

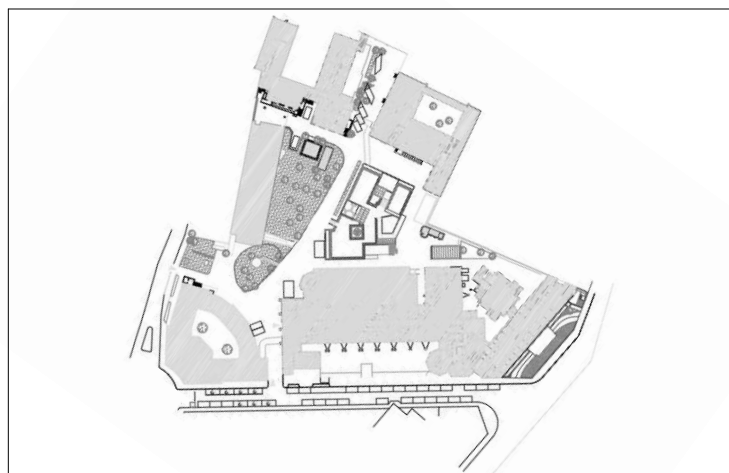


ADEGUAMENTO AI REQUISITI DI SICUREZZA ANTINCENDIO DELLA SEDE DI PIAZZA CARDINAL FERRARI



Progettisti Associati Tecnarco s.r.l.

Milano - Via Lampedusa, 13
Tel. 02/45490600
Fax 02/45490601



PROGETTO ESECUTIVO

Fascicolo dei calcoli Strutture in Elevazione

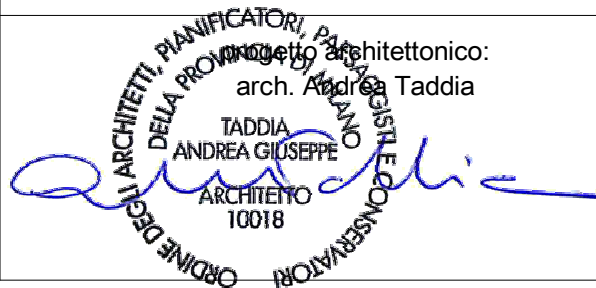
PROGETTO	FASE	EDIFICIO/AREA	CATEGORIA	SOTTOCATEGORIA	BLOCCO	PIANO	AMBITO	TIPOLOGIA	PROGRESSIVO	REVISIONE
2020605	PES	E01	STR	-	-	PNN	PR	FA	20004	01
REDATTO MB		VERIFICATO MB		APPROVATO AT			SCALA		DATA 23/04/2020	

direttore generale:
dott. Francesco Laurelli

responsabile unico del procedimento:
ing. Francesca Loreti

progetto architettonico:
arch. Andrea Taddia

progetto impianti meccanici ed elettrici:
ing. Roberto Taddia



01	20/05/2020	Revisione per Validazione
00	23/04/2020	Prima Emissione
Rev.	Data	Descrizione

FASCICOLO DEI CALCOLI STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN ACCIAIO

VERIFICA DELLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE DEGLI INTERVENTI LOCALI NELLE ZONE FILTRO AI PIANI 7° E 8°	2
Quadro normativo di riferimento	2
RISULTATI DELLE VERIFICHE DELLE STRUTTURE NELLA ZONA FILTRO 1-2.....	2
VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO	2
RISULTATI DELLE VERIFICHE DELLE STRUTTURE NELLA ZONA FILTRO 3-4.....	14
VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO	14
RISULTATI DELLE VERIFICHE DELLE STRUTTURE NELLA ZONA FILTRO 12-13.....	21
VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO	21

VERIFICA DELLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE DEGLI INTERVENTI LOCALI NELLE ZONE FILTRO AI PIANI 7° E 8°

Quadro normativo di riferimento

1. D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018

Norme tecniche per le costruzioni

2. Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP

"Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"

3. UNI EN 1993-1-1 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali, regole comuni e regole per gli edifici

4. UNI EN 1993-1-5 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra

5. UNI EN 1993-1-8 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progetto dei giunti

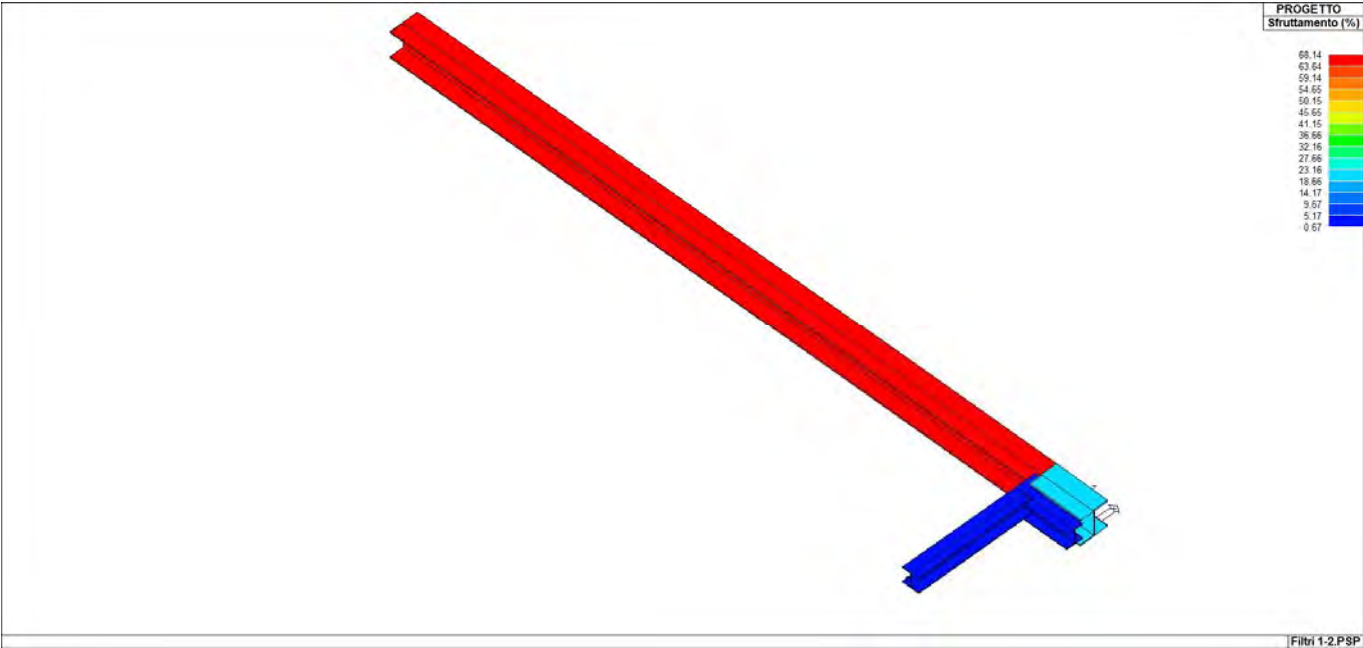
2

RISULTATI DELLE VERIFICHE DELLE STRUTTURE NELLA ZONA FILTRO 1-2

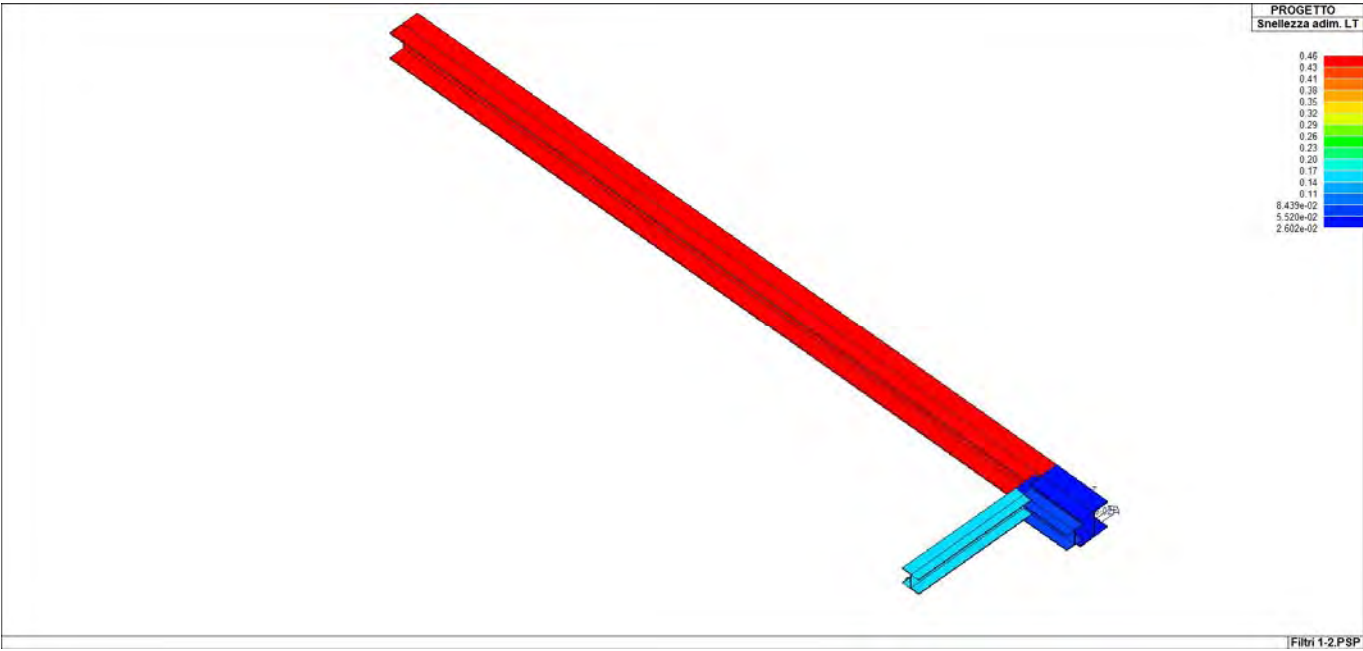
VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Trave cmb	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif.
1 3,9,0,3	ok	s=9,m=12	1.55e-03	6.75e-03		1				1.63e-03	9.60e-02	1.00
2 3,3,0,3	ok	s=8,m=12	0.22	0.64		1				0.68	0.6	0.94
3 3,3,0,3	ok	s=8,m=12	0.19	0.17		1				0.17	2.74e-02	1.00
4 3,9,0,3	ok	s=9,m=12	0.05	0.01		1				1.46e-03	1.81e-02	1.00
5 3,10,0,3	ok	s=9,m=12	1.47e-03	0.01		1				1.73e-03	0.2	1.00
Trave			V V/T	V N/M	V stab	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	
			0.22	0.64						0.68	0.64	0.94

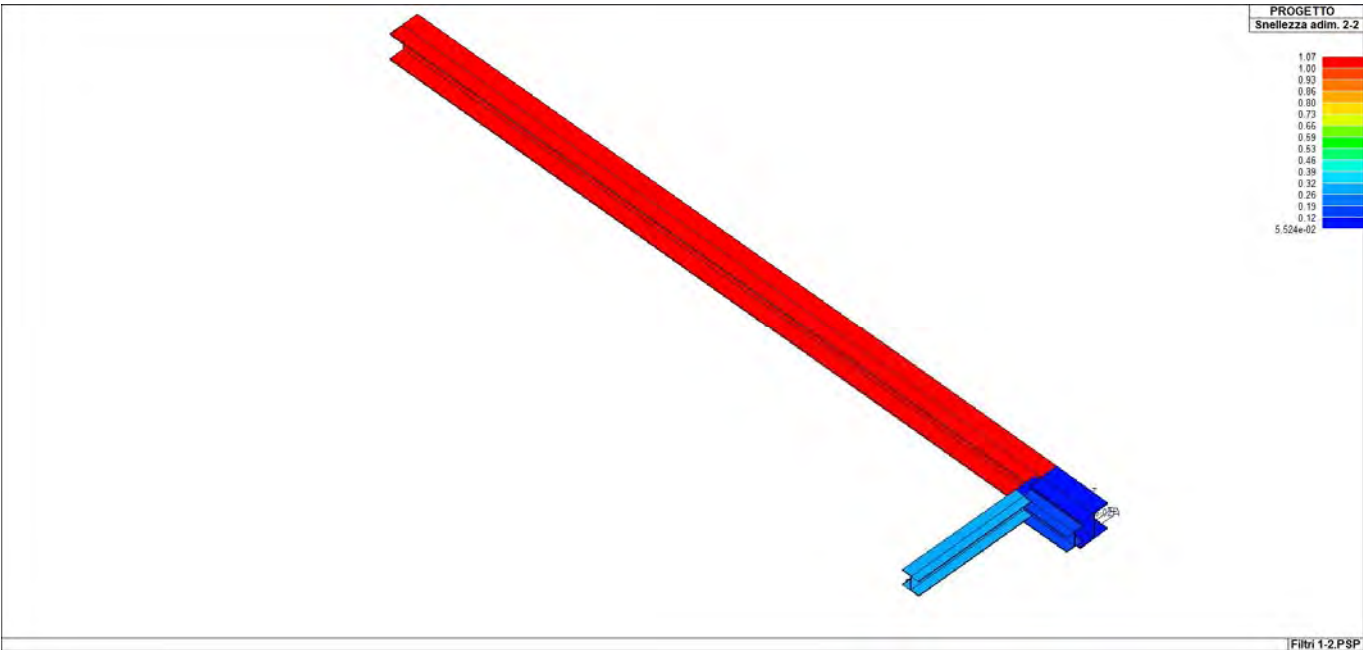
Trave Ed,M	v.Omeg	f.Om. N	Stato	V N/M	V stab	Rif. cmb	V[7.5.4]	M Ed kN m	V[7.5.5]	N Ed kN	V[7.5.6]	V Ed,G kN	V kN
1							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trave Ed,M	v.Omeg			V N/M	V stab		V[7.5.4]	M Ed kN m	V[7.5.5]	N Ed kN	V[7.5.6]	V Ed,G kN	V kN
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



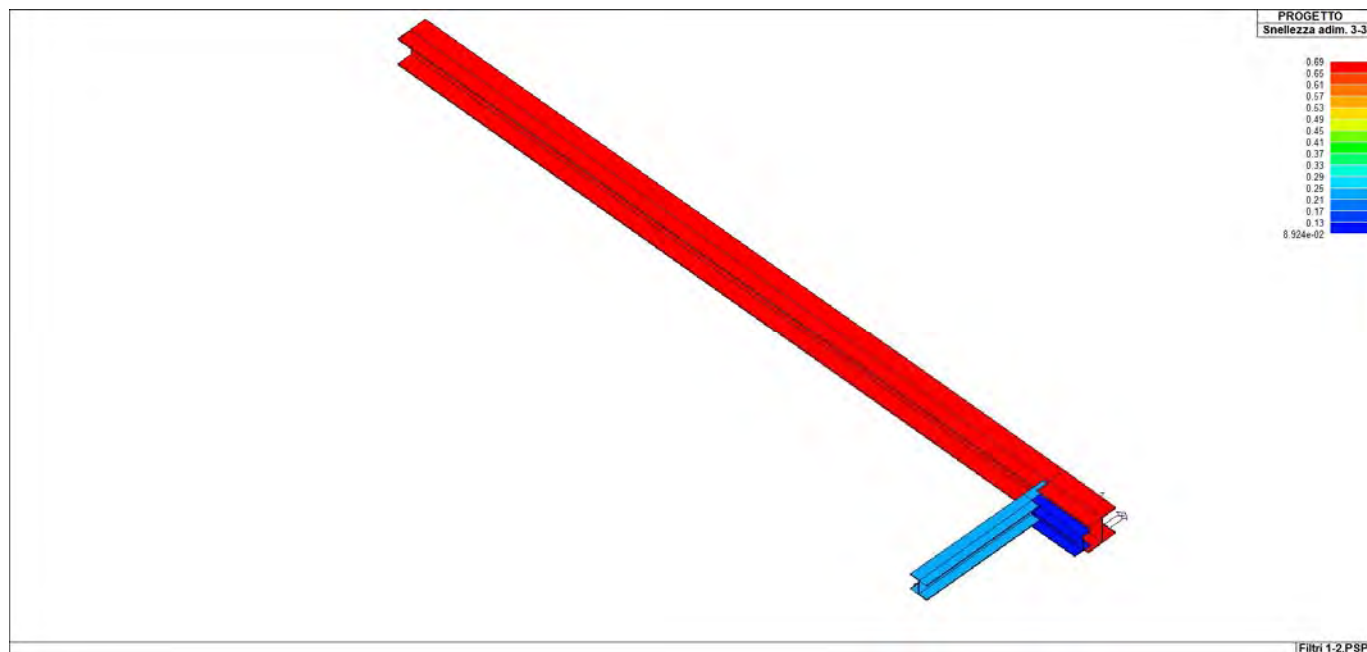
73_PRO_ST_SFRUTTAMENTO



73_PRO_ST_SNELLEZZATOR

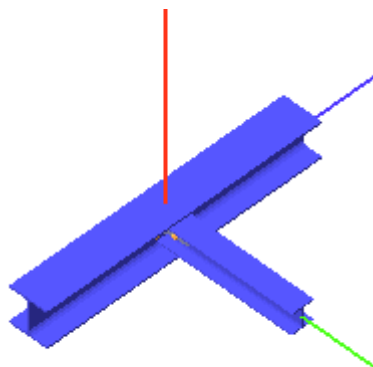


73_PRO_ST_SNELLEZZAXX



73_PRO_ST_SNELLEZZAYY

Verifica del nodo di collegamento tra i profilati (dominante statica)



5

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Trave lato 2+

Tipo di profilo: HEA 140

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

Classe sezione: 1

Squadrette:

Tipo di profilo: 2 L 150X12 a dist.= 5.5 mm

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

Altezza: 78.2 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 $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)
Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
3.1	292.2	0.0	0.0	0.0	3655.8	-26652.0
3.2	292.2	0.0	0.0	0.0	3655.8	-26652.0
3.3	379.4	0.0	0.0	0.0	8461.8	-74126.0
3.4	379.4	0.0	0.0	0.0	8461.8	-74126.0
3.5	224.7	0.0	0.0	0.0	2811.6	-20502.0
3.6	224.7	0.0	0.0	0.0	2811.6	-20502.0
3.7	312.0	0.0	0.0	0.0	7618.0	-67975.0
3.8	312.0	0.0	0.0	0.0	7618.0	-67975.0
3.9	271.3	1640.3	6398.4	-202394.0	5375.4	-45821.0
3.10	271.3	1251.7	6550.0	-159874.0	5375.4	-45821.0
3.11	271.3	-1251.7	-6550.0	159874.0	5375.4	-45821.0
3.12	271.3	-1640.3	-6398.4	202394.0	5375.4	-45821.0
3.13	271.3	1623.6	6408.3	-200572.0	5375.4	-45821.0
3.14	271.3	1268.4	6540.1	-161696.0	5375.4	-45821.0
3.15	271.3	-1268.4	-6540.1	161696.0	5375.4	-45821.0
3.16	271.3	-1623.6	-6408.3	200572.0	5375.4	-45821.0
3.17	271.3	1330.2	5037.1	-163651.0	5375.4	-45821.0
3.18	271.3	941.7	5188.7	-121130.0	5375.4	-45821.0
3.19	271.3	-941.7	-5188.7	121130.0	5375.4	-45821.0
3.20	271.3	-1330.2	-5037.1	163651.0	5375.4	-45821.0
3.21	271.3	1313.5	5047.0	-161828.0	5375.4	-45821.0
3.22	271.3	958.4	5178.8	-122953.0	5375.4	-45821.0
3.23	271.3	-958.4	-5178.8	122953.0	5375.4	-45821.0
3.24	271.3	-1313.5	-5047.0	161828.0	5375.4	-45821.0
3.25	271.3	1081.4	1689.6	-125207.0	5375.4	-45821.0
3.26	271.3	-213.8	2194.9	16527.0	5375.4	-45821.0
3.27	271.3	213.8	-2194.9	-16527.0	5375.4	-45821.0
3.28	271.3	-1081.4	-1689.6	125207.0	5375.4	-45821.0
3.29	271.3	988.4	1281.2	-113584.0	5375.4	-45821.0
3.30	271.3	-306.8	1786.5	28150.0	5375.4	-45821.0
3.31	271.3	306.8	-1786.5	-28150.0	5375.4	-45821.0
3.32	271.3	-988.4	-1281.2	113584.0	5375.4	-45821.0
3.33	271.3	1025.7	1722.6	-119132.0	5375.4	-45821.0
3.34	271.3	-158.1	2161.9	10452.0	5375.4	-45821.0
3.35	271.3	158.1	-2161.9	-10452.0	5375.4	-45821.0
3.36	271.3	-1025.7	-1722.6	119132.0	5375.4	-45821.0
3.37	271.3	932.7	1314.2	-107509.0	5375.4	-45821.0
3.38	271.3	-251.1	1753.5	22075.0	5375.4	-45821.0
3.39	271.3	251.1	-1753.5	-22075.0	5375.4	-45821.0
3.40	271.3	-932.7	-1314.2	107509.0	5375.4	-45821.0

6

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni	$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$	90333.1 N
Resistenza a punzonamento squadretta	$B_{ps,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$	186746.3 N
Resistenza a punzonamento anima passante	$B_{pa,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_a \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$	116716.5 N
Resistenza a trazione di progetto	$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{ps,Rd} , F_{pa,Rd}] =$	90333.1 N

Bulloni sistema principale

Resistenza a taglio dei bulloni			$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$			60222.1 N
Bull.	$F_{bs,x,Rd}$ [N]	$F_{ba,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bs,y,Rd}$ [N]	$F_{ba,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	109639.7	103200.0	60222.1	66048.0	103200.0	60222.1
2	109639.7	103200.0	60222.1	66048.0	103200.0	60222.1

3	109639.7	103200.0	60222.1	66048.0	103200.0	60222.1
4	109639.7	103200.0	60222.1	66048.0	103200.0	60222.1

Legenda

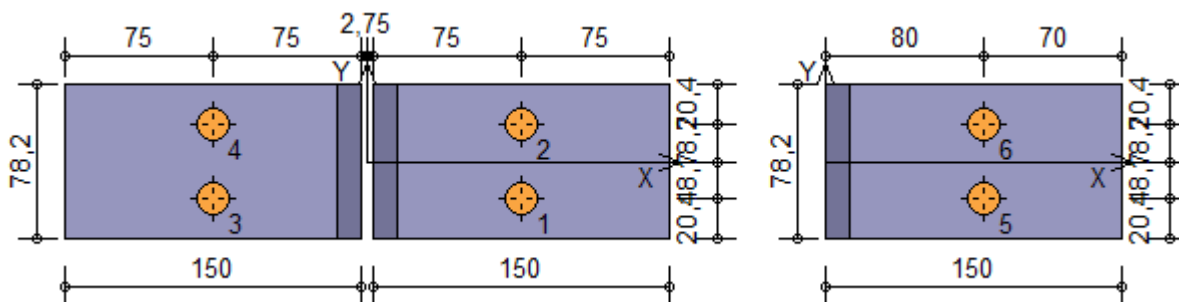
$F_{bs,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_s / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento squadretta in direzione x
 $F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima passante in direzione x
 $F_{v,x,Rd} = \min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

Bulloni sistema secondario

Resistenza a taglio dei bulloni			$F_{vb,Rd} = 2 \cdot 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$			120444.1 N
Bull.	$F_{bs,x,Rd}$ [N]	$F_{ba,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bs,y,Rd}$ [N]	$F_{ba,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
5	219279.4	75680.0	75680.0	132096.0	70931.5	70931.5
6	219279.4	75680.0	75680.0	132096.0	70931.5	70931.5

Legenda

$F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima elemento in direzione x
 $F_{ba,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima elemento in direzione y



7

Verifiche sui bulloni

Sistema principale

1-Taglio e trazione (Nodo n. 3, CMB n. 9)

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	77.75	-18.70	695.4	60222.1	3146.8	90333.1	0.036429	Ok
2	77.75	18.70	144.9	60222.1	3213.0	90333.1	0.027812	Ok
3	-77.75	-18.70	144.9	60222.1	3146.8	90333.1	0.027289	Ok
4	-77.75	18.70	695.4	60222.1	3213.0	90333.1	0.036953	Ok

2-Trazione (Nodo n. 3, CMB n. 10)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	77.75	-18.70	3222.1	90333.1	0.035669	Ok
2	77.75	18.70	3288.3	90333.1	0.036402	Ok
3	-77.75	-18.70	3222.1	90333.1	0.035669	Ok
4	-77.75	18.70	3288.3	90333.1	0.036402	Ok

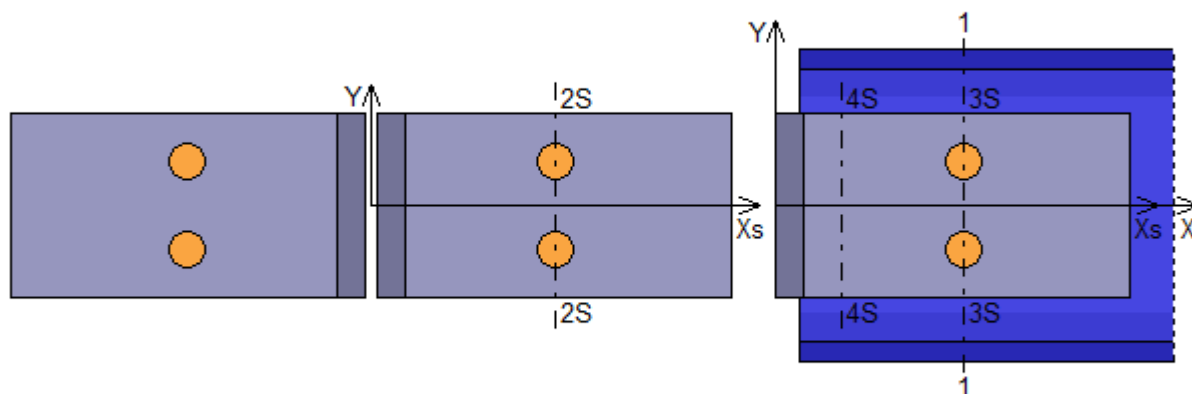
Sistema secondario

3-Taglio (Nodo n. 3, CMB n. 10)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV_3	VER
5	80.00	-18.70	3421.4	75680.0	0.045209	Ok
6	80.00	18.70	3134.2	75680.0	0.041414	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
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $FV_3 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$



Verifiche sezioni ridotte

Caratteristiche sezioni ridotte elemento

Sez.	X [mm]	Y _G [mm]	A [mm ²]	A _T [mm ²]	J _x [mm ⁴]	W _x [mm ³]
1	80.00	0.00	2953.0	451.0	10264610	154355

Caratteristiche sezioni ridotte squadrette

Sez.	X [mm]	Y _G [mm]	A [mm ²]	A _T [mm ²]	J _x [mm ⁴]	W _x [mm ³]	J _y [mm ⁴]	W _y [mm ³]
2S	77.75	0.00	530.4	530.4	335538	8582	6365	1061
3S	80.00	0.00	1060.8	1060.8	671077	17163	-	-
4S	28.00	0.00	1876.8	1876.8	956424	24461	-	-

8

Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]
1	3.10	271.3	-	6550.0	-	5375.4
2S	3.10	135.7	3275.0	625.9	19650.0	10546.8
3S	3.10	271.3	-	6550.0	-	5375.4
4S	3.10	271.3	-	6550.0	-	-8732.2

Tensioni massime

Sez.	τ _{MED} [N/mm ²]	σ _{MAX} [N/mm ²]	σ _{ID} [N/mm ²]	FV	VER
1	0.60	2.25	2.48	0.01	Ok
2S	6.18	20.93	23.51	0.09	Ok
3S	0.26	6.49	6.50	0.02	Ok
4S	0.14	3.85	3.86	0.01	Ok

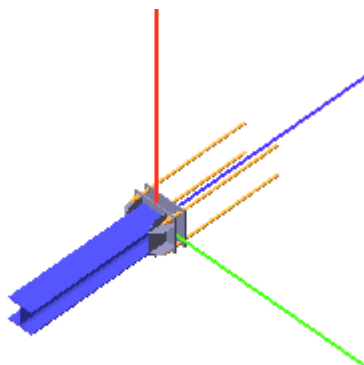
Legenda

$$FV = \sigma_{ID} / f_d$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$

$$f_d = f_y / \gamma_{M0} \rightarrow f_d = 262.00 \text{ N/mm}^2 \text{ sia per l'elemento, sia per le squadrette}$$

Verifica del nodo di collegamento alle strutture in c.a. esistenti



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Trave 3

Tipo di profilo: HEA 140

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): 238.8 x 215.8 x 8.0 mm

Spessore nervature verticali: 1.0 mm

Spessore nervature orizzontali: 1.0 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 $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

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

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]
6.1	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.2	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.3	-96.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.4	-96.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.5	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.6	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.7	-98.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.8	-98.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.9	-48.7	-201.5	1626.5	0.0	0.0	0.0
6.10	-48.7	-164.4	1231.2	0.0	0.0	0.0
6.11	-48.7	164.4	-1231.2	0.0	0.0	0.0
6.12	-48.7	201.5	-1626.5	0.0	0.0	0.0
6.13	-48.7	-199.9	1625.5	0.0	0.0	0.0
6.14	-48.7	-166.0	1232.3	0.0	0.0	0.0

6.15	-48.7	166.0	-1232.3	0.0	0.0	0.0
6.16	-48.7	199.9	-1625.5	0.0	0.0	0.0
6.17	-48.7	-162.5	1320.2	0.0	0.0	0.0
6.18	-48.7	-125.4	925.0	0.0	0.0	0.0
6.19	-48.7	125.4	-925.0	0.0	0.0	0.0
6.20	-48.7	162.5	-1320.2	0.0	0.0	0.0
6.21	-48.7	-160.9	1319.2	0.0	0.0	0.0
6.22	-48.7	-126.9	926.0	0.0	0.0	0.0
6.23	-48.7	126.9	-926.0	0.0	0.0	0.0
6.24	-48.7	160.9	-1319.2	0.0	0.0	0.0
6.25	-48.7	-116.7	1087.5	0.0	0.0	0.0
6.26	-48.7	6.9	-230.1	0.0	0.0	0.0
6.27	-48.7	-6.9	230.1	0.0	0.0	0.0
6.28	-48.7	116.7	-1087.5	0.0	0.0	0.0
6.29	-48.7	-105.0	995.6	0.0	0.0	0.0
6.30	-48.7	18.6	-322.0	0.0	0.0	0.0
6.31	-48.7	-18.6	322.0	0.0	0.0	0.0
6.32	-48.7	105.0	-995.6	0.0	0.0	0.0
6.33	-48.7	-111.4	1084.0	0.0	0.0	0.0
6.34	-48.7	1.7	-226.7	0.0	0.0	0.0
6.35	-48.7	-1.7	226.7	0.0	0.0	0.0
6.36	-48.7	111.4	-1084.0	0.0	0.0	0.0
6.37	-48.7	-99.7	992.1	0.0	0.0	0.0
6.38	-48.7	13.4	-318.6	0.0	0.0	0.0
6.39	-48.7	-13.4	318.6	0.0	0.0	0.0
6.40	-48.7	99.7	-992.1	0.0	0.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

90333.1 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 N

10

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	14638.9	14638.9
2	14638.9	14638.9
3	14638.9	14638.9
4	14638.9	14638.9

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 N

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	31817.0	31817.0	34458.9	34458.9
2	31817.0	31817.0	34458.9	34458.9
3	31817.0	31817.0	34458.9	34458.9
4	31817.0	31817.0	34458.9	34458.9

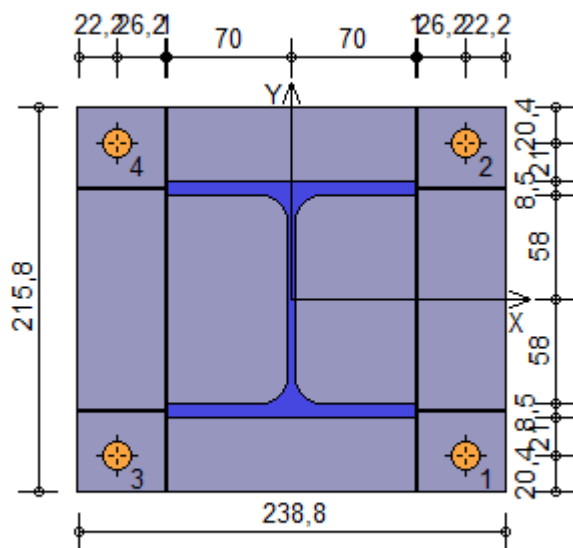
Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ 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. 6, CMB n. 9)

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	97.20	-87.50	51.8	31817.0	406.6	14638.9	0.021470	Ok
2	97.20	87.50	51.8	31817.0	406.6	14638.9	0.021470	Ok
3	-97.20	-87.50	51.8	31817.0	406.6	14638.9	0.021470	Ok
4	-97.20	87.50	51.8	31817.0	406.6	14638.9	0.021470	Ok

2-Trazione (Nodo n. 6, CMB n. 9)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	97.20	-87.50	406.6	14638.9	0.027777	Ok
2	97.20	87.50	406.6	14638.9	0.027777	Ok
3	-97.20	-87.50	406.6	14638.9	0.027777	Ok
4	-97.20	87.50	406.6	14638.9	0.027777	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 $a = s_c / 2^{0.5} = 2.828$) 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/mm^2 .

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 6, CMB n. 9)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_1	VER ₁
Nerv. verticale lato destro esterno	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona inferiore	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona inferiore	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. verticale lato sinistro esterno	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato destro esterno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Ala inferiore esterno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato sinistro esterno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok

Nerv. orizz. inferiore lato destro interno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Ala inferiore interno lato destro	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato sinistro interno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona centrale	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Anima lato destro	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Anima lato sinistro	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona centrale	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. orizz. superiore lato destro interno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Ala superiore interno lato destro	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Nerv. orizz. superiore lato sinistro interno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Nerv. orizz. superiore lato destro esterno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Ala superiore esterno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Nerv. orizz. superiore lato sinistro esterno	0.31	0.00	-0.08	0.32	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona superiore	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona superiore	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 6, CMB n. 9)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_2	VER ₂
Nerv. verticale lato destro esterno	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona inferiore	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona inferiore	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. verticale lato sinistro esterno	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato destro esterno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Ala inferiore esterno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato sinistro esterno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato destro interno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Ala inferiore interno lato destro	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato sinistro interno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona centrale	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Anima lato destro	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Anima lato sinistro	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona centrale	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. orizz. superiore lato destro interno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Ala superiore interno lato destro	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Nerv. orizz. superiore lato sinistro interno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Nerv. orizz. superiore lato destro esterno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Ala superiore esterno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Nerv. orizz. superiore lato sinistro esterno	0.31	0.00	-0.08	0.31	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona superiore	0.31	0.00	-0.02	0.31	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona superiore	0.31	0.00	-0.02	0.31	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 trave (Nodo n. 6, CMB n. 12)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 0,03 \text{ N/mm}^2$

Carico lineare sbalzo $q_{lin} = 7,63 \text{ N/mm}$

Lunghezza sbalzo $L_s = 41,4 \text{ mm}$

Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 8806,6 \text{ mm}^3$

Momento resistente $M_{p,Rd} = 2306495,0 \text{ N mm}$
 Momento massimo $M_{p,Ed} = 6538,7 \text{ N mm}$
 $M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,002835 \text{ Ok}$

Sezione parallela a Y a filo della nervatura verticale (Nodo n. 6, CMB n. 12)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 0,03 \text{ N/mm}^2$
 Carico lineare sbalzo $q_{lin} = 6,90 \text{ N/mm}$
 Lunghezza sbalzo $L_s = 48,4 \text{ mm}$
 Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 8772,4 \text{ mm}^3$
 Momento resistente $M_{p,Rd} = 2297533,0 \text{ N mm}$
 Momento massimo $M_{p,Ed} = 8076,1 \text{ N mm}$
 $M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,003515 \text{ Ok}$

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 6, CMB n. 9)

Momento resistente del giunto $M_{j,Rd} = 6318147,0 \text{ N mm}$
 Momento di progetto $M_{j,Ed} = 33180,6 \text{ N mm}$
 $M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0,005252 \text{ Ok}$

Ancoraggio

Tirafondi ad aderenza

Lunghezza tirafondi $L_t = 600 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (640 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 30,00 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14,11 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza caratteristica a trazione $f_{ctk} = 0,7 \cdot 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 1,79 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{bd} = 2,25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 2,69 \text{ N/mm}^2$

13

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 6, CMB n. 12)

$p_{max} = 0,03 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

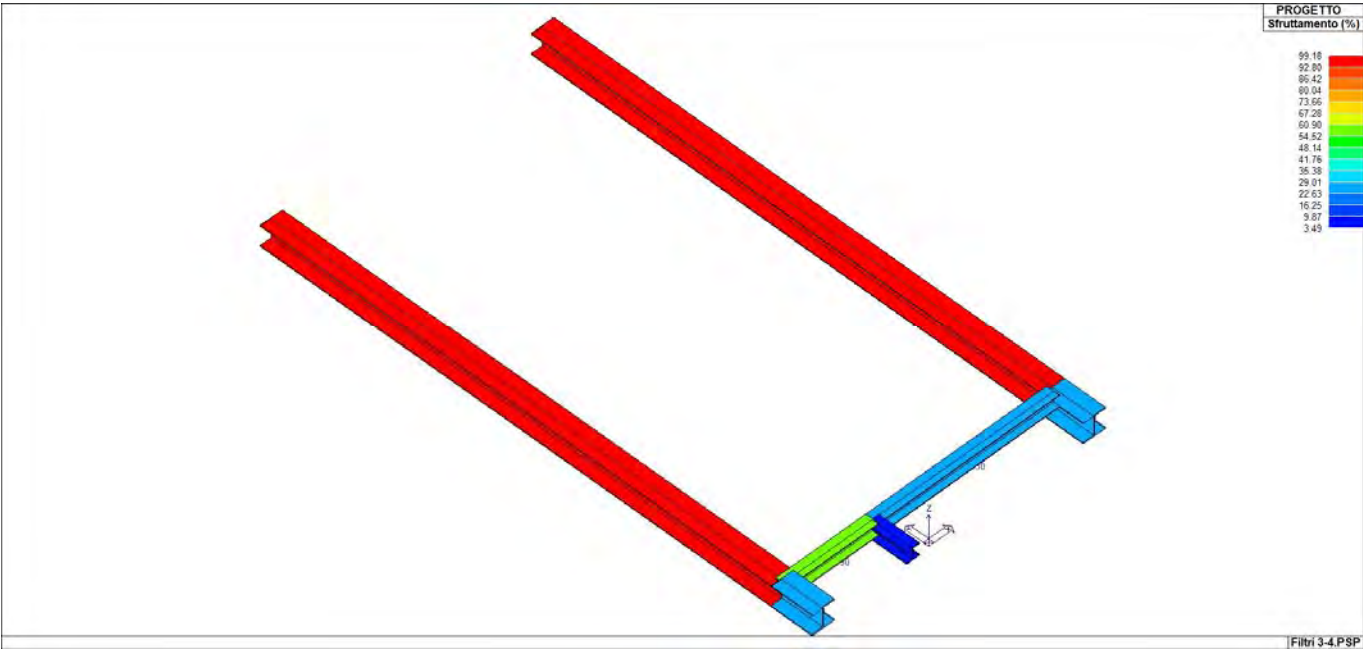
Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] = 14638,9 \text{ N}$
 Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,ad,Rd} = L_t \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 81008,6 \text{ N}$
 $F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$

RISULTATI DELLE VERIFICHE DELLE STRUTTURE NELLA ZONA FILTRO 3-4

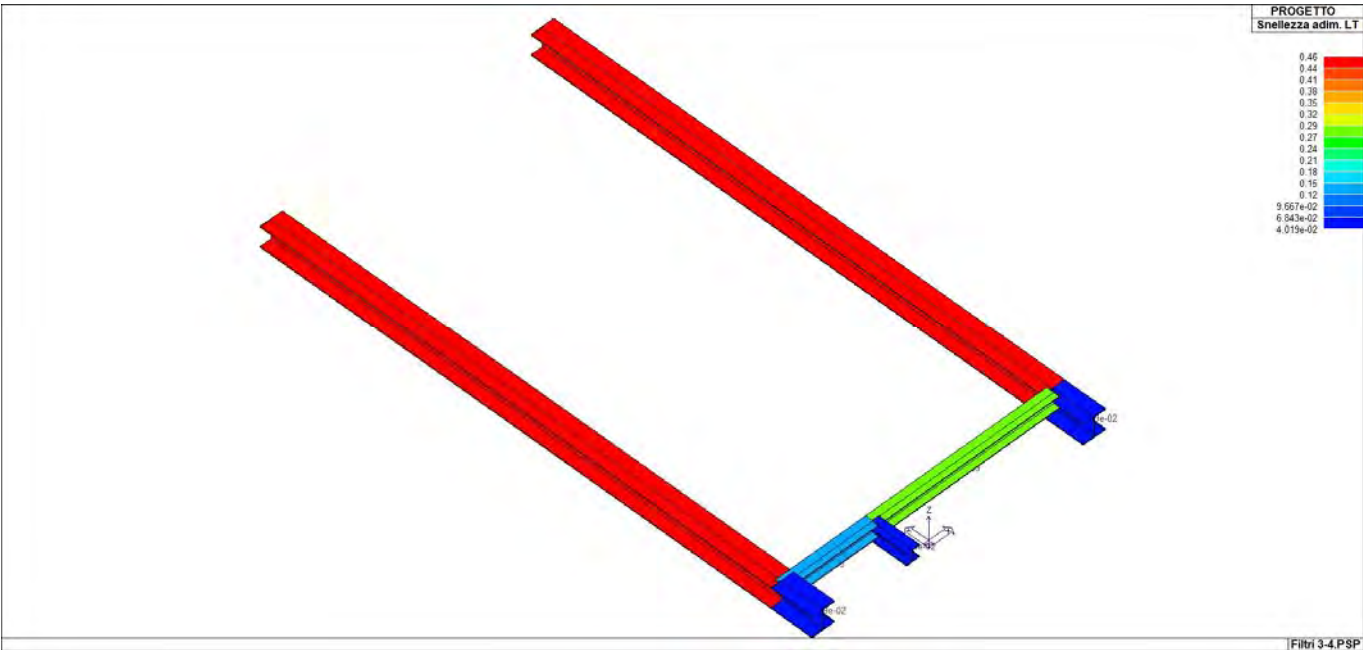
VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Trave cmb	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif.
1	ok	s=9,m=12	0.03	0.03		1				0.03	9.60e-02	1.00
4,2,0,2												
2	ok	s=8,m=12	0.32	0.93		1				0.99	0.6	0.94
4,4,0,4												
3	ok	s=8,m=12	0.28	0.25		1				0.24	2.74e-02	1.00
4,15,0,4												
4	ok	s=8,m=12	0.29	0.25		1				0.25	2.74e-02	1.00
4,16,0,4												
5	ok	s=9,m=12	0.55	0.12		1				0.08	0.1	1.00
4,13,0,2												
6	ok	s=8,m=12	0.32	0.93		1				0.99	0.6	0.94
4,4,0,4												
7	ok	s=9,m=12	0.27	0.13		1				0.08	0.4	1.00
2,14,0,2												
Trave			V V/T	V N/M	V stab	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	
			0.55	0.93						0.99	0.64	0.94

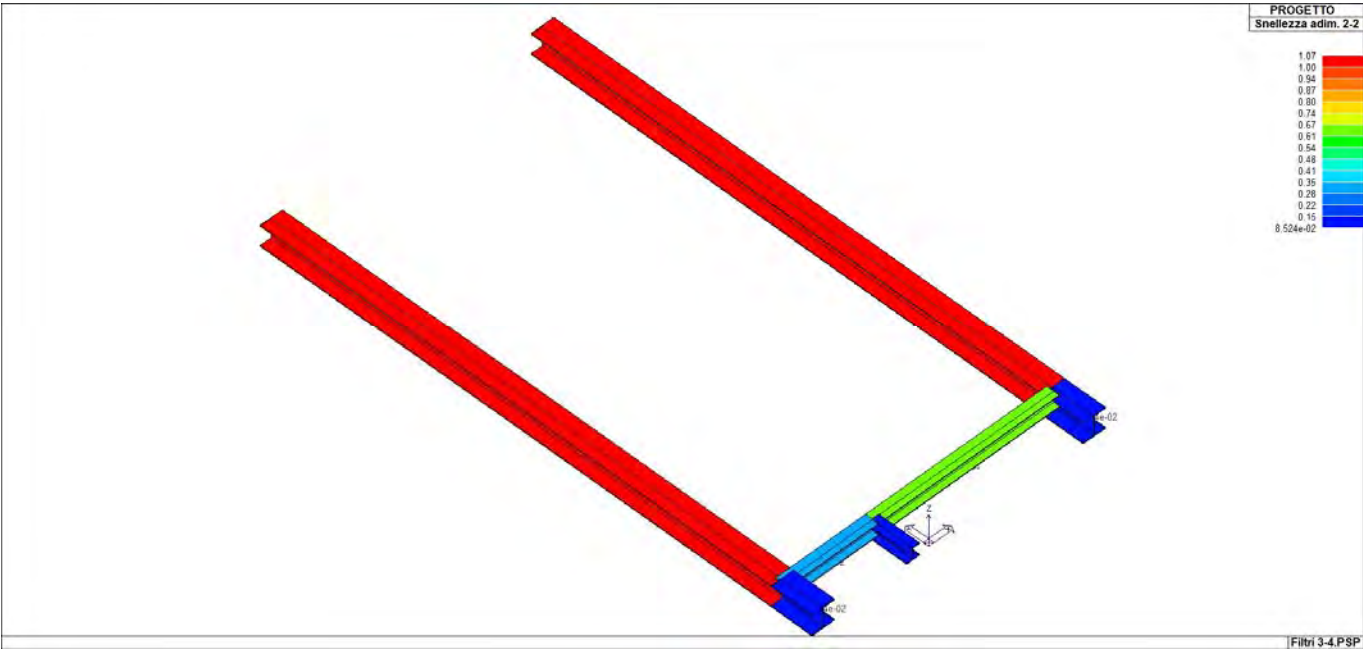
Trave Ed,M	v.Omeg	f.Om. N	Stato	V N/M	V stab	Rif. cmb	V[7.5.4]	M Ed	V[7.5.5]	N Ed	V[7.5.6]	V Ed,G	V
								kN m		kN		kN	kN
1							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trave Ed,M	v.Omeg			V N/M	V stab		V[7.5.4]	M Ed	V[7.5.5]	N Ed	V[7.5.6]	V Ed,G	V
								0.0		0.0		0.0	0.0
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



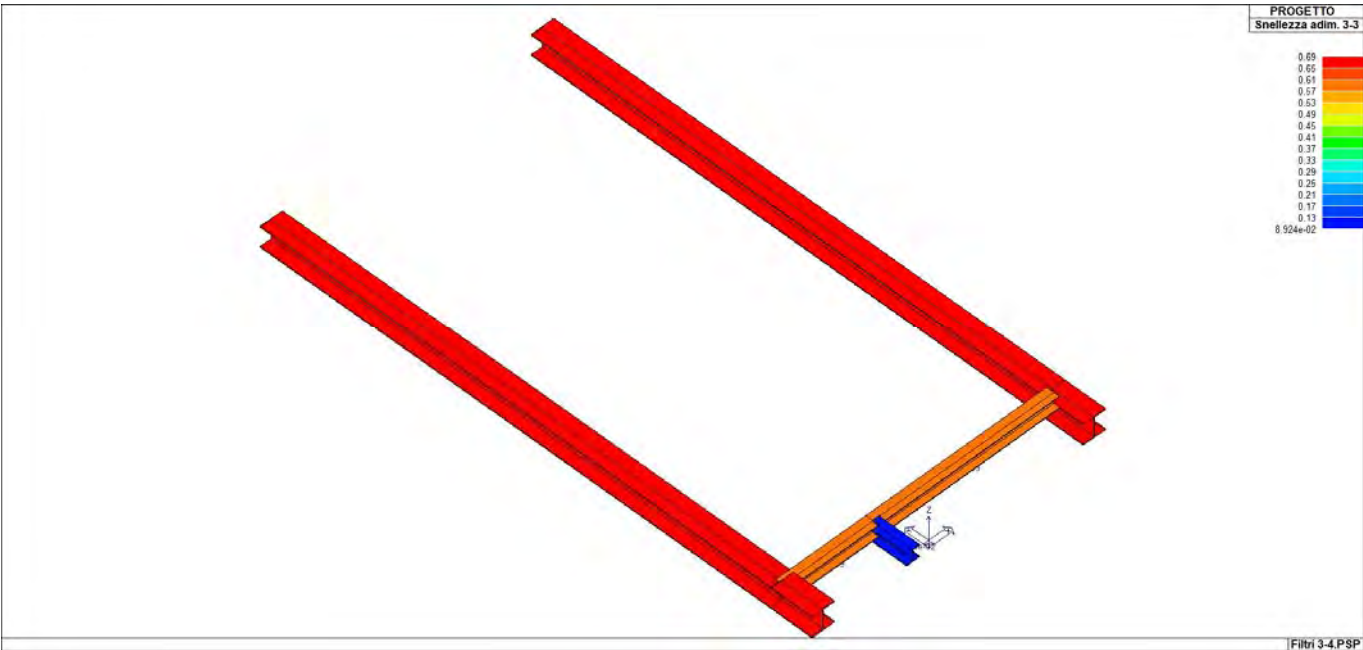
73_PRO_ST_SFRUTTAMENTO



73_PRO_ST_SNELLEZZATOR

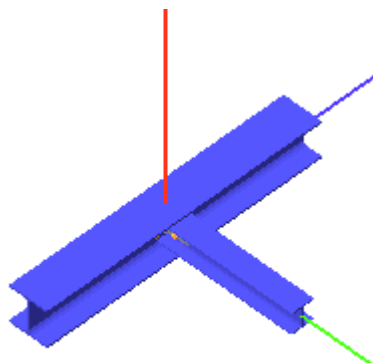


73_PRO_ST_SNELLEZZAXX



73_PRO_ST_SNELLEZZAYY

Verifica del nodo di collegamento tra i profilati (dominante statica)



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Trave lato 2+

Tipo di profilo: HEA 140

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

Classe sezione: 1

Squadrette:

Tipo di profilo: 2 L 150X12 a dist.= 5.5 mm

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

Altezza: 78.2 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 $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

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

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
3.1	514.8	0.0	0.0	0.0	4707.5	-10440.0
3.2	514.8	0.0	0.0	0.0	4707.5	-10440.0
3.3	511.4	0.0	0.0	0.0	9623.8	-10439.0
3.4	511.4	0.0	0.0	0.0	9623.8	-10439.0
3.5	396.0	0.0	0.0	0.0	3622.0	-8031.0
3.6	396.0	0.0	0.0	0.0	3622.0	-8031.0
3.7	392.6	0.0	0.0	0.0	8537.3	-8030.0
3.8	392.6	0.0	0.0	0.0	8537.3	-8030.0
3.9	394.2	1340.4	-45.4	-1976000.0	6243.3	-8030.0
3.10	394.2	1350.0	-75.9	-1984000.0	6243.3	-8030.0
3.11	394.2	-1350.0	75.9	1984000.0	6243.3	-8030.0
3.12	394.2	-1340.4	45.4	1976000.0	6243.3	-8030.0
3.13	394.2	1340.0	-43.3	-1976000.0	6243.3	-8030.0
3.14	394.2	1350.4	-77.9	-1984000.0	6243.3	-8030.0
3.15	394.2	-1350.4	77.9	1984000.0	6243.3	-8030.0
3.16	394.2	-1340.0	43.3	1976000.0	6243.3	-8030.0
3.17	394.2	1018.2	-37.5	-1501000.0	6243.3	-8030.0

3.18	394.2	1027.9	-68.1	-1509000.0	6243.3	-8030.0
3.19	394.2	-1027.9	68.1	1509000.0	6243.3	-8030.0
3.20	394.2	-1018.2	37.5	1501000.0	6243.3	-8030.0
3.21	394.2	1017.8	-35.5	-1500000.0	6243.3	-8030.0
3.22	394.2	1028.3	-70.1	-1509000.0	6243.3	-8030.0
3.23	394.2	-1028.3	70.1	1509000.0	6243.3	-8030.0
3.24	394.2	-1017.8	35.5	1500000.0	6243.3	-8030.0
3.25	394.2	387.5	32.7	-580510.0	6243.3	-8030.0
3.26	394.2	419.6	-69.1	-607547.0	6243.3	-8030.0
3.27	394.2	-419.6	69.1	607547.0	6243.3	-8030.0
3.28	394.2	-387.5	-32.7	580510.0	6243.3	-8030.0
3.29	394.2	290.9	35.1	-437901.0	6243.3	-8030.0
3.30	394.2	323.0	-66.8	-464939.0	6243.3	-8030.0
3.31	394.2	-323.0	66.8	464939.0	6243.3	-8030.0
3.32	394.2	-290.9	-35.1	437901.0	6243.3	-8030.0
3.33	394.2	386.1	39.4	-579416.0	6243.3	-8030.0
3.34	394.2	421.0	-75.8	-608642.0	6243.3	-8030.0
3.35	394.2	-421.0	75.8	608642.0	6243.3	-8030.0
3.36	394.2	-386.1	-39.4	579416.0	6243.3	-8030.0
3.37	394.2	289.5	41.8	-436807.0	6243.3	-8030.0
3.38	394.2	324.3	-73.5	-466033.0	6243.3	-8030.0
3.39	394.2	-324.3	73.5	466033.0	6243.3	-8030.0
3.40	394.2	-289.5	-41.8	436807.0	6243.3	-8030.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni	$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$	90333.1 N
Resistenza a punzonamento squadretta	$B_{ps,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$	186746.3 N
Resistenza a punzonamento anima passante	$B_{pa,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_a \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$	116716.5 N
Resistenza a trazione di progetto	$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{ps,Rd} , F_{pa,Rd}] =$	90333.1 N

18

Bulloni sistema principale

Resistenza a taglio dei bulloni			$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$			60222.1 N
Bull.	$F_{bs,x,Rd}$ [N]	$F_{ba,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bs,y,Rd}$ [N]	$F_{ba,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	109639.7	103200.0	60222.1	66048.0	103200.0	60222.1
2	109639.7	103200.0	60222.1	66048.0	103200.0	60222.1
3	109639.7	103200.0	60222.1	66048.0	103200.0	60222.1
4	109639.7	103200.0	60222.1	66048.0	103200.0	60222.1

Legenda

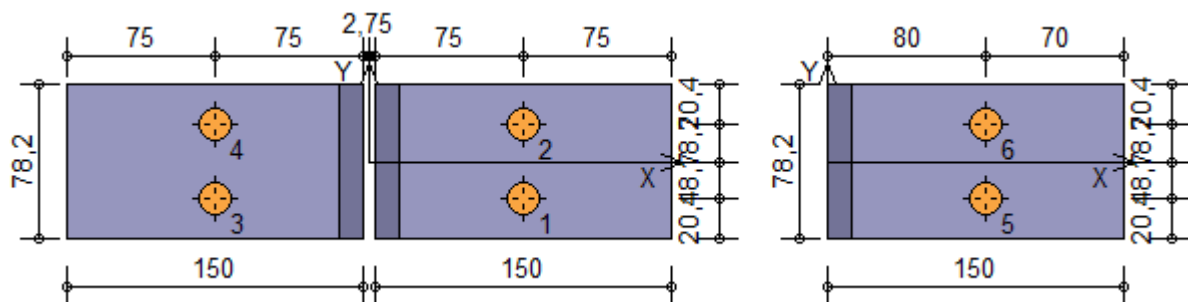
$F_{bs,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_s / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento squadretta in direzione x
 $F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima passante in direzione x
 $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bs,x,Rd} , F_{ba,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x
 $F_{bs,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_s / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento squadretta in direzione y
 $F_{ba,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima passante in direzione y
 $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bs,y,Rd} , F_{ba,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y

Bulloni sistema secondario

Resistenza a taglio dei bulloni				$F_{vb,Rd} = 2 \cdot 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$		120444.1 N
Bull.	$F_{bs,x,Rd}$ [N]	$F_{ba,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bs,y,Rd}$ [N]	$F_{ba,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
5	219279.4	75680.0	75680.0	132096.0	70931.5	70931.5
6	219279.4	75680.0	75680.0	132096.0	70931.5	70931.5

Legenda

$F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima elemento in direzione x
 $F_{ba,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima elemento in direzione y



Verifiche sui bulloni

Sistema principale

1-Taglio e trazione (Nodo n. 3, CMB n. 15)

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	77.75	-18.70	122.1	60222.1	52.0	90333.1	0.002439	Ok
2	77.75	18.70	753.8	60222.1	242.2	90333.1	0.014432	Ok
3	-77.75	-18.70	753.8	60222.1	52.0	90333.1	0.012929	Ok
4	-77.75	18.70	122.1	60222.1	242.2	90333.1	0.003943	Ok

2-Trazione (Nodo n. 3, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	77.75	-18.70	64.3	90333.1	0.000712	Ok
2	77.75	18.70	316.7	90333.1	0.003506	Ok
3	-77.75	-18.70	64.3	90333.1	0.000712	Ok
4	-77.75	18.70	316.7	90333.1	0.003506	Ok

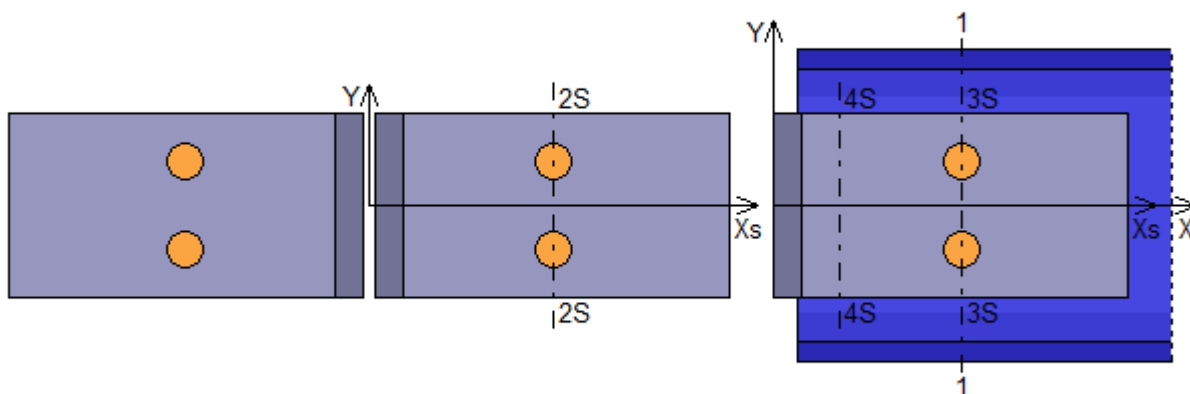
Sistema secondario

3-Taglio (Nodo n. 3, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV_3	VER
5	80.00	-18.70	362.8	75680.0	0.004793	Ok
6	80.00	18.70	362.8	75680.0	0.004793	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
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $FV_3 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$



Verifiche sezioni ridotte

Caratteristiche sezioni ridotte elemento

Sez.	X [mm]	Y _G [mm]	A [mm ²]	A _T [mm ²]	J _x [mm ⁴]	W _x [mm ³]
1	80.00	0.00	2953.0	451.0	10264610	154355

Caratteristiche sezioni ridotte squadrette

Sez.	X [mm]	Y _G [mm]	A [mm ²]	A _T [mm ²]	J _x [mm ⁴]	W _x [mm ³]	J _y [mm ⁴]	W _y [mm ³]
2S	77.75	0.00	530.4	530.4	335538	8582	6365	1061
3S	80.00	0.00	1060.8	1060.8	671077	17163	-	-
4S	28.00	0.00	1876.8	1876.8	956424	24461	-	-

20

Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]
1	3.1	514.8	-	0.0	-	4707.5
2S	3.15	197.1	39.0	-675.2	233.7	15324.5
3S	3.3	511.4	-	0.0	-	9623.8
4S	3.1	514.8	-	0.0	-	-22062.1

Tensioni massime

Sez.	τ _{MED} [N/mm ²]	σ _{MAX} [N/mm ²]	σ _{ID} [N/mm ²]	FV	VER
1	1.14	0.03	1.98	0.01	Ok
2S	0.38	3.28	3.34	0.01	Ok
3S	0.48	0.56	1.01	0.00	Ok
4S	0.27	0.90	1.02	0.00	Ok

Legenda

$$FV = \sigma_{ID} / f_d$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$

$$f_d = f_y / \gamma_{M0} \rightarrow f_d = 262.00 \text{ N/mm}^2 \text{ sia per l'elemento, sia per le squadrette}$$

RISULTATI DELLE VERIFICHE DELLE STRUTTURE NELLA
ZONA FILTRO 12-13

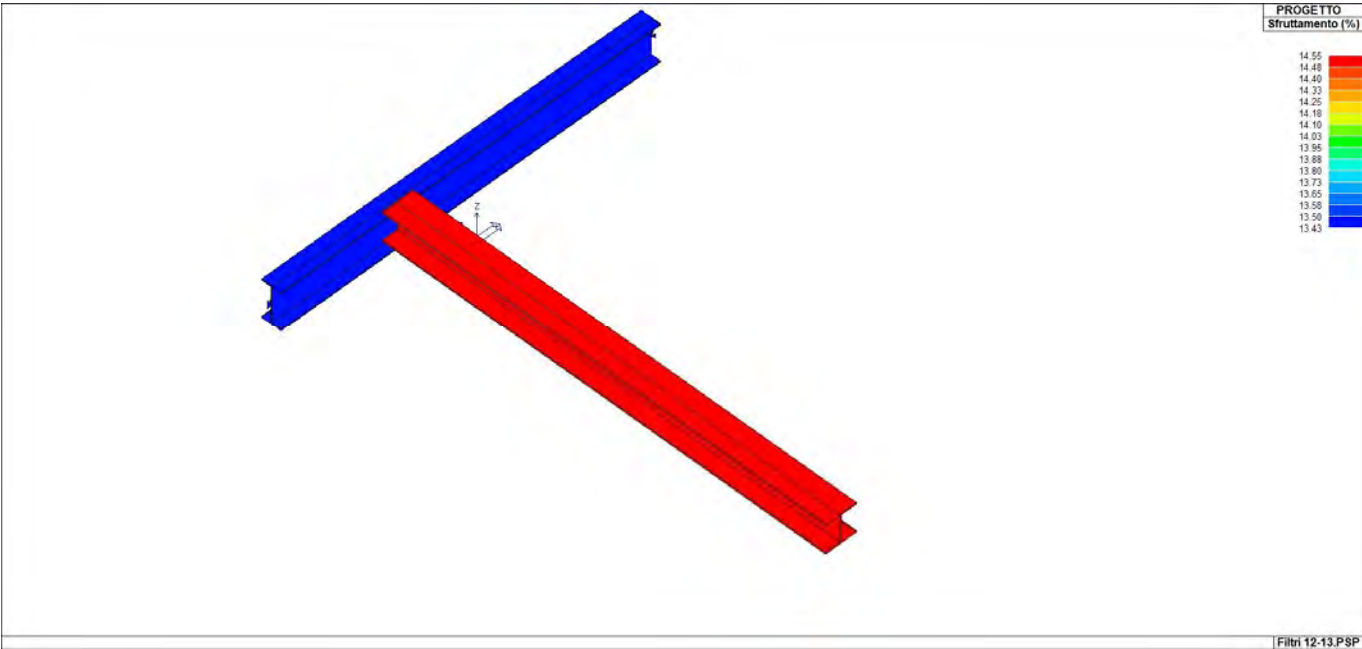
VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Trave cmb	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif.
1 3,3,0,3	ok	s=8,m=12	0.09	0.15		1				0.15	0.3	1.00
2 3,3,0,3	ok	s=9,m=12	0.03	0.13		1				0.13	0.2	1.00
3 3,3,0,3	ok	s=9,m=12	0.06	0.13		1				0.13	0.1	1.00

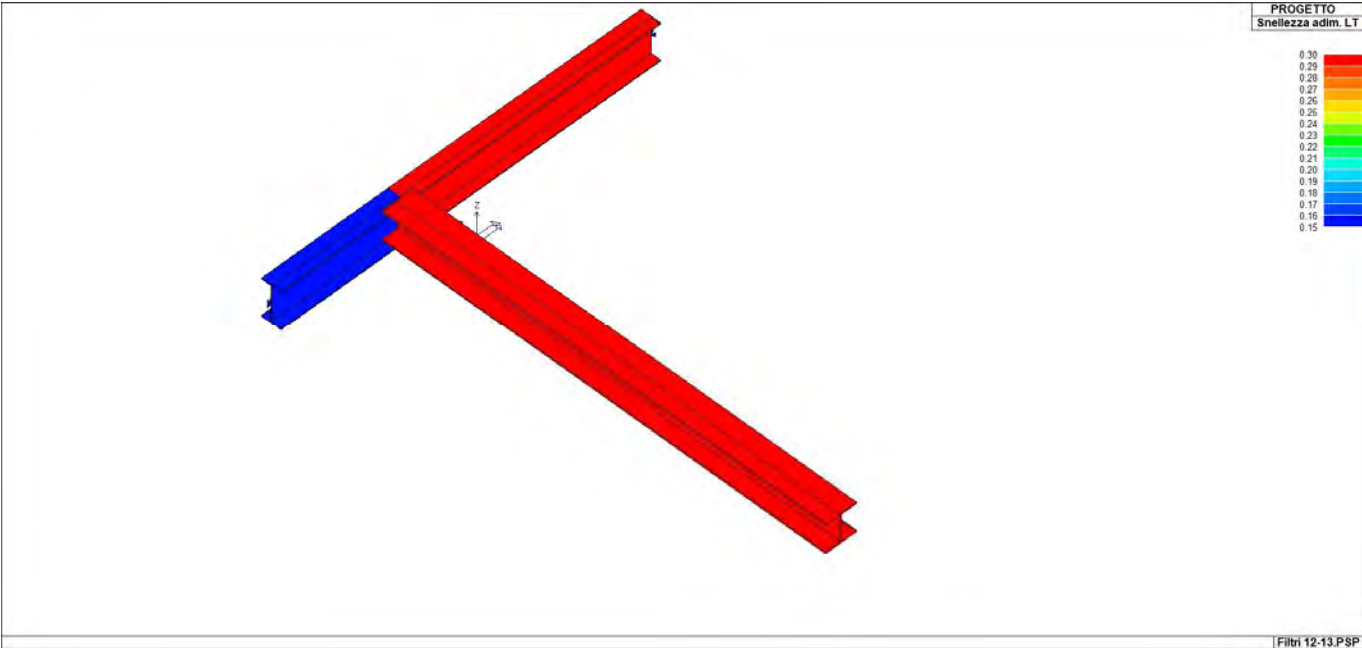
Trave	V V/T	V N/M	V stab	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT
	0.09	0.15						0.15	0.33
									1.00

Trave Ed,M	v.Omeg	f.Om. N	Stato	V N/M	V stab	Rif. cmb	V[7.5.4]	M Ed	V[7.5.5]	N Ed	V[7.5.6]	V Ed,G	V
1							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

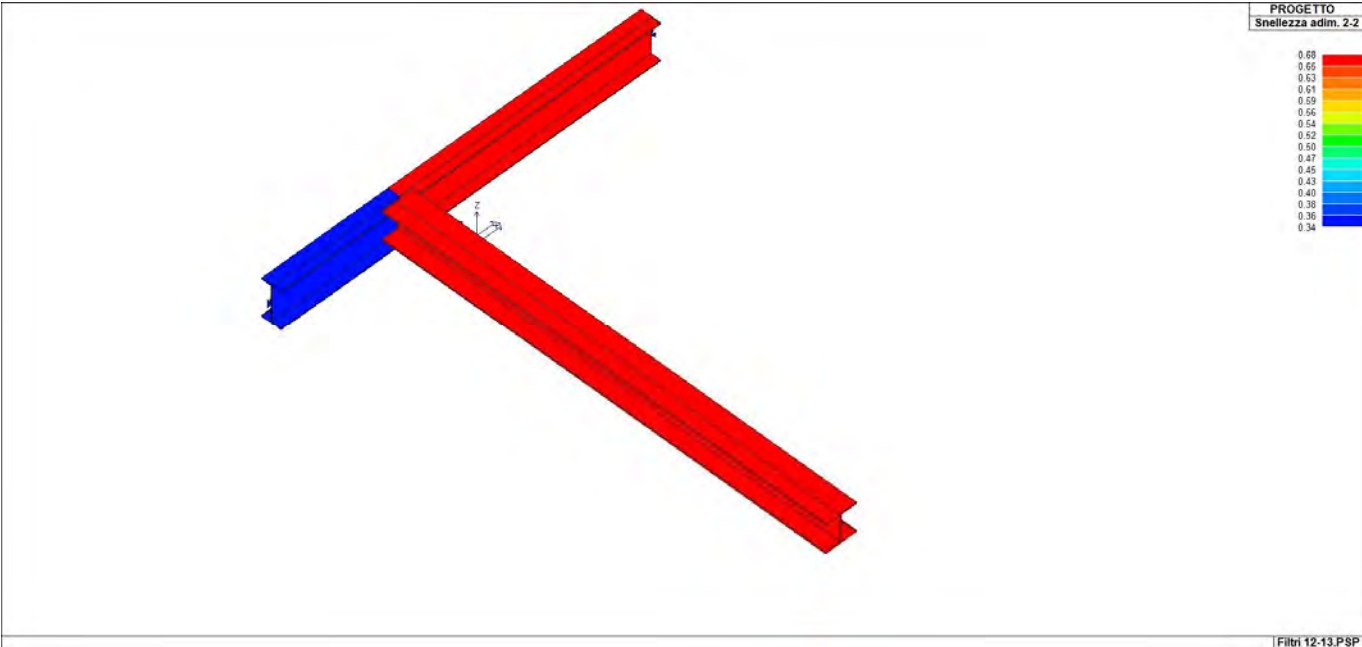
Trave Ed,M	v.Omeg	V N/M	V stab	V[7.5.4]	M Ed	V[7.5.5]	N Ed	V[7.5.6]	V Ed,G	V
					0.0		0.0		0.0	0.0
					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



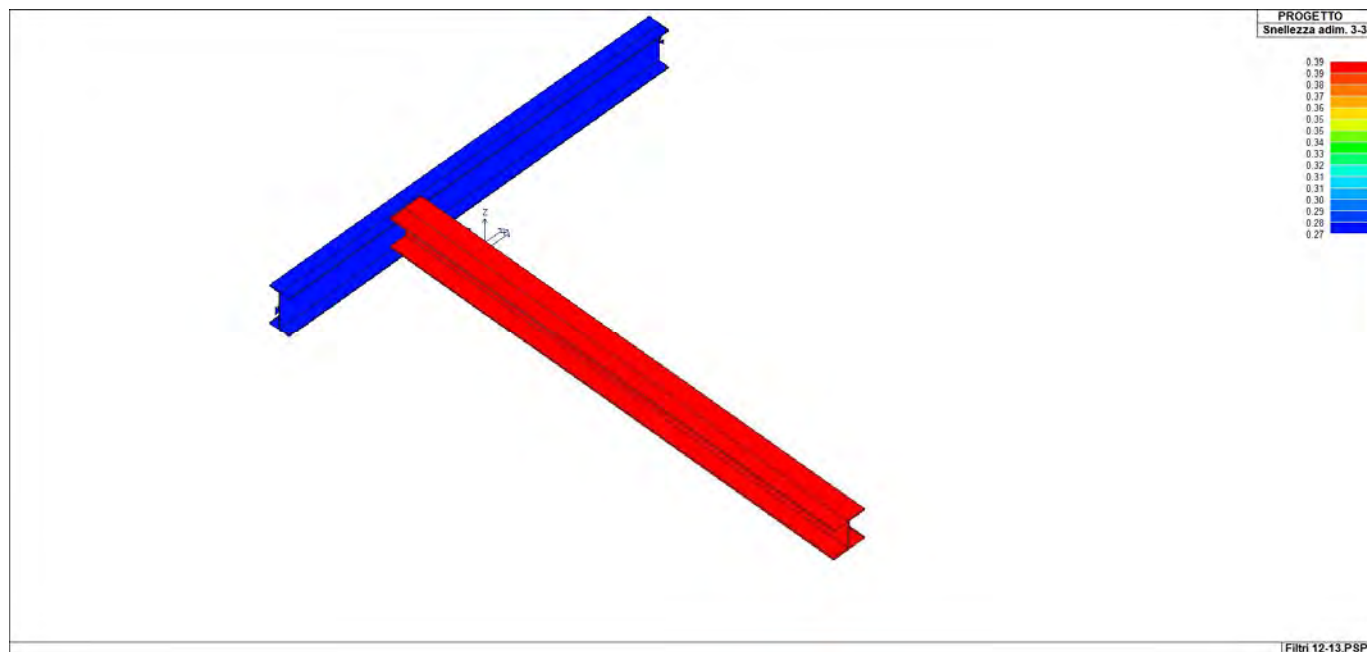
73_PRO_ST_SFRUTTAMENTO



73_PRO_ST_SNELLEZZATOR

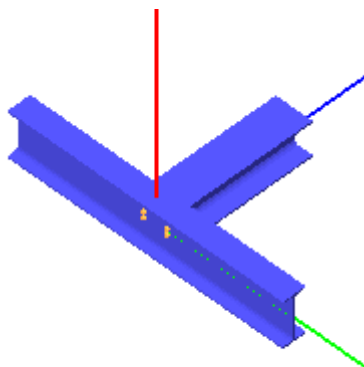


73_PRO_ST_SNELLEZZAXX



73_PRO_ST_SNELLEZZAYY

Verifica del nodo di collegamento tra le travi (dominante statica)



23

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Trave lato 3+

Tipo di profilo: HEA 240

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

Classe sezione: 1

Squadrette:

Tipo di profilo: 2 L 150X12 a dist.= 7.5 mm

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

Altezza: 78.2 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 $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)
Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
4.1	17460.7	0.0	0.0	0.0	61985.5	0.0
4.2	17460.7	0.0	0.0	0.0	61985.5	0.0
4.3	32960.3	0.0	0.0	0.0	117009.1	0.0
4.4	32960.3	0.0	0.0	0.0	117009.1	0.0
4.5	13431.3	0.0	0.0	0.0	47681.1	0.0
4.6	13431.3	0.0	0.0	0.0	47681.1	0.0
4.7	28930.9	0.0	0.0	0.0	102704.7	0.0
4.8	28930.9	0.0	0.0	0.0	102704.7	0.0
4.9	21697.8	-0.7	541.2	2343.0	77027.2	0.0
4.10	21697.8	0.3	-542.3	-868.0	77027.2	0.0
4.11	21697.8	-0.3	542.3	868.0	77027.2	0.0
4.12	21697.8	0.7	-541.2	-2343.0	77027.2	0.0
4.13	21697.8	-0.7	602.7	2526.0	77027.2	0.0
4.14	21697.8	0.3	-603.8	-1050.0	77027.2	0.0
4.15	21697.8	-0.3	603.8	1050.0	77027.2	0.0
4.16	21697.8	0.7	-602.7	-2526.0	77027.2	0.0
4.17	21697.8	-0.7	541.0	2509.0	77027.2	0.0
4.18	21697.8	0.2	-542.4	-702.0	77027.2	0.0
4.19	21697.8	-0.2	542.4	702.0	77027.2	0.0
4.20	21697.8	0.7	-541.0	-2509.0	77027.2	0.0
4.21	21697.8	-0.8	602.6	2691.0	77027.2	0.0
4.22	21697.8	0.3	-604.0	-885.0	77027.2	0.0
4.23	21697.8	-0.3	604.0	885.0	77027.2	0.0
4.24	21697.8	0.8	-602.6	-2691.0	77027.2	0.0
4.25	21697.8	-1.6	1805.6	5573.0	77027.2	0.0
4.26	21697.8	1.5	-1805.9	-5131.0	77027.2	0.0
4.27	21697.8	-1.5	1805.9	5131.0	77027.2	0.0
4.28	21697.8	1.6	-1805.6	-5573.0	77027.2	0.0
4.29	21697.8	-1.6	1805.5	5623.0	77027.2	0.0
4.30	21697.8	1.5	-1806.0	-5081.0	77027.2	0.0
4.31	21697.8	-1.5	1806.0	5081.0	77027.2	0.0
4.32	21697.8	1.6	-1805.5	-5623.0	77027.2	0.0
4.33	21697.8	-1.8	2010.7	6181.0	77027.2	0.0
4.34	21697.8	1.7	-2011.1	-5739.0	77027.2	0.0
4.35	21697.8	-1.7	2011.1	5739.0	77027.2	0.0
4.36	21697.8	1.8	-2010.7	-6181.0	77027.2	0.0
4.37	21697.8	-1.8	2010.7	6231.0	77027.2	0.0
4.38	21697.8	1.7	-2011.1	-5689.0	77027.2	0.0
4.39	21697.8	-1.7	2011.1	5689.0	77027.2	0.0
4.40	21697.8	1.8	-2010.7	-6231.0	77027.2	0.0

24

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni	$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$	90333.1 N
Resistenza a punzonamento squadretta	$B_{ps,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_s \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$	186746.3 N
Resistenza a punzonamento anima passante	$B_{pa,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_a \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$	110491.6 N
Resistenza a trazione di progetto	$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{ps,Rd} , F_{pa,Rd}] =$	90333.1 N

Bulloni sistema principale

Resistenza a taglio dei bulloni			$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$			60222.1 N
Bull.	$F_{bs,x,Rd}$ [N]	$F_{ba,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bs,y,Rd}$ [N]	$F_{ba,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	109639.7	97696.0	60222.1	66048.0	97696.0	60222.1
2	109639.7	97696.0	60222.1	66048.0	97696.0	60222.1

3	109639.7	97696.0	60222.1	66048.0	97696.0	60222.1
4	109639.7	97696.0	60222.1	66048.0	97696.0	60222.1

Legenda

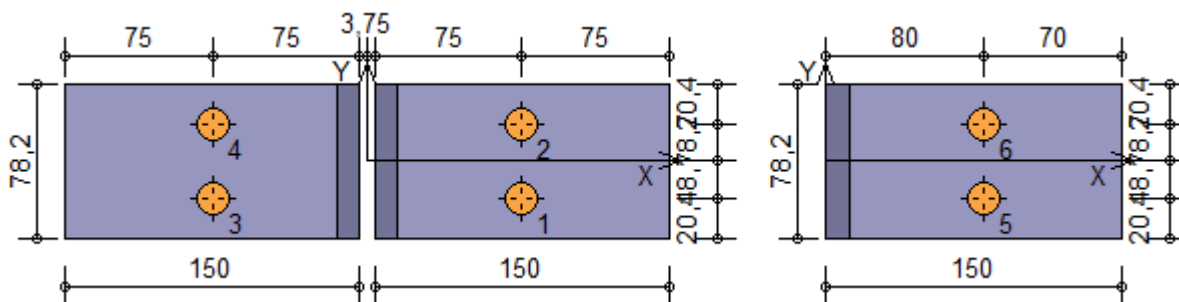
$F_{bs,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_s / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento squadretta in direzione x
 $F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima passante in direzione x
 $F_{v,x,Rd} = \min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

Bulloni sistema secondario

Resistenza a taglio dei bulloni			$F_{vb,Rd} = 2 \cdot 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$			120444.1 N
Bull.	$F_{bs,x,Rd}$ [N]	$F_{ba,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bs,y,Rd}$ [N]	$F_{ba,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
5	219279.4	103200.0	103200.0	132096.0	103200.0	103200.0
6	219279.4	103200.0	103200.0	132096.0	103200.0	103200.0

Legenda

$F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima elemento in direzione x
 $F_{ba,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento anima elemento in direzione y



25

Verifiche sui bulloni

Sistema principale

1-Taglio e trazione (Nodo n. 4, 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	78.75	-18.70	35665.8	60222.1	4444.3	90333.1	0.627380	Ok
2	78.75	18.70	35665.8	60222.1	21878.7	90333.1	0.765238	Ok
3	-78.75	-18.70	35665.8	60222.1	4444.3	90333.1	0.627380	Ok
4	-78.75	18.70	35665.8	60222.1	21878.7	90333.1	0.765238	Ok

2-Trazione (Nodo n. 4, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	78.75	-18.70	4444.3	90333.1	0.049199	Ok
2	78.75	18.70	21878.7	90333.1	0.242200	Ok
3	-78.75	-18.70	4444.3	90333.1	0.049199	Ok
4	-78.75	18.70	21878.7	90333.1	0.242200	Ok

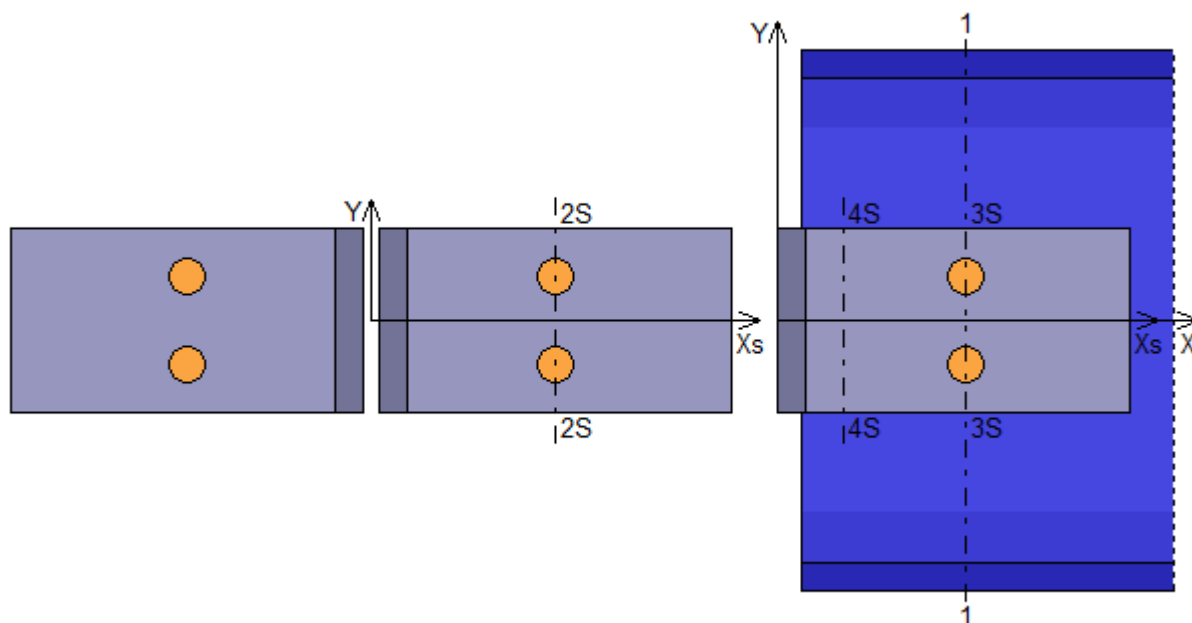
Sistema secondario

3-Taglio (Nodo n. 4, CMB n. 3)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	FV_3	VER
5	80.00	-18.70	16774.5	103200.0	0.162544	Ok
6	80.00	18.70	16774.5	103200.0	0.162544	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
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $FV_3 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$



Verifiche sezioni ridotte

Caratteristiche sezioni ridotte elemento

Sez.	X [mm]	Y _G [mm]	A [mm ²]	A _T [mm ²]	J _x [mm ⁴]	W _x [mm ³]
1	80.00	0.00	7425.0	1290.0	77540830	674268

Caratteristiche sezioni ridotte squadrette

Sez.	X [mm]	Y _G [mm]	A [mm ²]	A _T [mm ²]	J _x [mm ⁴]	W _x [mm ³]	J _y [mm ⁴]	W _y [mm ³]
2S	78.75	0.00	530.4	530.4	335538	8582	6365	1061
3S	80.00	0.00	1060.8	1060.8	671077	17163	-	-
4S	28.00	0.00	1876.8	1876.8	956424	24461	-	-

26

Sollecitazioni massime

Sez.	Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]
1	4.3	32960.3	-	0.0	-	117009.1
2S	4.3	16480.2	0.0	0.0	0.0	1297812.0
3S	4.3	32960.3	-	0.0	-	117009.1
4S	4.3	32960.3	-	0.0	-	-1596927.0

Tensioni massime

Sez.	τ _{MED} [N/mm ²]	σ _{MAX} [N/mm ²]	σ _{ID} [N/mm ²]	FV	VER
1	25.55	0.17	44.26	0.17	Ok
2S	31.07	151.23	160.52	0.61	Ok
3S	31.07	6.82	54.25	0.21	Ok
4S	17.56	65.28	72.02	0.27	Ok

Legenda

$$FV = \sigma_{ID} / f_d$$

$$VER \rightarrow FV \leq 1$$

$$f_d = f_y / \gamma_{M0} \rightarrow f_d = 262.00 \text{ N/mm}^2 \text{ sia per l'elemento, sia per le squadrette}$$

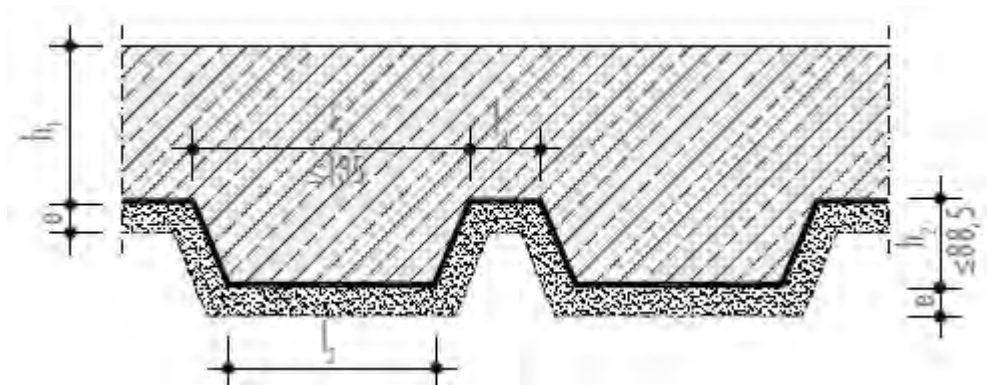
ANTINCENDIO (REI 60)

STRUTTURE IN ACCIAIO

Le strutture in acciaio hanno superficie esposta secondo un fattore di sezione non superiore a 150 m^{-1} .

In ogni caso tutte le carpenterie metalliche saranno idoneamente protette con verniciatura intumescente al fine di garantire i requisiti REI 60 senza demandare l'onere alle strutture in carpenteria. Si rimanda in ogni caso al capitolato speciale di appalto e relativo disciplinare tecnico per la tipologia di trattamento superficiale protettivo.

Per solai collaboranti in lamiera grecata e calcestruzzo in funzione di classe di resistenza al fuoco e spessore delle lastre composite si ha:





h_1 = spessore lastre senza nervature
 h_2 = altezza nervature
 l_1, l_2, l_3 = misure nerv. (= larghezza nervature del profilo in lamiera grecata)
 h_{eff} = spessore effettivo lastre composite



$$h_{eff} = h_1 + \frac{h_2 \cdot 0,5 \cdot (l_1 + l_2)}{l_1 + l_3}$$



e= spessore protettivo definitivo

Classe di res. al fuoco	Spess. lastre composite $h_s = h_1 + h_2$
REI 30	da 100 a 280
REI 60	
REI 90	
REI 120	

Per REI 60 consigliato 20 mm di spessore.

HEA Esposizione al fuoco	 3 lati	 4 lati
100	217,9	264,6
120	220,2	267,6
140	208,3	252,9
160	189,7	233,5
180	185,4	225,2
200	174,7	211,9
220	161,7	196,0
240	147,1	178,4
260	140,6	170,5
280	135,7	164,4
300	126,2	152,9
320	117,4	141,5
340	111,6	134,1
360	107,1	128,2
400	101,3	120,1
450	96,1	112,9
500	91,6	106,8
550	90,2	104,3
600	88,7	102,0

HEB Esposizione al fuoco	 3 lati	 4 lati
100	179,6	218,1
120	166,5	201,8
140	154,7	187,2
160	139,6	169,1
180	130,2	157,7
200	121,6	147,2
220	115,4	139,6
240	107,5	130,2
260	104,7	126,7
280	102,1	123,3
300	95,9	116,1
320	91,1	109,7
340	88,4	105,9
360	85,8	102,4
400	82,4	97,6
450	77,5	91,3
500	76,3	88,9
550	75,6	87,4
600	74,8	85,9

IPE Esposizione al fuoco	 3 lati	 4 lati
80	370,4	430,6
100	335,9	389,3
120	310,6	359,1
140	290,9	335,4
160	268,7	309,5
180	254,1	292,1
200	234,4	269,5
220	221,1	253,9
240	204,9	235,5
270	197,2	226,6
300	187,7	215,6
330	174,1	199,7
360	162,3	185,7
400	152,7	174,1
450	143,7	163,1
500	132,8	150,1
550	124,6	140,5
600	115,4	129,5