



Ampliamento dell'edificio scolastico denominato "Marconcino" ubicato a Prato in via Galcianese n. 20/L all'interno del polo di San Paolo

DM 129/2020 Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU
 PNRR M4C1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università - 3.3: Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica
 CUP I33H18000280003



Ministero dell'Istruzione

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE:
 Provincia di Prato
 Via Bettino Ricasoli 25 - 59100 Prato

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:
 Dott.ssa Rossella BONCIOLINI
SUPPORTO AL R.U.P.:
 Ing. Luca Pagni

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
 Ing. Federico FRAPPI

EUTECNE s.r.l. (mandataria)

Arch. Olimpia LORENZINI
 Arch. Luca FRAPPI
 Arch. Pierpaolo PAPI
 Arch. Debora PALUMMO
 Arch. Luca BERTUZZI
 Arch. Chiara CAROLI
 Arch. Manuela BOCCO
 Arch. Ilaria STAGNI
 Ing. Luca DELL'AVERSANO
 Ing. Massimo FALCINELLI
 Ing. Andrea FANCELLI
 Ing. Noemi BRIGANTI
 Ing. Iunior Sonia ANTONELLI

Ing. Martina RICCI
 Ing. Michele GOVERNATORI
 Ing. Edoardo GENNARI
 Ing. Marta MENCARONI
 Ing. Maura MARTORELLI
 Geol. Armando GRAZI
 Geom. Massimiliano TONZANI
 Dott.ssa Paola SFAMENI
 Dott.ssa Chiara BROZZETTI
 Dott. Francesco PORTIGIANI
 Coll. Enrico SCIATTELLA
 Coll. Cecilia PEDICONE

EUTECNE
 Architettura | Ingegneria
 Frappi Federico

Dott. Ing. Federico FRAPPI
ORDINE INGEGNERI PROV. LIVORNO
 SEZ. A N. 1488
 Ing. Civile - Ambientale
 Ing. Industriale
 Ing. dell'Informazione

F&M Ingegneria S.p.A. (mandante)

Ing. Tommaso TASSI
 Ing. Alessandro BONAVENTURA
 Arch. Giampaolo LENARDUZZI
 Ing. Antonio NUZZO
 Arch. Nicola ROS

SINERGIE PROGETTI s.r.l. (mandante)

Ing. Paolo BINDI
 Ing. Dario BANDI

ARCH. CARLO BERTOLINI (mandante)



RTP:

EUTECNE
 Architettura | Ingegneria

EUTECNE s.r.l. (mandataria)
 via A. Volta, 83 - 06135 Perugia
 office@eutecne.it www.eutecne.it

TITOLO

FASCICOLO DI CALCOLO NODI ACCIAIO



F&M Ingegneria S.p.A. (mandante)
 Via Belvedere, 8/10 - 30035 Mirano (VE)
 fm@fm-ingegneria.com www.fm-ingegneria.com



SINERGIE PROGETTI s.r.l. (mandante)
 via G. Di Vittorio, 15 - 20017 Rho (MI)
 progetti@retesinergie.it www.retesinergie.it

Arch. CARLO BERTOLINI (mandante)
 via Vignolo, 12 - 54021 Bagnone (MS)
 carlo_bertolini@hotmail.com
 www.carlobertoliniarchitetto.it

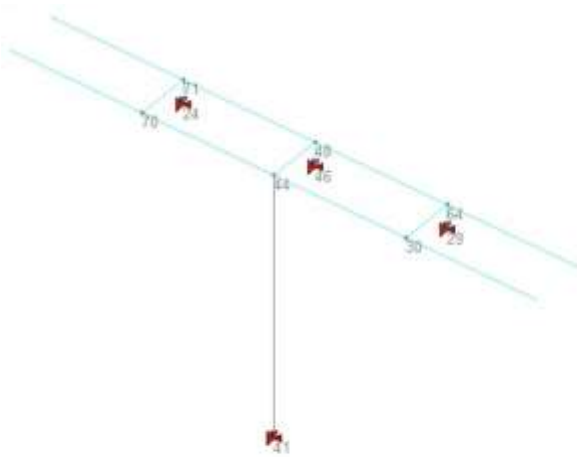
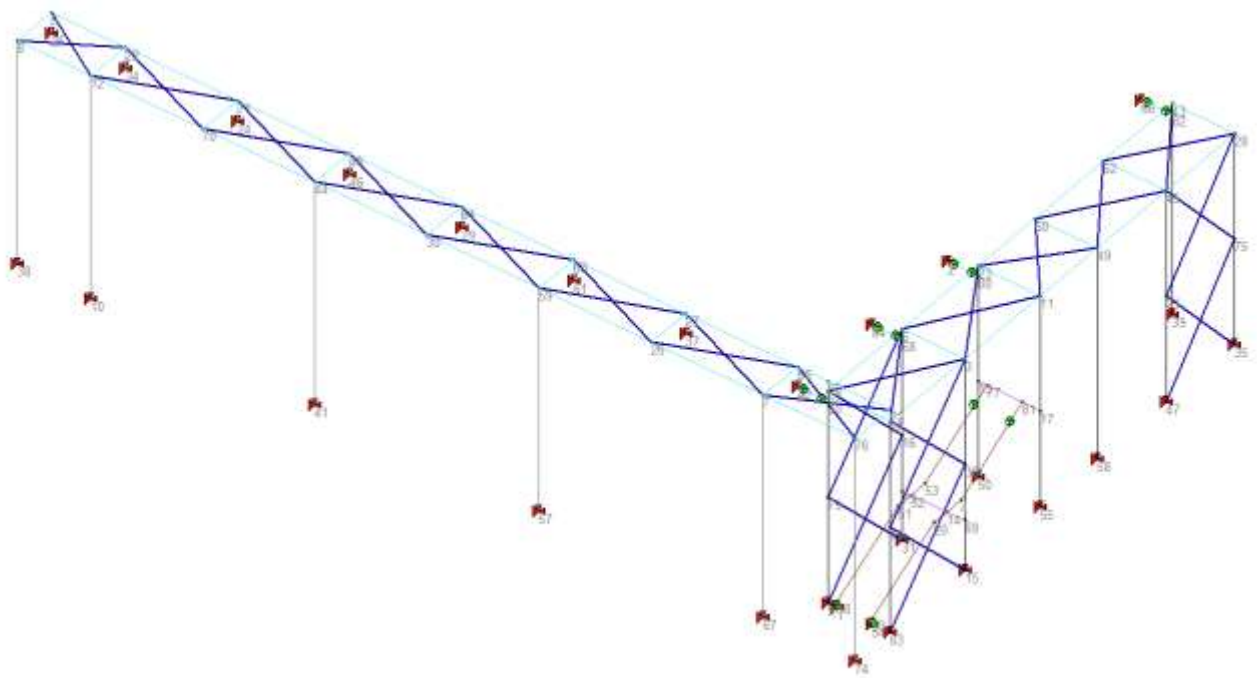
SCALA

C50E
 commessa

SR6.2
 elaborato

B
 revisione

REV	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	REDATTO:	VERIFICATO:	APPROVATO:
A	Ago2022	Progetto esecutivo		P.Papi	F.Frappi
B	Ott.2022	Progetto esecutivo - verifica		P.Papi	F.Frappi
C					
D					

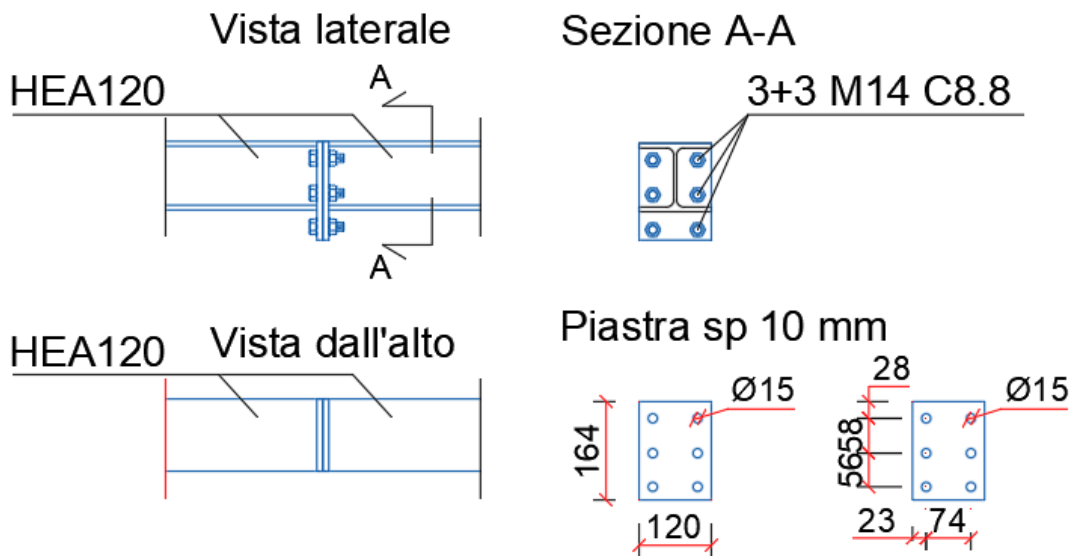


NODI TAVOLA C50E SA1.1

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo (particolare 01 TAV. C50E SA1.1)

Particolare 01 Collegamento travi HEA120-HEA120

Scala 1:20



Di Seguito si riportano le verifiche manuali del nodo poiché il programma di calcolo non prevede il nodo studiato

Tipo di profilo: HEA 120

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

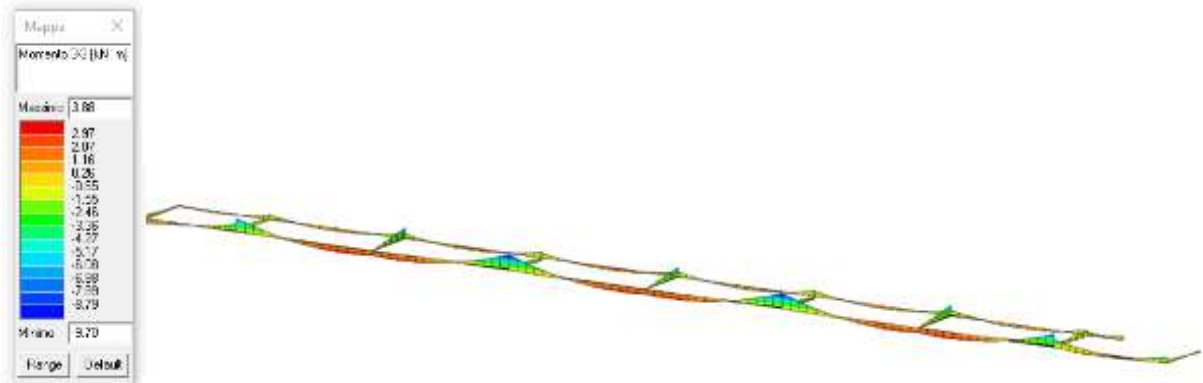
Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

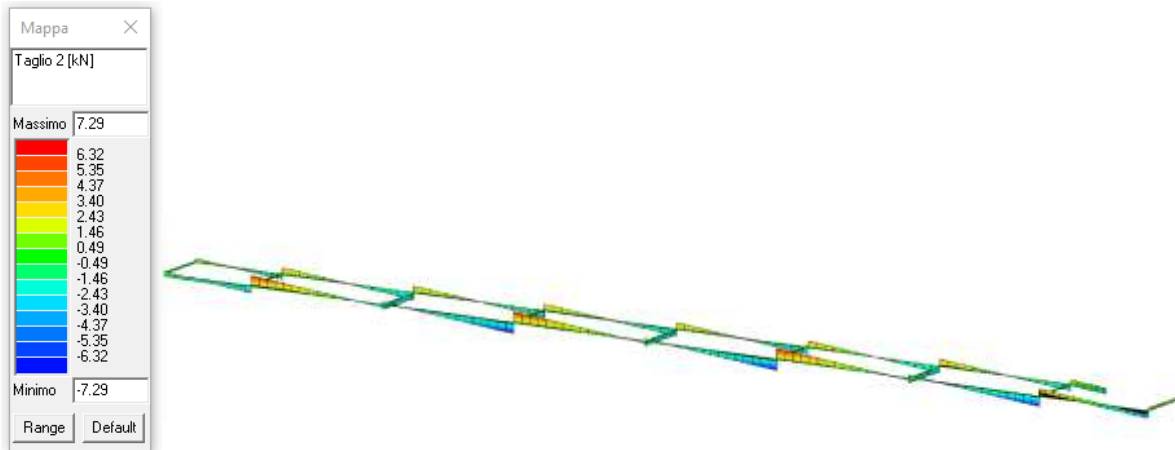
Diametro gambo $\varnothing = 14 \text{ mm}$ $A_{res} = 1158 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

MOMENTO FLETTENTE



TAGLIO



$$M_{\max} = 9.70 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 7.29 \text{ kN}$$

Sforzo normale agente su singolo bullone

$$N_{Ed} = 9.70/0.11 = 88.18/2 = 44.10 \text{ kN}$$

Taglio agente su singolo bullone

$$T_{Ed} = 7.29/6 = 7.29/6 = 1.22 \text{ kN}$$

VERIFICHE

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	1220
$F_{t,Ed}$ (N)	44100

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,503
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{t,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,666
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
●	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e_1 (mm)	22	18	$\leq e_1 \leq$	80
e_2 (mm)	23	18	$\leq e_2 \leq$	80
p_1 (mm)	56	33	$\leq p_1 \leq$	140
p_2 (mm)	74	36	$\leq p_2 \leq$	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0,489
k_{MIN}	2,500

$F_{b,Rd}$ (N)	58862
----------------	-------

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,021
-----------------------------	-------

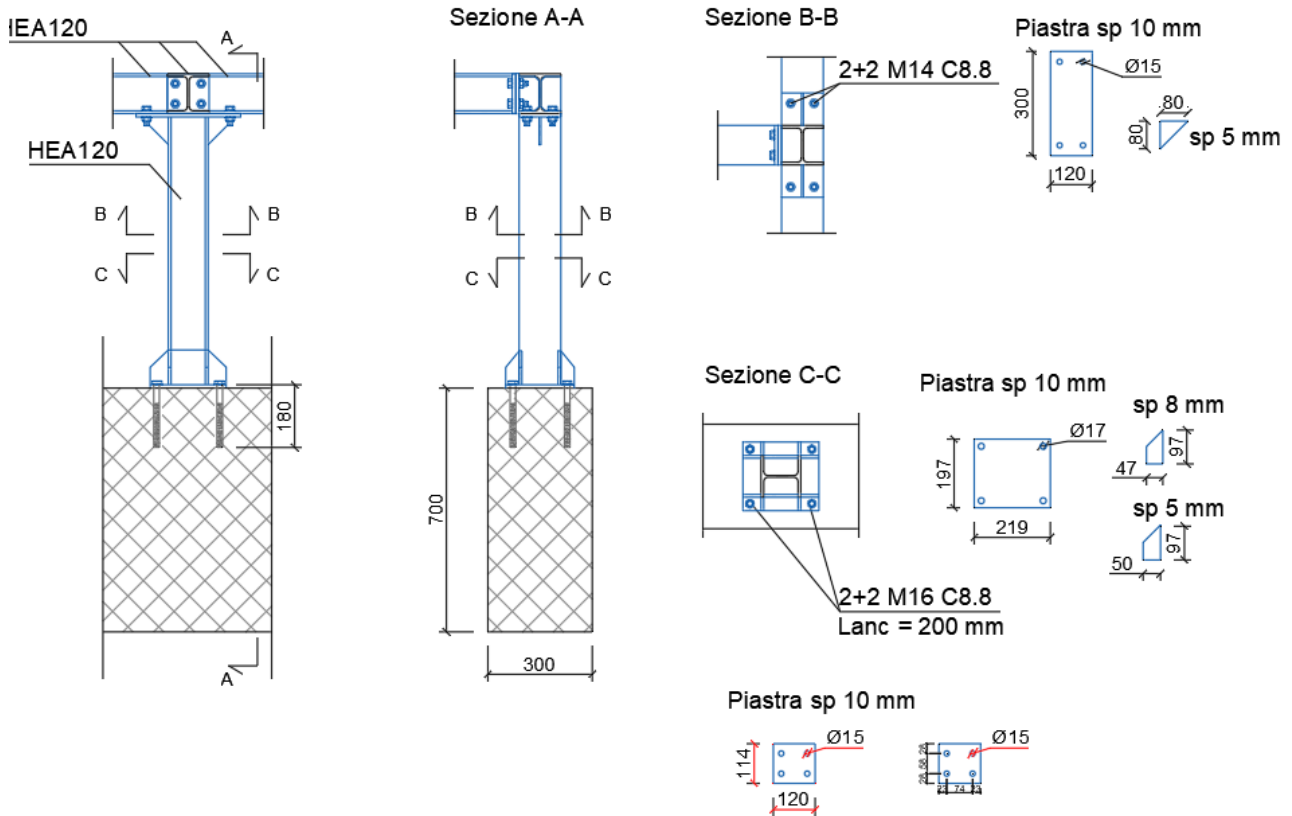
Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 24 (particolare 02 TAV. C50E SA1.1)

Particolare 02

Collegamento colonna-trave HEA120-HEA120

Collegamento colonna-trave HEA12 tr c.a.

Scala 1:20



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: HEA 120

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 218.8 x 196.8 x 8.0 mm

Spessore nervature verticali: 8.0 mm

Spessore nervature orizzontali: 8.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Rigidità giunto (calcolata secondo EN 1993-1-8 : 2005 par. 6.3):

$S_{j,ini}$ non calcolabile

Saldature:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$
Spessore cordoni d'angolo $s_c = 4 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
24.1	1114.2	6626.2	-13177.6	969166.0	-571599.0	-302.0
24.3	-1696.3	645.8	-1823.5	179626.0	938065.1	-255.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 124497.5 \text{ N}$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	16522.5	16522.5
2	16522.5	16522.5
3	16522.5	16522.5
4	16522.5	16522.5

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni $F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	29237.3	29237.3	29237.3	29237.3
2	29237.3	29237.3	29237.3	29237.3
3	29237.3	29237.3	29237.3	29237.3
4	29237.3	29237.3	29237.3	29237.3

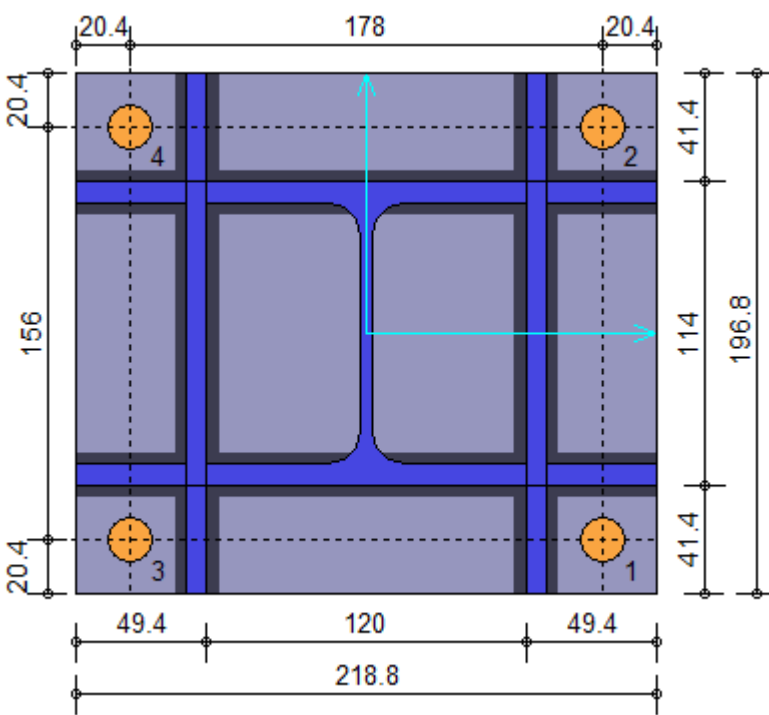
Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

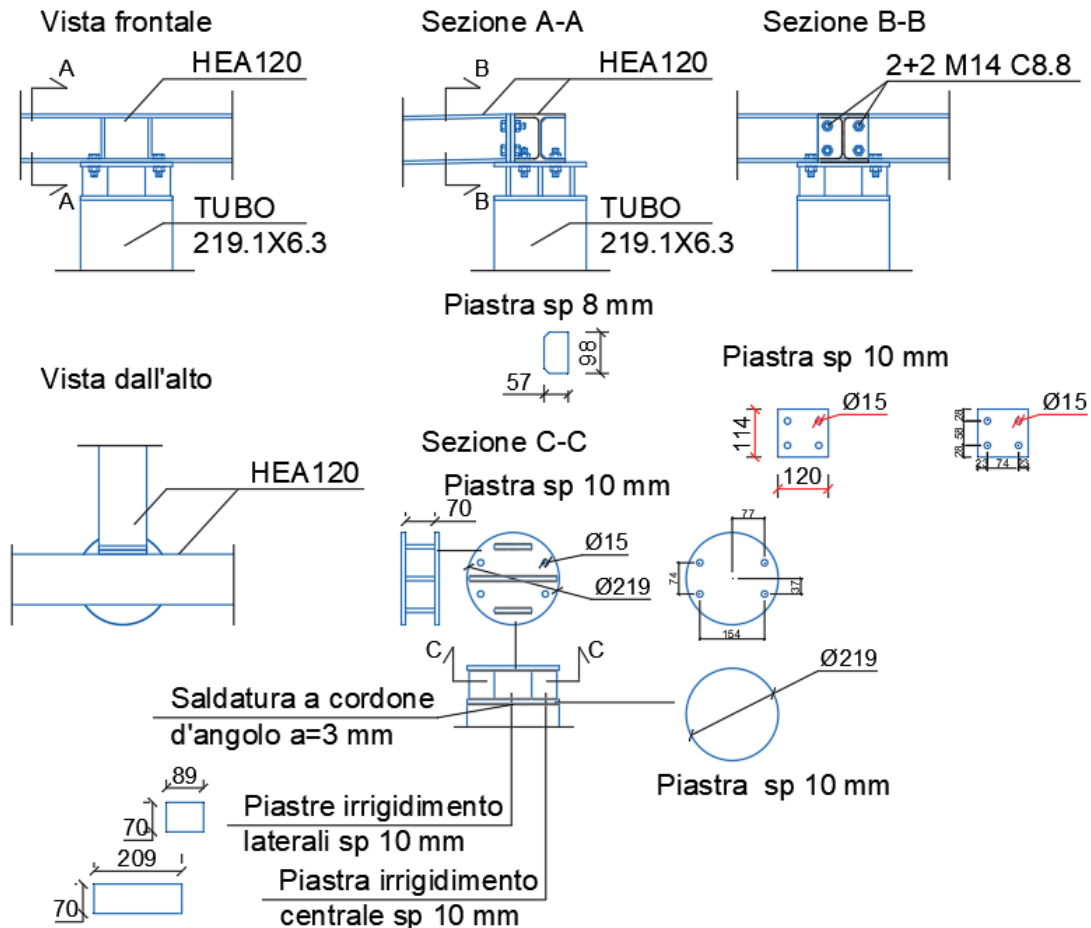
$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Particolare 03

Collegamento colonna-trave TUBO 219.1X6.3-HEA120

Scala 1:20



Di Seguito si riportano le verifiche manuali del nodo poiché il programma di calcolo non prevede il nodo studiato)

VERIFICA COLLEGAMENTO HEA120-HEA120

Tipo di profilo: HEA 120

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 14 \text{ mm}$ $A_{res} = 1158 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

INVILUPPO SOLLECITAZIONI

MOMENTI FLETTENTI



TAGLIO



$$M_{\max} = 6.55 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 7.29 \text{ kN}$$

Sforzo normale agente su singolo bullone

$$N_{Ed} = 6.55 / 0.058 = 113 / 2 = 56.5 \text{ kN}$$

Taglio agente su singolo bullone

$$T_{Ed} = 3.86 / 4 = 0.97 \text{ kN}$$

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	970
$F_{t,Ed}$ (N)	57000

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,637
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{t,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,861
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
●	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e ₁ (mm)	22	18	≤	e ₁	≤	80
e ₂ (mm)	23	18	≤	e ₂	≤	80
p ₁ (mm)	58	33	≤	p ₁	≤	140
p ₂ (mm)	74	36	≤	p ₂	≤	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0,489
k_{MIN}	2,500

$F_{b,Rd}$ (N)	58862
----------------	-------

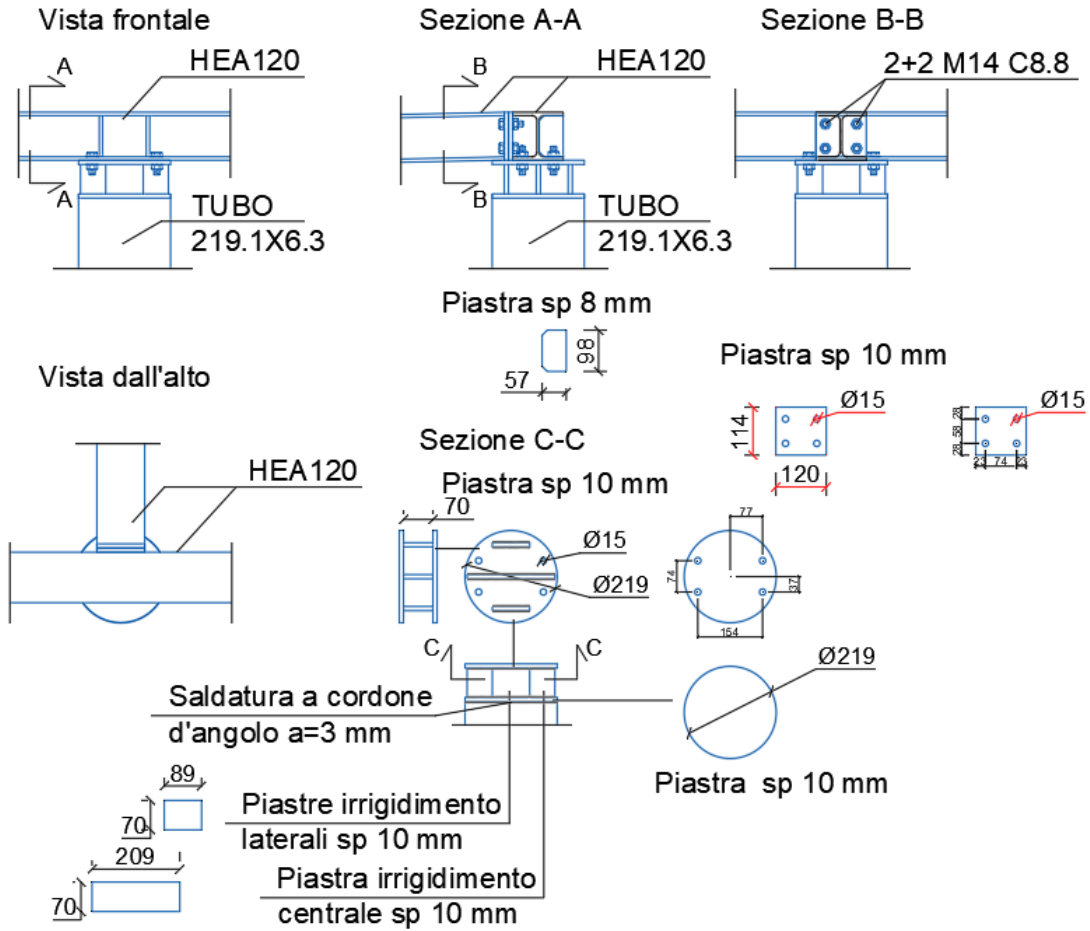
$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0,016
-------------------------------	-------

VERIFICA COLLEGAMENTO HEA120-TUBO 219X6.3

Particolare 03

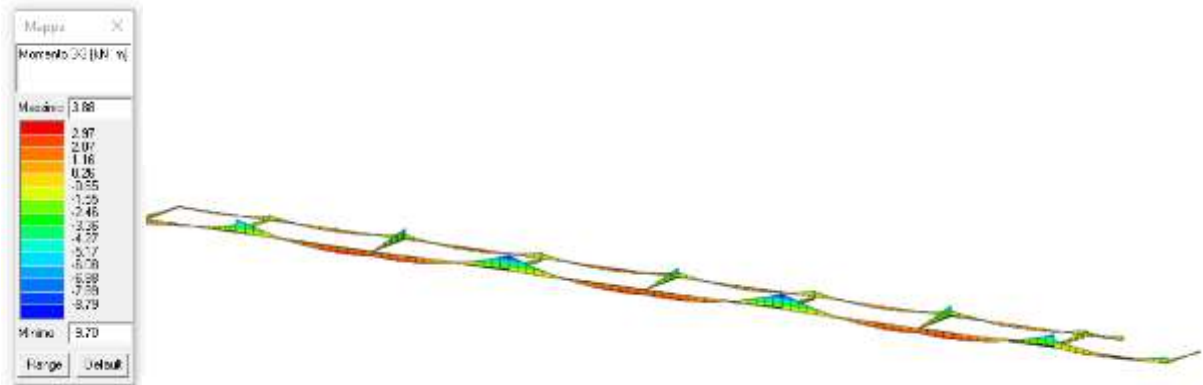
Collegamento colonna-trave TUBO 219.1X6.3-HEA120

Scala 1:20

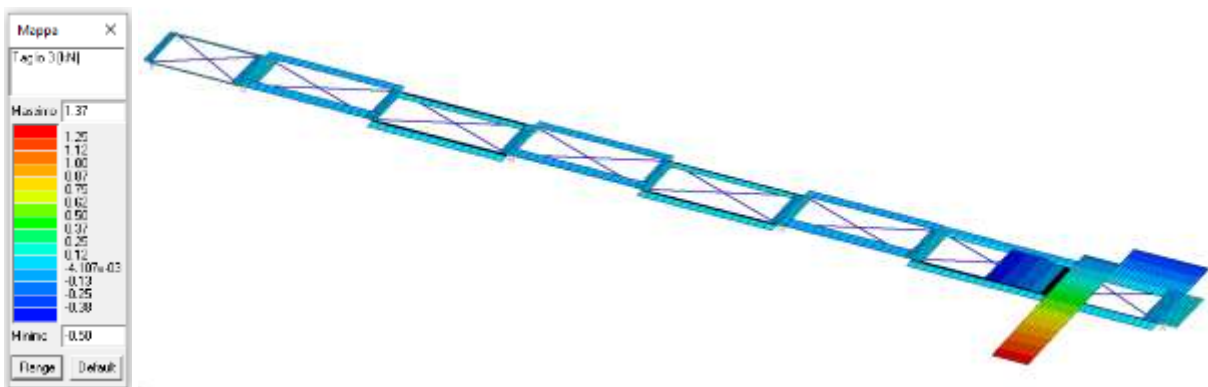


INVILUPPO SOLLECITAZIONI

MOMENTO FLETTENTE



TAGLIO



$$M_{\max} = 9.70 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 1.37 \text{ kN}$$

Sforzo normale agente su singolo bullone

$$N_{Ed} = 9.70/0.15 = 65/2 = 32.5 \text{ kN}$$

Taglio agente su singolo bullone

$$T_{Ed} = 1.40/4 = 0.35 \text{ kN}$$

VERIFICA COLLEGAMENTO BULLONATO

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	350
$F_{t,Ed}$ (N)	32500

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{yk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$




$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,358
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{t,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,491
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{yk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

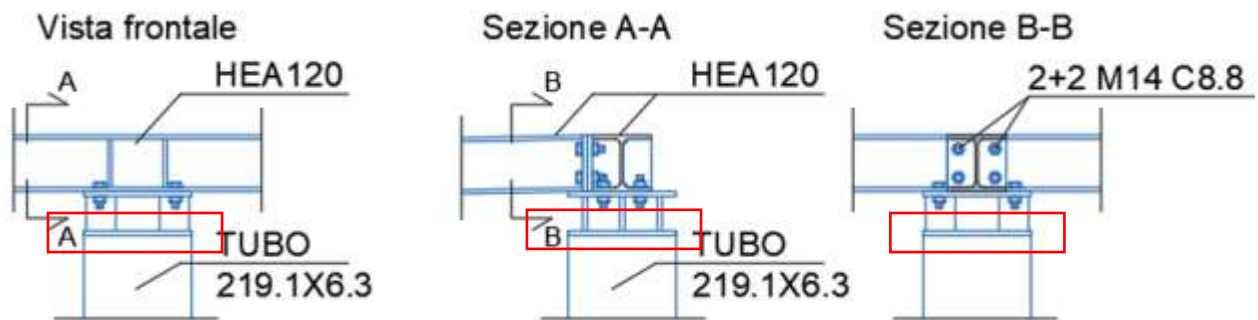
Tipo di unione	
	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

α_{MIN}	0,489
k_{MIN}	2,500

$F_{b,Rd}$ (N)	58862
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0,006
-------------------------------	-------

VERIFICA DELLA SALDATURA DELLA PIASTRA INFERIORE



Sforzo normale agente

$$N_{Ed} = 9.70/0.15 = 65 \text{ kN}$$

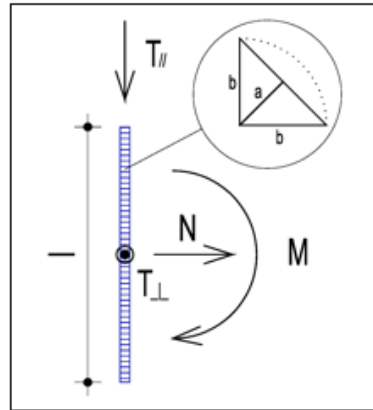
Taglio agente

$$T_{Ed} = 1.40 \text{ kN}$$

In favore di sicurezza si tiene in considerazione metà circonferenza quindi con una lunghezza del cordone di saldatura pari a 340 mm.

Sollecitazioni	
N (N)	1400
T _{//} (N)	0
T _⊥ (N)	65000
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	3
l (mm)	340
n° cordoni	1
γ _{M2}	1,25
a (mm)	2,12



f _{yk} (N/mm ²)	275
f _{tk} (N/mm ²)	430

Verifica con formula 4.2.76

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

β _w	0,85
f _{vw,d} (N/mm ²)	233,657
F _{T//} (N/mm)	0,000
F _{T⊥} (N/mm)	191,176

F _{T TOT} (N/mm)	191,176
F _{⊥ N} (N/mm)	4,118
F _{⊥ M} (N/mm)	0,000
F _{⊥ TOT} (N/mm)	4,118

F _{w,Ed} (N/mm)	191,221
F _{w,Rd} (N/mm)	495,661

S/R	OK
0,386	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_1^2 + t_1^2 + t_{//}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_1| + |t_1| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

β ₁	0,7
β ₂	0,85
t _{//} (N/mm ²)	0,0000
t _⊥ (N/mm ²)	90,1215

n _{⊥ N} (N/mm ²)	1,9411
n _{⊥ M} (N/mm ²)	0,0000
n _⊥ (N/mm ²)	1,9411

√(n ₁ ² + t ₁ ² + t _{//} ²)	90,1424
β ₁ · f _{yk}	192,5000

S/R	OK
0,47	

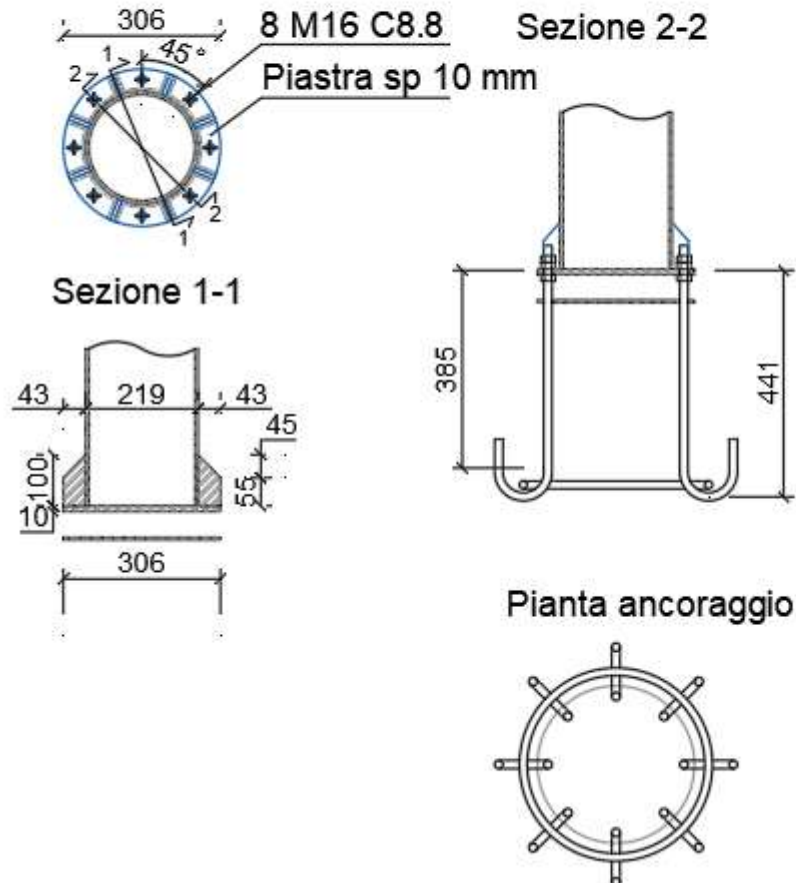
n ₁ + t ₁	92,0625
β ₂ · f _{yk}	233,7500

S/R	OK
0,39	

Particolare 04

Collegamento fondazione TUBO 219.1X6.3

Scala 1:20



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: TUBO 219.1x6.3

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (\varnothing x Sp): 305.9 x 10.0 mm

Spessore nervature: 8.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Rigidezza giunto (calcolata secondo EN 1993-1-8 : 2005 par. 6.3):

$S_{j,ini}$ non calcolabile

Saldature:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 6 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
41.3	-3864.7	-22.8	-5973.0	86657.0	6565000.0	-20388.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 155621.9 \text{ N}$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	20598.8	20598.8
2	20598.8	20598.8
3	20598.8	20598.8
4	20598.8	20598.8
5	20598.8	20598.8
6	20598.8	20598.8
7	20598.8	20598.8
8	20598.8	20598.8

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni $F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	91366.3	60222.1	55040.0	55040.0
2	73226.1	60222.1	73226.1	60222.1
3	55040.0	55040.0	91366.3	60222.1
4	73226.1	60222.1	73226.1	60222.1
5	91366.3	60222.1	55040.0	55040.0
6	73226.1	60222.1	73226.1	60222.1
7	55040.0	55040.0	91366.3	60222.1
8	73226.1	60222.1	73226.1	60222.1

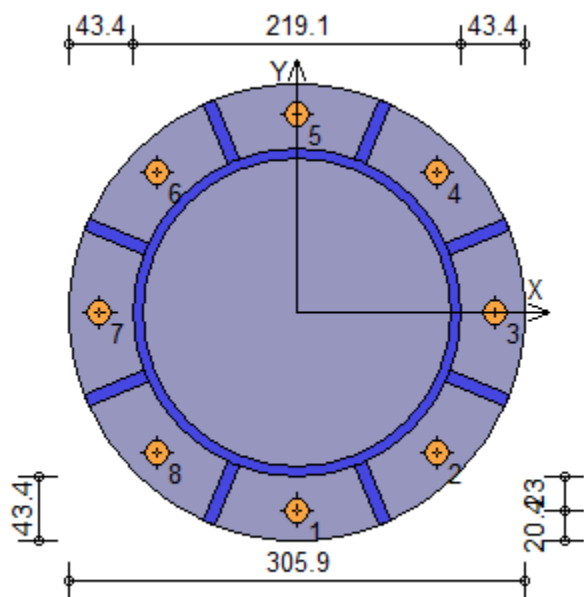
Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 41, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	0.00	-132.55	483.6	55040.0	10388.8	20598.8	0.369030	Ok
2	93.73	-93.73	469.8	60222.1	8002.3	20598.8	0.285291	Ok
3	132.55	0.00	463.9	60222.1	2095.4	20598.8	0.080362	Ok
4	93.73	93.73	469.6	60222.1	0.0	20598.8	0.007798	Ok
5	0.00	132.55	483.4	55040.0	0.0	20598.8	0.008782	Ok
6	-93.73	93.73	496.8	60222.1	0.0	20598.8	0.008249	Ok
7	-132.55	0.00	502.3	60222.1	1889.6	20598.8	0.073866	Ok
8	-93.73	-93.73	497.0	60222.1	7856.8	20598.8	0.280696	Ok

2-Trazione (Nodo n. 41, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	0.00	-132.55	10388.8	20598.8	0.504341	Ok
2	93.73	-93.73	8002.3	20598.8	0.388486	Ok
3	132.55	0.00	2095.4	20598.8	0.101723	Ok
4	93.73	93.73	0.0	20598.8	0.000000	Ok
5	0.00	132.55	0.0	20598.8	0.000000	Ok
6	-93.73	93.73	0.0	20598.8	0.000000	Ok
7	-132.55	0.00	1889.6	20598.8	0.091734	Ok
8	-93.73	-93.73	7856.8	20598.8	0.381422	Ok

Legenda

- $F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
- $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
- $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
- $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
- $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
- $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
- VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto equidistante da due nervature (Nodo n. 41, CMB n. 3)

Pressione massima a bordo piastra	$p_{max} = 3.27 \text{ N/mm}^2$
Risultante pressioni	$R_{pre} = 16417.80 \text{ N}$
Braccio della risultante	$B_{ris} = 18.9 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 45479.7 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 11911360.0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 310971.3 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.026107$	Ok

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto di attacco di una nervatura (Nodo n. 41, CMB n. 3)

Pressione massima a bordo piastra	$p_{max} = 3.27 \text{ N/mm}^2$	
Risultante pressioni	$R_{pre} = 14859.54 \text{ N}$	
Braccio della risultante	$B_{ris} = 19.0 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 27161.9 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{p,Rd} =$	7113842.0 N mm
Momento massimo	$M_{p,Ed} =$	281979.1 N mm
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.039638 \text{ Ok}$		

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 41, CMB n. 3)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} =$	17145090.0 N mm
Momento di progetto	$M_{j,Ed} =$	5953513.0 N mm
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.347243 \text{ Ok}$		

Ancoraggio

Tirafondi con uncini e bolzoni

Lunghezza tirafondi	$L_t =$	600 mm (rettilineo 385 mm, arco 151 mm, terminale 64 mm)
Lunghezza di aderenza	$L_a =$	705 mm (si considera l'uncino equivalente ad un tratto rettilineo lungo $20\varnothing$)
Diametro bolzoni	$\varnothing_b =$	15 mm

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (640 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} =$	30.00 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$	14.11 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	1.79 N/mm ²
Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo	$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_C =$	2.69 N/mm ²

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 41, CMB n. 3)

$$p_{max} = 3.27 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

Verifica ancoraggio

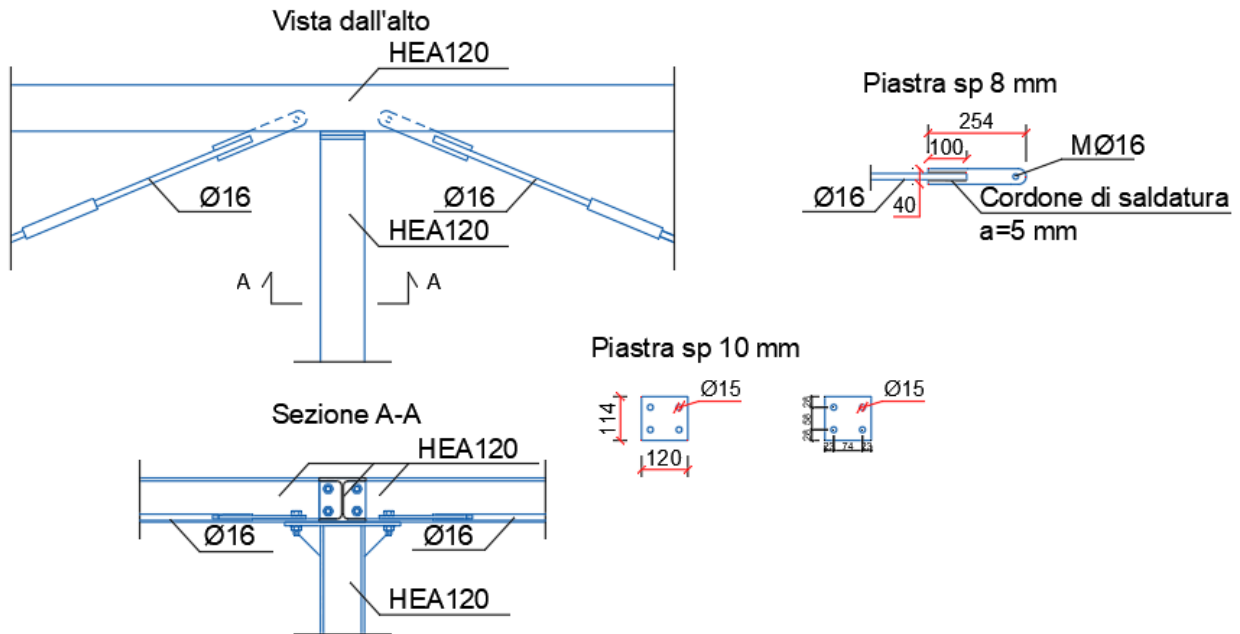
Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 41, CMB n. 3)

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Ed}] =$	10388.8 N
Resistenza a trazione per aderenza	$F_{t,ad,Rd} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} =$	95185.1 N
$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$		

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 dei nodi (particolare 05 TAV. C50E SA1.1)

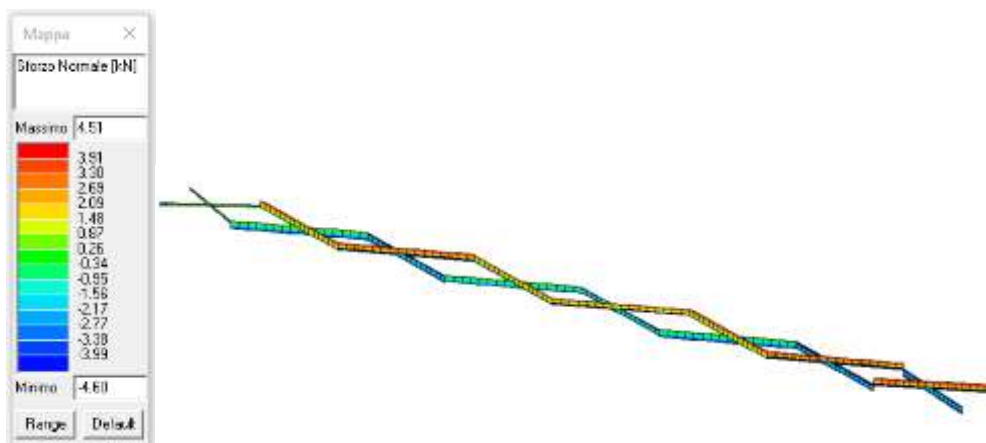
Particolare 05 Controventi di piano

Scala 1:20



INVILUPPO SOLLECITAZIONI

SFORZO DI TRAZIONE



VERIFICA CONTROVENTO FI 16

Tipo Acciaio	S275
Profilo	fi 16
Classe	1
γ_{M0}	1,05
γ_{M1}	1,05
f_{yk} (N/mm ²)	275,00
f_{yd} (N/mm ²)	261,90
E (N/mm ²)	210000,00
A (cm ²)	2,01

VERIFICHE A TRAZIONE

L'azione assiale di calcolo N_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

Azione sollecitante	$N_{Ed} =$	4,60	kN
Verifica	$N_{Ed}/N_{t,Rd} < 1 =$	0,09	VERIFICATA

Dove la resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd}$ è assunta pari alla minore dei valori seguenti:

a) resistenza plastica della sezione lorda A,

$$N_{pl,Rd} = Af_{yk}/\gamma_{M0} = 52,66 \text{ kN}$$

VERIFICA BULLONE DI ANCORAGGIO M14 C8.8

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	4600
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,104
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{t,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
●	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e_1 (mm)	22	18	$\leq e_1 \leq$	80
e_2 (mm)	23	18	$\leq e_2 \leq$	80
p_1 (mm)	58	33	$\leq p_1 \leq$	140
p_2 (mm)	74	36	$\leq p_2 \leq$	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0,489
k_{MIN}	2,500

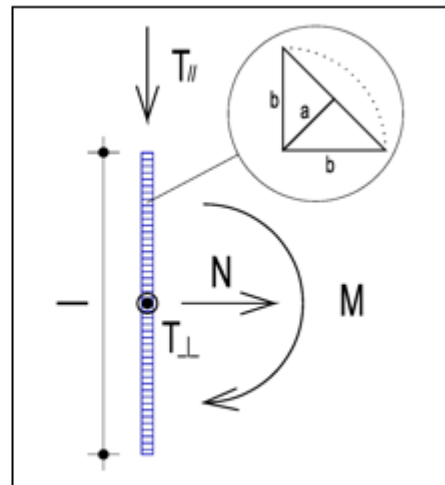
$F_{b,Rd}$ (N)	58862
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0,078
-------------------------------	-------

VERIFICA SALDATURA PIASTRA

Sollecitazioni	
N (N)	0
$T_{//}$ (N)	4600
T_{\perp} (N)	0
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	4
l (mm)	100
n° cordoni	2
γ_{M2}	1,25
a (mm)	2,83



f_{yk} (N/mm ²)	275
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica con formula 4.2.76

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

β_w	0,85
$f_{vw,d}$ (N/mm ²)	233,657
$F_{T//}$ (N/mm)	23,000
$F_{T\perp}$ (N/mm)	0,000

$F_{T \text{ TOT}}$ (N/mm)	23,000
$F_{\perp N}$ (N/mm)	0,000
$F_{\perp M}$ (N/mm)	0,000
$F_{\perp \text{ TOT}}$ (N/mm)	0,000

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	23,000
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	660,882

S/R	OK
0,035	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

β_1	0,7
β_2	0,85
$t_{//}$ (N/mm ²)	8,1317
t_{\perp} (N/mm ²)	0,0000

$n_{\perp N}$ (N/mm ²)	0,0000
$n_{\perp M}$ (N/mm ²)	0,0000
n_{\perp} (N/mm ²)	0,0000

$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{//}^2)}$	8,1317
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192,5000

S/R	OK
0,04	

$ n_{\perp} + t_{\perp} $	0,0000
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	233,7500

S/R	OK
0,00	

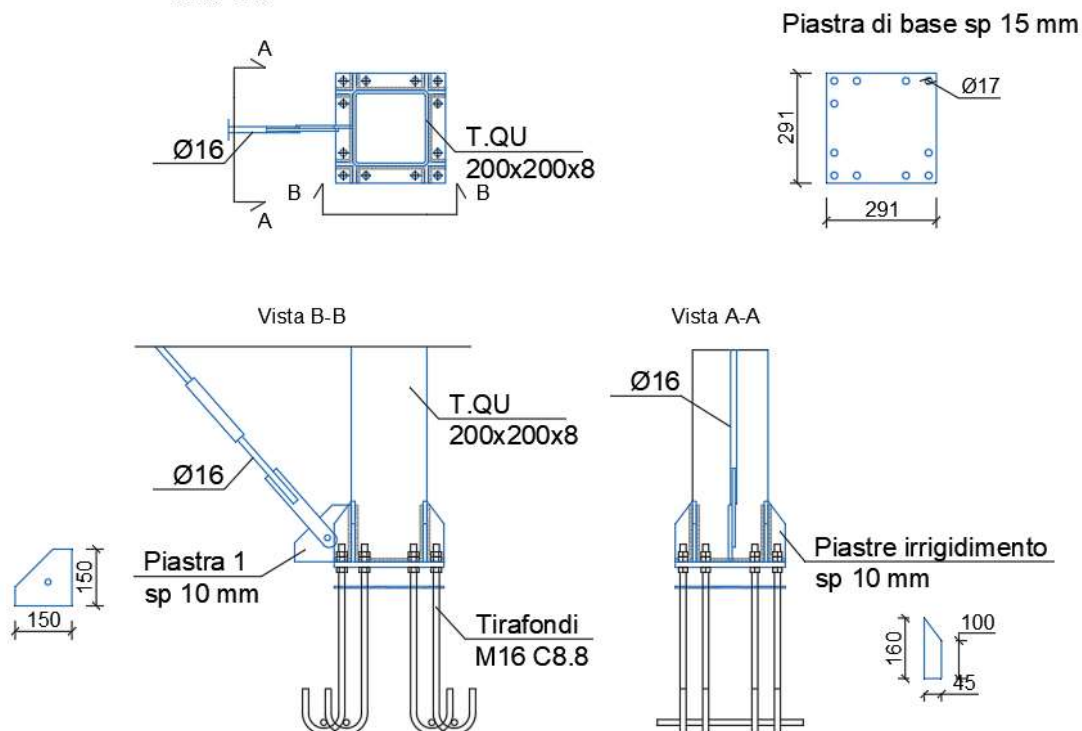
NODI TAVOLA C50E SA1.2

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 dei nodi: 50, 55, 58, 58 (particolare 01 TAV. C50E SA1.2)

Particolare 01

Collegamento colonna-trave fondazione T.QU 200x200x8

Scala 1:20



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: T.QU 200x200x8

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 290.8 x 290.8 x 15.0 mm

Spessore nervature verticali: 10.0 mm

Spessore nervature orizzontali: 10.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Rigidezza giunto (calcolata secondo EN 1993-1-8 : 2005 par. 6.3):

$S_{j,ini}$ non calcolabile

Saldature:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$
Spessore cordoni d'angolo $s_c = 8 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
58.3	-29295.1	5.8	-9199.8	-49002.0	49440000.0	215860.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 233432.9 \text{ N}$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	53401.0	53401.0
2	60796.6	60796.6
3	60796.6	60796.6
4	53401.0	53401.0
5	60932.1	60932.1
6	60932.1	60932.1
7	60932.1	60932.1
8	60932.1	60932.1
9	53401.0	53401.0
10	60796.6	60796.6
11	60796.6	60796.6
12	53401.0	53401.0

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni $F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	55088.6	55088.6	55363.8	55363.8
2	82964.7	60222.1	128232.3	60222.1
3	82964.7	60222.1	128232.3	60222.1
4	55088.6	55088.6	55363.8	55363.8
5	126703.7	60222.1	82560.0	60222.1
6	126703.7	60222.1	82560.0	60222.1
7	126703.7	60222.1	82560.0	60222.1
8	126703.7	60222.1	82560.0	60222.1
9	55088.6	55088.6	55363.8	55363.8
10	82964.7	60222.1	128232.3	60222.1
11	82964.7	60222.1	128232.3	60222.1
12	55088.6	55088.6	55363.8	55363.8

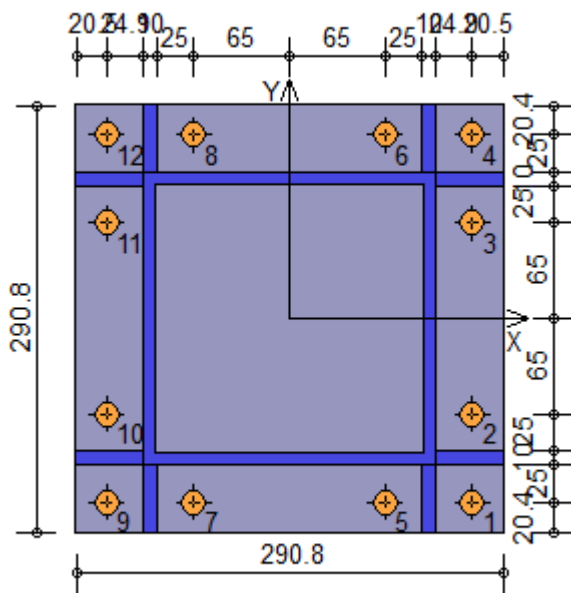
Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 58, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	124.90	-125.00	2538.1	55363.8	42846.5	53401.0	0.618954	Ok
2	124.90	-65.00	2536.8	60222.1	25977.0	60796.6	0.347322	Ok
3	124.90	65.00	2536.8	60222.1	0.0	60796.6	0.042124	Ok
4	124.90	125.00	2538.1	55363.8	0.0	53401.0	0.045844	Ok
5	65.00	-125.00	2492.6	60222.1	42863.9	60932.1	0.543867	Ok
6	65.00	125.00	2492.5	60222.1	0.0	60932.1	0.041389	Ok
7	-65.00	-125.00	2393.7	60222.1	42901.6	60932.1	0.542668	Ok
8	-65.00	125.00	2393.7	60222.1	0.0	60932.1	0.039747	Ok
9	-124.90	-125.00	2348.1	55363.8	42919.0	53401.0	0.616493	Ok
10	-124.90	-65.00	2346.7	60222.1	26049.5	60796.6	0.345018	Ok
11	-124.90	65.00	2346.7	60222.1	0.0	60796.6	0.038967	Ok
12	-124.90	125.00	2348.1	55363.8	0.0	53401.0	0.042412	Ok

2-Trazione (Nodo n. 58, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	124.90	-125.00	42846.5	53401.0	0.802354	Ok
2	124.90	-65.00	25977.0	60796.6	0.427277	Ok
3	124.90	65.00	0.0	60796.6	0.000000	Ok
4	124.90	125.00	0.0	53401.0	0.000000	Ok
5	65.00	-125.00	42863.9	60932.1	0.703469	Ok
6	65.00	125.00	0.0	60932.1	0.000000	Ok
7	-65.00	-125.00	42901.6	60932.1	0.704088	Ok
8	-65.00	125.00	0.0	60932.1	0.000000	Ok
9	-124.90	-125.00	42919.0	53401.0	0.803712	Ok
10	-124.90	-65.00	26049.5	60796.6	0.428470	Ok
11	-124.90	65.00	0.0	60796.6	0.000000	Ok
12	-124.90	125.00	0.0	53401.0	0.000000	Ok

Legenda

- $F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
- $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
- $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
- $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
- $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
- $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
- VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 5.657$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm².

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 58, CMB n. 3)

Cordoni	Lung.[mm]	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV ₁	VER ₁
Nerv. vert. lato inferiore zona destra esterno	37.4	95.62	0.00	-7.41	95.90	Ok
Nerv. vert. lato inferiore zona destra interno	37.4	95.63	0.00	-7.41	95.91	Ok
Nerv. vert. lato inferiore zona sinistra interno	37.4	95.74	0.00	-7.41	96.03	Ok
Nerv. vert. lato inferiore zona sinistra esterno	37.4	95.75	0.00	-7.41	96.04	Ok
Nerv. orizz. lato destro zona inferiore esterno	37.4	67.26	0.00	0.00	67.26	Ok
Profilo lato inferiore	200.0	67.40	0.00	0.00	67.40	Ok
Nerv. orizz. lato sinistro zona inferiore esterno	37.4	67.43	0.00	0.00	67.43	Ok
Profilo lato destro	200.0	-67.84	0.00	-7.41	68.24	Ok
Profilo lato sinistro	200.0	-67.70	0.00	-7.41	68.11	Ok
Nerv. orizz. lato destro zona inferiore interno	37.4	56.83	0.00	0.00	56.83	Ok
Nerv. orizz. lato sinistro zona inferiore interno	37.4	57.00	0.00	0.00	57.00	Ok
Nerv. orizz. lato destro zona superiore interno	37.4	-59.32	0.00	0.00	59.32	Ok
Nerv. orizz. lato sinistro zona superiore interno	37.4	-59.16	0.00	0.00	59.16	Ok
Nerv. orizz. lato destro zona superiore esterno	37.4	-69.75	0.00	0.00	69.75	Ok
Profilo lato superiore	200.0	-69.72	0.00	0.00	69.72	Ok
Nerv. orizz. lato sinistro zona superiore esterno	37.4	-69.58	0.00	0.00	69.58	Ok
Nerv. vert. lato superiore zona destra esterno	37.4	-98.08	0.00	-7.41	98.36	Ok
Nerv. vert. lato superiore zona destra interno	37.4	-98.07	0.00	-7.41	98.35	Ok
Nerv. vert. lato superiore zona sinistra interno	37.4	-97.95	0.00	-7.41	98.23	Ok
Nerv. vert. lato superiore zona sinistra esterno	37.4	-97.94	0.00	-7.41	98.22	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 58, CMB n. 3)

Cordoni	Lung.[mm]	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV ₂	VER ₂
Nerv. vert. lato inferiore zona destra esterno	37.4	95.62	0.00	-7.41	95.62	Ok
Nerv. vert. lato inferiore zona destra interno	37.4	95.63	0.00	-7.41	95.63	Ok
Nerv. vert. lato inferiore zona sinistra interno	37.4	95.74	0.00	-7.41	95.74	Ok
Nerv. vert. lato inferiore zona sinistra esterno	37.4	95.75	0.00	-7.41	95.75	Ok
Nerv. orizz. lato destro zona inferiore esterno	37.4	67.26	0.00	0.00	67.26	Ok
Profilo lato inferiore	200.0	67.40	0.00	0.00	67.40	Ok
Nerv. orizz. lato sinistro zona inferiore esterno	37.4	67.43	0.00	0.00	67.43	Ok
Profilo lato destro	200.0	-67.84	0.00	-7.41	67.84	Ok
Profilo lato sinistro	200.0	-67.70	0.00	-7.41	67.70	Ok
Nerv. orizz. lato destro zona inferiore interno	37.4	56.83	0.00	0.00	56.83	Ok
Nerv. orizz. lato sinistro zona inferiore interno	37.4	57.00	0.00	0.00	57.00	Ok
Nerv. orizz. lato destro zona superiore interno	37.4	-59.32	0.00	0.00	59.32	Ok
Nerv. orizz. lato sinistro zona superiore interno	37.4	-59.16	0.00	0.00	59.16	Ok
Nerv. orizz. lato destro zona superiore esterno	37.4	-69.75	0.00	0.00	69.75	Ok
Profilo lato superiore	200.0	-69.72	0.00	0.00	69.72	Ok
Nerv. orizz. lato sinistro zona superiore esterno	37.4	-69.58	0.00	0.00	69.58	Ok
Nerv. vert. lato superiore zona destra esterno	37.4	-98.08	0.00	-7.41	98.08	Ok
Nerv. vert. lato superiore zona destra interno	37.4	-98.07	0.00	-7.41	98.07	Ok
Nerv. vert. lato superiore zona sinistra interno	37.4	-97.95	0.00	-7.41	97.95	Ok
Nerv. vert. lato superiore zona sinistra esterno	37.4	-97.94	0.00	-7.41	97.94	Ok

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 192.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 233.75 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 58, CMB n. 3)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 14.09 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 4096.96 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 45.4 \text{ mm}$

Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 161266.0 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 42236350.0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 4222241.0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.099967 \text{ Ok}$	

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 58, CMB n. 3)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 7.05 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 2051.09 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 45.4 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 161266.0 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 42236350.0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 2113808.0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.050047 \text{ Ok}$	

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 58, CMB n. 3)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} = 73651930.0 \text{ N mm}$
Momento di progetto	$M_{j,Ed} = 48463840.0 \text{ N mm}$
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.658012 \text{ Ok}$	

Ancoraggio

Tirafondi con uncini e bolzoni

Lunghezza tirafondi	$L_t = 600 \text{ mm}$ (rettilineo 385 mm, arco 151 mm, terminale 64 mm)
Lunghezza di aderenza	$L_a = 705 \text{ mm}$ (si considera l'uncino equivalente ad un tratto rettilineo lungo $20\varnothing$)
Diametro bolzoni	$\varnothing_b = 15 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (640 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} =$	30.00 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$	14.11 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	1.79 N/mm ²
Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo	$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_C =$	2.69 N/mm ²

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 58, CMB n. 3)

$$p_{max} = 14.11 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

Verifica ancoraggio

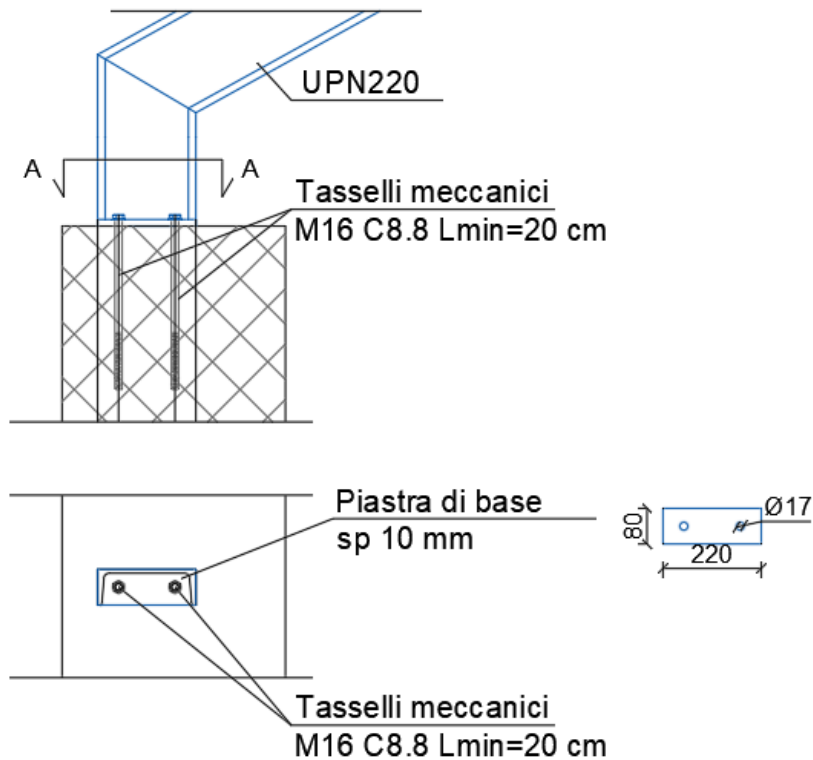
Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 58, CMB n. 3)

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Ed}] =$	42919.0 N
Resistenza a trazione per aderenza	$F_{t,ad,Rd} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} =$	95185.1 N
$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$		

Particolare 02

Collegamento cosciale scala-trave fondazione UPN220

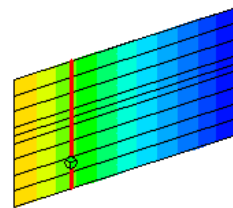
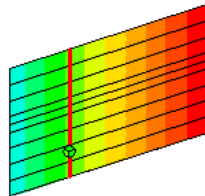
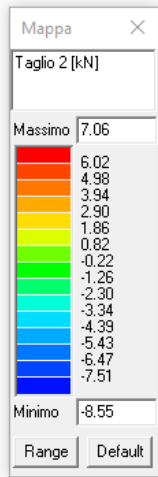
Scala 1:20



Di Seguito si riportano le verifiche manuali del nodo poiché il programma di calcolo non prevede il nodo studiato)

INVILUPPO SOLLECITAZIONI

TAGLIO



Materiale base

Non fessurato Calcestruzzo

Spessore materiale base 250 mm

Classe resistenza C25/30

$f_{ck,cube}$ 30 N/mm²

Installazione

Nessun braccio di leva

Oggetto da fissare

Ipotesi di piastra rigida

Spessore della piastra 10 mm

Forma piastra Rettangolare

Lunghezza lato 220 x 80 mm

Vertici piastra

Vertice	X	y
1	-110,0	-40,0
2	-110,0	40,0
3	110,0	40,0
4	110,0	-40,0

Posizione ancoranti

Ancorante	X	y	Asole -x	Asole -y
1	-50,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	50,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

= Asole

Profilo

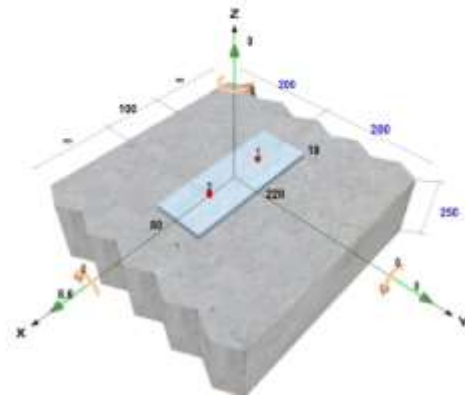
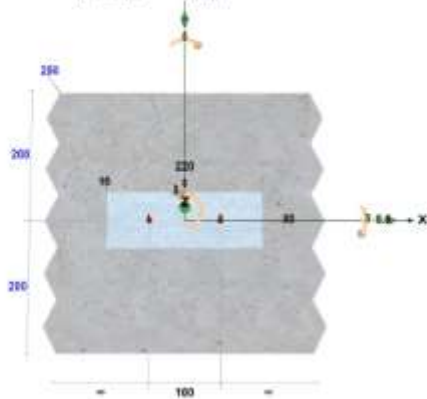
Profilo selezionato

Non è stato impostato nessun profilo

Eccentricità

X: 0,0 mm

Y: 0,0 mm



Dati di Input

Trazione

0,00 kN

Taglio

8,60 kN

0,00 kN

Flessione

0,00 kN-m

0,00 kN-m

Torsione

0,00 kN-m

Carichi di progetto calcolati sugli ancoranti

Ancorante	Trazione [kN]	Taglio [kN]	Taglio (x) [kN]	Taglio (y) [kN]
1	0,00	4,30	4,30	0,00
2	0,00	4,30	4,30	0,00

Risultante forze di trazione in (x/y): 0,00 [kN]

Risultante forze di compressione in 0,00 [kN]

Risultante forze di taglio in (x/y): 8,60 [kN]

Calcolo utilizzo - Taglio

Taglio - Rottura acciaio senza braccio di leva

Ancorante	$V_{Rk,s}$ [kN]	Y_{Ms} [-]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{sd} [kN]	$\beta_{n,s}$ [-]
1	66,40	1,50	44,27	4,30	9,7%

Taglio - Rottura acciaio con braccio di leva

Braccio di leva non applicato

Taglio - Rottura per scalzamento(NRk,c)

Gli ancoranti sono divisi in 1 gruppo

$N^0_{Rk,c}$	$A_{c,N}$ [mm ²]	$A^0_{c,N}$ [mm ²]	$\Psi_{s,N}$ [-]	$\Psi_{re,N}$ [-]	C_{-x} [mm]	C_{+x} [mm]	C_{-y} [mm]	C_{+y} [mm]
44,12	93.600	67.600	1,000	1,000	6.000	6.000	200	200

$e_{N,x}$ [mm]	$e_{N,y}$ [mm]	k [-]	Y_{Mc} [-]	$\Psi_{ec,N}$ [-]	$N_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rk,cp}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{sd} [kN]	$\beta_{V,cp}$ [%]
0,0	0,0	2,0	1,5	1,0	61,09	122,18	81,45	8,60	10,6%

Taglio - Rottura del bordo di calcestruzzo

Gruppo No.	Linea di fallimento	Bordi	C_1 [mm]	C_{2min} [mm]	$V^0_{Rk,c}$ [kN]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A^0_{c,V}$ [mm ²]	$\Psi_{s,V}$ [-]	$\Psi_{h,V}$ [-]
1	[1, 2]	yn	200	6.000	58,35	175.000	180.000	1,000	1,095

$\Psi_{a,V}$ [-]	e_V [mm]	$\Psi_{ec,V}$ [-]	$\Psi_{re,V}$ [-]	$V_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{sd} [kN]	Y_{Wkc} [-]	K_1 [-]	$\beta_{V,c}$ [%]
2,500	0,0	1,000	1,000	155,347	103,56	8,60	1,5	2,4	8,3%

Gruppo No.	Linea di fallimento	Bordi	C_1 [mm]	C_{2min} [mm]	$V^0_{Rk,c}$ [kN]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A^0_{c,V}$ [mm ²]	$\Psi_{s,V}$ [-]	$\Psi_{h,V}$ [-]
1	[1, 2]	yp	200	6.000	58,35	175.000	180.000	1,000	1,095

$\Psi_{a,V}$ [-]	e_V [mm]	$\Psi_{ec,V}$ [-]	$\Psi_{re,V}$ [-]	$V_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{sd} [kN]	Y_{Wkc} [-]	K_1 [-]	$\beta_{V,c}$ [%]
2,500	0,0	1,000	1,000	155,347	103,56	8,60	1,5	2,4	8,3%

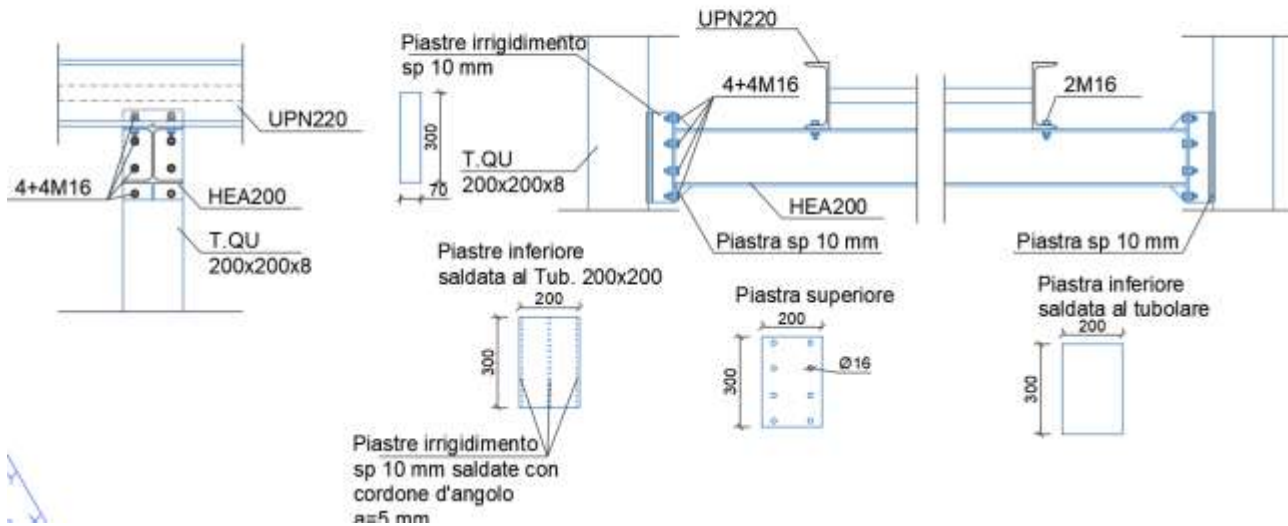
Combinazione trazione e taglio

	Ancorante	Trazione (β_N)	Taglio (β_V)	Condizione	Utilizzazione	Status
Acciaio	1	0,0%	9,7%	$\beta = \beta^2_N + \beta^2_V$	0,9%	✓
Calcestruzzo	1	0,0%	10,6%	$\beta = (\beta^{1.5}_N + \beta^{1.5}_V)$	3,4%	✓

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 dei nodi: 13, 17 (particolare 03-04 TAVOLA C50E SA1.2)

**Particolare 03
Collegamento cosciale scala-trave UPN220-HEA200**

Scala 1:20



Colonna

Tipo di profilo: T.Q.U 200x200x8

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

Trave lato 2+

Tipo di profilo: HEA 200

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 200.0 x 300.0 x 10.0 mm

Spessore nervature verticali: 6.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Rigidezza giunto (calcolata secondo EN 1993-1-8 : 2005 par. 6.3):

$S_{j,ini}$ non calcolabile

Saldature:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 8 \text{ mm}$

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
----------	--------	--------	-------	-----------	-----------	----------

17.3 -3322.7 -6.7 -17119.9 216601.0 7778730.0 512.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$
 Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 155621.9 \text{ N}$
 Resistenza a punzonamento lato passante $B_{pa,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_a \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 124497.5 \text{ N}$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	19102.4	19102.4
2	19724.2	19724.2
3	19724.2	19724.2
4	19102.4	19102.4
5	19102.4	19102.4
6	19724.2	19724.2
7	19724.2	19724.2
8	19102.4	19102.4

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia
 $F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , B_{pa,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

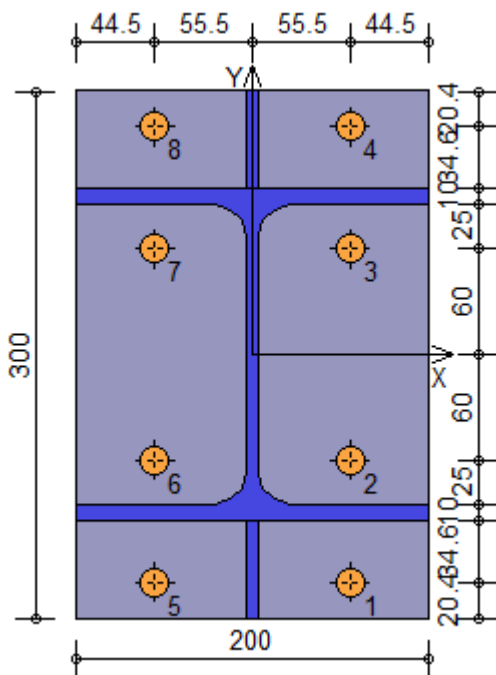
Resistenza a taglio dei bulloni

$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{ba,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{ba,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	79721.6	96050.2	60222.1	55040.0	110080.0	55040.0
2	120062.7	96050.2	60222.1	137600.0	110080.0	60222.1
3	120062.7	96050.2	60222.1	137600.0	110080.0	60222.1
4	79721.6	96050.2	60222.1	55040.0	110080.0	55040.0
5	79721.6	96050.2	60222.1	55040.0	110080.0	55040.0
6	120062.7	96050.2	60222.1	137600.0	110080.0	60222.1
7	120062.7	96050.2	60222.1	137600.0	110080.0	60222.1
8	79721.6	96050.2	60222.1	55040.0	110080.0	55040.0

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x
 $F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento lato passante in direzione x
 $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd} , F_{ba,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x
 $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y
 $F_{ba,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento lato passante in direzione y
 $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} , F_{ba,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 17, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	F _{v,Ed} [N]	F _{v,Rd} [N]	F _{t,Ed} [N]	F _{t,Rd} [N]	FV ₁	VER
1	55.50	-129.60	415.6	55040.0	6712.6	19102.4	0.258551	Ok
2	55.50	-60.00	415.6	60222.1	4705.4	19724.2	0.177301	Ok
3	55.50	60.00	415.6	60222.1	1244.7	19724.2	0.051978	Ok
4	55.50	129.60	415.6	55040.0	0.0	19102.4	0.007551	Ok
5	-55.50	-129.60	415.1	55040.0	6603.0	19102.4	0.254446	Ok
6	-55.50	-60.00	415.1	60222.1	4595.9	19724.2	0.173325	Ok
7	-55.50	60.00	415.1	60222.1	1135.2	19724.2	0.048002	Ok
8	-55.50	129.60	415.1	55040.0	0.0	19102.4	0.007541	Ok

2-Trazione (Nodo n. 17, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	F _{t,Ed} [N]	F _{t,Rd} [N]	FV ₂	VER
1	55.50	-129.60	6712.6	19102.4	0.351400	Ok
2	55.50	-60.00	4705.4	19724.2	0.238559	Ok
3	55.50	60.00	1244.7	19724.2	0.063107	Ok
4	55.50	129.60	0.0	19102.4	0.000000	Ok
5	-55.50	-129.60	6603.0	19102.4	0.345666	Ok
6	-55.50	-60.00	4595.9	19724.2	0.233006	Ok
7	-55.50	60.00	1135.2	19724.2	0.057554	Ok
8	-55.50	129.60	0.0	19102.4	0.000000	Ok

Legenda

- F_{v,Ed} forza di taglio agente sul bullone
- F_{v,Rd} resistenza a taglio di progetto del bullone
- F_{t,Ed} forza di trazione agente sul bullone
- F_{t,Rd} resistenza a trazione di progetto del bullone
- $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
- $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
- VER → FV_i ≤ 1

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 5.657$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm².

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 17, CMB n. 3)

Cordoni	Lung.[mm]	n _⊥	t _⊥	τ	FV ₁	VER ₁
Nervatura inferiore lato destro	47.0	19.36	0.00	-1.29	19.40	Ok
Nervatura inferiore lato sinistro	47.0	19.36	0.00	-1.29	19.40	Ok
Ala inferiore esterno	200.0	11.72	0.00	0.00	11.72	Ok
Ala inferiore =interno lato destro	78.8	10.88	0.00	0.00	10.88	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	78.8	9.13	0.00	0.00	9.13	Ok
Anima lato destro	134.0	-12.38	0.00	-1.29	12.45	Ok
Anima lato sinistro	134.0	-12.38	0.00	-1.29	12.45	Ok
Ala superiore interno lato destro	78.8	-14.30	0.00	0.00	14.30	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	78.8	-16.05	0.00	0.00	16.05	Ok
Ala superiore esterno	200.0	-18.34	0.00	0.00	18.34	Ok
Nervatura superiore lato destro	47.0	-24.53	0.00	-1.29	24.56	Ok
Nervatura superiore lato sinistro	47.0	-24.53	0.00	-1.29	24.56	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 17, CMB n. 3)

Cordoni	Lung.[mm]	n _⊥	t _⊥	τ	FV ₂	VER ₂
Nervatura inferiore lato destro	47.0	19.36	0.00	-1.29	19.36	Ok
Nervatura inferiore lato sinistro	47.0	19.36	0.00	-1.29	19.36	Ok
Ala inferiore esterno	200.0	11.72	0.00	0.00	11.72	Ok
Ala inferiore interno lato destro	78.8	10.88	0.00	0.00	10.88	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	78.8	9.13	0.00	0.00	9.13	Ok
Anima lato destro	134.0	-12.38	0.00	-1.29	12.38	Ok
Anima lato sinistro	134.0	-12.38	0.00	-1.29	12.38	Ok
Ala superiore interno lato destro	78.8	-14.30	0.00	0.00	14.30	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	78.8	-16.05	0.00	0.00	16.05	Ok
Ala superiore esterno	200.0	-18.34	0.00	0.00	18.34	Ok
Nervatura superiore lato destro	47.0	-24.53	0.00	-1.29	24.53	Ok

Nervatura superiore lato sinistro	47.0	-24.53	0.00	-1.29	24.53	Ok
-----------------------------------	------	--------	------	-------	-------	----

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 192.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 233.75 \text{ N/mm}^2)$$

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 17, CMB n. 3)

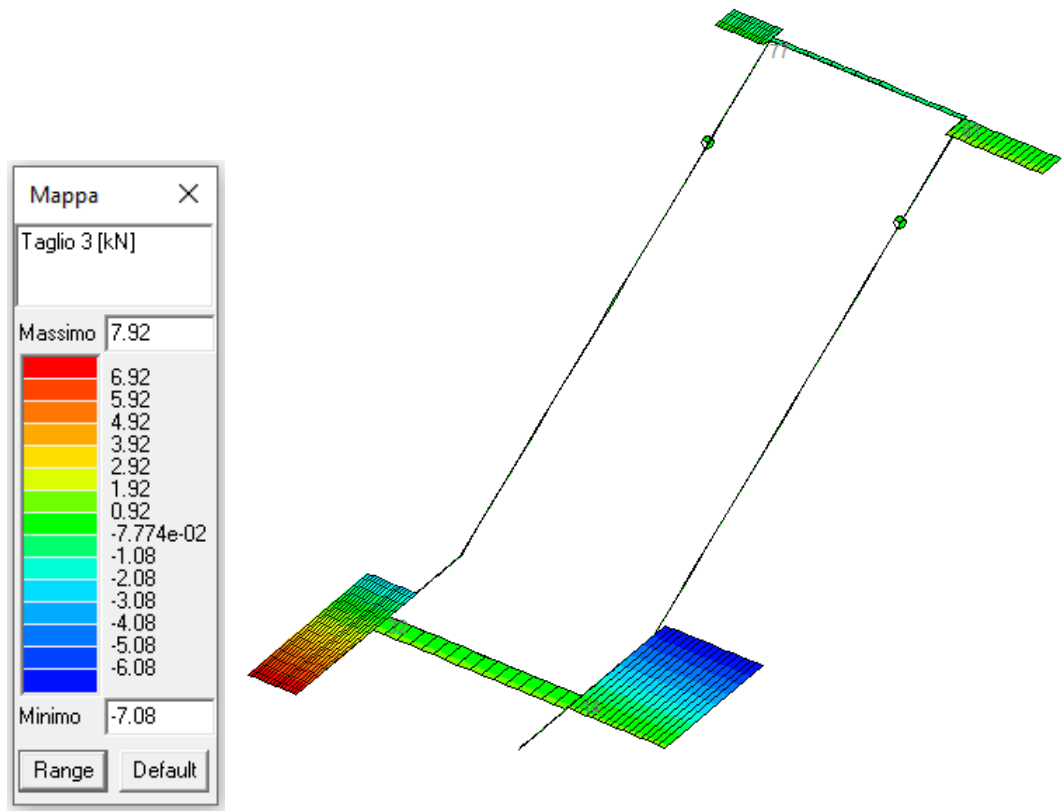
Momento resistente del giunto $M_{j,Rd} = 20607940.0 \text{ N mm}$

Momento di progetto $M_{j,Ed} = 5489783.0 \text{ N mm}$

$$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.266392 \text{ Ok}$$

VERIFICA TRAVE HEA200 UPN 200

INVILUPPO SOLLECITAZIONI



TAGLIO AGENTE SU SINGOLO BULLONE

$$T_{Ed} = 7.92/2 = 3.96 \text{ kN}$$

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	4000
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	16
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{td} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{ves} (mm ²)	157

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	8
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{td} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{ves} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$




$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,066
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

α_{MIN}	0,608
k_{MIN}	2,088

$F_{b,Rd}$ (N)	55891
----------------	-------

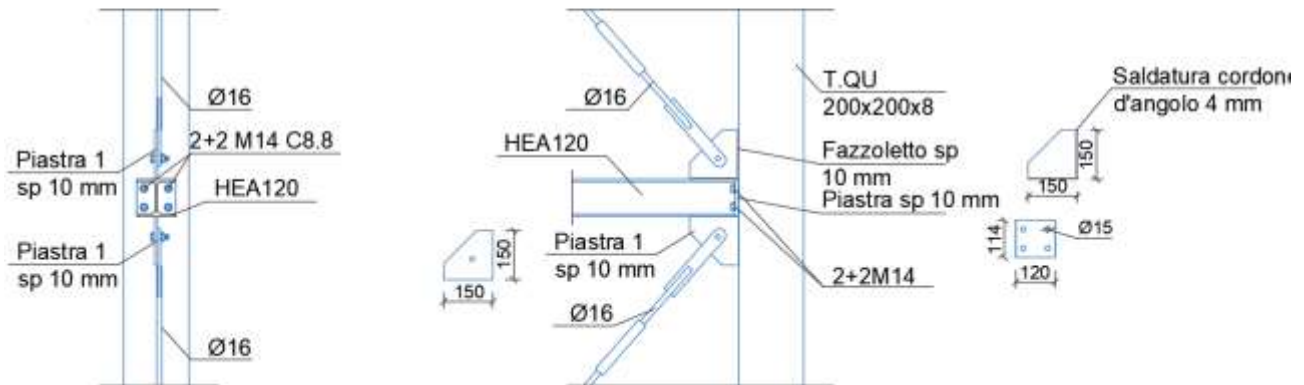
$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,072
-----------------------------	-------

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo (particolare 05 TAV. C50E SA1.2)

Particolare 05

Collegamento trave-pilastro HEA120-T.QU200x200x8

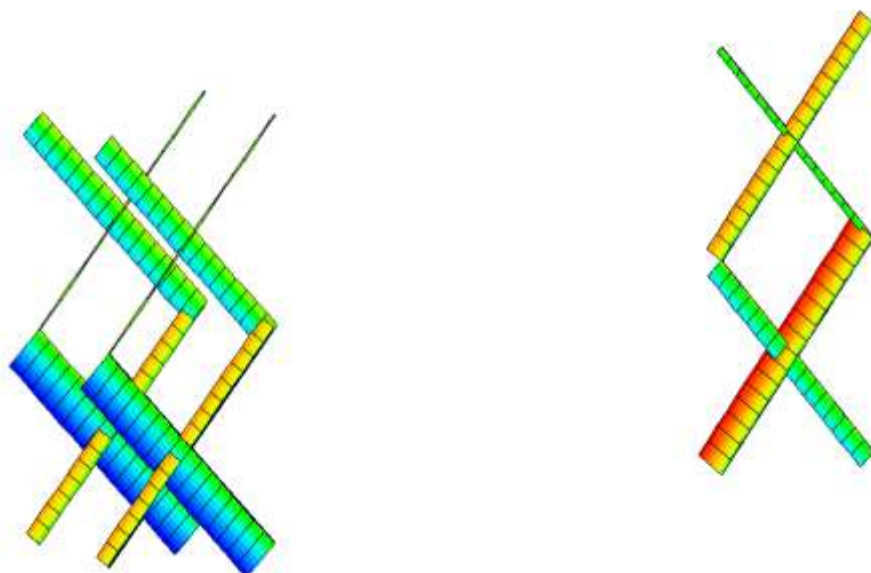
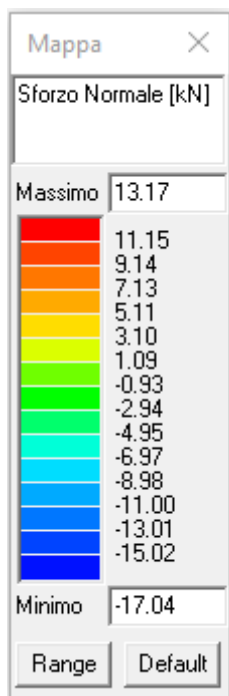
Scala 1:20



Di Seguito si riportano le verifiche manuali del nodo poiché il programma di calcolo non prevede il nodo studiato)

Il traverso HEA 120 è un elemento secondario non inserito all'interno del modello strutturale, quindi si riporta la verifica del controvento e della saldatura del fazzoletto della sola parte saldata alla colonna.

INVILUPPO SOLLECITAZIONI



VERIFICA CONTROVENTO FI 16

Tipo Acciaio	S275
Profilo	fi 16
Classe	1
γ_{M0}	1,05
γ_{M1}	1,05
f_{yk} (N/mm ²)	275,00
f_{yd} (N/mm ²)	261,90
E (N/mm ²)	210000,00
A (cm ²)	2,01

VERIFICHE A TRAZIONE

L'azione assiale di calcolo N_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

Azione sollecitante	$N_{Ed} =$	17,04	kN
Verifica	$N_{Ed}/N_{i,Rd} < 1 =$	0,32	VERIFICATA

Dove la resistenza di calcolo a trazione $N_{i,Rd}$ è assunta pari alla minore dei valori seguenti:

a) resistenza plastica della sezione lorda A,

$$N_{pl,Rd} = Af_{yk}/\gamma_{M0} = 52,66 \quad \text{kN}$$

VERIFICA BULLONE DI ANCORAGGIO M14 C8.8

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	17000
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,385
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{t,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,000
-----------------------------	-------

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
●	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

α_{MIN}	0,489
k_{MIN}	2,500

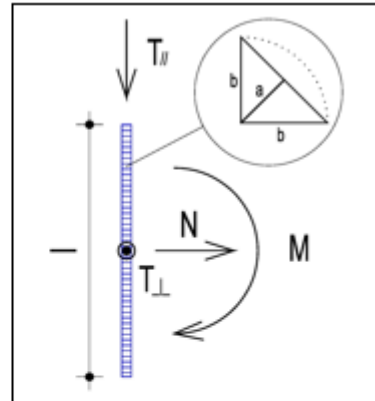
$F_{b,Rd}$ (N)	58862
----------------	-------

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,289
-----------------------------	-------

VERIFICA SALDATURA FAZZOLETTO

Sollecitazioni	
N (N)	0
T_{II} (N)	0
T_I (N)	17000
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	4
l (mm)	130
n° cordoni	2
γ_{M2}	1,25
a (mm)	2,83



f_{yk} (N/mm ²)	275
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica con formula 4.2.76

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

β_w	0,85
$f_{vw,d}$ (N/mm ²)	233,657
F_{TII} (N/mm)	0,000
F_{TI} (N/mm)	65,385

$F_{T \text{ TOT}}$ (N/mm)	65,385
$F_{I \text{ N}}$ (N/mm)	0,000
$F_{I \text{ M}}$ (N/mm)	0,000
$F_{I \text{ TOT}}$ (N/mm)	0,000

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	65,385
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	660,882

S/R	OK
0,099	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{II}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

β_1	0,7
β_2	0,85
t_{II} (N/mm ²)	0,0000
t_{\perp} (N/mm ²)	23,1170

$n_{I \text{ N}}$ (N/mm ²)	0,0000
$n_{I \text{ M}}$ (N/mm ²)	0,0000
n_{I} (N/mm ²)	0,0000

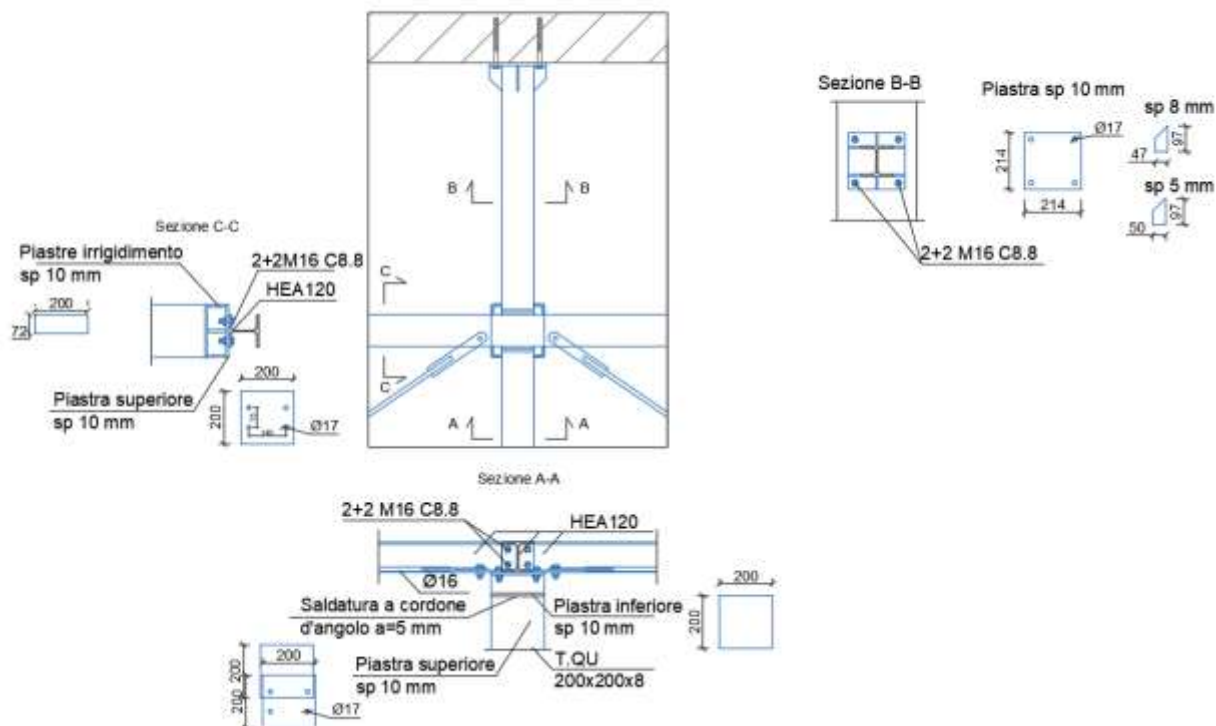
$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{II}^2)}$	23,1170
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192,5000

S/R	OK
0,12	

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo (particolare 06 TAV. C50E SA1.2)

Collegamento trave-pilastro HEA120-T.QU200x200x8

Scala 1:20



Di Seguito si riportano le verifiche manuali del nodo poiché il programma di calcolo non prevede il nodo studiato)

Collegamento HEA120-HEA120

Tipo di profilo: HEA 120

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

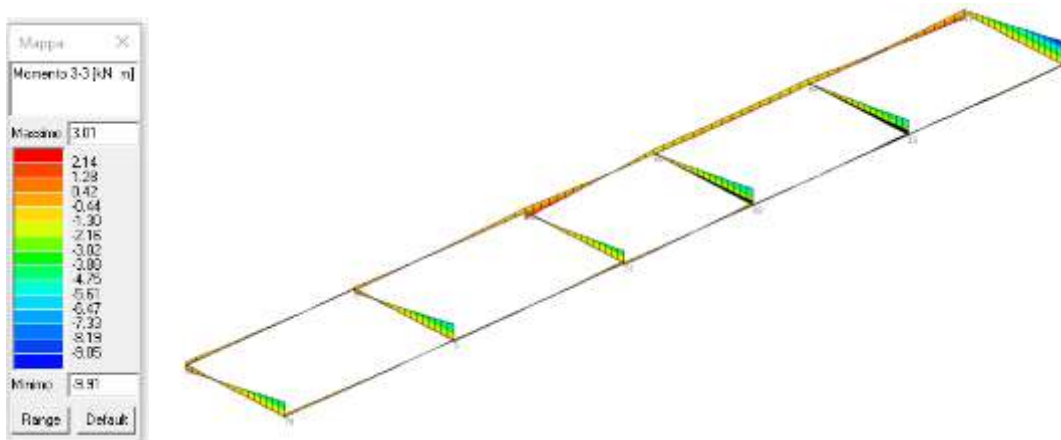
Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

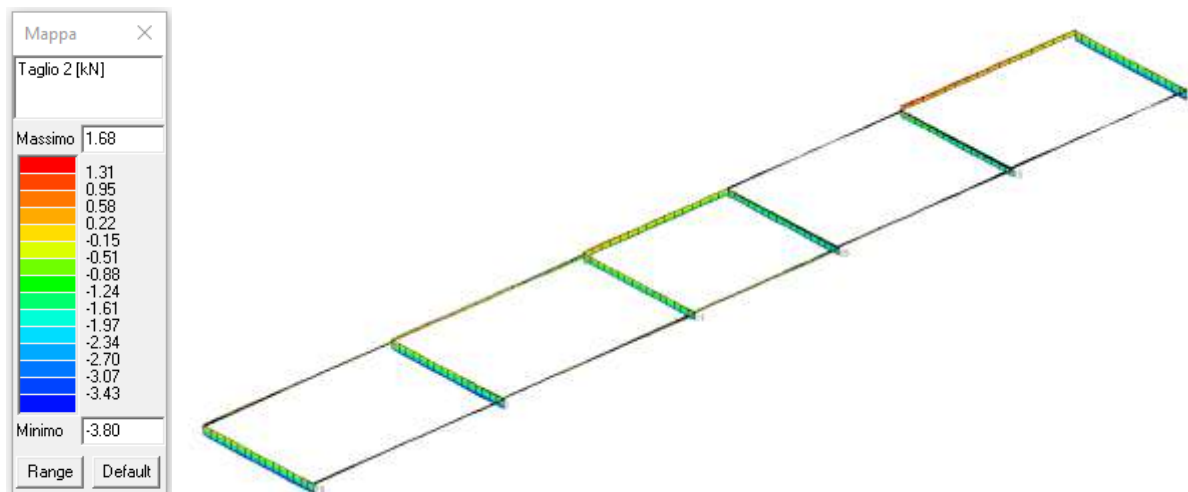
Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$

INVILUPPO SOLLECITAZIONI

MOMENTI FLETTENTI



TAGLIO



$$M_{\max} = 9.91 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 3.80 \text{ kN}$$

Sforzo normale agente su singolo bullone

$$N_{Ed} = 9.91/0.058 = 170.7/2 = 85.4 \text{ kN}$$

Taglio agente su singolo bullone

$$T_{Ed} = 3.80/4 = 0.95 \text{ kN}$$

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	950
$F_{t,Ed}$ (N)	85400

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	16
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{res} (mm ²)	157

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}}$	0,690
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,944
-----------------------------	-------

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,690
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,944
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
<input checked="" type="radio"/>	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

e_1 (mm)	22	20,4	$\leq e_1 \leq$	80
e_2 (mm)	23	20,4	$\leq e_2 \leq$	80
p_1 (mm)	58	37,4	$\leq p_1 \leq$	140
p_2 (mm)	74	40,8	$\leq p_2 \leq$	140

$\alpha = \min \{e_1/(3d_0) ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni di bordo // al carico applicato

$\alpha = \min \{p_1/(3d_0)-0,25 ; f_{tb}/f_{tk} ; 1\}$ per bulloni interni // al carico applicato

$k = \min \{2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni di bordo _|_ al carico applicato

$k = \min \{1,4p_2/d_0-1,7 ; 2,5\}$ per bulloni interni _|_ al carico applicato

α_{MIN}	0,431
k_{MIN}	2,088

$F_{b,Rd}$ (N)	49580
----------------	-------

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,019
-----------------------------	-------

Collegamento HEA120-COLONNA TUBOLARE 200X200

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$
Classe sezione: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

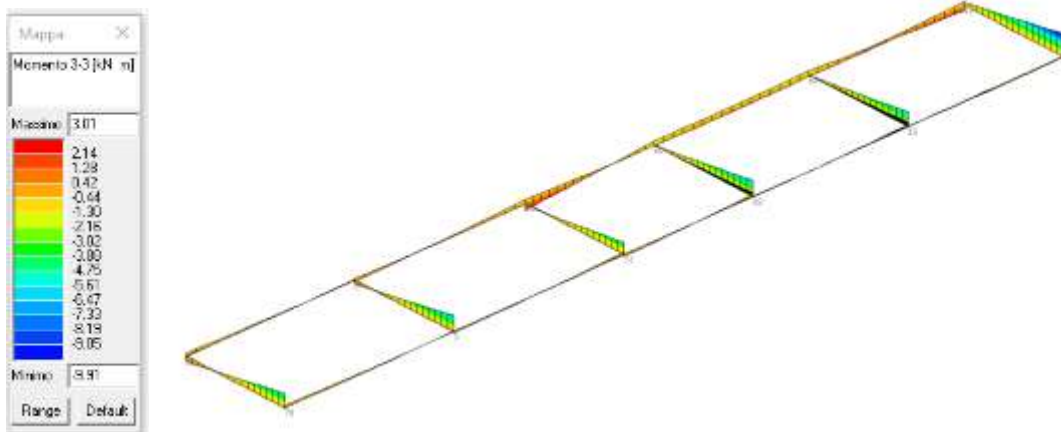
Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

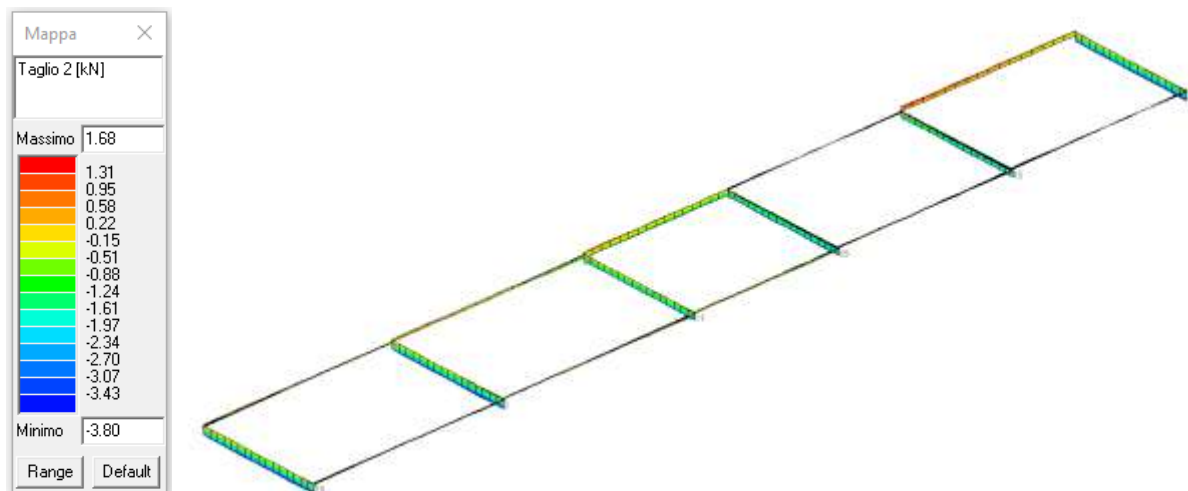
Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$

INVILUPPO SOLLECITAZIONI

MOMENTI FLETTENTI



TAGLIO



$$M_{\max} = 9.91 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 3.80 \text{ kN}$$

Sforzo normale agente su singolo bullone

$$N_{Ed} = 9.91/0.075 = 132.13/2 = 66.1 \text{ kN}$$

Taglio agente su singolo bullone

$$T_{Ed} = 3.80/4 = 0.95 \text{ kN}$$

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	950
$F_{t,Ed}$ (N)	66000

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	16
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	201
A_{res} (mm ²)	157

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	17
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \text{ con } \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$F_{v,Rd}$ (N)	60288
$F_{t,Rd}$ (N)	90432

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,537
------------------------------------------------------------	-------

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,730
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \text{ con } F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

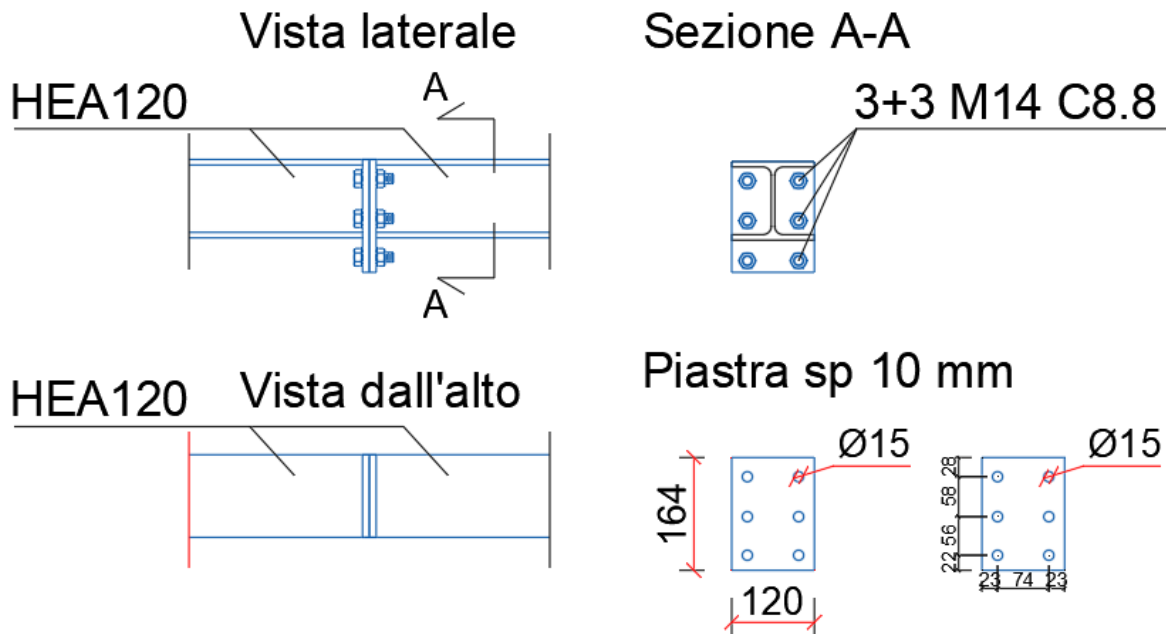
Tipo di unione	
<input checked="" type="radio"/>	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

α_{MIN}	0,431
k_{MIN}	2,088

$F_{b,Rd}$ (N)	49580
----------------	-------

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,019
-----------------------------	-------

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo (particolare 07 TAV. C50E SA1.2)



Di Seguito si riportano le verifiche manuali del nodo poiché il programma di calcolo non prevede il nodo studiato)

Tipo di profilo: HEA 120

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

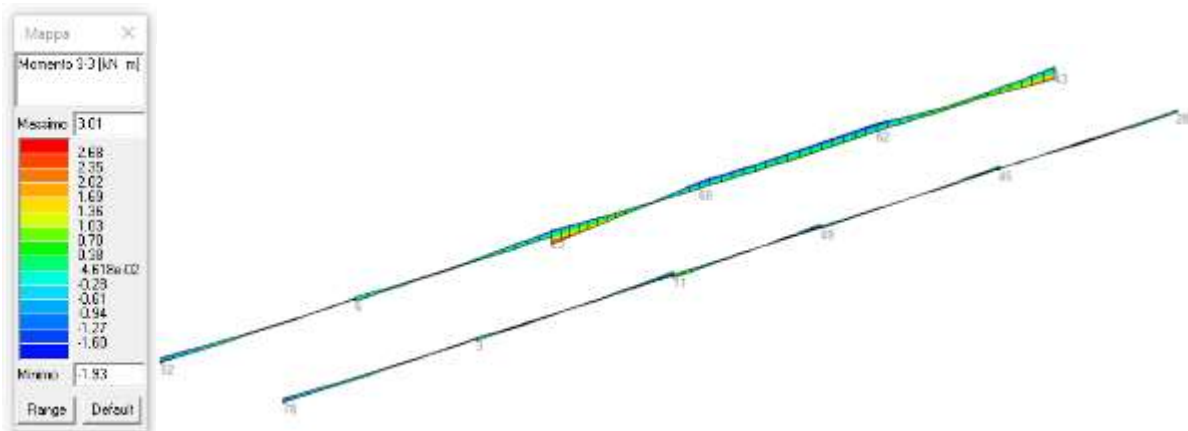
Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

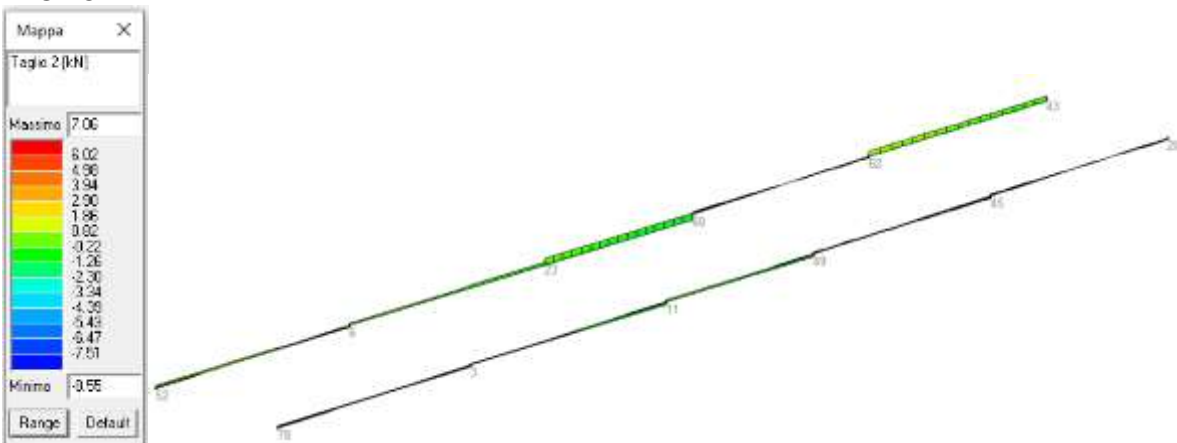
Diametro gambo $\varnothing = 14 \text{ mm}$ $A_{res} = 1158 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

MOMENTO FLETTENTE



TAGLIO



$$M_{\max} = 3.01 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 8.55 \text{ kN}$$

Sforzo normale agente su singolo bullone

$$N_{Ed} = 3.01/0.11 = 27.4/2 = 13.70 \text{ kN}$$

Taglio agente su singolo bullone

$$T_{Ed} = 8.55/6 = 1.43 \text{ kN}$$

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	1430
$F_{L,Ed}$ (N)	13700

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{L,Ed}}{1.4F_{L,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{L,Ed}}{F_{L,Rd}} \leq 1$$




$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{L,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{L,Ed}}{1.4F_{L,Rd}}$	0,180
------------------------------------------------------------	-------

$\frac{F_{L,Ed}}{F_{L,Rd}}$	0,207
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

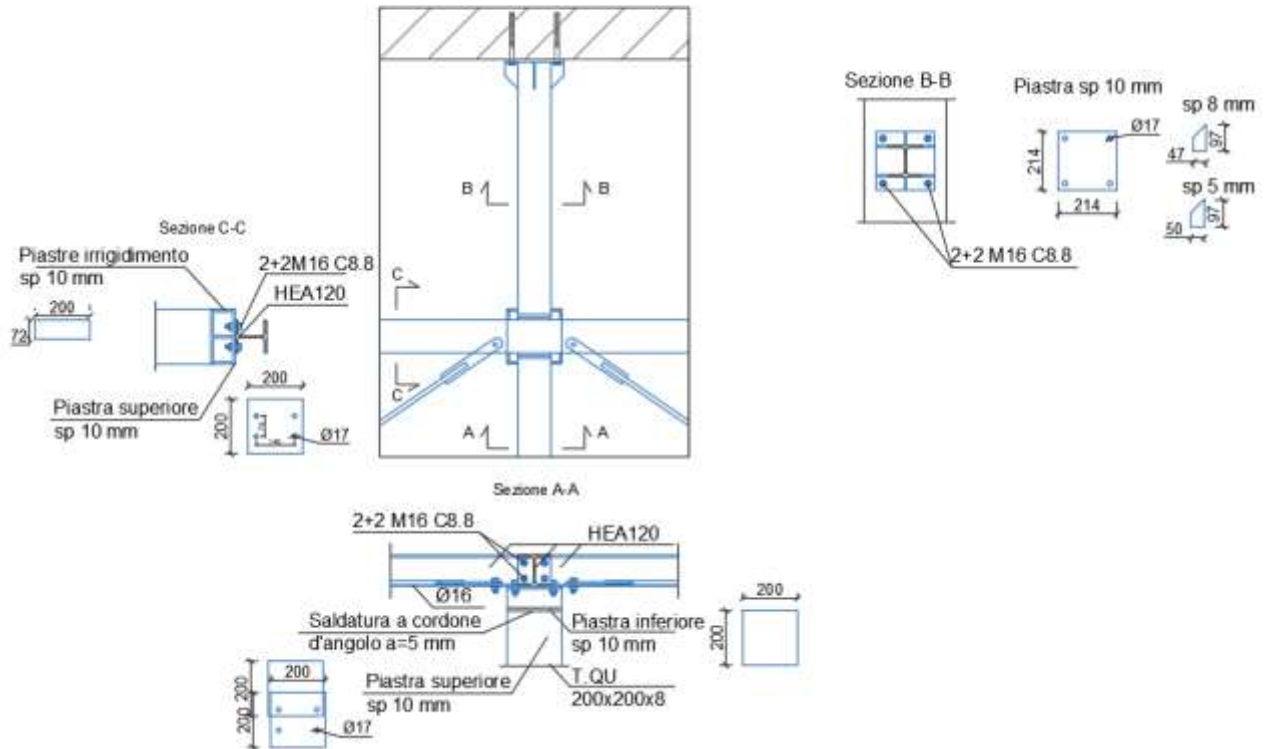
α_{MIN}	0,489
k_{MIN}	2,500

$F_{b,Rd}$ (N)	58862
----------------	-------

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,024
-----------------------------	-------

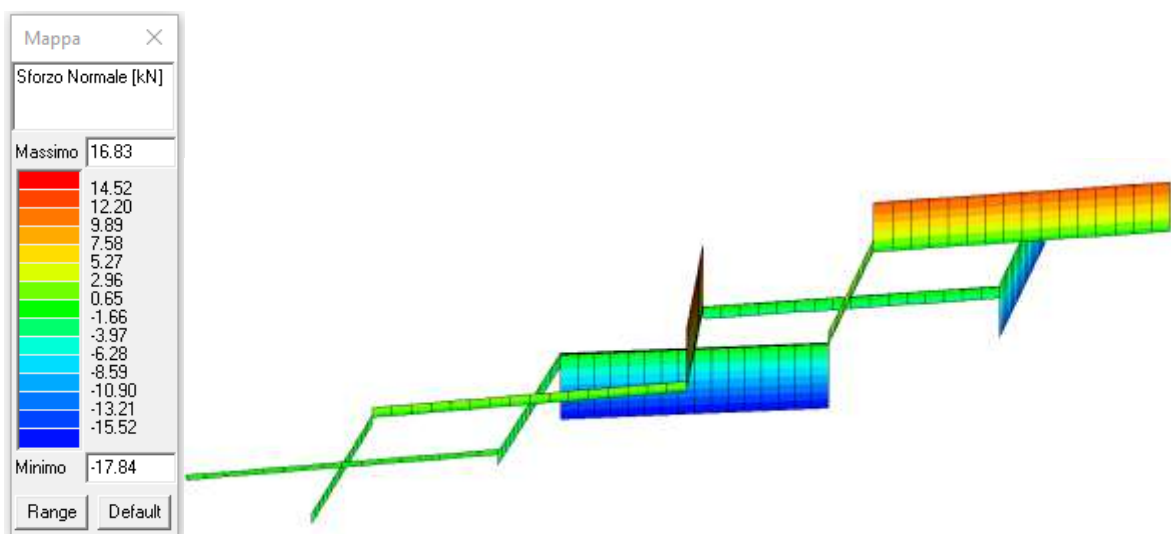
Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo (particolare 06 TAV. C50E SA1.2)

Particolare 06
Collegamento trave-pilastro HEA120-T.QU200x200x8
Scala 1:20



Di Seguito si riportano le verifiche manuali del nodo poiché il programma di calcolo non prevede il nodo studiato)

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI



VERIFICA CONTROVENTO FI 16

Tipo Acciaio	S275
Profilo	fi 16
Classe	1
γ_{M0}	1,05
γ_{M1}	1,05
f_{yk} (N/mm ²)	275,00
f_{yd} (N/mm ²)	261,90
E (N/mm ²)	210000,00
A (cm ²)	2,01

VERIFICHE A TRAZIONE

L'azione assiale di calcolo N_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

Azione sollecitante	$N_{Ed} =$	17,84	kN
Verifica	$N_{Ed}/N_{i,Rd} < 1 =$	0,34	VERIFICATA

Dove la resistenza di calcolo a trazione $N_{i,Rd}$ è assunta pari alla minore dei valori seguenti:

a) resistenza plastica della sezione lorda A,

$$N_{pl,Rd} = Af_{yk}/\gamma_{M0} = 52,66 \quad \text{kN}$$

VERIFICA BULLONE DI ANCORAGGIO M14 C8.8

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	17800
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,403
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{t,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
<input checked="" type="radio"/>	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

α_{MIN}	0,489
k_{MIN}	2,500

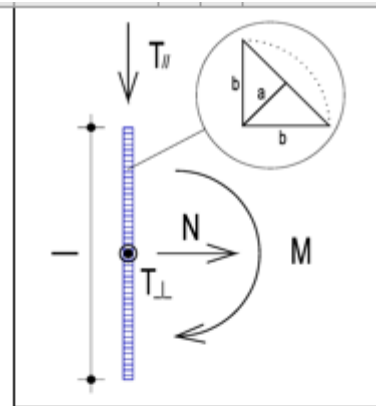
$F_{b,Rd}$ (N)	58862
----------------	-------

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,302
-----------------------------	-------

VERIFICA SALDATURA PIASTRA

Sollecitazioni	
N (N)	0
$T_{ }$ (N)	17800
T_{\perp} (N)	0
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	4
l (mm)	100
n° cordoni	2
γ_{M2}	1,25
a (mm)	2,83



f_{yk} (N/mm ²)	275
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica con formula 4.2.76

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

β_w	0,85
$f_{w,Ed}$ (N/mm ²)	233,657
$F_{T }$ (N/mm)	89,000
$F_{T\perp}$ (N/mm)	0,000

$F_{T_{TOT}}$ (N/mm)	89,000
$F_{ N}$ (N/mm)	0,000
$F_{ M}$ (N/mm)	0,000
$F_{ TOT}$ (N/mm)	0,000

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	89,000
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	660,882

S/R	OK
0,135	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{||}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + t_{\perp} \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

β_1	0,7
β_2	0,85
$t_{ }$ (N/mm ²)	31,4663
t_{\perp} (N/mm ²)	0,0000

$n_{ N}$ (N/mm ²)	0,0000
$n_{ M}$ (N/mm ²)	0,0000
n_{\perp} (N/mm ²)	0,0000

$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{ }^2)}$	31,4663
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192,5000

S/R	OK
0,16	

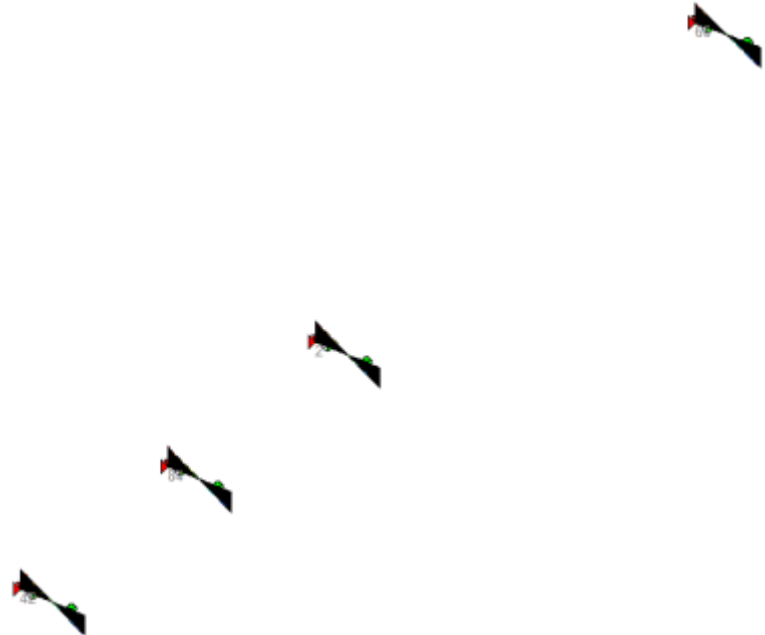
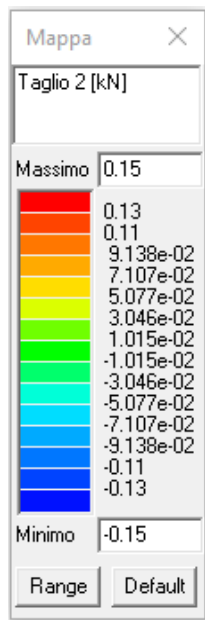
$ n_{\perp} + t_{\perp}$	0,0000
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	233,7500

S/R	OK
0,00	

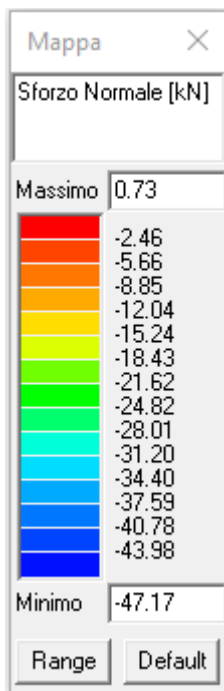
VERIFICA ATTACCO HEA120 TRAVE C.A.

INVILUPPO SOLLECITAZIONI

TAGLIO



SFORZO NORMALE



Materiale base

Non fessurato Calcestruzzo

Spessore materiale base 300 mm

Classe resistenza C25/30

$f_{ck,cube}$ 30 N/mm²

Installazione

Nessun braccio di leva

Oggetto da fissare

Ipotesi di piastra rigida

Spessore della piastra 10 mm

Forma piastra Rettangolare

Lunghezza lato 214 x 214 mm

Vertici piastra

Vertice	X	y
1	-107,0	-107,0
2	-107,0	107,0
3	107,0	107,0
4	107,0	-107,0

Posizione ancoranti

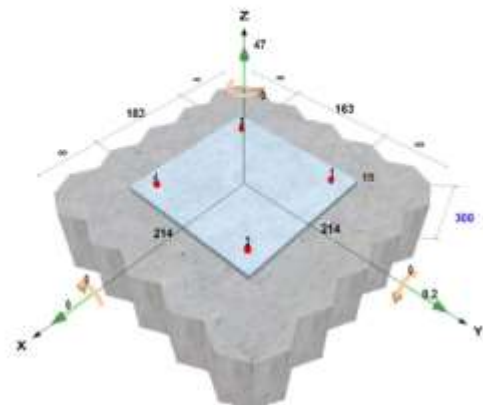
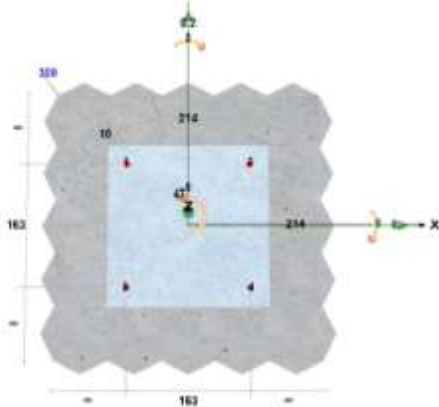
Ancorante	X	y	Asole -x	Asole -y
1	-81,5	81,5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	81,5	81,5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	-81,5	-81,5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	81,5	-81,5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Profilo

Profilo selezionato Non è stato impostato nessun profilo

Eccentricità X: 0,0 mm

Y: 0,0 mm



Dati di Input

Trazione

$N_{sd,Z}$ 47,00 kN

Taglio

$V_{sd,X}$ 0,00 kN

$V_{sd,Y}$ 0,20 kN

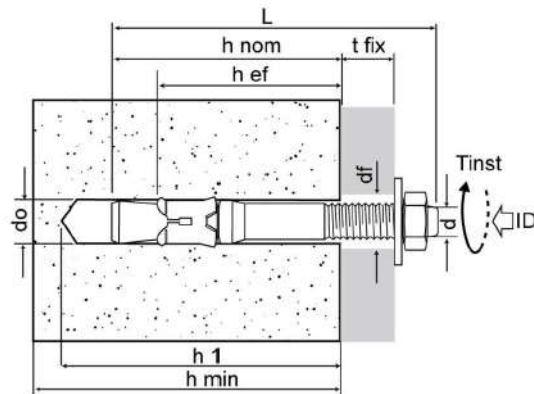
Flessione

$M_{sd,X}$ 0,00 kN·m

$M_{sd,Y}$ 0,00 kN·m

Torsione

$M_{sd,Z}$ 0,00 kN·m



Dati installazione

d	Diametro filettatura ancorante:	16,0	mm	t _{fix}	Spessore fissabile:	10,0	mm
d _{nom}	Diametro esterno ancorante:	16,0	mm	SW	Chiave:	24,0	mm
d ₀	Diametro del foro:	16,0	mm	T _{inst}	Coppia di serraggio massima	100,0	Nm
h ₁	Profondità del foro:	115,0	mm				
h _{nom}	Profondità di inserimento:	96,0	mm				
h _{ef}	Profondità effettiva di ancoraggio:	85,0	mm				
d _f	Diametro foro oggetto da fissare:	18,0	mm				

Carichi di progetto calcolati sugli ancoranti

Ancorante	Trazione [kN]	Taglio [kN]	Taglio (x) [kN]	Taglio (y) [kN]
1	11,75	0,05	0,00	0,05
2	11,75	0,05	0,00	0,05
3	11,75	0,05	0,00	0,05
4	11,75	0,05	0,00	0,05
Risultante forze di trazione in (x/y):		47,00	[kN]	
Risultante forze di compressione in		0,00	[kN]	
Risultante forze di taglio in (x/y):		0,20	[kN]	

Calcolo dell'utilizzo in accordo a ETAG 001,Annex C A

(β - è il rapporto tra la sollecitazione di progetto e la resistenza di progetto)

Calcolo di utilizzo - Trazione

Trazione - Rottura Acciaio

Ancorante	$N_{Rk,z}$ [kN]	$Y_{M,z}$ [-]	$N_{Rd,z}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	$\beta_{N,z}$ [%]
1	72,30	1,48	48,85	11,75	24,1%

Trazione - Rottura per Sfilamento

Ancorante	$N_{Rk,p}$ [kN]	$Y_{M,p}$ [-]	ψ_c [-]	N_{Sd} [kN]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$\beta_{N,z}$ [%]
1	35,00	1,50	1,11	11,75	25,90	45,4%

Trazione - Rottura per formazione del cono

Gruppo No.	Ancorante e	$N_{Rk,c}$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	h_{ef} [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	c_{-x} [mm]	c_{+x} [mm]	c_{-y} [mm]	c_{+y} [mm]	Y_{Nkc} [-]
1	[1, 2, 3, 4]	43,352	174.724	65.025	85	255	128	6.000	6.000	6.000	6.000	1,5
$\psi_{z,N}$ [-]	$\psi_{RN,N}$ [-]	$e_{N,x}$ [mm]	$e_{N,y}$ [mm]	$\psi_{ec,N}$ [-]	$N_{Rk,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	$N_{Rd,c}$ [kN]	$\beta_{N,c}$ [%]				
1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	116,5	47,0	77,7	60,5%				

Trazione - Rottura per Fessurazione del Calcestruzzo

Distanza minima dal bordo superiore a $1,2x_{Cor,sp}$ e spessore del supporto maggiore di $2h_{ef}$, in accordo ad Annex C e TR029 5.2.2.8 a), verifica per fessurazione non necessaria.

Calcolo utilizzo - Taglio

Taglio - Rottura acciaio senza braccio di leva

Ancorante	$V_{Rk,z}$ [kN]	Y_{Mc} [-]	$V_{Rd,z}$ [kN]	V_{sd} [kN]	$\beta_{n,z}$ [-]
1	42,30	1,50	28,20	0,05	0,2%

Taglio - Rottura acciaio con braccio di leva

Braccio di leva non applicato

Taglio - Rottura per scalzamento(NRk,c)

Gli ancoranti sono divisi in 1 gruppo

$N_{Rk,c}$	$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$\psi_{s,N}$ [-]	$\psi_{re,N}$ [-]	C_x [mm]	C_{+x} [mm]	C_y [mm]	C_{+y} [mm]	
43,35	174.724	65.025	1,000	1,000	6.000	6.000	6.000	6.000	
$e_{N,x}$ [mm]	$e_{N,y}$ [mm]	k [-]	Y_{Mc} [-]	$\psi_{Mc,N}$ [-]	$N_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rk,cp}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{sd} [kN]	$\beta_{V,cp}$ [%]
0,0	0,0	2,0	1,5	1,0	116,49	232,98	155,32	0,20	0,1%

Taglio - Rottura del bordo di calcestruzzo

L'ancorante più sollecitato 1 non si presume che sia efficace per la verifica del cedimento del bordo di calcestruzzo, pertanto il fattore di utilizzo del cedimento del bordo valutato non influirà sulla verifica dell'ancoraggio.

Combinazione trazione e taglio

	Ancorante	Trazione (β_N)	Taglio (β_V)	Condizione	Utilizzazione	Status
Acciaio	1	24,1%	0,2%	$\beta = \beta_N^2 + \beta_V^2$	5,8%	✓
Calcestruzzo	1	60,5%	0,1%	$\beta = (\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5})$	47,1%	✓

VERIFICA SCALINO SCALA ESTERNA

DATI:

Grigliato elettrosaldato GES	50x3 - 15x76
Grigliato pressato GP	50x3 - 15x66
Rompivisuale	L 30x50x3
Carico	$P_1 = P_2 = 200$ daN
Impronta circolare	$d = 120$ mm
Lunghezza del gradino	$L = 1800$ mm
Barre collaboranti	$n' = 1,6$ (vedi tabella § 5.2)
Molulo di resistenza del gradino	$W = 13.043$ mm ³
Momento d'inerzia del gradino	$J = 342.411$ mm ⁴
Modulo di elasticità (acciaio S235JR)	$E = 21.000$ daN/mm ²
Coefficiente di riduzione della freccia	$K_1 = 0,79$ (vedi tabella § 5.4)
Coefficiente di riduzione del momento	$K_2 = 0,82$ (vedi tabella § 5.4)
Materiale S235JR	$\sigma_{sn} = 23,5$ daN/mm ²

- Materiale acciaio S235JR - Sigma snervamento= 23,5 daN/mm² - Sigma confronto= 22,38 daN/mm²
- Freccia max. 5 mm
- Freccia max. 1/200 di Ln

Colori:

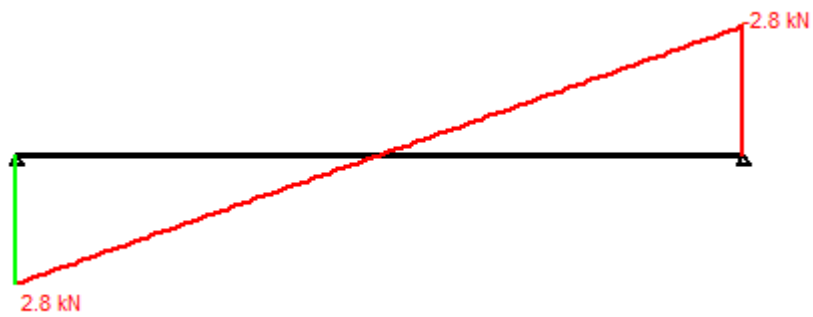
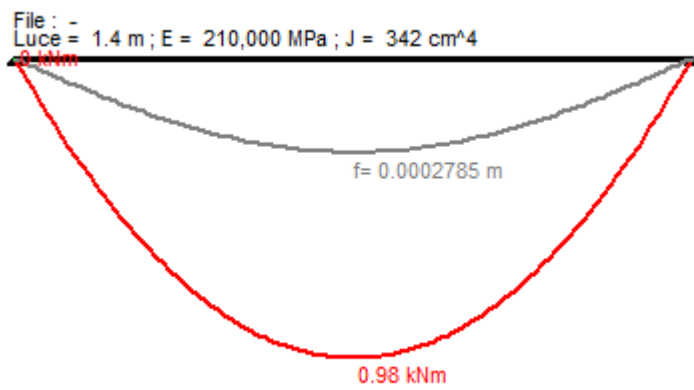
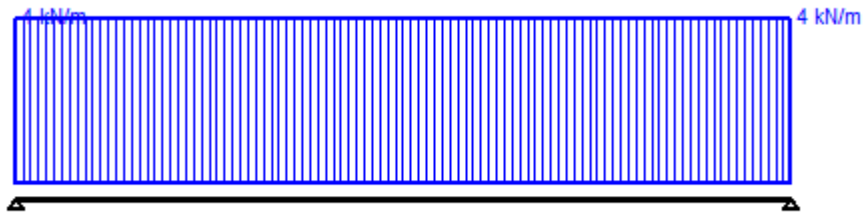
- verde= uso privato secondario 100 daN su impronta circolare Ø 120 mm
- rosso= uso privato principale 100 daN su impronta circolare Ø 120 mm
- nero= uso pubblico 200 daN su impronta circolare Ø 120 mm

Tabella parte 1

		Inferasse barre portanti (mm)									
		11	15	17	22	25	30	33	34	44	55
		Ln= luce netta massima tra gli appoggi (mm)									
Sezione barre portanti		Ln	Ln	Ln	Ln	Ln	Ln	Ln	Ln	Ln	Ln
	20x2	1597	1549	1504	1472	1445	1422	1402	1383	1364	1346
	25x2	1298	1253	1213	1183	1155	1129	1105	1083	1061	1040
	30x2	1098	1056	1019	990	963	938	914	891	869	848
	35x2	1000	960	925	897	870	845	821	798	776	755
	40x2	1436	1388	1339	1293	1250	1208	1167	1127	1087	1048
	45x2	1583	1526	1462	1414	1367	1322	1278	1234	1191	1148
	50x2	1733	1665	1595	1541	1487	1435	1383	1331	1280	1229
	25x3	1288	1233	1183	1138	1095	1053	1011	970	929	888
	30x3	1072	1016	960	910	860	810	760	710	660	610
	35x3	1428	1371	1313	1259	1202	1148	1094	1040	986	932
	40x3	1588	1523	1454	1400	1343	1287	1231	1175	1119	1063
	45x3	1750	1678	1600	1532	1463	1394	1325	1256	1187	1118
	50x3	1918	1838	1753	1678	1600	1521	1442	1363	1284	1205
	30x4	2013	1918	1823	1727	1630	1533	1436	1339	1242	1145

VERIFICA COLLEGAMENTO

Il collegamento e' realizzato con 2M12 C8.8 per lato



Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	2800
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	12
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	113
A_{res} (mm ²)	84

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	8
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	13
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,087
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	32256
$F_{t,Rd}$ (N)	48384

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
●	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

α_{MIN}	0,795
k_{MIN}	2,500

$F_{b,Rd}$ (N)	65625
----------------	-------

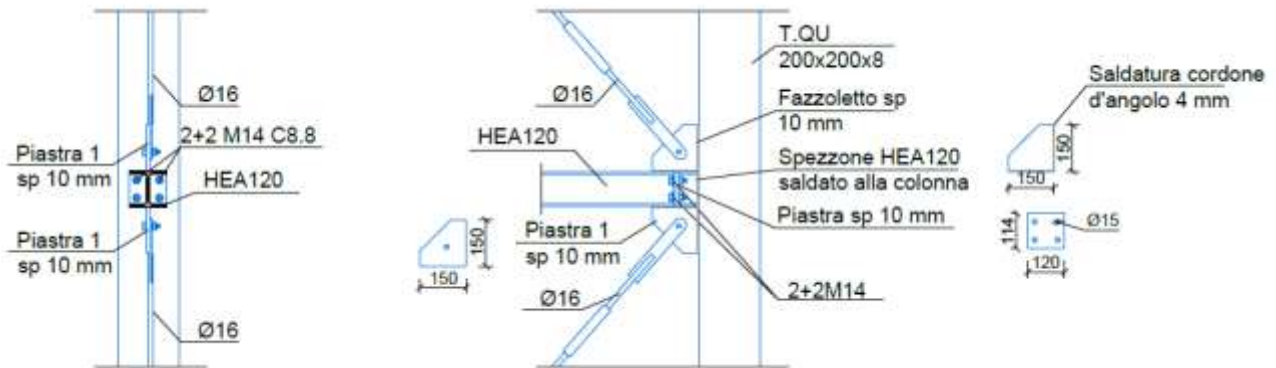
$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,043
-----------------------------	-------

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo (particolare 05 TAV. C50E SA1.2)

Particolare 05

Collegamento trave-pilastro HEA120-T.QU200x200x8

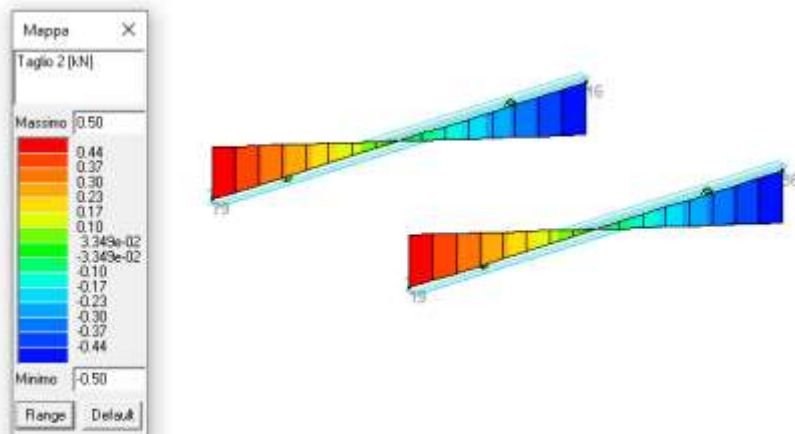
Scala 1:20



Di Seguito si riportano le verifiche manuali del nodo poiché il programma di calcolo non prevede il nodo studiato)

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

TAGLIO 2



VERIFICA COLLEGAMENTO BULLONATO

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	500
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	10
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Caratteristiche piastra	
Acciaio	f_{tk} (N/mm ²)
S235	360
S275	430
S355	510
S450	550
S235 N/NL	390
S355 N/NL	490
S420 N/NL	520
S460 N/NL	540
S235 M/ML	370
S355 M/ML	470
S420 M/ML	520
S460 M/ML	540
S235 W	360
S355 W	510

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,011
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{t,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
<input checked="" type="radio"/>	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
<input type="radio"/>	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

α_{MIN}	0,689
k_{MIN}	2,500

$F_{b,Rd}$ (N)	82942
----------------	-------

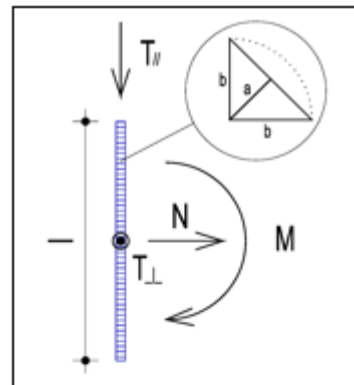
$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}}$	0,006
-----------------------------	-------

VERIFICA COLLEGAMENTO SALDATO

In favore di sicurezza considero come saldatura solo i cordoni superiori delle ali dell'HEA120

Solllecitazioni	
N (N)	0
T_{II} (N)	0
T_I (N)	500
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	4
l (mm)	100
n° cordoni	2
γ_{M2}	1,25
a (mm)	2,83



f_{yk} (N/mm ²)	275
f_{tk} (N/mm ²)	430

Verifica con formula 4.2.76

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

β_w	0,85
$f_{vw,d}$ (N/mm ²)	233,657
F_{TII} (N/mm)	0,000
F_{TI} (N/mm)	2,500

$F_{T,TOT}$ (N/mm)	2,500
$F_{I,N}$ (N/mm)	0,000
$F_{I,M}$ (N/mm)	0,000
$F_{I,TOT}$ (N/mm)	0,000

$F_{w,Ed}$ (N/mm)	2,500
$F_{w,Rd}$ (N/mm)	660,882

S/R	OK
0,004	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{\parallel}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

β_1	0,7
β_2	0,85
t_{\parallel} (N/mm ²)	0,0000
t_{\perp} (N/mm ²)	0,8839

$n_{I,N}$ (N/mm ²)	0,0000
$n_{I,M}$ (N/mm ²)	0,0000
n_{I} (N/mm ²)	0,0000

$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{\parallel}^2)}$	0,8839
$\beta_1 \cdot f_{yk}$	192,5000

S/R	OK
0,00	

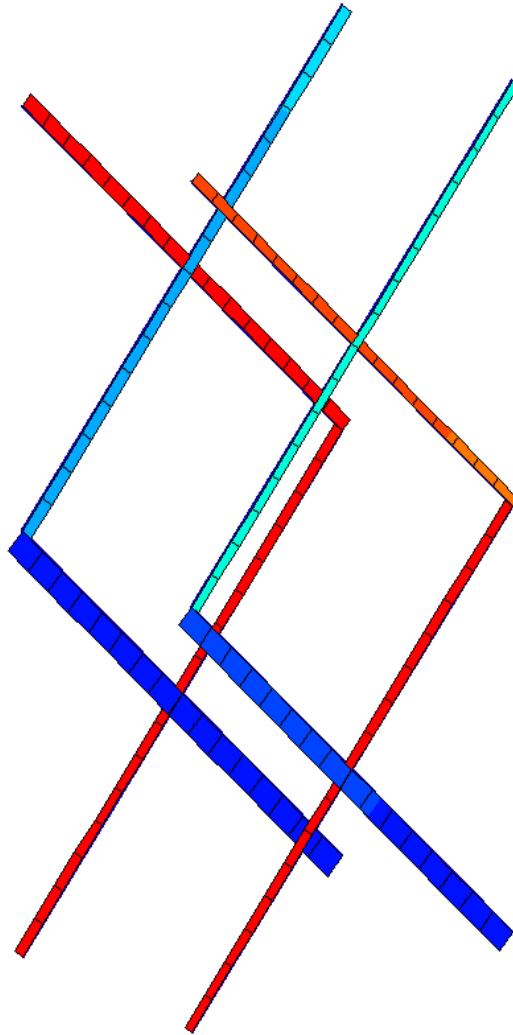
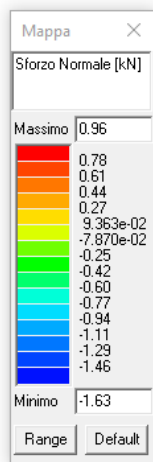
$ n_{\perp} + t_{\perp} $	0,8839
$\beta_2 \cdot f_{yk}$	233,7500

S/R	OK
0,00	

VERIFICA DEL CONTROVENTO PARTE SALDATA

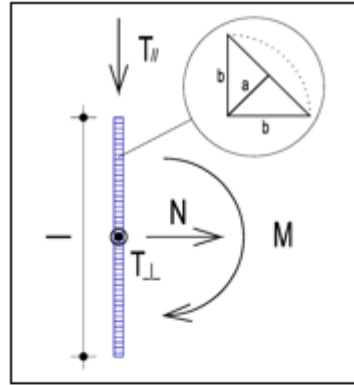
Il controvento composto da barre fi 16 è bullonato con M14 C8.8 alla piastra di spessore 8 mm saldata alla colonna con 2 cordoni d'angolo di lunghezza 150 mm. In favore di sicurezza si prende come lunghezza della saldatura 100 mm.

Inviluppo sollecitazioni



Sollecitazioni	
N (N)	1630
T _{II} (N)	0
T _I (N)	0
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	4
l (mm)	100
n° cordoni	2
γ _{M2}	1,25
a (mm)	2,83



f _{yk} (N/mm ²)	275
f _{yk} (N/mm ²)	430

Verifica con formula 4.2.76

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

β _w	0,85
f _{w,Ed} (N/mm ²)	233,657
F _{TII} (N/mm)	0,000
F _{T I} (N/mm)	0,000

F _{T TOT} (N/mm)	0,000
F _{I N} (N/mm)	8,150
F _{I M} (N/mm)	0,000
F _{I TOT} (N/mm)	8,150

F _{w,Ed} (N/mm)	8,150
F _{w,Rd} (N/mm)	660,882

S/R	OK
0,012	

Verifica con formula 4.2.78 e 4.2.79

$$\sqrt{(n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + t_{\parallel}^2)} \leq \beta_1 \cdot f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 \cdot f_{yk}$$

β ₁	0,7
β ₂	0,85
t _{II} (N/mm ²)	0,0000
t _I (N/mm ²)	0,0000

n _{I N} (N/mm ²)	2,8815
n _{I M} (N/mm ²)	0,0000
n _I (N/mm ²)	2,8815

√(n _⊥ ² + t _⊥ ² + t _∥ ²)	2,8815
β ₁ · f _{yk}	192,5000

S/R	OK
0,01	

n _⊥ + t _⊥	2,8815
β ₂ · f _{yk}	233,7500

S/R	OK
0,01	

VERIFICA DEL CONTROVENTO PARTE BULLONATA

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	1630
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	14
γ_{M2}	1,25
f_{yb} (N/mm ²)	640
f_{tb} (N/mm ²)	800
A_n (mm ²)	153
A_{res} (mm ²)	115

Piastra di collegamento	
Acciaio	S275
t (mm)	8
γ_{M2}	1,25
d_0 (mm)	15
f_{tk} (N/mm ²)	430

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	f_{yb} (N/mm ²)	f_{tb} (N/mm ²)
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	A_n (mm ²)	A_{res} (mm ²)
12	113	84
14	153	115
16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

Verifica di resistenza con formula 4.2.65

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,037
------------------------------------------------------------	-------

$F_{v,Rd}$ (N)	44160
$F_{t,Rd}$ (N)	66240

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,000
-----------------------------	-------

Verifica a rifollamento con formula 4.2.61

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Tipo di unione	
●	Esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Non esposta a fenomeni corrosivi o ambientali
○	Elementi resistenti alla corrosione (EN10025-5)

α_{MIN}	0,689
k_{MIN}	2,500

$F_{b,Rd}$ (N)	66354
----------------	-------

$\frac{F_{v, Ed}}{F_{b, Rd}}$	0,025
-------------------------------	-------

Firmato da:

FRAPPI FEDERICO

codice fiscale FRPFR70D12G912H

num.serie: 46523471882831676437911574482287866385

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 05/01/2021 al 06/01/2024