	6	10	1.46	-1.37	0.47	-4.74	1.37	-0.50
6	2	6	0.00	-0.57	-0.02	-3.28	0.57	-0.47
7	1	11	-13.38	0.02	0.01	13.38	-0.02	-0.07
8	11	7	-13.38	-0.02	0.07	13.38	0.02	0.00
9	7	4	-11.67	0.00	0.00	11.67	0.00	0.00
10	4	8	-8.02	0.00	0.00	8.02	0.00	0.00
11	8	12	-6.12	0.02	0.00	6.12	-0.02	-0.07
12	12	3	-6.12	-0.03	0.07	6.12	0.03	0.00
13	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	7	5	0.00	-0.78	0.00	0.00	0.78	0.00
15	8	6	0.00	0.82	0.00	0.00	-0.82	0.00
16	11	9	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
17	12	10	0.00	0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00
18	5	4	1.82	-1.62	0.00	-1.82	1.62	0.00
19	4	6	-1.82	-1.62	0.00	1.82	1.62	0.00
20	9	7	1.70	-0.76	0.00	-1.70	0.76	0.00
21	8	10	-1.90	-0.85	0.00	1.90	0.85	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 = 0.665, Gk2 = 0.070 [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	9	-15.49	0.83	0.02	-14.61	-1.17	-0.53	-15.12	0.00	0.59
2	9	5	-12.51	0.96	-0.53	-11.62	-1.03	-0.64	-12.08	0.00	0.23
3	5	2	-9.39	1.20	-0.64	-8.50	-0.80	0.01	-8.86	0.00	0.54
4	10	3	-14.60	1.17	-0.53	-15.49	-0.83	0.02	-15.12	0.00	0.59
5	6	10	-11.62	1.03	-0.64	-12.50	-0.96	-0.53	-12.08	0.00	0.23
6	2	6	-8.50	0.80	0.01	-9.39	-1.20	-0.64	-8.86	0.00	0.54
7	1	11	13.82	0.13	0.01	13.82	-0.08	0.09	13.82	0.00	0.13
8	11	7	13.82	0.07	0.09	13.82	-0.14	-0.03	13.82	0.00	0.12
9	7	4	11.03	0.10	-0.03	11.03	-0.11	-0.04	11.03	0.00	0.04
10	4	8	11.03	0.11	-0.04	11.03	-0.10	-0.03	11.03	0.00	0.04
11	8	12	13.82	0.14	-0.03	13.82	-0.07	0.09	13.82	0.00	0.12
12	12	3	13.82	0.08	0.09	13.82	-0.13	0.01	13.82	0.00	0.13
13	4	2	5.45	0.00	0.00	5.45	0.00	0.00	5.45	0.00	0.00
14	7	5	1.48	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00
15	8	6	1.48	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00
16	11	9	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
17	12	10	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
18	5	4	-3.94	0.00	0.00	-3.94	0.00	0.00	-3.94	0.00	0.00
19	4	6	-3.94	0.00	0.00	-3.94	0.00	0.00	-3.94	0.00	0.00
20	9	7	-3.05	0.00	0.00	-3.05	0.00	0.00	-3.05	0.00	0.00
21	8	10	-3.05	0.00	0.00	-3.05	0.00	0.00	-3.05	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840 [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	9	-16.34	0.95	0.02	-15.32	-1.35	-0.62	-15.92	0.00	0.67
2	9	5	-13.22	1.12	-0.62	-12.19	-1.19	-0.74	-12.72	0.00	0.26
3	5	2	-9.92	1.38	-0.74	-8.90	-0.92	0.01	-9.31	0.00	0.62
4	10	3	-15.32	1.35	-0.62	-16.34	-0.95	0.02	-15.92	0.00	0.67
5	6	10	-12.19	1.19	-0.74	-13.22	-1.12	-0.62	-12.72	0.00	0.26
6	2	6	-8.90	0.92	0.01	-9.92	-1.38	-0.74	-9.31	0.00	0.62
7	1	11	14.55	0.05	0.01	14.55	0.05	0.16	14.55	0.05	0.10
8	11	7	14.55	-0.05	0.16	14.55	-0.05	0.02	14.55	-0.05	0.12
9	7	4	11.62	0.00	0.02	11.62	0.00	0.01	11.62	0.00	0.01
10	4	8	11.62	0.00	0.01	11.62	0.00	0.02	11.62	0.00	0.01
11	8	12	14.55	0.05	0.02	14.55	0.05	0.16	14.55	0.05	0.12
12	12	3	14.55	-0.05	0.16	14.55	-0.05	0.01	14.55	-0.05	0.10
13	4	2	5.55	0.00	0.00	5.55	0.00	0.00	5.55	0.00	0.00
14	7	5	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00
15	8	6	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00
16	11	9	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00
17	12	10	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00
18	5	4	-4.17	0.00	0.00	-4.17	0.00	0.00	-4.17	0.00	0.00
19	4	6	-4.17	0.00	0.00	-4.17	0.00	0.00	-4.17	0.00	0.00
20	9	7	-3.20	0.00	0.00	-3.20	0.00	0.00	-3.20	0.00	0.00
21	8	10	-3.20	0.00	0.00	-3.20	0.00	0.00	-3.20	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840 [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	9	-10.47	0.48	0.01	-9.95	-0.67	-0.29	-10.25	0.00	0.34
2	9	5	-8.93	0.56	-0.29	-8.42	-0.59	-0.36	-8.68	0.00	0.15
3	5	2	-7.29	0.69	-0.36	-6.77	-0.47	0.00	-6.98	-0.01	0.31
4	10	3	-13.03	1.35	-0.64	-14.05	-0.95	0.02	-13.62	0.01	0.66
5	6	10	-9.87	1.19	-0.76	-10.90	-1.12	-0.64	-10.40	0.00	0.24
6	2	6	-6.58	0.91	0.02	-7.60	-1.39	-0.76	-6.99	-0.01	0.61
7	1	11	9.37	0.03	0.01	9.37	0.03	0.11	9.37	0.03	0.07
8	11	7	9.37	-0.03	0.11	9.37	-0.03	0.01	9.37	-0.03	0.08
9	7	4	7.93	0.00	0.01	7.93	0.00	0.01	7.93	0.00	0.01
10	4	8	9.50	0.00	0.01	9.50	0.00	0.01	9.50	0.00	0.01
11	8	12	12.45	0.04	0.01	12.45	0.04	0.14	12.45	0.04	0.10
12	12	3	12.45	-0.04	0.14	12.45	-0.04	0.01	12.45	-0.04	0.09
13	4	2	4.16	0.00	0.00	4.16	0.00	0.00	4.16	0.00	0.00
14	7	5	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00
15	8	6	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00
16	11	9	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00
17	12	10	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
18	5	4	-2.08	0.00	0.00	-2.08	0.00	0.00	-2.08	0.00	0.00
19	4	6	-4.18	0.00	0.00	-4.18	0.00	0.00	-4.18	0.00	0.00
20	9	7	-1.57	0.00	0.00	-1.57	0.00	0.00	-1.57	0.00	0.00
21	8	10	-3.23	0.00	0.00	-3.23	0.00	0.00	-3.23	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420 [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	9	-14.05	0.95	0.02	-13.03	-1.35	-0.64	-13.62	-0.01	0.66
2	9	5	-10.90	1.12	-0.64	-9.87	-1.19	-0.76	-10.40	0.00	0.24
3	5	2	-7.60	1.39	-0.76	-6.58	-0.91	0.02	-6.99	0.01	0.61
4	10	3	-9.95	0.67	-0.29	-10.47	-0.48	0.01	-10.25	0.00	0.34
5	6	10	-8.42	0.59	-0.36	-8.93	-0.56	-0.29	-8.68	0.00	0.15
6	2	6	-6.77	0.47	0.00	-7.29	-0.69	-0.36	-6.98	0.01	0.31
7	1	11	12.45	0.04	0.01	12.45	0.04	0.14	12.45	0.04	0.09
8	11	7	12.45	-0.04	0.14	12.45	-0.04	0.01	12.45	-0.04	0.10
9	7	4	9.50	0.00	0.01	9.50	0.00	0.01	9.50	0.00	0.01
10	4	8	7.93	0.00	0.01	7.93	0.00	0.01	7.93	0.00	0.01
11	8	12	9.37	0.03	0.01	9.37	0.03	0.11	9.37	0.03	0.08
12	12	3	9.37	-0.03	0.11	9.37	-0.03	0.01	9.37	-0.03	0.07
13	4	2	4.16	0.00	0.00	4.16	0.00	0.00	4.16	0.00	0.00
14	7	5	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00
15	8	6	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00
16	11	9	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00
17	12	10	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00
18	5	4	-4.18	0.00	0.00	-4.18	0.00	0.00	-4.18	0.00	0.00
19	4	6	-2.08	0.00	0.00	-2.08	0.00	0.00	-2.08	0.00	0.00
20	9	7	-3.23	0.00	0.00	-3.23	0.00	0.00	-3.23	0.00	0.00
21	8	10	-1.57	0.00	0.00	-1.57	0.00	0.00	-1.57	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211 [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	9	3.48	-0.23	-0.01	3.48	0.26	0.05	3.48	-0.03	-0.18
2	9	5	3.18	-0.11	0.05	3.18	0.38	0.48	3.18	0.12	0.06
3	5	2	2.35	-1.09	0.48	2.35	0.78	-0.02	2.35	-0.80	-1.37
4	10	3	3.24	-0.39	0.14	3.24	0.30	-0.01	3.24	0.01	-0.22
5	6	10	2.85	0.06	-0.06	2.85	0.06	0.13	2.85	0.42	0.35
6	2	6	2.69	-0.02	0.01	2.69	-0.02	-0.06	2.69	0.26	0.16
7	1	11	-3.97	-0.01	0.00	-3.97	-0.01	-0.04	-3.97	-0.01	-0.02
8	11	7	-3.97	0.01	-0.04	-3.97	0.01	-0.01	-3.97	0.01	-0.03
9	7	4	-3.54	0.00	-0.01	-3.54	0.00	0.00	-3.54	0.00	-0.01
10	4	8	-2.30	0.00	0.00	-2.30	0.00	0.00	-2.30	0.00	0.00
11	8	12	-2.83	-0.01	0.00	-2.83	-0.01	-0.03	-2.83	-0.01	-0.02
12	12	3	-2.83	0.01	-0.03	-2.83	0.01	0.00	-2.83	0.01	-0.02
13	4	2	-1.31	0.00	0.00	-1.31	0.00	0.00	-1.31	0.00	0.00
14	7	5	-0.20	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00
15	8	6	-0.25	0.00	0.00	-0.25	0.00	0.00	-0.25	0.00	0.00
16	11	9	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
17	12	10	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
18	5	4	1.81	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00
19	4	6	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
20	9	7	0.47	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00
21	8	10	0.58	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00

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

Forze interne, Carico, : (Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148 [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	9	3.77	-0.30	-0.01	3.77	0.39	0.13	3.77	-0.01	-0.22
2	9	5	3.23	-0.25	0.13	3.23	0.44	0.46	3.23	0.09	0.01
3	5	2	2.30	-0.98	0.46	2.30	0.69	-0.02	2.30	-0.56	-1.06
4	10	3	2.97	-0.27	0.09	2.97	0.21	-0.01	2.97	0.01	-0.16
5	6	10	2.71	0.04	-0.05	2.71	0.04	0.09	2.71	0.29	0.24
6	2	6	2.60	-0.02	0.00	2.60	-0.02	-0.05	2.60	0.18	0.11
7	1	11	-4.37	-0.01	0.00	-4.37	-0.01	-0.04	-4.37	-0.01	-0.03
8	11	7	-4.37	0.01	-0.04	-4.37	0.01	-0.01	-4.37	0.01	-0.03
9	7	4	-3.61	0.00	-0.01	-3.61	0.00	0.00	-3.61	0.00	-0.01
10	4	8	-2.26	0.00	0.00	-2.26	0.00	0.00	-2.26	0.00	0.00
11	8	12	-2.63	-0.01	0.00	-2.63	-0.01	-0.03	-2.63	-0.01	-0.02
12	12	3	-2.63	0.01	-0.03	-2.63	0.01	0.00	-2.63	0.01	-0.02
13	4	2	-1.34	0.00	0.00	-1.34	0.00	0.00	-1.34	0.00	0.00
14	7	5	-0.35	0.00	0.00	-0.35	0.00	0.00	-0.35	0.00	0.00
15	8	6	-0.17	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00	-0.17	0.00	0.00
16	11	9	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
17	12	10	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
18	5	4	1.91	0.00	0.00	1.91	0.00	0.00	1.91	0.00	0.00
19	4	6	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
20	9	7	0.83	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00
21	8	10	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00

Forze interne, Carico, : (Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350 [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	VQm [kN]	Mm [kNm]
1	1	9	-6.81	0.40	0.01	-6.38	-0.56	-0.26	-6.63	0.00	0.28
2	9	5	-5.51	0.46	-0.26	-5.08	-0.49	-0.31	-5.30	0.00	0.11
3	5	2	-4.13	0.58	-0.31	-3.71	-0.38	0.01	-3.88	0.00	0.26
4	10	3	-6.38	0.56	-0.26	-6.81	-0.40	0.01	-6.63	0.00	0.28
5	6	10	-5.08	0.49	-0.31	-5.51	-0.46	-0.26	-5.30	0.00	0.11
6	2	6	-3.71	0.38	0.01	-4.13	-0.58	-0.31	-3.88	0.00	0.26
7	1	11	6.06	0.02	0.00	6.06	0.02	0.07	6.06	0.02	0.04
8	11	7	6.06	-0.02	0.07	6.06	-0.02	0.01	6.06	-0.02	0.05
9	7	4	4.84	0.00	0.01	4.84	0.00	0.00	4.84	0.00	0.01
10	4	8	4.84	0.00	0.00	4.84	0.00	0.01	4.84	0.00	0.01
11	8	12	6.06	0.02	0.01	6.06	0.02	0.07	6.06	0.02	0.05
12	12	3	6.06	-0.02	0.07	6.06	-0.02	0.00	6.06	-0.02	0.04
13	4	2	2.31	0.00	0.00	2.31	0.00	0.00	2.31	0.00	0.00
14	7	5	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00
15	8	6	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00
16	11	9	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
17	12	10	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
18	5	4	-1.74	0.00	0.00	-1.74	0.00	0.00	-1.74	0.00	0.00
19	4	6	-1.74	0.00	0.00	-1.74	0.00	0.00	-1.74	0.00	0.00
20	9	7	-1.33	0.00	0.00	-1.33	0.00	0.00	-1.33	0.00	0.00
21	8	10	-1.33	0.00	0.00	-1.33	0.00	0.00	-1.33	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	9	0.32	0.03	0.00	0.17	-0.04	-0.02	0.26	0.00	0.02
2	9	5	0.23	0.03	-0.02	0.09	-0.03	-0.02	0.16	0.00	0.01
3	5	2	0.15	0.04	-0.02	0.01	-0.02	0.00	0.07	0.00	0.02
4	10	3	-0.17	-0.04	0.02	-0.31	0.02	0.00	-0.25	0.00	-0.02
5	6	10	-0.09	-0.03	0.02	-0.23	0.03	0.02	-0.16	0.00	0.00
6	2	6	-0.01	-0.02	0.00	-0.15	0.04	0.02	-0.07	0.00	-0.02
7	1	11	0.64	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00
8	11	7	0.64	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00
9	7	4	0.55	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00
10	4	8	0.38	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00
11	8	12	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
12	12	3	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
13	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	7	5	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
15	8	6	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
16	11	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	12	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	5	4	-0.12	0.00	0.00	-0.12	0.00	0.00	-0.12	0.00	0.00
19	4	6	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
20	9	7	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00
21	8	10	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	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	9	-0.12	0.01	0.00	-0.11	-0.01	0.00	-0.12	0.00	0.00
2	9	5	-0.10	0.01	0.00	-0.09	-0.01	-0.01	-0.09	0.00	0.00
3	5	2	-0.07	0.01	-0.01	-0.07	-0.01	0.00	-0.07	0.00	0.00
4	10	3	-0.11	0.01	0.00	-0.12	-0.01	0.00	-0.12	0.00	0.00
5	6	10	-0.09	0.01	-0.01	-0.10	-0.01	0.00	-0.09	0.00	0.00
6	2	6	-0.07	0.01	0.00	-0.07	-0.01	-0.01	-0.07	0.00	0.00
7	1	11	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
8	11	7	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
9	7	4	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
10	4	8	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
11	8	12	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
12	12	3	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
13	4	2	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
14	7	5	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
15	8	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
16	11	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	12	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	5	4	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
19	4	6	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
20	9	7	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
21	8	10	-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 = 0.665, Gk2 = 0.070[kN/m]**

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	13.82	7.05	0.02	-13.82	-4.87	0.53
2	9	5	11.04	5.96	-0.53	-11.04	-3.78	0.64
3	5	2	8.09	4.91	-0.64	-8.09	-2.72	-0.01
4	10	3	13.82	-4.87	-0.53	-13.82	7.05	-0.02
5	6	10	11.04	-3.78	-0.64	-11.04	5.96	0.53
6	2	6	8.09	-2.72	0.01	-8.09	4.91	0.64
7	1	11	-13.82	0.13	0.01	13.82	0.08	-0.09
8	11	7	-13.82	0.07	0.09	13.82	0.14	0.03
9	7	4	-11.03	0.10	-0.03	11.03	0.11	0.04
10	4	8	-11.03	0.11	-0.04	11.03	0.10	0.03
11	8	12	-13.82	0.14	-0.03	13.82	0.07	-0.09
12	12	3	-13.82	0.08	0.09	13.82	0.13	-0.01
13	4	2	0.00	-5.45	0.00	0.00	5.45	0.00
14	7	5	0.00	-1.48	0.00	0.00	1.48	0.00
15	8	6	0.00	-1.48	0.00	0.00	1.48	0.00
16	11	9	0.00	-0.15	0.00	0.00	0.15	0.00
17	12	10	0.00	-0.15	0.00	0.00	0.15	0.00
18	5	4	2.94	-2.62	0.00	-2.94	2.62	0.00
19	4	6	2.94	2.61	0.00	-2.94	-2.61	0.00
20	9	7	2.78	-1.24	0.00	-2.78	1.24	0.00
21	8	10	2.78	1.24	0.00	-2.78	-1.24	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	14.55	7.51	0.02	-14.55	-4.99	0.62
2	9	5	11.63	6.39	-0.62	-11.63	-3.87	0.74
3	5	2	8.51	5.29	-0.74	-8.51	-2.77	-0.01
4	10	3	14.55	-4.99	-0.62	-14.55	7.51	-0.02
5	6	10	11.62	-3.87	-0.74	-11.62	6.39	0.62
6	2	6	8.51	-2.77	0.01	-8.51	5.29	0.74
7	1	11	-14.55	0.05	0.01	14.55	-0.05	-0.16
8	11	7	-14.55	-0.05	0.16	14.55	0.05	-0.02
9	7	4	-11.62	0.00	0.02	11.62	0.00	-0.01
10	4	8	-11.62	0.00	0.01	11.62	0.00	-0.02
11	8	12	-14.55	0.05	0.02	14.55	-0.05	-0.16
12	12	3	-14.55	-0.05	0.16	14.55	0.05	-0.01
13	4	2	0.00	-5.55	0.00	0.00	5.55	0.00
14	7	5	0.00	-1.35	0.00	0.00	1.35	0.00
15	8	6	0.00	-1.35	0.00	0.00	1.35	0.00
16	11	9	0.00	0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00
17	12	10	0.00	0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00
18	5	4	3.12	-2.77	0.00	-3.12	2.77	0.00
19	4	6	3.12	2.77	0.00	-3.12	-2.77	0.00
20	9	7	2.92	-1.30	0.00	-2.92	1.30	0.00
21	8	10	2.92	1.30	0.00	-2.92	-1.30	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	9.37	4.69	0.01	-9.37	-3.43	0.29
2	9	5	7.93	4.13	-0.29	-7.93	-2.87	0.36
3	5	2	6.38	3.59	-0.36	-6.38	-2.33	0.00
4	10	3	12.45	-4.05	-0.64	-12.45	6.57	-0.02
5	6	10	9.51	-2.93	-0.76	-9.51	5.45	0.64
6	2	6	6.38	-1.83	0.02	-6.38	4.35	0.76
7	1	11	-9.37	0.03	0.01	9.37	-0.03	-0.11
8	11	7	-9.37	-0.03	0.11	9.37	0.03	-0.01
9	7	4	-7.93	0.00	0.01	7.93	0.00	-0.01
10	4	8	-9.50	0.00	0.01	9.50	0.00	-0.01
11	8	12	-12.45	0.04	0.01	12.45	-0.04	-0.14
12	12	3	-12.45	-0.04	0.14	12.45	0.04	-0.01
13	4	2	0.00	-4.16	0.00	0.00	4.16	0.00
14	7	5	0.00	-0.67	0.00	0.00	0.67	0.00
15	8	6	0.00	-1.35	0.00	0.00	1.35	0.00
16	11	9	0.00	0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00
17	12	10	0.00	0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00
18	5	4	1.55	-1.38	0.00	-1.55	1.38	0.00
19	4	6	3.12	2.78	0.00	-3.12	-2.78	0.00
20	9	7	1.44	-0.64	0.00	-1.44	0.64	0.00
21	8	10	2.95	1.31	0.00	-2.95	-1.31	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	12.45	6.57	0.02	-12.45	-4.05	0.64
2	9	5	9.51	5.45	-0.64	-9.51	-2.93	0.76
3	5	2	6.38	4.35	-0.76	-6.38	-1.83	-0.02
4	10	3	9.37	-3.43	-0.29	-9.37	4.69	-0.01
5	6	10	7.93	-2.87	-0.36	-7.93	4.13	0.29
6	2	6	6.38	-2.33	0.00	-6.38	3.59	0.36
7	1	11	-12.45	0.04	0.01	12.45	-0.04	-0.14
8	11	7	-12.45	-0.04	0.14	12.45	0.04	-0.01
9	7	4	-9.50	0.00	0.01	9.50	0.00	-0.01
10	4	8	-7.93	0.00	0.01	7.93	0.00	-0.01
11	8	12	-9.37	0.03	0.01	9.37	-0.03	-0.11
12	12	3	-9.37	-0.03	0.11	9.37	0.03	-0.01
13	4	2	0.00	-4.16	0.00	0.00	4.16	0.00
14	7	5	0.00	-1.35	0.00	0.00	1.35	0.00
15	8	6	0.00	-0.67	0.00	0.00	0.67	0.00
16	11	9	0.00	0.08	0.00	0.00	-0.08	0.00
17	12	10	0.00	0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00
18	5	4	3.13	-2.78	0.00	-3.13	2.78	0.00
19	4	6	1.55	1.38	0.00	-1.55	-1.38	0.00
20	9	7	2.95	-1.31	0.00	-2.95	1.31	0.00
21	8	10	1.44	0.64	0.00	-1.44	-0.64	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	-3.09	-1.62	-0.01	3.29	1.18	-0.05
2	9	5	-2.86	-1.39	0.05	3.06	0.95	-0.48
3	5	2	-1.70	-1.95	0.48	2.46	0.24	0.02
4	10	3	-3.12	0.96	0.14	2.83	-1.59	0.01
5	6	10	-2.58	1.21	-0.06	2.58	-1.21	-0.13
6	2	6	-2.46	1.07	0.01	2.46	-1.07	0.06
7	1	11	3.97	-0.01	0.00	-3.97	0.01	0.04
8	11	7	3.97	0.01	-0.04	-3.97	-0.01	0.01
9	7	4	3.54	0.00	-0.01	-3.54	0.00	0.00
10	4	8	2.30	0.00	0.00	-2.30	0.00	0.00
11	8	12	2.83	-0.01	0.00	-2.83	0.01	0.03
12	12	3	2.83	0.01	-0.03	-2.83	-0.01	0.00
13	4	2	0.00	1.31	0.00	0.00	-1.31	0.00
14	7	5	0.00	0.20	0.00	0.00	-0.20	0.00
15	8	6	0.00	0.25	0.00	0.00	-0.25	0.00
16	11	9	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
17	12	10	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
18	5	4	-1.35	1.20	0.00	1.35	-1.20	0.00
19	4	6	-0.12	-0.11	0.00	0.12	0.11	0.00
20	9	7	-0.43	0.19	0.00	0.43	-0.19	0.00
21	8	10	-0.53	-0.24	0.00	0.53	0.24	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	-3.32	-1.81	-0.01	3.61	1.18	-0.13
2	9	5	-2.85	-1.54	0.13	3.13	0.90	-0.46
3	5	2	-1.70	-1.83	0.46	2.38	0.30	0.02
4	10	3	-2.83	0.96	0.09	2.63	-1.40	0.01
5	6	10	-2.46	1.14	-0.05	2.46	-1.14	-0.09
6	2	6	-2.38	1.04	0.00	2.38	-1.04	0.05
7	1	11	4.37	-0.01	0.00	-4.37	0.01	0.04
8	11	7	4.37	0.01	-0.04	-4.37	-0.01	0.01
9	7	4	3.61	0.00	-0.01	-3.61	0.00	0.00
10	4	8	2.26	0.00	0.00	-2.26	0.00	0.00
11	8	12	2.63	-0.01	0.00	-2.63	0.01	0.03
12	12	3	2.63	0.01	-0.03	-2.63	-0.01	0.00
13	4	2	0.00	1.34	0.00	0.00	-1.34	0.00
14	7	5	0.00	0.35	0.00	0.00	-0.35	0.00
15	8	6	0.00	0.17	0.00	0.00	-0.17	0.00
16	11	9	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.03	0.00
17	12	10	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
18	5	4	-1.43	1.27	0.00	1.43	-1.27	0.00
19	4	6	-0.08	-0.07	0.00	0.08	0.07	0.00
20	9	7	-0.76	0.34	0.00	0.76	-0.34	0.00
21	8	10	-0.37	-0.16	0.00	0.37	0.16	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350[kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	6.06	3.13	0.01	-6.06	-2.08	0.26
2	9	5	4.84	2.66	-0.26	-4.84	-1.61	0.31
3	5	2	3.54	2.21	-0.31	-3.54	-1.16	-0.01
4	10	3	6.06	-2.08	-0.26	-6.06	3.13	-0.01
5	6	10	4.84	-1.61	-0.31	-4.84	2.66	0.26
6	2	6	3.54	-1.16	0.01	-3.54	2.21	0.31
7	1	11	-6.06	0.02	0.00	6.06	-0.02	-0.07
8	11	7	-6.06	-0.02	0.07	6.06	0.02	-0.01
9	7	4	-4.84	0.00	0.01	4.84	0.00	0.00
10	4	8	-4.84	0.00	0.00	4.84	0.00	-0.01
11	8	12	-6.06	0.02	0.01	6.06	-0.02	-0.07
12	12	3	-6.06	-0.02	0.07	6.06	0.02	0.00
13	4	2	0.00	-2.31	0.00	0.00	2.31	0.00
14	7	5	0.00	-0.56	0.00	0.00	0.56	0.00
15	8	6	0.00	-0.56	0.00	0.00	0.56	0.00
16	11	9	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
17	12	10	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
18	5	4	1.30	-1.16	0.00	-1.30	1.16	0.00
19	4	6	1.30	1.15	0.00	-1.30	-1.15	0.00
20	9	7	1.22	-0.54	0.00	-1.22	0.54	0.00
21	8	10	1.22	0.54	0.00	-1.22	-0.54	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Aex) AeX Sismica $q_h=0.053x(G+0.20xQ_k1)$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	-0.30	-0.10	0.00	0.14	0.10	0.02
2	9	5	-0.23	-0.07	-0.02	0.07	0.07	0.02
3	5	2	-0.16	-0.03	-0.02	0.00	0.03	0.00
4	10	3	0.13	-0.10	0.02	-0.29	0.10	0.00
5	6	10	0.07	-0.06	0.02	-0.23	0.06	-0.02
6	2	6	0.00	-0.03	0.00	-0.16	0.03	-0.02
7	1	11	-0.64	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00
8	11	7	-0.64	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00
9	7	4	-0.55	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00
10	4	8	-0.38	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00
11	8	12	-0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
12	12	3	-0.29	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
13	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	7	5	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00
15	8	6	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
16	11	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	12	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	5	4	0.09	-0.08	0.00	-0.09	0.08	0.00
19	4	6	-0.09	-0.08	0.00	0.09	0.08	0.00
20	9	7	0.08	-0.04	0.00	-0.08	0.04	0.00
21	8	10	-0.09	-0.04	0.00	0.09	0.04	0.00

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

Sforzi all'estremità dell'elemento, Carico: (Aey) AeY Sismica $q_v=0.006x(G+0.20xQ_k1)$ [kN/m]

elem.	nodo-1	nodo-2	Flx[kN]	Fly[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	9	0.11	0.05	0.00	-0.11	-0.04	0.00
2	9	5	0.09	0.05	0.00	-0.09	-0.03	0.01
3	5	2	0.06	0.04	-0.01	-0.06	-0.02	0.00
4	10	3	0.11	-0.04	0.00	-0.11	0.05	0.00
5	6	10	0.09	-0.03	-0.01	-0.09	0.05	0.00
6	2	6	0.06	-0.02	0.00	-0.06	0.04	0.01
7	1	11	-0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
8	11	7	-0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
9	7	4	-0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
10	4	8	-0.09	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
11	8	12	-0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
12	12	3	-0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
13	4	2	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00
14	7	5	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
15	8	6	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
16	11	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	12	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	5	4	0.02	-0.02	0.00	-0.02	0.02	0.00
19	4	6	0.02	0.02	0.00	-0.02	-0.02	0.00
20	9	7	0.02	-0.01	0.00	-0.02	0.01	0.00
21	8	10	0.02	0.01	0.00	-0.02	-0.01	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	-4.01	-4.22	-3.16	-3.16	1.00	1.00	-1.99
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-4.22	-4.44	-3.33	-3.33	1.05	1.05	-2.09
5	-4.06	-4.27	-3.07	-3.34	1.06	1.08	-2.08
6	-4.06	-4.27	-3.34	-3.07	0.95	0.94	-1.95
7	-4.10	-4.31	-3.08	-3.37	1.06	1.09	-2.10
8	-4.10	-4.31	-3.37	-3.08	0.96	0.94	-1.96
9	-3.24	-3.40	-2.34	-2.77	0.84	0.89	-1.71
10	-3.24	-3.40	-2.77	-2.34	0.73	0.70	-1.50
11	-3.24	-3.40	-2.34	-2.77	0.84	0.89	-1.71
12	-3.24	-3.40	-2.77	-2.34	0.73	0.70	-1.50

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	0.88	1.04	0.00
1	Fy	7.18	7.56	4.73	6.62	-1.64	-1.82	3.15
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	7.18	7.56	6.61	4.72	-1.60	-1.41	3.15

1.9. Reazioni agli appoggi combinazione di carichi (kN)

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio $G_{k1} = 0.665$, $G_{k2} = 0.070$	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve $Q_{ksL} = 0.840$, $Q_{ksR} = 0.840$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve $Q_{ksL} = 0.420$, $Q_{ksR} = 0.840$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve $Q_{ksL} = 0.840$, $Q_{ksR} = 0.420$	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento $Q_{kwL} = -0.148$, $Q_{kwR} = -0.211$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento $Q_{kwL} = -0.211$, $Q_{kwR} = -0.148$	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) $Q_i = 0.350$	Breve		0.00	1.50	0.00
(Aex) AeX Sismica $q_h = 0.053 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				
(Aey) AeY Sismica $q_v = 0.006 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental				

1.9.1. Reazioni nel nodo : 1 (kN)

L.C.	Combinazione di carichi	classe di	durata	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Permanente	0.60	0.000	9.335	0.000	15.559	
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	0.000	20.676	0.000	22.973	
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	0.000	16.423	0.000	18.248	
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	0.000	19.258	0.000	21.398	
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	1.313	6.883	1.458	7.648	
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	1.564	6.601	1.737	7.335	
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Breve	0.90	0.000	14.060	0.000	15.623	
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.788	19.204	0.875	21.338	
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.938	19.035	1.043	21.150	
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.788	14.952	0.875	16.613	
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.939	14.783	1.043	16.425	
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Breve	0.90	0.787	17.786	0.875	19.763	
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Breve	0.90	0.938	17.618	1.042	19.575	
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	1.313	14.821	1.459	16.468	
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	1.313	11.844	1.459	13.160	
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	1.312	13.829	1.458	15.365	
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Breve	0.90	1.564	14.539	1.737	16.155	
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Breve	0.90	1.564	11.563	1.738	12.847	
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Breve	0.90	1.563	13.547	1.737	15.052	
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	0.788	20.527	0.875	22.808	
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	0.938	20.358	1.043	22.620	
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	0.788	17.550	0.875	19.500	
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	0.938	17.381	1.043	19.313	
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	0.787	19.535	0.875	21.705	
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	0.938	19.366	1.042	21.518	
26	$G_k + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.00	1.039	8.797	1.039	8.797	
27	$G_k + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.00	0.000	8.749	0.000	8.749	
	Valori massimi				1.564	20.676	1.738	22.973
28	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} = 0.9 G_k + 1.5 Q_{k4}$, (EQU)	Breve	0.90	1.313	4.010	1.458	4.456	
29	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} = 0.9 G_k + 1.5 Q_{k5}$, (EQU)	Breve	0.90	1.564	3.729	1.737	4.143	

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	9.335	0.000	15.558	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.000	20.674	0.000	22.972	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.000	19.257	0.000	21.396	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.000	16.422	0.000	18.247	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.000	6.934	0.000	7.705	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.000	7.216	0.000	8.017	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.000	14.060	0.000	15.622	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	19.234	0.000	21.371	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	19.403	0.000	21.559	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	17.816	0.000	19.796	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	17.985	0.000	19.984	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	14.982	0.000	16.646	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	15.151	0.000	16.834	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	14.872	0.000	16.524	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	13.880	0.000	15.422	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	11.895	0.000	13.217	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.000	15.153	0.000	16.837	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.000	14.161	0.000	15.735	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.000	12.177	0.000	13.530	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	20.557	0.000	22.841	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	20.726	0.000	23.029	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	19.565	0.000	21.739	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	19.734	0.000	21.926	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.000	17.580	0.000	19.534	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.000	17.749	0.000	19.721	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	8.797	0.000	8.797	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	8.748	0.000	8.748	
	Valori massimi				0.000	20.726	0.000	23.029
28	yg.Gk+yq.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Breve	0.90	0.000	4.062	0.000	4.513	
29	yg.Gk+yq.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Breve	0.90	0.000	4.343	0.000	4.826	

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 = 0.665, Gk2 = 0.070	-4.221	Permanente	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	
(Qk1) Neve	QksL= 0.840, QksR= 0.840	-4.436	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk2) Neve	QksL= 0.420, QksR= 0.840	-3.327	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk3) Neve	QksL= 0.840, QksR= 0.420	-3.327	Breve	0.70	0.50	0.20	0.20	0.60	
(Qk4) Vento	QkwL=-0.148, QkwR=-0.211	1.048	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	
(Qk5) Vento	QkwL=-0.211, QkwR=-0.148	1.054	Breve	0.60	0.20	0.00	0.00	0.60	

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	4.221	6.753
2 Gk + Qk1	8.657	11.721
3 Gk + Qk2	7.548	10.479
4 Gk + Qk3	7.548	10.479
5 Gk + Qk4	4.221	6.753
6 Gk + Qk5	4.221	6.753
7 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4	8.657	11.721
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5	8.657	11.721
9 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4	7.548	10.479
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5	7.548	10.479
11 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4	7.548	10.479
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5	7.548	10.479
13 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1	7.326	10.391
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2	6.550	9.481
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3	6.550	9.481
16 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1	7.326	10.391
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2	6.550	9.481
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3	6.550	9.481

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

Massimi valori della freccia nel nodo 4

$w_{inst} = 8.657$ mm, $w_{fin} = 11.721$ mm

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

$w_{inst} = 8.657$ mm < $L/300=18000/300= 60.000$ mm

$w_{net,fin} = 11.721$ mm < $L/250=18000/250= 72.000$ mm

$w_{fin} = 11.721$ 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 = 0.665, Gk2 = 0.070		0.828	Permanente	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Neve	QksL= 0.840, QksR= 0.840		1.045	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Neve	QksL= 0.420, QksR= 0.840		0.523	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Neve	QksL= 0.840, QksR= 0.420		1.045	Breve	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Vento	QkwL=-0.148, QkwR=-0.211		-0.202	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Vento	QkwL=-0.211, QkwR=-0.148		-0.288	Breve	0.60	0.20	0.00	0.60

Combinazione di carico	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.828	1.325
2 Gk + Qk1	1.873	2.496
3 Gk + Qk2	1.351	1.910
4 Gk + Qk3	1.873	2.496
5 Gk + Qk4	0.828	1.325
6 Gk + Qk5	0.828	1.325
7 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk4	1.873	2.496
8 Gk + Qk1 + ψ_0 .Qk5	1.873	2.496
9 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk4	1.351	1.910
10 Gk + Qk2 + ψ_0 .Qk5	1.351	1.910
11 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk4	1.873	2.496
12 Gk + Qk3 + ψ_0 .Qk5	1.873	2.496
13 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk1	1.560	2.182
14 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk2	1.194	1.753
15 Gk + Qk4 + ψ_0 .Qk3	1.560	2.182
16 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk1	1.560	2.182
17 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk2	1.194	1.753
18 Gk + Qk5 + ψ_0 .Qk3	1.560	2.182

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

Massimi valori della freccia a metà asta 3

$w_{inst} = 1.873$ mm, $w_{fin} = 2.496$ mm

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

Deformazioni finali a metà asta 3

$w_{inst} = 1.873$ mm < $L/300=3283/300= 10.943$ mm

$w_{net,fin} = 2.496$ mm < $L/250=3283/250= 13.132$ mm

$w_{fin} = 2.496$ mm < $L/150=3283/150= 21.886$ 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	7.44244	0.13436
2	19.00644	0.05261
3	19.45525	0.05140
4	23.02765	0.04343
5	24.32523	0.04111
6	25.27986	0.03956
7	31.04276	0.03221
8	42.41122	0.02358
9	51.38555	0.01946
10	57.15055	0.01750
11	57.99606	0.01724
12	61.50695	0.01626

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 = 0.665, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	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	-33.567	0.000	2.594	1.391
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-49.618	0.000	4.033	2.166
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-45.791	0.000	4.043	2.193
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-45.794	0.000	4.043	2.193
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-22.378	0.000	1.762	1.044
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-22.378	0.000	1.755	1.006
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-33.728	0.000	2.689	1.444
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-49.618	0.000	4.053	2.227
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-49.618	0.000	4.049	2.214
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-45.791	0.000	4.063	2.253
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-45.791	0.000	4.058	2.240
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-45.794	0.000	4.043	2.193
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-45.794	0.000	4.043	2.193
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-41.446	0.000	3.375	1.895
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-38.767	0.000	3.382	1.914
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-38.769	0.000	3.349	1.813
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-41.446	0.000	3.368	1.873
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-38.767	0.000	3.375	1.892
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-38.769	0.000	3.349	1.813
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	-52.796	0.000	4.322	2.371
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	-52.796	0.000	4.318	2.358
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	-50.116	0.000	4.328	2.390
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	-50.116	0.000	4.324	2.377
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	-50.119	0.000	4.308	2.330
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	-50.119	0.000	4.308	2.330
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-12.712	0.000	1.008	0.542
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-12.588	0.000	0.989	0.530
Valori massimi				-52.796	0.000	4.328	2.390

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=-47.516 kN** (EC5 §6.1.4)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)fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-47.516 kN, $\sigma_{c0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 47.516 / 12600 = 3.77$ N/mm² < 12.60 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 22**Taglio, Fv=3.896 kN** (EC5 §6.1.7)Sezione rettangolare, bef=0.67x63=42 mm, h=200 mm, A= 8 400 mm²

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

fvk=4.00 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.90x4.00/1.50=2.40N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fv=3.896 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x3.896/8400=0.70N/mm² < 2.40N/mm²=fv0d (Eq.6.13)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 22**Flessione, Myd=2.151 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=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.151/4.200E+005= 5.12 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.356+0.000= 0.36 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.249+0.000= 0.25 < 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=-47.516kN, Myd=1.890kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)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

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x21.00/1.50=12.60N/mm²fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x47.516/12600= 3.77 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x1.890/4.200E+005= 4.50 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²(σc0d/fc0d)²+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.090+0.313+0.000= 0.40 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)²+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.090+0.219+0.000= 0.31 < 1 (EC5 Eq.6.20)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 22**Flessione e compressione assiale combinate, Fc0d=-41.345kN, Myd=2.151kNm, Mzd=0.000kNm** (§6.2.4)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

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x21.00/1.50=12.60N/mm²fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x41.345/12600= 3.28 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x2.151/4.200E+005= 5.12 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²(σc0d/fc0d)²+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.068+0.356+0.000= 0.42 < 1 (EC5 Eq.6.19)(σc0d/fc0d)²+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.068+0.249+0.000= 0.32 < 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, $F_{c0d}=-47.516\text{kN}$, $M_{yd}=1.890\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$** (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare, $b=63\text{mm}$, $h=200\text{mm}$, $A=1.260\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.200\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.323\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=7400\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 21.00/1.50=12.60\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.50=14.40\text{N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.50=14.40\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 47.516/12600= 3.77\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 1.890/4.200\text{E}+005= 4.50\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/1.323\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$ 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

 $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 200= 58\text{ mm}$, $\lambda_y= 3283/ 58= 56.60$ $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 63= 18\text{ mm}$, $\lambda_z= 300/ 18= 16.67$

Tensioni critiche

 $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 22.80\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}= 0.96$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 262.82\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}= 0.28$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c=0.20$ (legno massiccio) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]= 1.03$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.719$ (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) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.416+0.313+0.000= 0.73 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.299+0.219+0.000= 0.52 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 22**Stabilità a pressoflessione, $F_{c0d}=-41.345\text{kN}$, $M_{yd}=2.151\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$** (EC5 §6.3.2)Sezione rettangolare, $b=63\text{mm}$, $h=200\text{mm}$, $A=1.260\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.200\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.323\text{E}+005\text{mm}^3$ Coefficiente di correzione $K_{mod}=0.90$, coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=7400\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 21.00/1.50=12.60\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.50=14.40\text{N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.50=14.40\text{N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 41.345/12600= 3.28\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 2.151/4.200\text{E}+005= 5.12\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/1.323\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$ 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

 $i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289\times 200= 58\text{ mm}$, $\lambda_y= 3283/ 58= 56.60$ $i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289\times 63= 18\text{ mm}$, $\lambda_z= 300/ 18= 16.67$

Tensioni critiche

 $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 22.80\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}= 0.96$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 262.82\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z}= \sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}= 0.28$ (EC5 Eq.6.22)

$\beta_c = 0.20$ (legno massiccio)
 $k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.03$, $K_{cy} = 1/(k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.719$ (Eq. 6.27 6.25)
 $k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50$, $K_{cz} = 1/(k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1.000$ (Eq. 6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.362 + 0.356 + 0.000 = 0.72 < 1$ (EC5 Eq. 6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{mz} \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.260 + 0.249 + 0.000 = 0.51 < 1$ (EC5 Eq. 6.24)

La verifica è soddisfatta

Puntone, elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, combinazione di carico No 22

Stabilità laterale, $M_{yd} = 2.151$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm (EC5 §6.3.3)

Sezione rettangolare, $b = 63$ mm, $h = 200$ mm, $A = 1.260E+004$ mm², $W_y = 4.200E+005$ mm³, $W_z = 1.323E+005$ mm³

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

$f_{c0k} = 21.00$ N/mm², $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60$ N/mm²

$f_{myk} = 24.00$ N/mm², $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm²

$f_{mzk} = 24.00$ N/mm², $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40$ N/mm²

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

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 1E+06 \times 2.151 / 4.200E+005 = 5.12$ N/mm²

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 1.323E+005 = 0.00$ N/mm²

Lunghezza libera di inflessione S_k

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

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

Snellezza

$i_y = \sqrt{(I_y/A)} = 0.289 \times 200 = 58$ mm, $\lambda_y = 3283 / 58 = 56.60$

$i_z = \sqrt{(I_z/A)} = 0.289 \times 63 = 18$ mm, $\lambda_z = 300 / 18 = 16.67$

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 63^2 \times 7400 / (200 \times 2955) = 38.77$ N/mm² (EC5 Eq. 6.32)

$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 200^2 \times 7400 / (63 \times 300) = 12215.87$ N/mm² (EC5 Eq. 6.32)

Tensioni critiche

$\sigma_{m, crit,y} = 38.77$ N/mm², $\lambda_{rel, my} = \sqrt{(f_{myk} / \sigma_{m, crit,y})} = 0.79$ (EC5 Eq. 6.30)

$\sigma_{m, crit,z} = 12215.87$ N/mm², $\lambda_{rel, mz} = \sqrt{(f_{mzk} / \sigma_{m, crit,z})} = 0.04$ (EC5 Eq. 6.30)

$\lambda_{rel, my} = 0.79$, ($0.75 < \lambda_{rel} \leq 1.40$, $K_{crit} = 1.56 - 0.75 \lambda_{rel,m}$), $K_{crit,y} = 0.97$ (EC5 Eq. 6.34)

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

$\sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + K_{mz} \cdot \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.367 + 0.000 = 0.37 < 1$ (EC5 Eq. 6.33)

$K_{mz} \cdot \sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.257 + 0.000 = 0.26 < 1$ (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, 12**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.665, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	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	29.944	0.313	0.284
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	44.208	0.289	0.392
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	40.716	0.277	0.352
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	40.718	0.277	0.352
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	19.962	0.208	0.190
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	19.962	0.208	0.190
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	30.065	0.242	0.261
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	44.208	0.289	0.392
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	44.208	0.289	0.392
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	40.716	0.277	0.352
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	40.716	0.277	0.352
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	40.718	0.277	0.352
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	40.718	0.277	0.352
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	36.935	0.265	0.312
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	34.489	0.256	0.293
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	34.492	0.256	0.293
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	36.935	0.265	0.312
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	34.489	0.256	0.293
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	34.492	0.256	0.293
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	47.037	0.298	0.424
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	47.037	0.298	0.424
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	44.591	0.290	0.395
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	44.591	0.290	0.395
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	44.594	0.290	0.395
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	44.594	0.290	0.395
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	11.577	0.103	0.103
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	11.224	0.103	0.102
	Valori massimi				0.000	47.037	0.313 0.424

1.12.4. Verifica della sezione Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11, 12**Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11, 12, combinazione di carico No 21****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=42.333 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=14.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 14.00 / 1.50 = 8.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=42.333 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 42.333 / 12600 = 3.36$ N/mm² < 8.40 N/mm² = ft0d (Eq.6.1)

La verifica è soddisfatta

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

Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11, 12, combinazione di carico No 21**Flessione, Myd=0.381 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=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

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

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.381/4.200E+005= 0.91 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.063+0.000= 0.06 < 1 (EC5 Eq.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.044+0.000= 0.04 < 1 (EC5 Eq.6.12)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11, 12, combinazione di carico No 21**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=42.333kN, Myd=0.381kNm, 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=14.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x14.00/1.50=8.40N/mm²fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x42.333/12600= 3.36 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.381/4.200E+005= 0.91 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.400+0.063+0.000= 0.46 < 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.400+0.044+0.000= 0.44 < 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

Catena, elementi: 7, 8, 9, 10, 11, 12, combinazione di carico No 21**Flessione e trazione assiale combinate, Ft0d=42.333kN, Myd=0.381kNm, 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=14.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x14.00/1.50=8.40N/mm²fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.90x24.00/1.50=14.40N/mm²

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

σt0d=Ft0d/Anetto=1000x42.333/12600= 3.36 N/mm²omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.381/4.200E+005= 0.91 N/mm²omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/1.323E+005= 0.00 N/mm²

σt0d/ft0d+omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.400+0.063+0.000= 0.46 < 1 (EC5 Eq.6.17)

σt0d/ft0d+Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.400+0.044+0.000= 0.44 < 1 (EC5 Eq.6.18)

La verifica è soddisfatta

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

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_o	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.665, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	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	11.803	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	17.114	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	14.803	0.000	0.002
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	14.803	0.000	0.002
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	5.685	0.001	0.003
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	5.630	0.001	0.003
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	11.721	0.000	0.000
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	15.804	0.000	0.002
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	15.771	0.000	0.002
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	13.492	0.001	0.004
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	13.459	0.001	0.004
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	14.803	0.000	0.002
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	14.803	0.000	0.002
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	12.157	0.001	0.003
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	10.539	0.001	0.005
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	10.539	0.000	0.002
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	12.102	0.001	0.003
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	10.484	0.001	0.004
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	10.484	0.000	0.002
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	16.882	0.000	0.002
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	16.849	0.000	0.002
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	15.264	0.001	0.003
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	15.231	0.001	0.003
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	16.575	0.000	0.001
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	16.575	0.000	0.001
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	4.371	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	4.399	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	17.114	0.001 0.005

1.12.6. Verifica della sezione Elementi: 13**Elementi: 13 , combinazione di carico No 2****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=15.402 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=14.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 14.00 / 1.50 = 8.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=15.402 kN, $\sigma_{t0d} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 15.402 / 9450 = 1.63$ N/mm² < 8.40 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 = 0.665, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	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	3.213	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	4.385	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	4.390	0.000	0.000
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	4.391	0.000	0.000
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	2.142	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	2.142	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	3.077	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	4.385	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	4.385	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	4.390	0.000	0.000
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	4.390	0.000	0.000
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	4.391	0.000	0.000
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	4.391	0.000	0.000
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	3.712	0.000	0.000
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	3.715	0.000	0.000
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	3.717	0.000	0.000
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	3.712	0.000	0.000
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	3.715	0.000	0.000
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	3.717	0.000	0.000
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	4.647	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	4.647	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	4.649	0.000	0.000
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	4.649	0.000	0.000
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	4.651	0.000	0.000
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	4.651	0.000	0.000
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	1.193	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	1.176	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	4.651	0.000 0.000

1.12.8. Verifica della sezione Elementi: 14, 15**Elementi: 14, 15 , combinazione di carico No 25****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=4.186 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=14.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.90 \times 14.00 / 1.50 = 8.40$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=4.186 kN, $\sigma_{td} = Ft0d / A_{netto} = 1000 \times 4.186 / 9450 = 0.44$ N/mm² < 8.40 N/mm² = ft0d (Eq.6.1)

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 = 0.665, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	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	0.316	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	0.046	0.000	0.001
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	0.102	0.000	0.001
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	0.102	0.000	0.001
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.210	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.210	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	0.000	0.142	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	0.046	0.000	0.001
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.046	0.000	0.001
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.102	0.000	0.001
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.102	0.000	0.001
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.102	0.000	0.001
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.102	0.000	0.001
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	0.095	0.000	0.000
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	0.135	0.000	0.001
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	0.135	0.000	0.001
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	0.000	0.095	0.000	0.000
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	0.000	0.135	0.000	0.001
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	0.000	0.135	0.000	0.001
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.026	0.000	0.001
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.026	0.000	0.001
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.066	0.000	0.001
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.066	0.000	0.001
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	0.000	0.066	0.000	0.001
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	0.000	0.066	0.000	0.001
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.000	0.083	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.000	0.084	0.000	0.000
	Valori massimi				0.000	0.316	0.000 0.001

1.12.10. Verifica della sezione Elementi: 16, 17**Elementi: 16, 17 , combinazione di carico No 1****Trazione parallela alla fibratura, Ft0d=0.189 kN** (EC5 §6.1.2)Sezione rettangolare, b=63 mm, h=150 mm, A= 9 450 mm²Coefficiente di correzione Kmod=0.60 (Tab.3.1), coefficiente del materiale $\gamma_M=1.50$ (Tab. 2.3)ft0k=14.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/ $\gamma_M=0.60 \times 14.00 / 1.50 = 5.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Ft0d=0.189 kN, $\sigma_{0d}=Ft0d/A_{netto}=1000 \times 0.189 / 9450 = 0.02$ N/mm² < 5.60 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_o	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.665, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	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	-8.528	0.000	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-12.640	0.000	0.000	0.001
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-12.653	0.000	0.000	0.001
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-12.655	0.000	0.000	0.001
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-5.685	0.000	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-5.685	0.000	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-8.583	0.000	0.000	0.001
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	-12.640	0.000	0.000	0.001
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	-12.640	0.000	0.000	0.001
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	-12.653	0.000	0.000	0.001
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	-12.653	0.000	0.000	0.001
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	-12.655	0.000	0.000	0.001
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	-12.655	0.000	0.000	0.001
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1$	Breve	0.90	-10.553	0.000	0.000	0.001
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2$	Breve	0.90	-10.563	0.000	0.000	0.001
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk3$	Breve	0.90	-10.564	0.000	0.000	0.001
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1$	Breve	0.90	-10.553	0.000	0.000	0.001
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2$	Breve	0.90	-10.563	0.000	0.000	0.001
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk3$	Breve	0.90	-10.564	0.000	0.000	0.001
20	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	-13.451	0.000	0.000	0.001
21	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	-13.451	0.000	0.000	0.001
22	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	-13.460	0.000	0.000	0.001
23	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	-13.460	0.000	0.000	0.001
24	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk4$	Breve	0.90	-13.462	0.000	0.000	0.001
25	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_o \cdot Qk5$	Breve	0.90	-13.462	0.000	0.000	0.001
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.258	0.000	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.201	0.000	0.000	0.000
	Valori massimi			-13.462	0.000	0.000	0.001

1.12.12. Verifica della sezione Elementi: 18, 19**Elementi: 18, 19 , combinazione di carico No 25****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-12.115 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=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-12.115 kN, oc0d=Fc0d/Anetto=1000x12.115/16875=0.72 N/mm² < 12.60 N/mm²=fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 18, 19 , combinazione di carico No 25**Stabilità, $F_{c0d} = -12.115 \text{ kN}$ (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 $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=7400\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60 \text{ N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 12.115 / 16875 = 0.72 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky} = 1.00 \times 4.014 = 4.014 \text{ m} = 4014 \text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz} = 1.00 \times 4.014 = 4.014 \text{ m} = 4014 \text{ mm}$ (più sfavorevole)Snellezza $i_y = \sqrt{(I_y/A)} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}$, $\lambda_y = 4014 / 65 = 61.75$ $i_z = \sqrt{(I_z/A)} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$, $\lambda_z = 4014 / 22 = 182.45$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 19.15 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,crity})} = 1.05$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 2.19 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{(f_{c0k} / \sigma_{c,critz})} = 3.09$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$ (legno massiccio) $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.12$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.654$ (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 5.57$, $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 0.098$ (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.09 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.58 < 1$ (EC5 Eq.6.24)

La verifica è soddisfatta

1.12.13. Stato limite ultimo (UNI EN1995-1-1:2009, §6)**Elementi: 20, 21**

Carico [kN/m]	Azione	γ_g	γ_q	ψ_0	
(Gk) Proprio Gk1 = 0.665, Gk2 = 0.070	Permanente		1.30	0.00	1.00
(Qk1) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk2) Neve QksL= 0.420, QksR= 0.840	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk3) Neve QksL= 0.840, QksR= 0.420	Breve		0.00	1.50	0.70
(Qk4) Vento QkwL=-0.148, QkwR=-0.211	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qk5) Vento QkwL=-0.211, QkwR=-0.148	Breve		0.00	1.50	0.60
(Qki) Sovraccario (H) Qi = 0.350	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	-6.603	0.000	0.000	0.000
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Breve	0.90	-9.733	0.000	0.000	0.000
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Breve	0.90	-9.778	0.000	0.000	0.000
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3$	Breve	0.90	-9.779	0.000	0.000	0.000
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4$	Breve	0.90	-3.618	0.000	0.000	0.000
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5$	Breve	0.90	-3.731	0.000	0.000	0.000
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Breve	0.90	-6.623	0.000	0.000	0.000
8	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-9.262	0.000	0.000	0.000
9	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-9.329	0.000	0.000	0.000
10	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-9.194	0.000	0.000	0.000
11	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-9.376	0.000	0.000	0.000
12	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk4$	Breve	0.90	-9.779	0.000	0.000	0.000
13	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk3 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk5$	Breve	0.90	-9.779	0.000	0.000	0.000
14	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-7.349	0.000	0.000	0.000
15	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-7.192	0.000	0.000	0.000
16	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk4 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-7.382	0.000	0.000	0.000
17	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Breve	0.90	-7.462	0.000	0.000	0.000
18	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Breve	0.90	-7.495	0.000	0.000	0.000
19	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk5 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk3$	Breve	0.90	-6.785	0.000	0.000	0.000
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	-9.884	0.000	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	-9.951	0.000	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	-9.802	0.000	0.000	0.000
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	-9.984	0.000	0.000	0.000
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	-9.917	0.000	0.000	0.000
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	-9.558	0.000	0.000	0.000
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-2.517	0.000	0.000	0.000
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-2.474	0.000	0.000	0.000
	Valori massimi			-9.984	0.000	0.000	0.000

1.12.14. Verifica della sezione Elementi: 20, 21**Elementi: 20, 21 , combinazione di carico No 23****Compressione parallela alla fibratura, Fc0d=-8.985 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=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/ $\gamma_M=0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60$ N/mm² (EC5 Eq.2.14)Fc0d=-8.985 kN, $\sigma_{0d} = Fc0d / A_{netto} = 1000 \times 8.985 / 16875 = 0.53$ N/mm² < 12.60 N/mm² = fc0d (Eq.6.2)

La verifica è soddisfatta

Elementi: 20, 21 , combinazione di carico No 23**Stabilità, $F_{c0d} = -8.985 \text{ kN}$ (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 $\gamma_M=1.50$, $E_{005}=7400\text{N/mm}^2$ $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.50 = 12.60 \text{ N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.50 = 14.40 \text{ N/mm}^2$ Sezione rettangolare $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 8.985 / 16875 = 0.53 \text{ N/mm}^2$ Lunghezza libera di inflessione S_k $S_{ky} = 1.00 \times 3.283 = 3.283 \text{ m} = 3283 \text{ mm}$ (più sfavorevole) $S_{kz} = 1.00 \times 3.283 = 3.283 \text{ m} = 3283 \text{ mm}$ (più sfavorevole)Snellezza $i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 225 = 65 \text{ mm}$, $\lambda_y = 3283 / 65 = 50.51$ $i_z = \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 75 = 22 \text{ mm}$, $\lambda_z = 3283 / 22 = 149.22$ Tensioni critiche $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 28.63 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.86$ (EC5 Eq.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 3.28 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 2.53$ (EC5 Eq.6.22) $\beta_c = 0.20$ (legno massiccio) $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.92$, $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.791$ (Eq.6.27 6.25) $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 3.92$, $K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 0.144$ (Eq.6.28 6.26) $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.05 < 1$ (EC5 Eq.6.23) $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.29 < 1$ (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)

$f_{hk}=0.082(1-0.01d) \rho_k = 27.55\text{N/mm}^2$, ($\rho_k=350\text{kg/m}^3$, $d=4.0$ mm) (EN1995-1-1 Eq.8.32)

Azione permanente

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

$t_2=19.7$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0$ mm

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

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.167 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.200 \text{ kN}$$

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

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.60 \times 1.200 / 1.50 = 1.920$ kN

Azione di lunga durata

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

$t_2=19.7$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0$ mm

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

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.167 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.200 \text{ kN}$$

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

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.80 \times 1.200 / 1.50 = 2.560$ kN

Azione di breve durata

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

$t_2=19.7$ mm, Spessore della piastra in acciaio $t=2.0$ mm

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

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 2.167 \text{ kN}$$

$$1.00 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d (\sqrt{[2+4M_{yk}/(f_{hk} \cdot d \cdot t_2^2)]} - 1) = 1.200 \text{ kN}$$

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

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 0.90 \times 1.200 / 1.50 = 2.880$ kN

Azione Accidentale

Resistenza di progetto del bullone $R_d = 4K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 4 \times 1.00 \times 1.200 / 1.00 = 4.800$ 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 e 13, al nodo 2

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=95mmx200mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

7 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

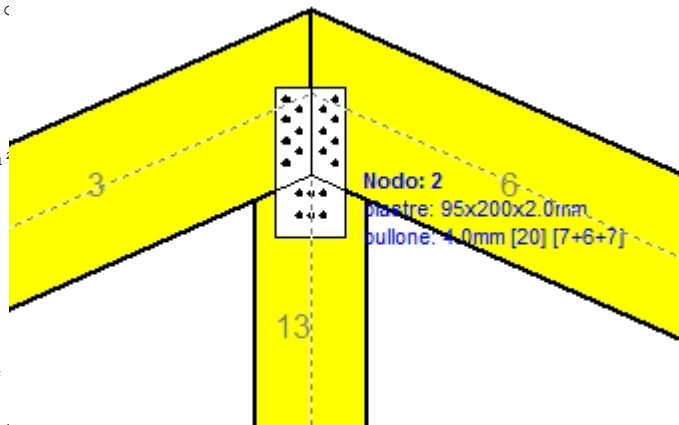
Ma= momento al centro dell'unione

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

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 collegamenton= 7, ($n_{ef}=1.00n$), $A=88\text{mm}^2$, $r=32\text{mm}$, $W_p=1931\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 2 ,dagli elementi 6, 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	vg.Gk	Permanente	0.60	-11.102	0.040	0.896 < 1.920	
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	-24.523	0.085	1.968 < 2.880	
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	-21.287	0.090	1.754 < 2.880	
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	-21.055	0.058	1.648 < 2.880	
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	-11.102	0.040	0.896 < 2.880	
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	-11.102	0.040	0.896 < 2.880	
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	-16.694	0.059	1.343 < 2.880	
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-24.523	0.085	1.968 < 2.880	
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-24.523	0.085	1.968 < 2.880	
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-21.287	0.090	1.754 < 2.880	
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-21.287	0.090	1.754 < 2.880	
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-21.055	0.058	1.648 < 2.880	
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-21.055	0.058	1.648 < 2.880	
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-20.497	0.072	1.646 < 2.880	
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-18.231	0.075	1.496 < 2.880	
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-18.069	0.053	1.422 < 2.880	
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-20.497	0.072	1.646 < 2.880	
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-18.231	0.075	1.496 < 2.880	
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-18.069	0.053	1.422 < 2.880	
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-26.089	0.090	2.093 < 2.880	
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-26.089	0.090	2.093 < 2.880	
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-23.823	0.094	1.943 < 2.880	
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-23.823	0.094	1.943 < 2.880	
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-23.661	0.071	1.869 < 2.880	
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-23.661	0.071	1.869 < 2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-10.321	0.036	0.828 < 4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-10.396	0.037	0.837 < 4.800	

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-11.102	0.040	10 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-24.523	0.085	22 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-21.287	0.090	19 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-21.055	0.058	19 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-11.102	0.040	10 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-11.102	0.040	10 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-16.694	0.059	15 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-24.523	0.085	22 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-24.523	0.085	22 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-21.287	0.090	19 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-21.287	0.090	19 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-21.055	0.058	19 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-21.055	0.058	19 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-20.497	0.072	18 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-18.231	0.075	16 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-18.069	0.053	16 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-20.497	0.072	18 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-18.231	0.075	16 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-18.069	0.053	16 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-26.089	0.090	23 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-26.089	0.090	23 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-23.823	0.094	21 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-23.823	0.094	21 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-23.661	0.071	21 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-23.661	0.071	21 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-10.321	0.036	9 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-10.396	0.037	9 <	240

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

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=95mmx200mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

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

Res. snervamento piastre in acciaio fy=240N/mm²

Superficie netta piastra Anet=(0.75) · b · t

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo Fn=Fa/n+Ma/Wp

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

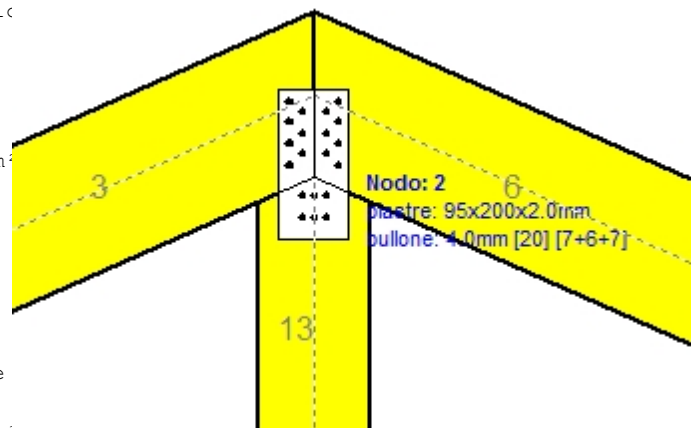
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 6, (nef=1.30n), A=75mm², r=24mm, Wp =1772mm³

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



Sforzi nel nodo 2 ,dall'elemento 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)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	7.082	0.000	1.180 < 1.920	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	15.402	0.000	2.567 < 2.880	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.322	0.002	2.228 < 2.880	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	13.322	-0.002	2.228 < 2.880	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	5.117	0.003	0.866 < 2.880	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	5.067	0.003	0.856 < 2.880	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.549	0.000	1.758 < 2.880	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.223	0.002	2.379 < 2.880	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	14.193	0.002	2.373 < 2.880	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.143	0.003	2.040 < 2.880	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.113	0.003	2.034 < 2.880	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.322	-0.002	2.228 < 2.880	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.322	-0.002	2.228 < 2.880	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.941	0.003	1.837 < 2.880	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	9.485	0.004	1.600 < 2.880	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	9.485	0.002	1.589 < 2.880	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.891	0.003	1.827 < 2.880	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	9.435	0.004	1.590 < 2.880	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	9.435	0.001	1.579 < 2.880	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.194	0.002	2.540 < 2.880	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.164	0.002	2.534 < 2.880	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.738	0.003	2.303 < 2.880	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.708	0.003	2.297 < 2.880	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.917	-0.001	2.492 < 2.880	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	14.917	-0.001	2.492 < 2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.557	0.000	1.093 < 4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.599	0.000	1.100 < 4.800	

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	7.082	0.000	25 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	15.402	0.000	54 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.322	0.002	47 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	13.322	-0.002	47 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	5.117	0.003	18 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	5.067	0.003	18 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.549	0.000	37 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.223	0.002	50 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	14.193	0.002	50 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.143	0.003	43 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.113	0.003	43 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.322	-0.002	47 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.322	-0.002	47 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.941	0.003	39 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	9.485	0.004	34 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	9.485	0.002	34 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.891	0.003	39 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	9.435	0.004	34 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	9.435	0.001	33 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.194	0.002	54 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.164	0.002	53 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.738	0.003	49 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.708	0.003	48 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.917	-0.001	53 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	14.917	-0.001	53 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.557	0.000	23 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.599	0.000	23 < 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=135mmx130mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

14 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

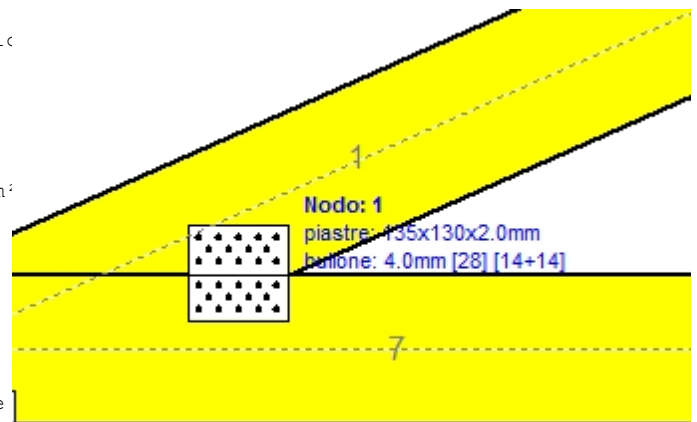
$A=n \cdot x \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=14$, ($n_{ef}=1.37n$), $A=176\text{mm}^2$, $r=49\text{mm}$, $W_p=7073\text{mm}^3$

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



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

Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-20.169	-0.260	0.946 <	1.920
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-44.726	-0.575	2.096 <	2.880
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-35.885	-0.467	1.687 <	2.880
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-41.291	-0.525	1.931 <	2.880
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-20.169	-0.260	0.946 <	2.880
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-20.169	-0.260	0.946 <	2.880
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-30.401	-0.391	1.425 <	2.880
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-44.726	-0.575	2.096 <	2.880
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-44.726	-0.575	2.096 <	2.880
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-35.885	-0.467	1.687 <	2.880
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-35.885	-0.467	1.687 <	2.880
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-41.291	-0.525	1.931 <	2.880
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-41.291	-0.525	1.931 <	2.880
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-37.359	-0.480	1.751 <	2.880
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-31.170	-0.405	1.465 <	2.880
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-34.954	-0.445	1.635 <	2.880
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-37.359	-0.480	1.751 <	2.880
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-31.170	-0.405	1.465 <	2.880
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-34.954	-0.445	1.635 <	2.880
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-47.591	-0.611	2.231 <	2.880
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-47.591	-0.611	2.231 <	2.880
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-41.402	-0.536	1.944 <	2.880
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-41.402	-0.536	1.944 <	2.880
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-45.186	-0.576	2.115 <	2.880
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-45.186	-0.576	2.115 <	2.880
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-18.474	-0.237	0.865 <	4.800
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-18.909	-0.244	0.887 <	4.800

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	-20.169	-0.260	34 <	131
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-44.726	-0.575	76 <	196
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-35.885	-0.467	61 <	196
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-41.291	-0.525	70 <	196
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-20.169	-0.260	34 <	196
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-20.169	-0.260	34 <	196
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-30.401	-0.391	52 <	196
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-44.726	-0.575	76 <	196
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-44.726	-0.575	76 <	196
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-35.885	-0.467	61 <	196
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-35.885	-0.467	61 <	196
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-41.291	-0.525	70 <	196
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-41.291	-0.525	70 <	196
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-37.359	-0.480	64 <	196
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-31.170	-0.405	53 <	196
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-34.954	-0.445	59 <	196
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-37.359	-0.480	64 <	196
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-31.170	-0.405	53 <	196
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-34.954	-0.445	59 <	196
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-47.591	-0.611	81 <	196
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-47.591	-0.611	81 <	196
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-41.402	-0.536	71 <	196
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-41.402	-0.536	71 <	196
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-45.186	-0.576	77 <	196
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-45.186	-0.576	77 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-18.474	-0.237	31 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-18.909	-0.244	32 <	240

1.13.4. Stato limite ultimo

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

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 9 e 10, con gli elementi 13, 18, 19, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=355mmx105mm, 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

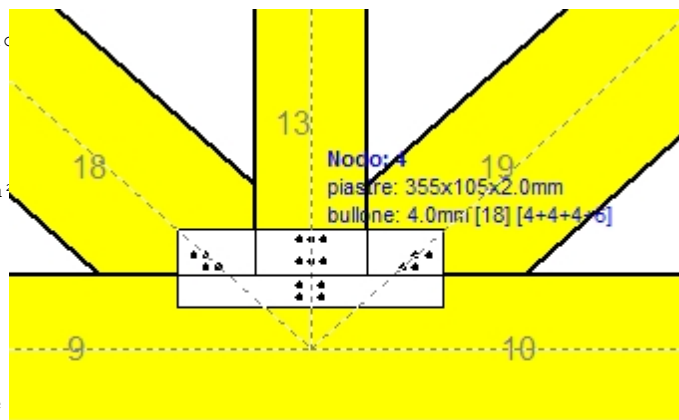
$A=n \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=4$, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$

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



Sforzi nel nodo 4 ,dagli elementi 13, 18, 19, al centro della unioni F(forza) M(momento)

Verifica resistenza della unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	vg.Gk	Permanente	0.60	0.283	0.000	0.071 <	1.920	
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	0.288	0.000	0.072 <	2.880	
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	2.376	-0.057	1.399 <	2.880	
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	2.378	0.057	1.445 <	2.880	
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	-1.682	0.000	0.210 <	2.880	
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	-1.732	0.000	0.216 <	2.880	
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	0.285	0.000	0.072 <	2.880	
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.891	0.000	0.111 <	2.880	
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.921	0.000	0.115 <	2.880	
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-2.522	-0.057	0.752 <	2.880	
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-2.533	-0.057	0.753 <	2.880	
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	2.378	0.057	1.445 <	2.880	
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	2.378	0.057	1.445 <	2.880	
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-1.679	0.000	0.210 <	2.880	
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-2.355	-0.040	0.596 <	2.880	
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-2.356	0.040	0.477 <	2.880	
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-1.728	0.000	0.216 <	2.880	
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-2.391	-0.040	0.600 <	2.880	
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-2.391	0.040	0.478 <	2.880	
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.890	0.000	0.111 <	2.880	
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.920	0.000	0.115 <	2.880	
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-1.876	-0.040	0.541 <	2.880	
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-1.890	-0.040	0.543 <	2.880	
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	1.678	0.040	1.019 <	2.880	
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	1.678	0.040	1.019 <	2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.279	0.004	0.132 <	4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.220	0.000	0.055 <	4.800	

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.283	0.000	0 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.288	0.000	0 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	2.376	-0.057	3 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	2.378	0.057	3 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-1.682	0.000	1 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-1.732	0.000	1 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.285	0.000	0 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.891	0.000	0 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.921	0.000	0 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-2.522	-0.057	1 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-2.533	-0.057	1 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	2.378	0.057	3 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	2.378	0.057	3 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-1.679	0.000	1 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-2.355	-0.040	1 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-2.356	0.040	1 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-1.728	0.000	1 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-2.391	-0.040	1 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-2.391	0.040	1 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-0.890	0.000	0 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-0.920	0.000	0 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-1.876	-0.040	1 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-1.890	-0.040	1 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	1.678	0.040	2 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	1.678	0.040	2 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.279	0.004	0 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.220	0.000	0 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 13, con gli elementi 9, 10, 18 e 19, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni BxH=355mmx105mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

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

Res. snervamento piastre in acciaio fy=240N/mm²

Superficie netta piastra Anet=(0.75) · b · t

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo Fn=Fa/n+Ma/Wp

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

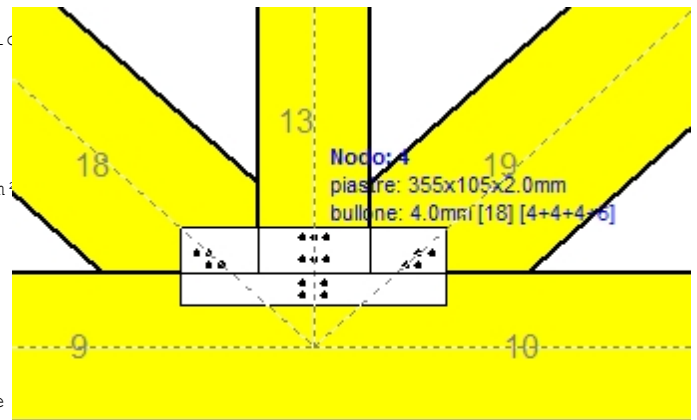
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 6, (nef=1.30n), A=75mm², r=24mm, Wp =1772mm³

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



Sforzi nel nodo 4 ,dall'elemento 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)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	7.082	0.000	1.180 < 1.920	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	15.402	0.000	2.567 < 2.880	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.322	0.000	2.220 < 2.880	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	13.322	0.000	2.220 < 2.880	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	5.117	0.000	0.853 < 2.880	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	5.067	0.000	0.845 < 2.880	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.549	0.000	1.758 < 2.880	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.223	0.000	2.371 < 2.880	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	14.193	0.000	2.366 < 2.880	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.143	0.000	2.024 < 2.880	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.113	0.000	2.019 < 2.880	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.322	0.000	2.220 < 2.880	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.322	0.000	2.220 < 2.880	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.941	0.000	1.824 < 2.880	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	9.485	0.000	1.581 < 2.880	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	9.485	0.000	1.581 < 2.880	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.891	0.000	1.815 < 2.880	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	9.435	0.000	1.573 < 2.880	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	9.435	0.000	1.573 < 2.880	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.194	0.000	2.532 < 2.880	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.164	0.000	2.527 < 2.880	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.738	0.000	2.290 < 2.880	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.708	0.000	2.285 < 2.880	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.917	0.000	2.486 < 2.880	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	14.917	0.000	2.486 < 2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.557	0.000	1.093 < 4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.599	0.000	1.100 < 4.800	

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	7.082	0.000	7 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	15.402	0.000	14 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	13.322	0.000	13 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	13.322	0.000	13 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	5.117	0.000	5 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	5.067	0.000	5 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	10.549	0.000	10 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.223	0.000	13 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	14.193	0.000	13 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	12.143	0.000	11 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	12.113	0.000	11 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.322	0.000	13 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.322	0.000	13 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.941	0.000	10 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	9.485	0.000	9 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	9.485	0.000	9 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	10.891	0.000	10 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	9.435	0.000	9 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	9.435	0.000	9 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	15.194	0.000	14 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	15.164	0.000	14 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	13.738	0.000	13 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	13.708	0.000	13 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	14.917	0.000	14 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	14.917	0.000	14 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	6.557	0.000	6 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	6.599	0.000	6 < 240	

Verifica dell'unione dell'elemento 18, con gli elementi 9, 10, 13 e 19, al nodo 4

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=355mmx105mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

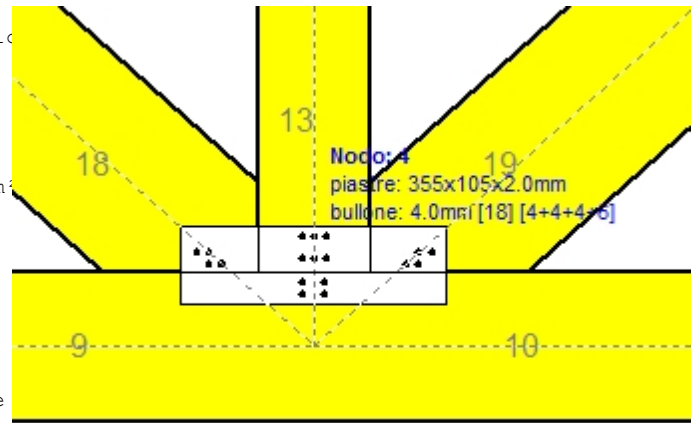
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=13\text{mm}$, $W_p=569\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 4 ,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	vg.Gk	Permanente	0.60	-5.117	0.000	0.640 < 1.920	
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	-11.376	0.000	1.423 < 2.880	
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	-8.233	0.000	1.030 < 2.880	
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	-11.389	0.000	1.425 < 2.880	
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	-5.117	0.000	0.640 < 2.880	
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	-5.117	0.000	0.640 < 2.880	
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	-7.725	0.000	0.966 < 2.880	
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.376	0.000	1.423 < 2.880	
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.376	0.000	1.423 < 2.880	
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.233	0.000	1.030 < 2.880	
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.233	0.000	1.030 < 2.880	
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.389	0.000	1.425 < 2.880	
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.389	0.000	1.425 < 2.880	
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.498	0.000	1.188 < 2.880	
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.298	0.000	0.913 < 2.880	
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.508	0.000	1.189 < 2.880	
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.498	0.000	1.188 < 2.880	
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.298	0.000	0.913 < 2.880	
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.508	0.000	1.189 < 2.880	
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.106	0.000	1.514 < 2.880	
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.106	0.000	1.514 < 2.880	
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.906	0.000	1.239 < 2.880	
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.906	0.000	1.239 < 2.880	
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.115	0.000	1.515 < 2.880	
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.115	0.000	1.515 < 2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.886	0.000	0.611 < 4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.801	0.000	0.601 < 4.800	

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	-5.117	0.000	8 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-11.376	0.000	18 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-8.233	0.000	13 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-11.389	0.000	18 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-5.117	0.000	8 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-5.117	0.000	8 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-7.725	0.000	12 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.376	0.000	18 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.376	0.000	18 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.233	0.000	13 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.233	0.000	13 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.389	0.000	18 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.389	0.000	18 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.498	0.000	15 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.298	0.000	12 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.508	0.000	15 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.498	0.000	15 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.298	0.000	12 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.508	0.000	15 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.106	0.000	19 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.106	0.000	19 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.906	0.000	16 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.906	0.000	16 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.115	0.000	19 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.115	0.000	19 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.886	0.000	8 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.801	0.000	8 <	240

1.13.5. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 5, 6 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 2 e 3, con gli elementi 14 e 18, al nodo 5

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=215mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

3 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

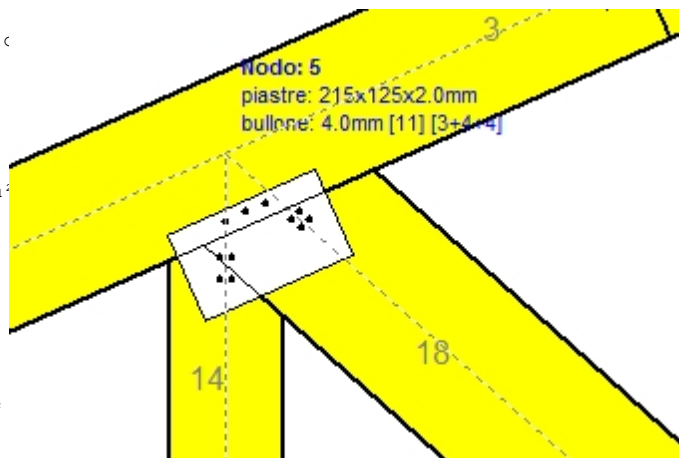
$A=n \cdot x \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=3$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=38\text{mm}^2$, $r=32\text{mm}$, $W_p=804\text{mm}^3$

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



Sforzi nel nodo 5 ,dagli elementi 14, 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	vg.Gk	Permanente	0.60	-4.098	0.047	0.976 <	1.920
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	-9.237	0.102	2.161 <	2.880
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	-6.656	0.074	1.566 <	2.880
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	-9.248	0.102	2.164 <	2.880
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	-4.098	0.047	0.976 <	2.880
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	-4.098	0.047	0.976 <	2.880
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	-6.238	0.070	1.470 <	2.880
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.237	0.102	2.161 <	2.880
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.237	0.102	2.161 <	2.880
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-6.656	0.074	1.566 <	2.880
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.656	0.074	1.566 <	2.880
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.248	0.102	2.164 <	2.880
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.248	0.102	2.164 <	2.880
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-7.695	0.085	1.806 <	2.880
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-5.888	0.066	1.389 <	2.880
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-7.702	0.085	1.808 <	2.880
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-7.695	0.085	1.806 <	2.880
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-5.888	0.066	1.389 <	2.880
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-7.702	0.085	1.808 <	2.880
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.837	0.108	2.300 <	2.880
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.837	0.108	2.300 <	2.880
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.030	0.089	1.883 <	2.880
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.030	0.089	1.883 <	2.880
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.845	0.108	2.302 <	2.880
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.845	0.108	2.302 <	2.880
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.932	0.044	0.931 <	4.800
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.861	0.044	0.914 <	4.800

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	-4.098	0.047	4 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-9.237	0.102	9 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-6.656	0.074	6 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-9.248	0.102	9 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-4.098	0.047	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-4.098	0.047	4 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-6.238	0.070	6 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-9.237	0.102	9 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-9.237	0.102	9 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-6.656	0.074	6 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-6.656	0.074	6 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-9.248	0.102	9 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-9.248	0.102	9 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-7.695	0.085	7 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-5.888	0.066	6 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-7.702	0.085	7 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-7.695	0.085	7 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-5.888	0.066	6 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-7.702	0.085	7 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-9.837	0.108	9 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-9.837	0.108	9 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-8.030	0.089	8 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-8.030	0.089	8 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-9.845	0.108	9 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-9.845	0.108	9 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.932	0.044	4 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.861	0.044	4 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 18, con gli elementi 2, 3 e 14, al nodo 5

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=215mmx125mm, 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 fy=240N/mm²

Superficie netta piastra Anet=(0.75) · b · t

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo Fn=Fa/n+Ma/Wp

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

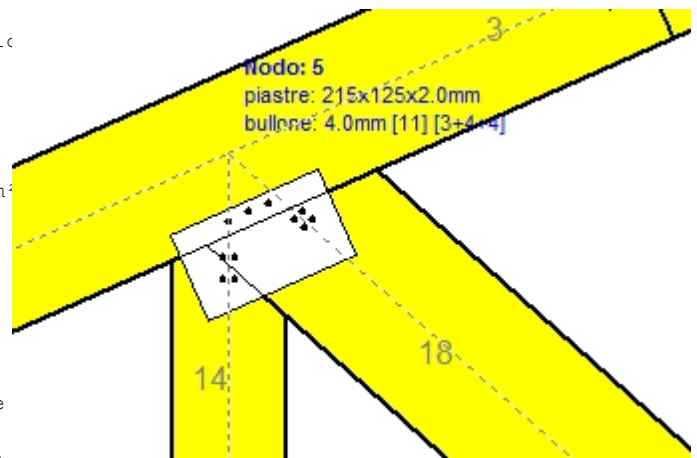
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, (nef=1.00n), A=50mm², r=13mm, Wp =569mm³

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



Sforzi nel nodo 5 ,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	-5.117	0.000	0.642 <	1.920
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-11.376	0.001	1.427 <	2.880
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-8.233	0.000	1.033 <	2.880
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-11.389	0.001	1.429 <	2.880
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-5.117	0.000	0.642 <	2.880
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-5.117	0.000	0.642 <	2.880
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-7.725	0.000	0.969 <	2.880
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.376	0.001	1.427 <	2.880
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.376	0.001	1.427 <	2.880
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.233	0.000	1.033 <	2.880
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.233	0.000	1.033 <	2.880
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.389	0.001	1.429 <	2.880
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.389	0.001	1.429 <	2.880
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.498	0.001	1.192 <	2.880
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.298	0.000	0.916 <	2.880
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.508	0.001	1.193 <	2.880
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.498	0.001	1.192 <	2.880
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.298	0.000	0.916 <	2.880
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.508	0.001	1.193 <	2.880
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.106	0.001	1.519 <	2.880
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.106	0.001	1.519 <	2.880
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.906	0.001	1.243 <	2.880
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.906	0.001	1.243 <	2.880
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.115	0.001	1.520 <	2.880
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.115	0.001	1.520 <	2.880
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.886	0.000	0.613 <	4.800
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.801	0.000	0.602 <	4.800

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	-5.117	0.000	4 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-11.376	0.001	9 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-8.233	0.000	6 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-11.389	0.001	9 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-5.117	0.000	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-5.117	0.000	4 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-7.725	0.000	6 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.376	0.001	9 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.376	0.001	9 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.233	0.000	6 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.233	0.000	6 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-11.389	0.001	9 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-11.389	0.001	9 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.498	0.001	7 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.298	0.000	6 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.508	0.001	7 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-9.498	0.001	7 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-7.298	0.000	6 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-9.508	0.001	7 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.106	0.001	9 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.106	0.001	9 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-9.906	0.001	8 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-9.906	0.001	8 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-12.115	0.001	9 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-12.115	0.001	9 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-4.886	0.000	4 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-4.801	0.000	4 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 14, con gli elementi 2, 3 e 18, al nodo 5

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=215mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

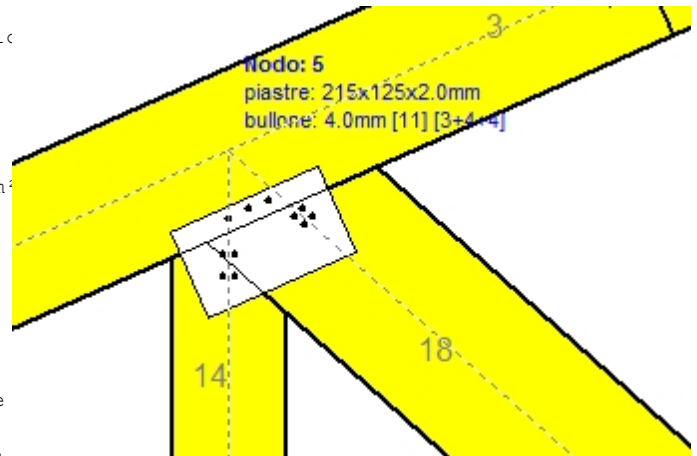
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 5 ,dall'elemento 14, al centro della unione F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F_n (kN)	R_d (kN)
1	vg.Gk	Permanente	0.60	1.928	0.000	0.483 <	1.920
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	3.947	0.000	0.989 <	2.880
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	2.932	0.000	0.735 <	2.880
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	3.952	0.000	0.991 <	2.880
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	1.928	0.000	0.483 <	2.880
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	1.928	0.000	0.483 <	2.880
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	2.769	0.000	0.694 <	2.880
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.947	0.000	0.989 <	2.880
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.947	0.000	0.989 <	2.880
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	2.932	0.000	0.735 <	2.880
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	2.932	0.000	0.735 <	2.880
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.952	0.000	0.991 <	2.880
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.952	0.000	0.991 <	2.880
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	3.341	0.000	0.837 <	2.880
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	2.631	0.000	0.659 <	2.880
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.345	0.000	0.838 <	2.880
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	3.341	0.000	0.837 <	2.880
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	2.631	0.000	0.659 <	2.880
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.345	0.000	0.838 <	2.880
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	4.182	0.000	1.048 <	2.880
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	4.182	0.000	1.048 <	2.880
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.472	0.000	0.870 <	2.880
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.472	0.000	0.870 <	2.880
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	4.186	0.000	1.049 <	2.880
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	4.186	0.000	1.049 <	2.880
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	1.789	0.000	0.448 <	4.800
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	1.763	0.000	0.442 <	4.800

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	1.928	0.000	5 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	3.947	0.000	11 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	2.932	0.000	8 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	3.952	0.000	11 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	1.928	0.000	5 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	1.928	0.000	5 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	2.769	0.000	7 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.947	0.000	11 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.947	0.000	11 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	2.932	0.000	8 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	2.932	0.000	8 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.952	0.000	11 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.952	0.000	11 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	3.341	0.000	9 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	2.631	0.000	7 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.345	0.000	9 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	3.341	0.000	9 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	2.631	0.000	7 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.345	0.000	9 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	4.182	0.000	11 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	4.182	0.000	11 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.472	0.000	9 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.472	0.000	9 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	4.186	0.000	11 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	4.186	0.000	11 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	1.789	0.000	5 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	1.763	0.000	5 <	240

1.13.6. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 9, 10 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione tra gli elementi 1 e 2, con gli elementi 16 e 20, al nodo 9

Caratteristiche della ferramenta:

Due (2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=285mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

3 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

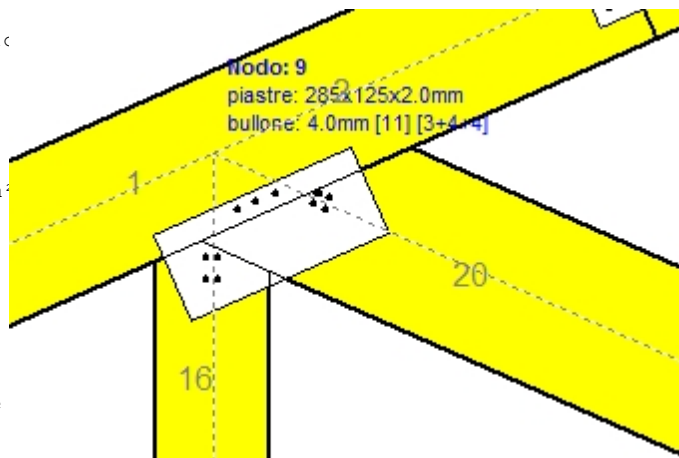
$A=n \cdot x \cdot a$: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=3$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=38\text{mm}^2$, $r=32\text{mm}$, $W_p=804\text{mm}^3$

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



Sforzi nel nodo 9 ,dagli elementi 16, 20, 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	-3.889	0.043	0.918 <	1.920
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	-8.743	0.093	2.021 <	2.880
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	-6.282	0.068	1.460 <	2.880
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	-8.776	0.094	2.031 <	2.880
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	-3.184	0.036	0.757 <	2.880
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	-2.647	0.030	0.632 <	2.880
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	-5.910	0.064	1.378 <	2.880
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.320	0.089	1.924 <	2.880
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-7.997	0.085	1.850 <	2.880
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.859	0.063	1.363 <	2.880
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.536	0.060	1.288 <	2.880
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.776	0.094	2.031 <	2.880
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.776	0.094	2.031 <	2.880
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.580	0.071	1.529 <	2.880
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.858	0.053	1.136 <	2.880
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.603	0.071	1.535 <	2.880
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.043	0.065	1.404 <	2.880
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.321	0.047	1.011 <	2.880
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.066	0.066	1.411 <	2.880
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.886	0.095	2.053 <	2.880
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.564	0.091	1.978 <	2.880
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.164	0.077	1.660 <	2.880
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.841	0.073	1.585 <	2.880
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.909	0.095	2.060 <	2.880
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.587	0.092	1.985 <	2.880
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.727	0.041	0.874 <	4.800
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.661	0.040	0.859 <	4.800

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	-3.889	0.043	3 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-8.743	0.093	6 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-6.282	0.068	4 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-8.776	0.094	6 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-3.184	0.036	2 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.647	0.030	2 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-5.910	0.064	4 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-8.320	0.089	6 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-7.997	0.085	5 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-5.859	0.063	4 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-5.536	0.060	4 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-8.776	0.094	6 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-8.776	0.094	6 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-6.580	0.071	4 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-4.858	0.053	3 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-6.603	0.071	4 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	-6.043	0.065	4 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	-4.321	0.047	3 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	-6.066	0.066	4 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-8.886	0.095	6 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-8.564	0.091	6 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-7.164	0.077	5 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-6.841	0.073	5 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	-8.909	0.095	6 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	-8.587	0.092	6 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.727	0.041	3 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.661	0.040	2 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 20, con gli elementi 1, 2 e 16, al nodo 9

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=285mmx125mm, 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 fy=240N/mm²

Superficie netta piastra Anet=(0.75) · b · t

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo Fn=Fa/n+Ma/Wp

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

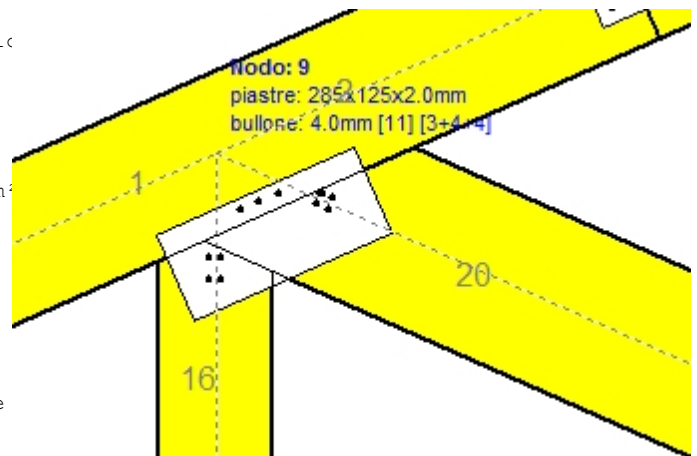
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, (nef=1.00n), A=50mm², r=13mm, Wp =569mm³

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



Sforzi nel nodo 9 ,dall'elemento 20, 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	-3.962	0.000	0.496 < 1.920	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-8.759	0.000	1.098 < 2.880	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-6.319	0.000	0.791 < 2.880	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-8.801	0.000	1.103 < 2.880	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-3.256	0.000	0.408 < 2.880	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.718	0.000	0.341 < 2.880	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-5.961	0.000	0.747 < 2.880	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.336	0.000	1.043 < 2.880	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.013	0.000	1.003 < 2.880	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.895	0.000	0.737 < 2.880	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.573	0.000	0.697 < 2.880	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.801	0.000	1.103 < 2.880	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.801	0.000	1.103 < 2.880	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.614	0.000	0.827 < 2.880	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.906	0.000	0.614 < 2.880	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.644	0.000	0.831 < 2.880	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.077	0.000	0.760 < 2.880	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.368	0.000	0.547 < 2.880	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.106	0.000	0.764 < 2.880	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.896	0.000	1.114 < 2.880	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.573	0.000	1.073 < 2.880	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.187	0.000	0.899 < 2.880	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.865	0.000	0.859 < 2.880	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.925	0.000	1.118 < 2.880	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.602	0.000	1.077 < 2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.776	0.000	0.473 < 4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.711	0.000	0.465 < 4.800	

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	-3.962	0.000	2 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-8.759	0.000	5 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-6.319	0.000	4 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-8.801	0.000	5 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-3.256	0.000	2 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.718	0.000	2 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-5.961	0.000	3 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.336	0.000	5 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.013	0.000	5 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.895	0.000	3 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.573	0.000	3 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.801	0.000	5 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.801	0.000	5 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.614	0.000	4 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.906	0.000	3 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.644	0.000	4 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.077	0.000	4 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.368	0.000	3 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.106	0.000	4 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.896	0.000	5 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.573	0.000	5 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.187	0.000	4 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.865	0.000	4 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.925	0.000	5 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.602	0.000	5 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.776	0.000	2 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.711	0.000	2 < 240	

Verifica dell'unione dell'elemento 16, con gli elementi 1, 2 e 20, al nodo 9

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=285mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

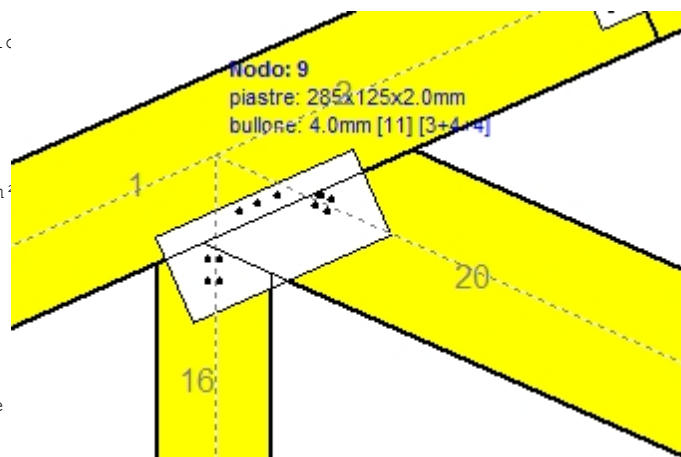
Sforzo max bullone d'angolo $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 9 ,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	0.189	0.000	0.050 <	1.920
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	0.041	-0.001	0.018 <	2.880
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	0.092	0.000	0.028 <	2.880
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	0.064	-0.001	0.024 <	2.880
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	0.189	0.000	0.050 <	2.880
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	0.189	0.000	0.050 <	2.880
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	0.128	0.000	0.037 <	2.880
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.041	-0.001	0.018 <	2.880
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.041	-0.001	0.018 <	2.880
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.092	0.000	0.028 <	2.880
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.092	0.000	0.028 <	2.880
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.064	-0.001	0.024 <	2.880
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.064	-0.001	0.024 <	2.880
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.086	0.000	0.028 <	2.880
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.121	0.000	0.035 <	2.880
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.102	0.000	0.032 <	2.880
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.086	0.000	0.028 <	2.880
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.121	0.000	0.035 <	2.880
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.102	0.000	0.032 <	2.880
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.024	-0.001	0.014 <	2.880
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.024	-0.001	0.014 <	2.880
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.059	0.000	0.021 <	2.880
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.059	0.000	0.021 <	2.880
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.040	-0.001	0.018 <	2.880
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.040	-0.001	0.018 <	2.880
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.124	0.000	0.034 <	4.800
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.127	0.000	0.035 <	4.800

Verifica la resistenza della piastra di unione

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	0.189	0.000	1 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.041	-0.001	0 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.092	0.000	0 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.064	-0.001	0 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.189	0.000	1 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.189	0.000	1 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.128	0.000	0 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	0.041	-0.001	0 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	0.041	-0.001	0 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	0.092	0.000	0 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	0.092	0.000	0 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	0.064	-0.001	0 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	0.064	-0.001	0 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	0.086	0.000	0 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	0.121	0.000	0 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	0.102	0.000	0 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	0.086	0.000	0 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	0.121	0.000	0 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	0.102	0.000	0 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	0.024	-0.001	0 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	0.024	-0.001	0 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	0.059	0.000	0 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	0.059	0.000	0 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	0.040	-0.001	0 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	0.040	-0.001	0 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.124	0.000	0 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.127	0.000	0 <	240

1.13.7. Stato limite ultimo**Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 11, 12** (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 16, con gli elementi 7 e 8, al nodo 11

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=45mmx125mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

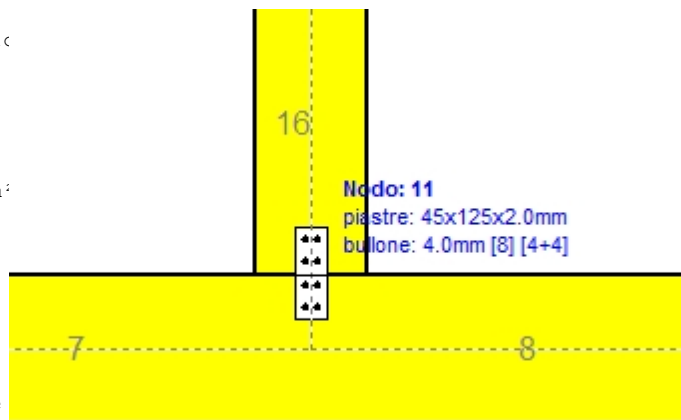
Sforzo max bullone d'angolo $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 11 ,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	vg.Gk	Permanente	0.60	0.189	0.000	0.048 <	1.920	
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	0.041	0.000	0.012 <	2.880	
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	0.092	0.000	0.024 <	2.880	
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	0.064	0.000	0.017 <	2.880	
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	0.189	0.000	0.048 <	2.880	
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	0.189	0.000	0.048 <	2.880	
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	0.128	0.000	0.033 <	2.880	
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.041	0.000	0.012 <	2.880	
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.041	0.000	0.012 <	2.880	
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.092	0.000	0.024 <	2.880	
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.092	0.000	0.024 <	2.880	
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.064	0.000	0.017 <	2.880	
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.064	0.000	0.017 <	2.880	
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.086	0.000	0.023 <	2.880	
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.121	0.000	0.031 <	2.880	
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.102	0.000	0.026 <	2.880	
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.086	0.000	0.023 <	2.880	
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.121	0.000	0.031 <	2.880	
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.102	0.000	0.026 <	2.880	
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.024	0.000	0.008 <	2.880	
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.024	0.000	0.008 <	2.880	
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.059	0.000	0.016 <	2.880	
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.059	0.000	0.016 <	2.880	
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.040	0.000	0.011 <	2.880	
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.040	0.000	0.011 <	2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.124	0.000	0.031 <	4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.127	0.000	0.032 <	4.800	

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	0.189	0.000	1 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	0.041	0.000	0 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	0.092	0.000	1 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	0.064	0.000	1 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	0.189	0.000	1 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	0.189	0.000	1 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	0.128	0.000	1 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.041	0.000	0 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.041	0.000	0 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.092	0.000	1 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.092	0.000	1 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.064	0.000	1 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.064	0.000	1 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.086	0.000	1 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.121	0.000	1 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.102	0.000	1 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	0.086	0.000	1 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	0.121	0.000	1 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	0.102	0.000	1 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.024	0.000	0 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.024	0.000	0 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.059	0.000	1 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.059	0.000	1 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	0.040	0.000	0 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	0.040	0.000	0 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	0.124	0.000	1 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	0.127	0.000	1 <	240

1.13.8. Stato limite ultimo**Progettazione di unioni con bulloni nei nodi : 7, 8 (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 14 e 20, al nodo 7

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=310mmx105mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

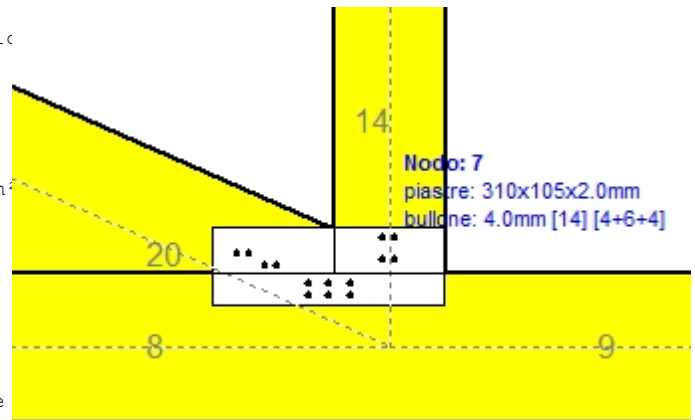
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 6, ($n_{ef}=1.30n$), $A=75\text{mm}^2$, $r=33\text{mm}$, $W_p=1866\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 7 ,dagli elementi 14, 20, al centro della unioni F(forza) M(momento)****Verifica resistenza della unione**

L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	vg.Gk	Permanente	0.60	3.634	0.087	1.184 <	1.920	
2	vg.Gk+vg.Qk1	Breve	0.90	8.014	0.192	2.609 <	2.880	
3	vg.Gk+vg.Qk2	Breve	0.90	5.786	0.138	1.884 <	2.880	
4	vg.Gk+vg.Qk3	Breve	0.90	8.052	0.193	2.621 <	2.880	
5	vg.Gk+vg.Qk4	Breve	0.90	3.036	0.071	0.985 <	2.880	
6	vg.Gk+vg.Qk5	Breve	0.90	2.617	0.059	0.836 <	2.880	
7	vg.Gk+vg.Qki	Breve	0.90	5.458	0.130	1.778 <	2.880	
8	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	7.638	0.182	2.488 <	2.880	
9	vg.Gk+vg.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.355	0.175	2.396 <	2.880	
10	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	5.414	0.129	1.764 <	2.880	
11	vg.Gk+vg.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	5.136	0.122	1.672 <	2.880	
12	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.052	0.193	2.621 <	2.880	
13	vg.Gk+vg.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	8.052	0.193	2.621 <	2.880	
14	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	6.080	0.145	1.981 <	2.880	
15	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	4.528	0.107	1.474 <	2.880	
16	vg.Gk+vg.Qk4+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	6.105	0.145	1.989 <	2.880	
17	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk1	Breve	0.90	5.621	0.133	1.829 <	2.880	
18	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk2	Breve	0.90	4.083	0.096	1.323 <	2.880	
19	vg.Gk+vg.Qk5+vg.ψo.Qk3	Breve	0.90	5.646	0.134	1.837 <	2.880	
20	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.149	0.195	2.654 <	2.880	
21	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk1+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.866	0.188	2.562 <	2.880	
22	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	6.591	0.157	2.147 <	2.880	
23	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk2+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	6.310	0.150	2.055 <	2.880	
24	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk4	Breve	0.90	8.175	0.195	2.663 <	2.880	
25	vg.Gk+vg.Qki+vg.ψo.Qk3+vg.ψo.Qk5	Breve	0.90	7.892	0.188	2.571 <	2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	3.460	0.083	1.127 <	4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	3.401	0.081	1.108 <	4.800	

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	3.634	0.087	5 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	8.014	0.192	11 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	5.786	0.138	8 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	8.052	0.193	11 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	3.036	0.071	4 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	2.617	0.059	4 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	5.458	0.130	8 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	7.638	0.182	11 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	7.355	0.175	10 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	5.414	0.129	8 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	5.136	0.122	7 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	8.052	0.193	11 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	8.052	0.193	11 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	6.080	0.145	9 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	4.528	0.107	6 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	6.105	0.145	9 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk1	Breve	0.90	5.621	0.133	8 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk2	Breve	0.90	4.083	0.096	6 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_0 .Qk3	Breve	0.90	5.646	0.134	8 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	8.149	0.195	11 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk1+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	7.866	0.188	11 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	6.591	0.157	9 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk2+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	6.310	0.150	9 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk4	Breve	0.90	8.175	0.195	11 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_0 .Qk3+yq. ψ_0 .Qk5	Breve	0.90	7.892	0.188	11 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	3.460	0.083	5 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	3.401	0.081	5 <	240

Verifica dell'unione dell'elemento 20, con gli elementi 8, 9 e 14, al nodo 7

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=310mmx105mm, 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 fy=240N/mm²

Superficie netta piastra Anet=(0.75) · b · t

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

Sforzo max bullone d'angolo Fn=Fa/n+Ma/Wp

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

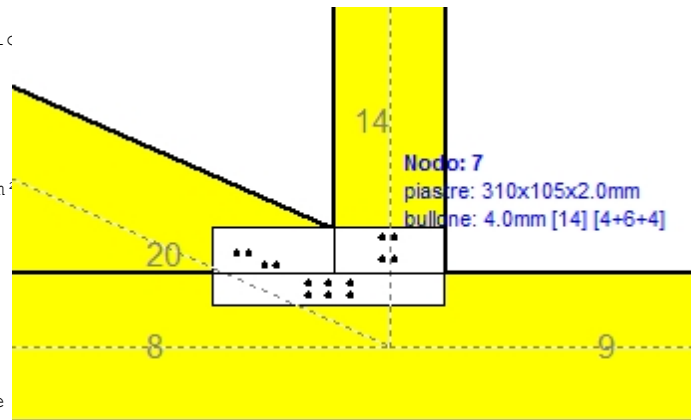
A=nxa: area totale bullone

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

Wp: modulo di resistenza del collegamento

n= 4, (nef=1.00n), A=50mm², r=13mm, Wp =569mm³

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



Sforzi nel nodo 7 ,dall'elemento 20, 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	-3.962	0.000	0.497 < 1.920	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-8.759	0.000	1.098 < 2.880	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-6.319	0.000	0.793 < 2.880	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-8.801	0.000	1.103 < 2.880	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-3.256	0.000	0.408 < 2.880	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.718	0.000	0.341 < 2.880	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-5.961	0.000	0.747 < 2.880	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.336	0.000	1.045 < 2.880	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.013	0.000	1.005 < 2.880	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.895	0.000	0.739 < 2.880	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.573	0.000	0.699 < 2.880	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.801	0.000	1.103 < 2.880	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.801	0.000	1.103 < 2.880	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.614	0.000	0.829 < 2.880	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.906	0.000	0.615 < 2.880	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.644	0.000	0.833 < 2.880	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.077	0.000	0.762 < 2.880	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.368	0.000	0.548 < 2.880	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.106	0.000	0.765 < 2.880	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.896	0.000	1.115 < 2.880	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.573	0.000	1.075 < 2.880	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.187	0.000	0.901 < 2.880	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.865	0.000	0.861 < 2.880	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.925	0.000	1.119 < 2.880	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.602	0.000	1.078 < 2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.776	0.000	0.473 < 4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.711	0.000	0.465 < 4.800	

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	-3.962	0.000	6 < 131	
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-8.759	0.000	14 < 196	
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-6.319	0.000	10 < 196	
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-8.801	0.000	14 < 196	
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-3.256	0.000	5 < 196	
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-2.718	0.000	4 < 196	
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-5.961	0.000	9 < 196	
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.336	0.000	13 < 196	
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.013	0.000	13 < 196	
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-5.895	0.000	9 < 196	
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-5.573	0.000	9 < 196	
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.801	0.000	14 < 196	
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.801	0.000	14 < 196	
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.614	0.000	11 < 196	
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.906	0.000	8 < 196	
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.644	0.000	11 < 196	
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-6.077	0.000	10 < 196	
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-4.368	0.000	7 < 196	
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-6.106	0.000	10 < 196	
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.896	0.000	14 < 196	
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.573	0.000	14 < 196	
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-7.187	0.000	11 < 196	
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-6.865	0.000	11 < 196	
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-8.925	0.000	14 < 196	
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-8.602	0.000	14 < 196	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-3.776	0.000	6 < 240	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-3.711	0.000	6 < 240	

Verifica dell'unione dell'elemento 14, con gli elementi 8, 9 e 20, al nodo 7

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=310mmx105mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

4 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

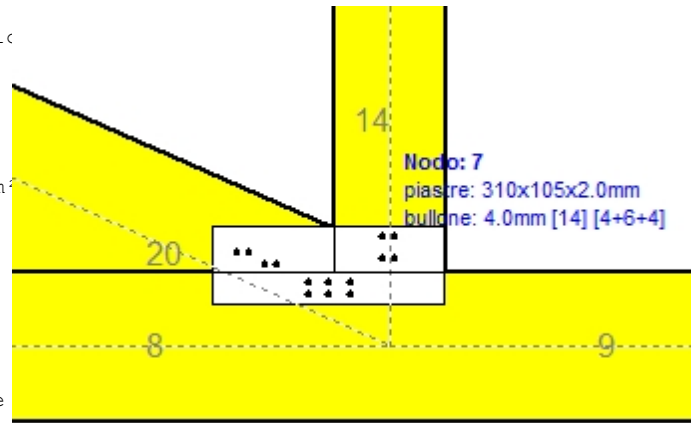
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton= 4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=18\text{mm}$, $W_p=811\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 **Sforzi nel nodo 7 ,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)	F _n (kN)	R _d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60	1.928	0.000	0.482 <	1.920
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	3.947	0.000	0.987 <	2.880
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	2.932	0.000	0.734 <	2.880
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	3.952	0.000	0.989 <	2.880
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	1.928	0.000	0.482 <	2.880
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	1.928	0.000	0.482 <	2.880
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	2.769	0.000	0.693 <	2.880
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.947	0.000	0.987 <	2.880
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.947	0.000	0.987 <	2.880
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	2.932	0.000	0.734 <	2.880
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	2.932	0.000	0.734 <	2.880
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.952	0.000	0.989 <	2.880
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.952	0.000	0.989 <	2.880
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	3.341	0.000	0.836 <	2.880
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	2.631	0.000	0.658 <	2.880
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.345	0.000	0.837 <	2.880
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	3.341	0.000	0.836 <	2.880
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	2.631	0.000	0.658 <	2.880
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.345	0.000	0.837 <	2.880
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	4.182	0.000	1.046 <	2.880
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	4.182	0.000	1.046 <	2.880
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.472	0.000	0.869 <	2.880
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.472	0.000	0.869 <	2.880
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	4.186	0.000	1.047 <	2.880
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	4.186	0.000	1.047 <	2.880
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	1.789	0.000	0.448 <	4.800
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	1.763	0.000	0.441 <	4.800

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	1.928	0.000	2 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	3.947	0.000	4 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	2.932	0.000	3 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	3.952	0.000	4 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	1.928	0.000	2 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	1.928	0.000	2 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	2.769	0.000	3 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.947	0.000	4 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.947	0.000	4 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	2.932	0.000	3 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	2.932	0.000	3 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.952	0.000	4 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.952	0.000	4 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	3.341	0.000	4 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	2.631	0.000	3 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.345	0.000	4 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	3.341	0.000	4 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	2.631	0.000	3 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	3.345	0.000	4 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	4.182	0.000	4 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	4.182	0.000	4 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	3.472	0.000	4 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	3.472	0.000	4 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	4.186	0.000	5 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	4.186	0.000	5 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	1.789	0.000	2 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	1.763	0.000	2 <	240

1.13.9. Stato limite ultimo

Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 9, 10 (UNI EN1995-1-1:2009, §8.5)

Unione con due (2) piastre metalliche.

Verifica dell'unione dell'elemento 9

Caratteristiche della ferramenta:

Due(2) piastre metalliche 2.0 mm delle dimensioni

BxH=180mmx95mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

15 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= forza al centro dell'unione

Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

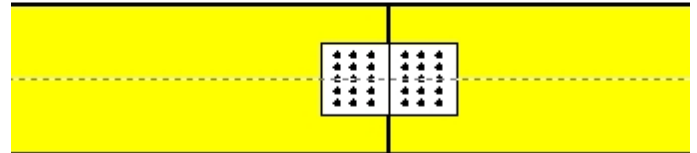
r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

W_p : modulo di resistenza del collegamento

$n=15$, ($n_{ef}=1.30n$), $A=188\text{mm}^2$, $r=49\text{mm}$, $W_p=7579\text{mm}^3$

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

Elem: 9
piastre: 180x95x2.0mm
bullone: 4.0mm [30] [15+15]

**Forze alla giunzione dell'elemento 9 , al centro della unione 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	14.345	0.077	0.021	0.981	<1.920	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	31.780	0.074	0.044	2.169	<2.880	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	26.241	0.076	0.036	1.791	<2.880	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	28.601	0.074	0.040	1.953	<2.880	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	14.345	0.077	0.021	0.981	<2.880	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	14.345	0.077	0.021	0.981	<2.880	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	21.609	0.076	0.030	1.476	<2.880	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	31.780	0.074	0.044	2.169	<2.880	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	31.780	0.074	0.044	2.169	<2.880	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	26.241	0.076	0.036	1.791	<2.880	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	26.241	0.076	0.036	1.791	<2.880	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	28.601	0.074	0.040	1.953	<2.880	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	28.601	0.074	0.040	1.953	<2.880	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	26.549	0.075	0.037	1.813	<2.880	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	22.672	0.076	0.031	1.548	<2.880	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	24.324	0.075	0.034	1.662	<2.880	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	26.549	0.075	0.037	1.813	<2.880	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	22.672	0.076	0.031	1.548	<2.880	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	24.324	0.075	0.034	1.662	<2.880	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	33.814	0.074	0.047	2.308	<2.880	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	33.814	0.074	0.047	2.308	<2.880	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	29.937	0.075	0.041	2.043	<2.880	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	29.937	0.075	0.041	2.043	<2.880	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	31.589	0.074	0.044	2.157	<2.880	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	31.589	0.074	0.044	2.157	<2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	13.914	0.059	0.019	0.950	<4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	13.444	0.059	0.019	0.919	<4.800	

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	14.345	0.022	54 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	31.780	0.046	118 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	26.241	0.038	98 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	28.601	0.042	107 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	14.345	0.022	54 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	14.345	0.022	54 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	21.609	0.032	81 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	31.780	0.046	118 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	31.780	0.046	118 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	26.241	0.038	98 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	26.241	0.038	98 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	28.601	0.042	107 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	28.601	0.042	107 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	26.549	0.039	99 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	22.672	0.033	84 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	24.324	0.036	91 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	26.549	0.039	99 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	22.672	0.033	84 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	24.324	0.036	91 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	33.814	0.048	126 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	33.814	0.048	126 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	29.937	0.043	111 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	29.937	0.043	111 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	31.589	0.046	118 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	31.589	0.046	118 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	13.914	0.020	52 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	13.445	0.020	50 <	240

1.13.10. Stato limite ultimo**Progettazione di unioni con bulloni degli elementi : 8, 11 (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=125mmx145mm, 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

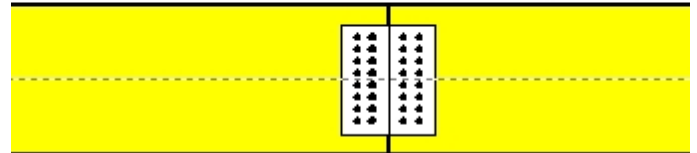
Ma= momento al centro dell'unione

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

n: numero di bulloni, a: sezione del bullone

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

r :distanza bullone d'angolo dal centro unione

 W_p : modulo di resistenza del collegamenton=16, ($n_{ef}=1.00n$), $A=201\text{mm}^2$, $r=66\text{mm}$, $W_p=7239\text{mm}^3$ σ e σ_d tens. normale e di esercizio piastra N/mm^2 Elem: 8
piastre: 125x145x2.0mm
bullone: 4.0mm [32] [16+16]**Forze alla giunzione dell'elemento 8 , al centro della unione 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	17.966	0.031	0.146	1.211	<1.920	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90	39.787	-0.042	0.345	2.696	<2.880	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90	32.018	-0.016	0.275	2.168	<2.880	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90	36.646	-0.031	0.314	2.481	<2.880	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90	17.966	0.031	0.146	1.211	<2.880	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90	17.966	0.031	0.146	1.211	<2.880	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90	27.058	0.001	0.229	1.829	<2.880	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	39.787	-0.042	0.345	2.696	<2.880	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	39.787	-0.042	0.345	2.696	<2.880	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	32.018	-0.016	0.275	2.168	<2.880	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	32.018	-0.016	0.275	2.168	<2.880	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	36.646	-0.031	0.314	2.481	<2.880	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	36.646	-0.031	0.314	2.481	<2.880	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	33.241	-0.020	0.285	2.250	<2.880	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	27.802	-0.002	0.237	1.880	<2.880	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	31.042	-0.012	0.264	2.099	<2.880	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90	33.241	-0.020	0.285	2.250	<2.880	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90	27.802	-0.002	0.237	1.880	<2.880	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90	31.042	-0.012	0.264	2.099	<2.880	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	42.333	-0.050	0.368	2.870	<2.880	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	42.333	-0.050	0.368	2.870	<2.880	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	36.894	-0.032	0.319	2.500	<2.880	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	36.894	-0.032	0.319	2.500	<2.880	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90	40.134	-0.042	0.347	2.719	<2.880	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90	40.134	-0.042	0.347	2.719	<2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	17.365	0.013	0.141	1.170	<4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	16.837	0.014	0.140	1.136	<4.800	

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	17.966	0.147	51 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	39.787	0.345	113 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	32.018	0.276	91 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	36.646	0.315	104 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	17.966	0.147	51 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	17.966	0.147	51 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	27.058	0.229	77 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	39.787	0.345	113 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	39.787	0.345	113 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	32.018	0.276	91 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	32.018	0.276	91 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	36.646	0.315	104 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	36.646	0.315	104 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	33.241	0.285	95 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	27.802	0.237	79 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	31.042	0.264	88 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	33.241	0.285	95 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	27.802	0.237	79 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	31.042	0.264	88 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	42.333	0.369	121 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	42.333	0.369	121 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	36.894	0.320	105 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	36.894	0.320	105 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	40.134	0.348	114 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	40.134	0.348	114 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	17.365	0.142	49 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	16.837	0.140	48 <	240

1.13.11. 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=125mmx65mm, e di spessore 2.0mm

Diametro dei bulloni d=4.0mm,

6 bulloni su ogni elemento collegato

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

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

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

Fa= 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

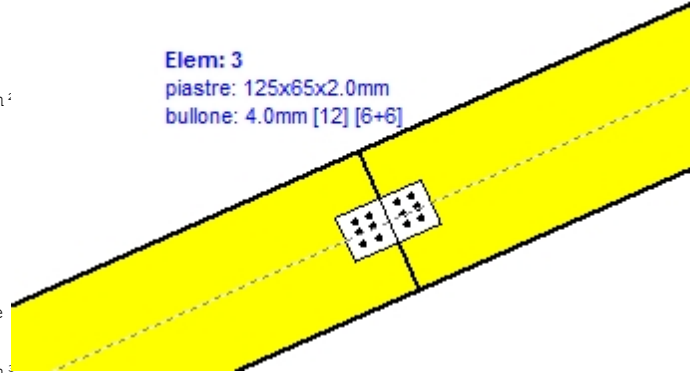
$n=6$, ($n_{ef}=1.00n$), $A=75\text{mm}^2$, $r=24\text{mm}$, $W_p=1772\text{mm}^3$

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

Elem: 3

piastre: 125x65x2.0mm

bullone: 4.0mm [12] [6+6]

**Forze alla giunzione dell'elemento 3 , al centro della unione 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	0.60-11.996	1.082	-0.043	1.045	<1.920	
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90-26.601	2.524	-0.104	2.330	<2.880	
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90-22.785	1.794	-0.055	1.937	<2.880	
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90-23.114	2.533	-0.122	2.082	<2.880	
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90-11.996	1.082	-0.043	1.045	<2.880	
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90-11.996	1.082	-0.043	1.045	<2.880	
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90-18.081	1.683	-0.068	1.581	<2.880	
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-26.601	2.524	-0.104	2.330	<2.880	
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-26.601	2.524	-0.104	2.330	<2.880	
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-22.785	1.794	-0.055	1.937	<2.880	
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-22.785	1.794	-0.055	1.937	<2.880	
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-23.114	2.533	-0.122	2.082	<2.880	
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-23.114	2.533	-0.122	2.082	<2.880	
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90-22.219	2.092	-0.085	1.945	<2.880	
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90-19.548	1.581	-0.051	1.670	<2.880	
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90-19.779	2.098	-0.099	1.771	<2.880	
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90-22.219	2.092	-0.085	1.945	<2.880	
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90-19.548	1.581	-0.051	1.670	<2.880	
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90-19.779	2.098	-0.099	1.771	<2.880	
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-28.305	2.692	-0.111	2.480	<2.880	
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-28.305	2.692	-0.111	2.480	<2.880	
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-25.634	2.182	-0.076	2.205	<2.880	
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-25.634	2.182	-0.076	2.205	<2.880	
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-25.864	2.699	-0.124	2.306	<2.880	
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-25.864	2.699	-0.124	2.306	<2.880	
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00-11.048	1.052	-0.044	0.969	<4.800	
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00-11.246	1.031	-0.041	0.982	<4.800	

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	-12.045	-0.019	34 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-26.720	-0.048	76 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-22.856	-0.015	61 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-23.252	-0.067	70 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-12.045	-0.019	34 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-12.045	-0.019	34 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-18.159	-0.031	51 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-26.720	-0.048	76 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-26.720	-0.048	76 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-22.856	-0.015	61 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-22.856	-0.015	61 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-23.252	-0.067	70 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-23.252	-0.067	70 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-22.318	-0.039	63 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-19.612	-0.016	53 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-19.889	-0.052	59 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk1	Breve	0.90	-22.318	-0.039	63 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk2	Breve	0.90	-19.612	-0.016	53 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq.ψo.Qk3	Breve	0.90	-19.889	-0.052	59 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-28.432	-0.051	81 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk1+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-28.432	-0.051	81 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-25.726	-0.028	70 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk2+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-25.726	-0.028	70 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk4	Breve	0.90	-26.004	-0.064	77 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq.ψo.Qk3+yq.ψo.Qk5	Breve	0.90	-26.004	-0.064	77 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-11.097	-0.020	32 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-11.294	-0.019	32 <	240

1.13.12. 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=125mmx115mm, 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 $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

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

$n=12$, ($n_{ef}=1.00n$), $A=151\text{mm}^2$, $r=48\text{mm}$, $W_p=4337\text{mm}^3$

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

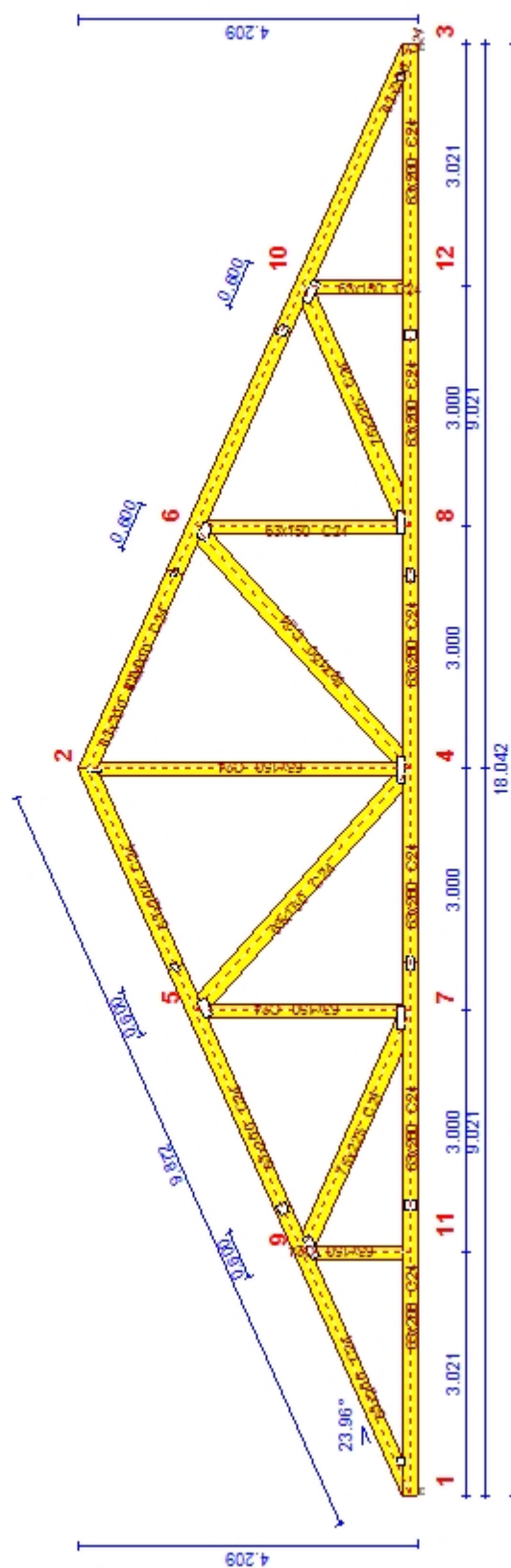
Forze alla giunzione dell'elemento 2 , al centro della unioni F(forza) M(momento)**Verifica resistenza della unione**

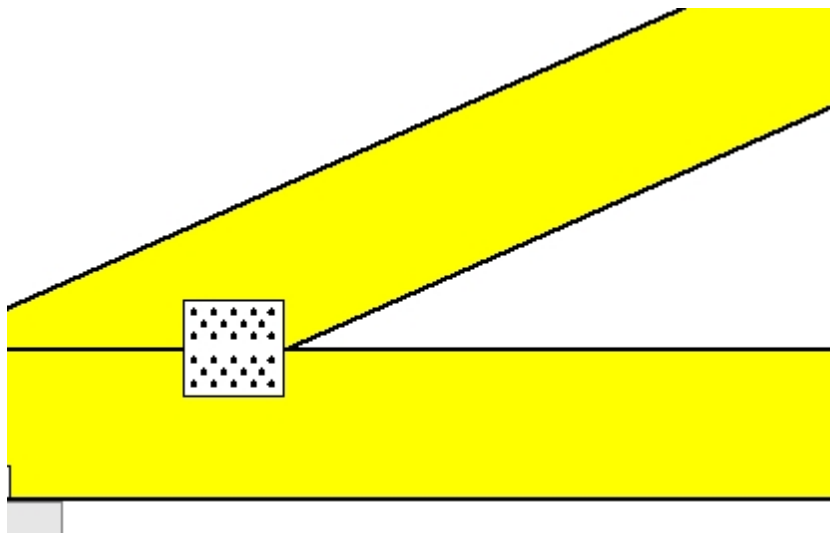
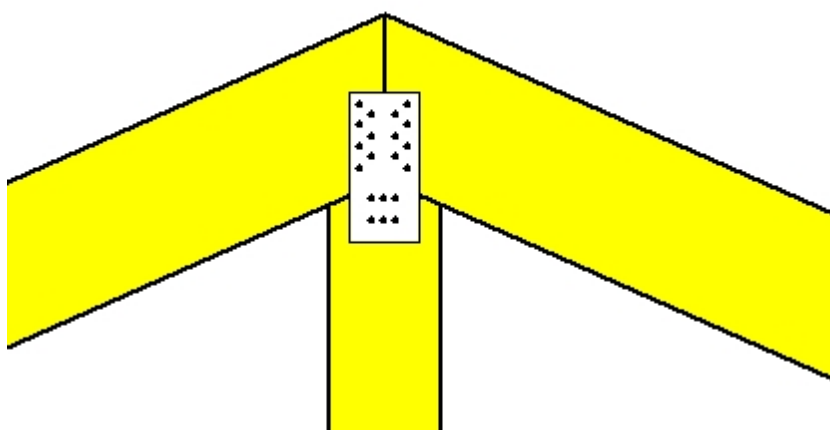
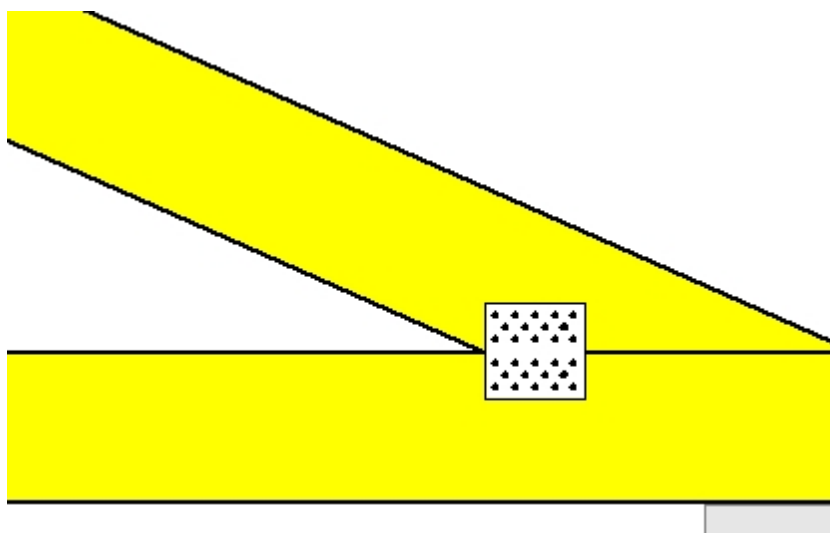
L.C.	Combinazione di carichi	Classe di	durata	kmod	F_n (kN)	F_v (kN)	M_a (kNm)	F_n	R_d (kN)
1	yg.Gk	Permanente	0.60-16.046	0.778	-0.078	0.699	<1.920		
2	yg.Gk+yg.Qk1	Breve	0.90-35.592	1.820	-0.200	1.566	<2.880		
3	yg.Gk+yg.Qk2	Breve	0.90-29.298	1.297	-0.111	1.262	<2.880		
4	yg.Gk+yg.Qk3	Breve	0.90-32.113	1.821	-0.228	1.439	<2.880		
5	yg.Gk+yg.Qk4	Breve	0.90-11.280	0.746	-0.069	0.497	<2.880		
6	yg.Gk+yg.Qk5	Breve	0.90-11.204	0.596	-0.043	0.481	<2.880		
7	yg.Gk+yg.Qki	Breve	0.90-24.190	1.212	-0.129	1.061	<2.880		
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-32.732	1.800	-0.194	1.444	<2.880		
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-32.686	1.710	-0.179	1.435	<2.880		
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-26.438	1.278	-0.106	1.140	<2.880		
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-26.392	1.188	-0.090	1.131	<2.880		
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-29.253	1.802	-0.222	1.318	<2.880		
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-29.207	1.712	-0.206	1.308	<2.880		
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90-24.962	1.475	-0.154	1.103	<2.880		
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90-20.557	1.109	-0.092	0.890	<2.880		
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90-22.527	1.476	-0.173	1.015	<2.880		
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk1	Breve	0.90-24.886	1.325	-0.128	1.087	<2.880		
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk2	Breve	0.90-20.480	0.959	-0.066	0.875	<2.880		
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψo.Qk3	Breve	0.90-22.451	1.326	-0.147	0.998	<2.880		
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-35.013	1.922	-0.209	1.546	<2.880		
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-34.967	1.832	-0.193	1.536	<2.880		
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-30.607	1.556	-0.147	1.332	<2.880		
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk2+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-30.561	1.466	-0.131	1.323	<2.880		
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk4	Breve	0.90-32.577	1.923	-0.228	1.457	<2.880		
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk3+yg.ψo.Qk5	Breve	0.90-32.531	1.833	-0.212	1.447	<2.880		
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00-14.742	0.756	-0.079	0.646	<4.800		
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00-15.045	0.742	-0.077	0.658	<4.800		

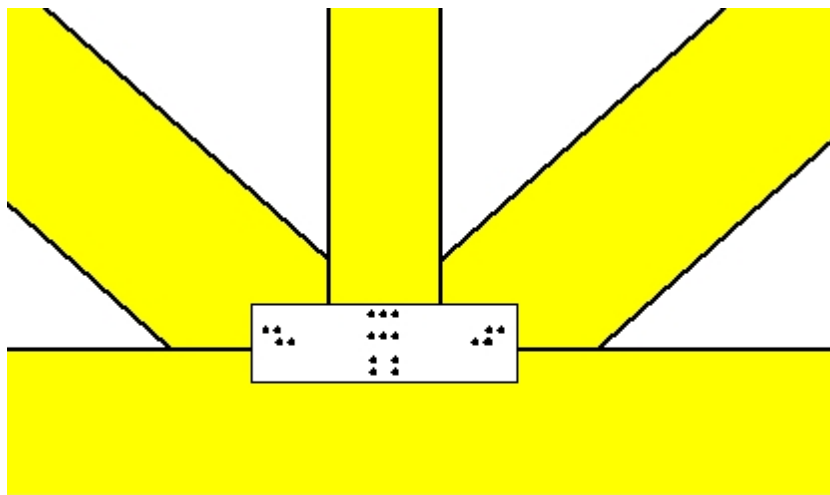
Verifica la resistenza della piastra di unione

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	-16.065	-0.061	26 <	131
2	yg.Gk+yq.Qk1	Breve	0.90	-35.638	-0.160	60 <	196
3	yg.Gk+yq.Qk2	Breve	0.90	-29.326	-0.083	47 <	196
4	yg.Gk+yq.Qk3	Breve	0.90	-32.164	-0.188	56 <	196
5	yg.Gk+yq.Qk4	Breve	0.90	-11.305	-0.052	19 <	196
6	yg.Gk+yq.Qk5	Breve	0.90	-11.220	-0.030	18 <	196
7	yg.Gk+yq.Qki	Breve	0.90	-24.220	-0.102	40 <	196
8	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-32.782	-0.155	55 <	196
9	yg.Gk+yq.Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-32.731	-0.141	55 <	196
10	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-26.469	-0.078	42 <	196
11	yg.Gk+yq.Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-26.419	-0.064	42 <	196
12	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-29.309	-0.182	52 <	196
13	yg.Gk+yq.Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-29.258	-0.169	51 <	196
14	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-25.006	-0.122	42 <	196
15	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-20.586	-0.068	33 <	196
16	yg.Gk+yq.Qk4+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-22.575	-0.141	40 <	196
17	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk1	Breve	0.90	-24.921	-0.099	41 <	196
18	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk2	Breve	0.90	-20.503	-0.045	32 <	196
19	yg.Gk+yq.Qk5+yq. ψ_o .Qk3	Breve	0.90	-22.490	-0.118	39 <	196
20	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-35.065	-0.166	59 <	196
21	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk1+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-35.015	-0.153	58 <	196
22	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-30.646	-0.112	50 <	196
23	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk2+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-30.596	-0.099	49 <	196
24	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk4	Breve	0.90	-32.634	-0.186	57 <	196
25	yg.Gk+yq.Qki+yq. ψ_o .Qk3+yq. ψ_o .Qk5	Breve	0.90	-32.583	-0.172	56 <	196
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.00	-14.761	-0.063	25 <	240
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.00	-15.063	-0.060	25 <	240

Scala 1:90



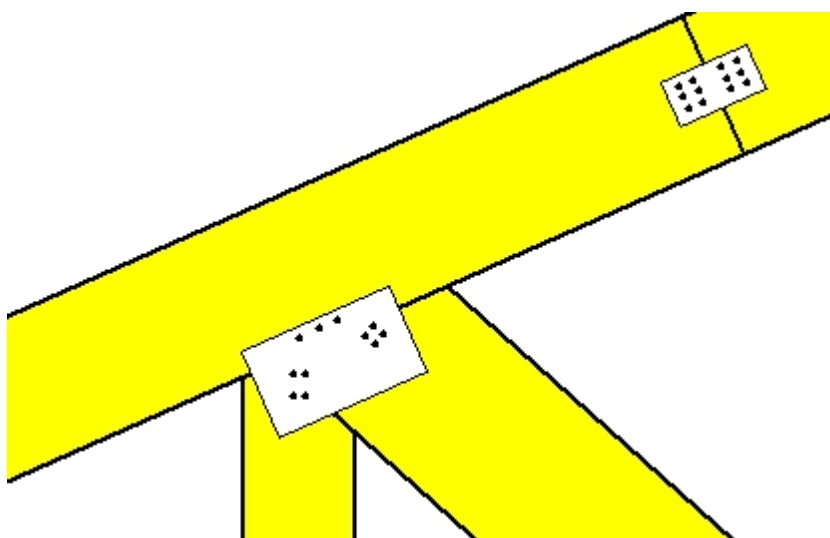
**Unione chiodata al nodo 1**(nodo a $x=0.404$ m, $y=0.100$ m)**piastre:** 135x130x2.0mm**bullone:** 4.0mm [28] [14+14]**Unione chiodata al nodo 2**(nodo a $x=9.000$ m, $y=3.891$ m)**piastre:** 95x200x2.0mm**bullone:** 4.0mm [20] [7+6+7]**Unione chiodata al nodo 3**(nodo a $x=17.596$ m, $y=0.100$ m)**piastre:** 135x130x2.0mm**bullone:** 4.0mm [28] [14+14]

**Unione chiodata al nodo 4**

(nodo a x=9.000 m, y=0.100 m)

piastre: 355x105x2.0mm

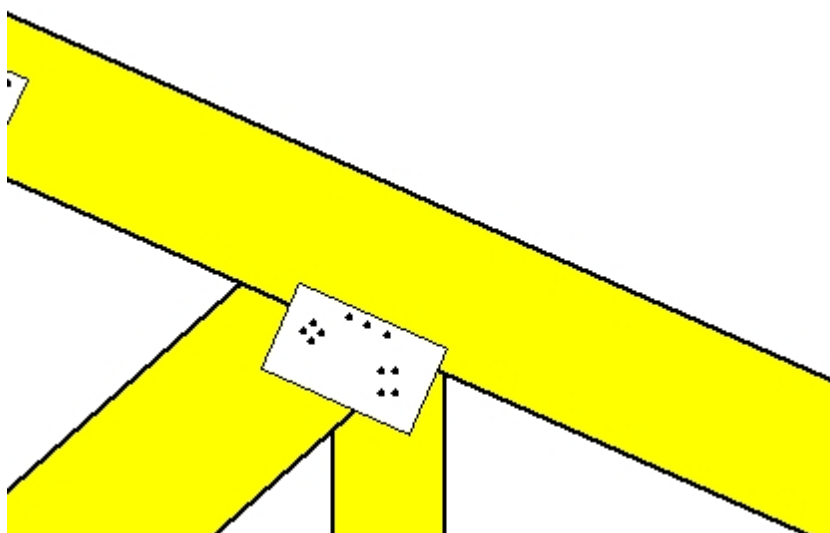
bullone: 4.0mm [18] [4+4+4+6]

**Unione chiodata al nodo 5**

(nodo a x=6.013 m, y=2.544 m)

piastre: 215x125x2.0mm

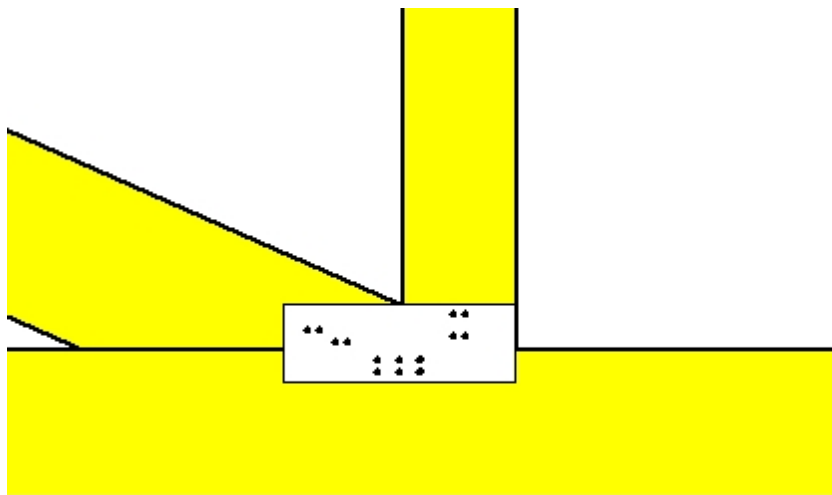
bullone: 4.0mm [11] [3+4+4]

**Unione chiodata al nodo 6**

(nodo a x=12.094 m, y=2.544 m)

piastre: 215x125x2.0mm

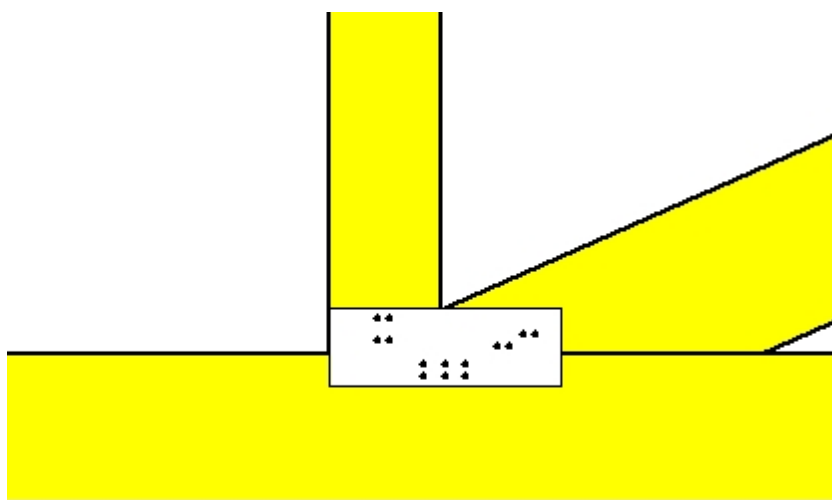
bullone: 4.0mm [11] [3+4+4]

**Unione chiodata al nodo 7**

(nodo a $x=6.000$ m, $y=0.100$ m)

piastre: 310x105x2.0mm

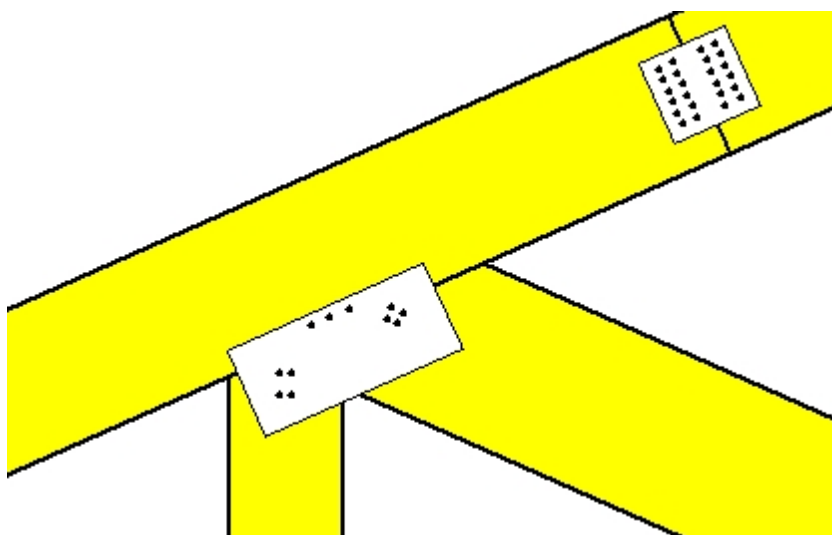
bullone: 4.0mm [14] [4+6+4]

**Unione chiodata al nodo 8**

(nodo a $x=12.000$ m, $y=0.100$ m)

piastre: 310x105x2.0mm

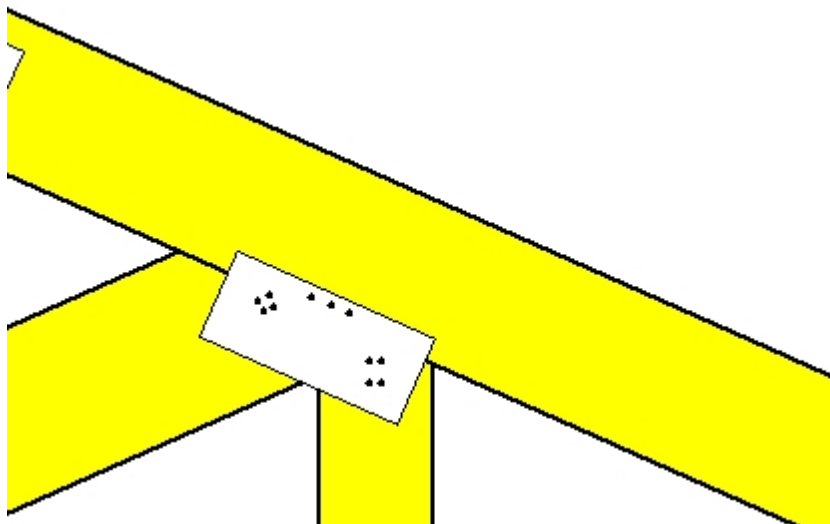
bullone: 4.0mm [14] [4+6+4]

**Unione chiodata al nodo 9**

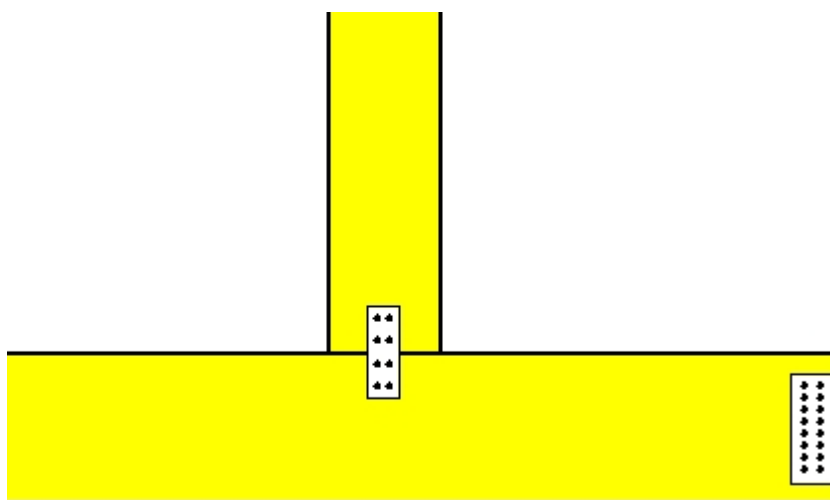
(nodo a $x=3.031$ m, $y=1.211$ m)

piastre: 285x125x2.0mm

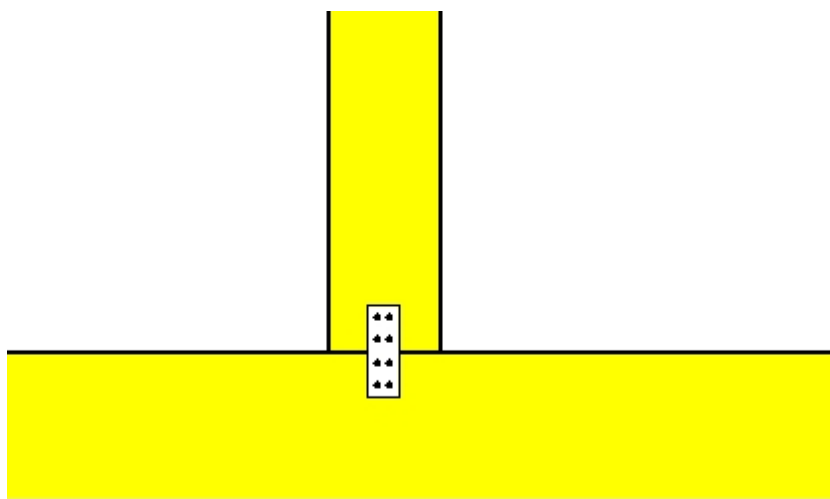
bullone: 4.0mm [11] [3+4+4]

**Unione chiodata al nodo 10**

(nodo a x=15.112 m, y=1.211 m)

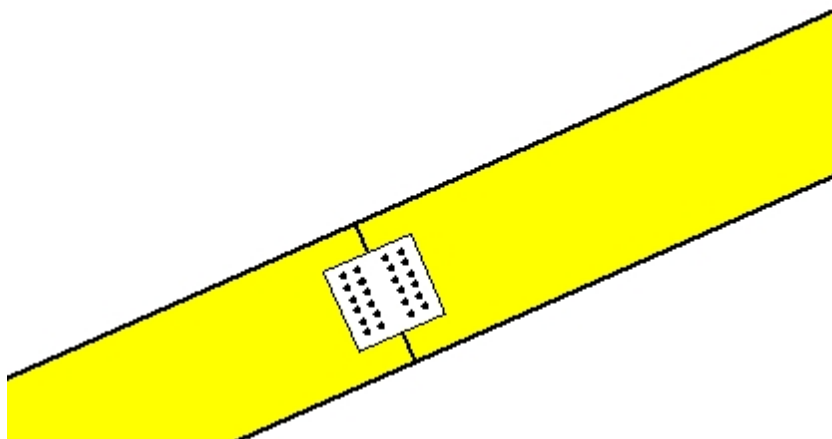
piastre: 285x125x2.0mm**bullone:** 4.0mm [11] [3+4+4]**Unione chiodata al nodo 11**

(nodo a x=3.000 m, y=0.100 m)

piastre: 45x125x2.0mm**bullone:** 4.0mm [8] [4+4]**Unione chiodata al nodo 12**

(nodo a x=15.000 m, y=0.100 m)

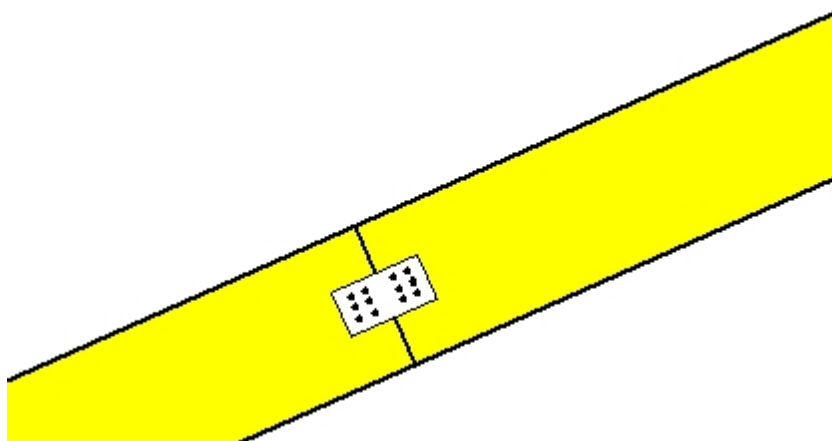
piastre: 45x125x2.0mm**bullone:** 4.0mm [8] [4+4]

**Giunto nell'elemento**

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

piastre: 125x115x2.0mm

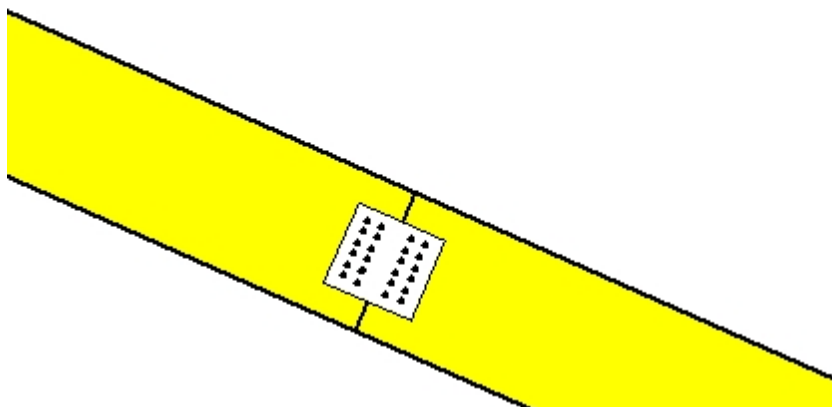
bullone: 4.0mm [24] [12+12]

**Giunto nell'elemento**

(a x=6.548 m, y=2.910 m)

piastre: 125x65x2.0mm

bullone: 4.0mm [12] [6+6]

**Giunto nell'elemento**

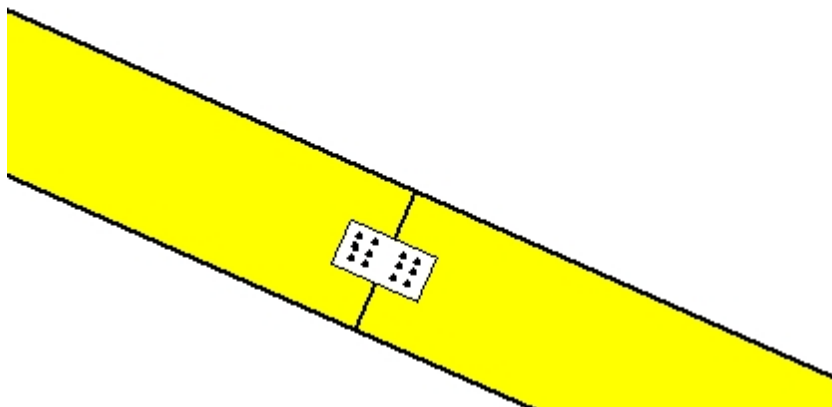
(a x=14.452 m, y=1.577 m)

piastre: 125x115x2.0mm

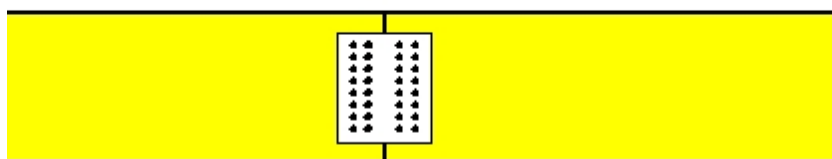
bullone: 4.0mm [24] [12+12]

Giunto nell'elemento

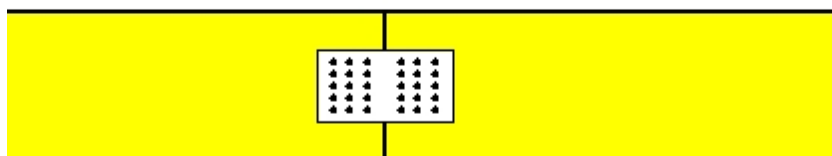
(a x=11.452 m, y=2.910 m)

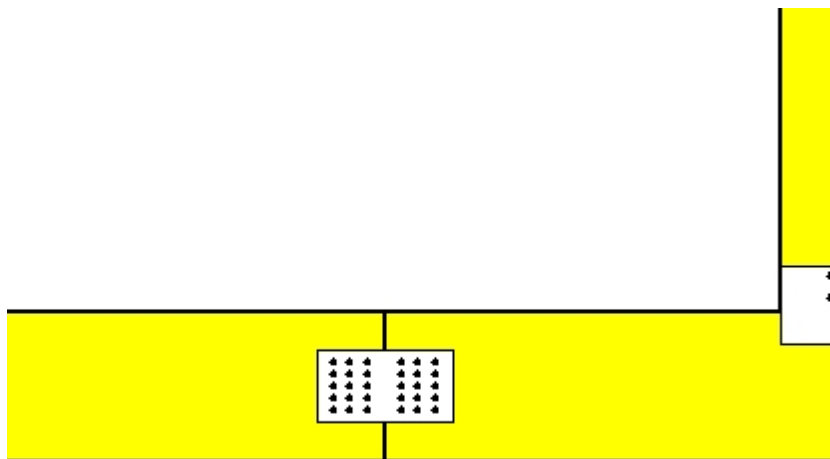
piastre: 125x65x2.0mm**bullone:** 4.0mm [12] [6+6]**Giunto nell'elemento**

(a x=3.600 m, y=0.000 m)

piastre: 125x145x2.0mm**bullone:** 4.0mm [32] [16+16]**Giunto nell'elemento**

(a x=6.600 m, y=0.000 m)

piastre: 180x95x2.0mm**bullone:** 4.0mm [30] [15+15]

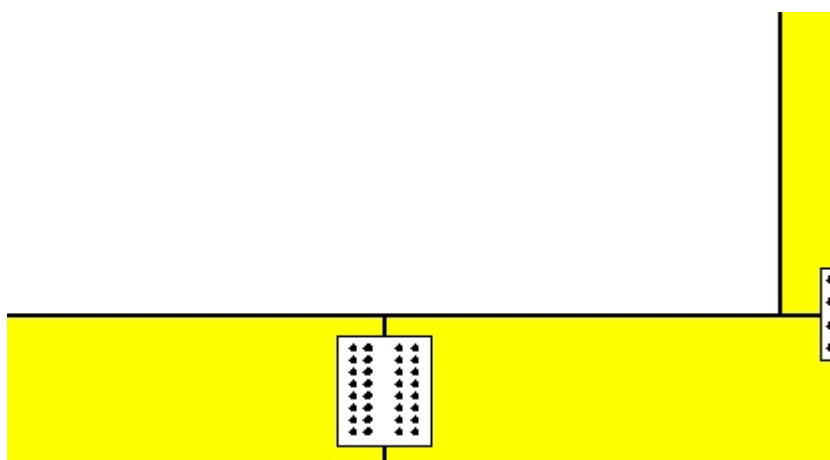


Giunto nell'elemento

(a x=11.400 m, y=0.000 m)

piastre: 180x95x2.0mm

bullone: 4.0mm [30] [15+15]



Giunto nell'elemento

(a x=14.400 m, y=0.000 m)

piastre: 125x145x2.0mm

bullone: 4.0mm [32] [16+16]