

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO DEFINITIVO**

**INTERCONNESSIONE DI NOVI LIGURE ALTERNATIVA ALLO SHUNT
BARRIERE ANTIRUMORE NUOVA INTERCONNESSIONE LINEA STORICA
DA PK 106+689 A PK 113+687.220**

Montanti per B.A. - Relazione di calcolo

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. E. Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 0	D	C V	C L	B A V C 0 0	0 0 8	C

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	COCIV	21/04/15	COCIV	23/04/15	A.Palomba	24/04/15	 Dott. Ing. A. Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271R
B00	Rev. Ist. A30100D09ISBA0000001A del 17/06/2015	COCIV	10/07/15	COCIV	10/07/15	A.Mancarella	10/07/15	
C00	Rev. prot. 0002131/CTVA M.A.T.T.	AIE	27/07/16	COCIV	27/07/16	A. Mancarella	27/07/16	

n. Elab.:	File: A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00
-----------	---------------------------------------

CUP: F81H92000000008

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	4
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	7
3.1.	Calcestruzzo Per Le Strutture.....	7
3.2.	Acciai Da Carpenteria	7
3.3.	Tirafondi	7
3.4.	Trattamenti protettivi.....	8
4.	ANALISI DEI CARICHI.....	9
4.1.	Azioni Orizzontali.....	9
4.2.	Azioni Verticali.....	12
4.3.	Combinazioni di Carico.....	12
5.	DESCRIZIONE VERIFICHE	14
5.1.	Verifica Di Resistenza Montanti.....	14
5.2.	Verifica a Compressione Del Calcestruzzo.....	15
5.3.	Verifica Di Resistenza della Piastra di Base	15
5.4.	Verifica Del Tirafondo.....	16
5.5.	Verifiche a fatica.....	18
5.6.	Verifica Di Deformabilità.....	20
5.7.	Verifica Scorrimento Piastra-Malta	20
5.8.	Verifica a Fuoco dei Montanti	21
6.	VERIFICHE MONTANTI	23
6.1.	Montante Tipo H0.....	23
6.2.	Montante Tipo H1	35
6.3.	Montante Tipo H2.....	47
6.4.	Montante Tipo H3A	59
6.5.	Montante Tipo H4A	71
6.6.	Montante Tipo H5A	83
6.7.	Montante Tipo H6A	95
6.8.	Montante Tipo H7A	107
6.9.	Montante Tipo H8A	119
6.10.	Montante Tipo H9A	131
6.11.	Montante Tipo H10.....	143

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 4 di 154</p>

1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è il calcolo e la verifica dei montanti metallici a sostegno dei pannelli fonoassorbenti delle Barriere Antirumore da realizzare sulla tratta ferroviaria Milano-Genova, in corrispondenza del comune di Novi Ligure, per l'installazione delle Barriere Antirumore.

I montanti hanno altezze variabile da 3.00m a 8.00m e sono collegati al cordolo di fondazione tramite dei tiranti. L'interasse massimo è di 3.00m, per i montanti di altezza fino a 6.50m, e di 2.00m, per i montanti di altezza superiore a 6.50m.

Le verifiche sono state eseguite nel rispetto del "Disciplinare Tecnico per barriere antirumore per impieghi ferroviari edizione 1998" e dei successivi aggiornamenti, in particolare quelli emanati con le note DI/TC/A1007/P/00/0088 del 28/01/2000, DI/TC/A1007/P/00/00145 del 21/02/2000, RFI/DIN/IC/009/00239 del 24/03/2004, RFI-DIN-ICI\A0011\P\2005\001184 del 19/12/2005 e la lettera RFIDIN\ A0011\P\2008\00721 del 08/04/2008.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00	Foglio 5 di 154

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto è redatto in conformità alle Normative e Leggi vigenti:

- [NT_1]. D.M. 11.03.1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”
- [NT_2]. Circ. Dir. Centr. Tecn. N°97/81 “Istruzioni relative alle Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegni delle terre e delle opere di fondazione”.
- [NT_3]. D.M. 09.01.1996 “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento normale e precompresso e per le strutture metalliche”
- [NT_4]. D.M. 16.01.1996 “Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
- [NT_5]. Circolare 156 del 04.07.1996 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”
- [NT_6]. D.M. 04/05/1990: "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".
- [NT_7]. Ministero LL.PP. 25/02/1991: "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali".
- [NT_8]. D.M. 16.01.1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”
- [NT_9]. Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Consiglio dei ministri – Allegato 1 – “Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – Individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone”
- [NT_10]. Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Consiglio dei ministri – Allegato 4 – “Norme Tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni”
- [NT_11]. Ordinanza n.3316 - Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.03
- [NT_12]. O.P.C.M. n. 3519 28 aprile 2006 – “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (GU n. 108 del 11-5-2006)”
- [NT_13]. Raccomandazioni AICAP “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” ed. Maggio 1993.
- [NT_14]. Istruzioni FF.SS. n°I/SC/PS-OM/2298 – “Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo.”
- [NT_15]. Istruzioni FF.SS. 44f - “Verifica a fatica dei ponti ferroviari metallici”.
- [NT_16]. UNI EN 1991-1-5:2004 “Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni termiche”
- [NT_17]. UNI EN 1992-1-1:1993 “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1 – Regole generali e regole per edifici”

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00</p> <p>Foglio 6 di 154</p>

[NT_18].UNI EN 1993-1-1:2005 “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1 – Regole generali e regole per edifici”

[NT_19].UNI EN 1997-1:1997 “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”

[NT_20].Raccomandazioni AGI “Raccomandazioni sui pali di fondazione” ed. dicembre 1984.

[NT_21].Norma UNI EN 10025 – 2005 – “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00	Foglio 7 di 154

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Con riferimento alle normative citate le strutture sono state verificate adottando i seguenti parametri di resistenza dei materiali.

3.1. CALCESTRUZZO PER LE STRUTTURE

CALCESTRUZZO FONDAZIONI CLASSE C32/40

Classe di esposizione: XC2 (UNI EN 206-1)

Copriferro nominale min. per strutture interrato= 40mm (ricoprimento armature più esterne)

Classe di consistenza: S3÷S5 (UNI EN 206-1)

Massima dimensione aggregati ≤ 32 mm

3.2. ACCIAI DA CARPENTERIA

ACCIAIO PER MONTANTI METALLICI SALDATI

TIPO S355J0 UNI EN 10025

$$f_{y,k} = 355 \text{ MPa (} t \leq 40\text{mm)}$$

$$f_{t,k} = 510 \text{ MPa (} t \leq 40\text{mm)}$$

$$f_{y,k} = 335 \text{ MPa (} 40\text{mm} < t \leq 80\text{mm)}$$

$$f_{t,k} = 470 \text{ MPa (} 40\text{mm} < t \leq 80\text{mm)}$$

ACCIAIO PER PIASTRE SALDATE

TIPO S355J0 UNI EN 10025

$$f_{y,k} = 355 \text{ MPa (} t \leq 40\text{mm)}$$

$$f_{t,k} = 510 \text{ MPa (} t \leq 40\text{mm)}$$

$$f_{y,k} = 335 \text{ MPa (} 40\text{mm} < t \leq 80\text{mm)}$$

$$f_{t,k} = 470 \text{ MPa (} 40\text{mm} < t \leq 80\text{mm)}$$

3.3. TIRAFONDI

Barre interamente filettate con filettatura metrica ISO a passo grosso, di caratteristiche meccaniche equivalenti o superiori alla classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898 parte I.

$$f_{t,b} = 800 \text{ Mpa}$$

$$f_{y,b} = 649 \text{ MPa}$$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00</p>	<p>Foglio 8 di 154</p>

3.4. TRATTAMENTI PROTETTIVI

- I montanti in acciaio devono essere zincati a caldo in accordo a quanto riportato nella norma UNI EN ISO 1461 per uno spessore non inferiore a 85µm, previo ciclo di sabbiatura SA 21/2, oppure trattamento di decapaggio chimico; inoltre è richiesto un ulteriore trattamento della superficie, subito dopo la zincatura, in accordo con le istruzioni FS 44/V (cicli omologati per strutture zincate a caldo)
- I tirafondi e le barre filettate sono zincate a caldo in accordo alla EN 10684.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 9 di 154</p>

4. ANALISI DEI CARICHI

4.1. AZIONI ORIZZONTALI

La velocità del treno nel tratto considerato è $V_{max} \leq 160$ km/h. L'azione orizzontale da applicare alle barriere antirumore, sia per le verifiche statiche che per le verifiche a deformazione, verrà assunta come valore statico pari al massimo tra 1.50 kN/m² e la somma dell'azione dovuta al vento e agli effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari, valutate secondo la normativa italiana vigente.

Essendo la velocità massima nel tratto considerato pari a 160 Km/h non devono essere svolte le analisi dinamiche.

Il carico del vento secondo il D.M.96 è il seguente:

$p = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d =$ pressione del vento

$q_{ref} = v_{ref}^2 / 1.6 = 391$ N/m², pressione cinetica di riferimento

$v_{ref} = v_{ref,0} = 25$ m/s, per $a_s < a_0$, velocità di riferimento del vento

$a_s = 200$ m, altitudine sul livello del mare del sito

Zona 1 (Piemonte,..)

$v_{ref,0} = 25$ m/s; $a_0 = 1000$ m; $a_s < a_0$

$$\left. \begin{aligned} C_e(z) &= k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot a [7 + C_t \cdot \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min} \\ C_e(z) &= C_e(z_{min}) \text{ per } z < z_{min} \end{aligned} \right\} \text{ Coefficiente di esposizione}$$

Classe di rugosità del terreno C, Aree con ostacoli diffusi

Categoria III, sito distante oltre 30 Km dalla costa, altitudine <500m

$k_r = 0.20$, $z_0 = 0.10$ m, $z_{min} = 5.00$ m, $z = 6.00$ m

$z = z_{min}$

Calcolo coefficiente di topografia

$$C_t = 1 + \beta \gamma [1 - 0.1(x/H)]$$

$\beta = 0.5$ per $z/H \leq 0.75$

$\beta = 0.8 - 0.4(z/H)$ per $0.75 < z/H \leq 2$

$\beta = 0$ per $z/H > 2$

$\gamma = 0$ per $H/D \leq 0.10$

$$\gamma = 1/0.20(H/D - 0.10) \text{ per } 0.10 < H/D \leq 0.30$$

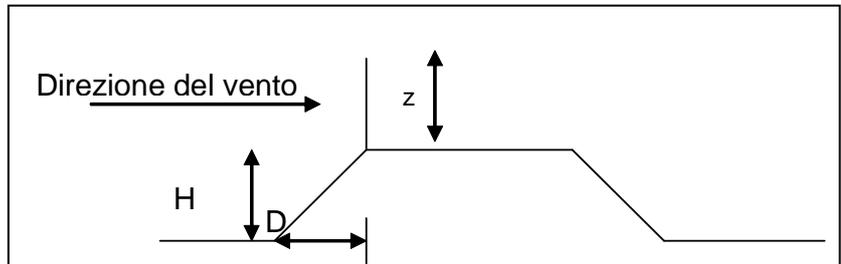
$$\gamma = 1 \text{ per } H/D > 0.30$$

x, distanza tra ciglio rilevato e barriera

H, altezza rilevato

D, larghezza scarpata

z, altezza barriera



Ipotizzando le condizioni peggiori ($H=8\text{m}$, $D=12\text{m}$, $x=0$, $z=6.00\text{m}$), si ottiene:

$$z/H = 0.75 \quad \rightarrow \beta = 0.5$$

$$H/D = 0.66 \quad \rightarrow \gamma = 1$$

Quindi

$$C_t = 1.5$$

$$C_e = 3.23$$

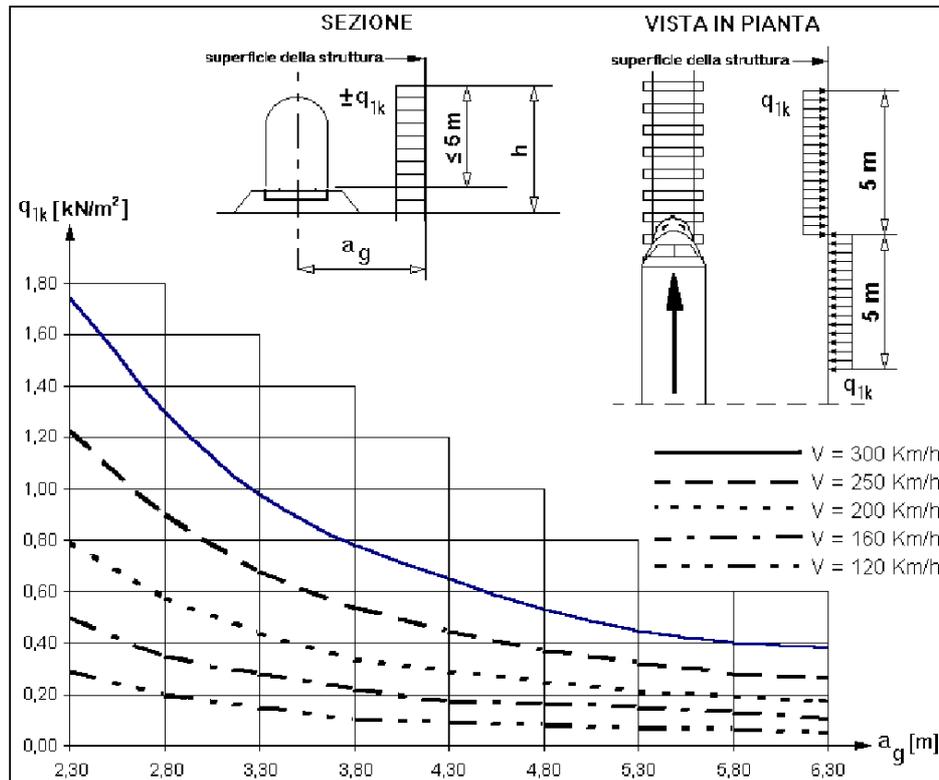
$$C_p = 1.2 \text{ coefficiente di forma per pensiline con } \alpha > 35^\circ$$

$$C_d = 1.0$$

$$p = q_{\text{ref}} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 391 \cdot 3.57 \cdot 1.2 \cdot 1 = 1675 \text{ N/m}^2$$

La pressione del vento che si assume per i calcoli sarà pari a **1.70 kN/m²**

L'effetto aerodinamico associato al passaggio del convoglio ferroviario è stato valutato ipotizzando la situazione più gravosa possibile, facendo riferimento alla seguente figura ricavata dall'istruzione FS "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari".



Valori caratteristici delle azioni q_{1k} per superfici verticali parallele al binario

$q_{1k} = f(a_g, v) = 0.20 \text{ kN/m}^2$ per treni aerodinamici ETR

$a_g = 4.30 \text{ m}$, distanza asse binario-barriera minima

$v = 160 \text{ Km/h}$, velocità massima per treni aerodinamici ETR,

$p_a = q_{1k} \times k_1 = 0.20 \text{ kN/m}^2$ per treni aerodinamici ETR

$k_1 = 1.00$ per treni aerodinamici ETR,

La pressione dovuta al transito dei treni che si assume per i calcoli sarà pari a **0.20 kN/m²**.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 12 di 154

4.2. AZIONI VERTICALI

I montanti sono soggetti, oltre che al peso proprio, al peso dei pannelli fonoassorbenti.

- Peso pannelli fonoassorbenti in CLS: 3.50 kN/m²
- Peso pannelli fonoassorbenti in acciaio: 0.50 kN/m²

La barriera antirumore è costituita da i primi 2m da pannelli in CLS e la restante parte da pannelli in acciaio. Nella tabella seguente si riporta per ogni altezza di barriera l'azione verticale di compressione al netto del peso proprio del montante.

Barriera	z [m]	N [kN]
H0	3.0	22.50
H1	3.5	23.25
H2	4.0	24.00
H3A	4.5	24.75
H4A	5.0	25.50
H5A	5.5	26.25
H6A	6.0	27.00
H7A	6.5	27.75
H8A	7.0	19.00
H9A	7.5	19.50
H10	8.0	20.00

Le considerazioni, i calcoli e le verifiche allegate di seguito risultano valide anche nel caso in cui i pannelli di acciaio vengano sostituiti con dei pannelli di vetro stratificato tipo 8+1.52+8 mm.

Tele sostituzione, infatti, non comporta aumenti di carico rispetto alle considerazioni citate sopra in quanto il peso dei paraventi in vetro risulta minore di quelli in acciaio come mostrato nei calcoli sotto riportati:

$$P_{P\text{pannellivetro}} = (0.008 + 0.008) \cdot 2700 = 43.2 \text{ daN/m}^2$$

$$P_{P\text{pannellivetro}} = 43.2 \text{ daN/m}^2 < P_{P\text{pannelliacciaio}} = 50 \text{ daN/m}^2$$

4.3. COMBINAZIONI DI CARICO

Si considerano le seguenti combinazioni di carico per le diverse verifiche:

- Per le verifiche di resistenza dei montanti, delle piastre di base e dei tirafondi si utilizzano la combinazione agli Stati Limite Ultimi:

$$(1.4 / 0) \times \text{Carichi Verticali} + 1.5 \times \text{Vento} + 1.5 \times \text{Sovrappinta Treno}$$

- Per la verifica a fatica si utilizza la combinazione agli Stati Limite di esercizio considerando agente solo la Sovrappinta del treno:

$$(1.0 / 0) \times \text{Carichi Verticali} + 0.0 \times \text{Vento} + 1.0 \times \text{Sovrappinta Treno}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00	Foglio 13 di 154

- Per le verifiche di resistenza del calcestruzzo, le verifiche a scorrimento piastra di base-fondazione, per la verifica a deformazione del montante e il calcolo della lunghezza di ancoraggio dei tirafondi si utilizza la combinazione agli Stati Limite di esercizio:

$$(1.0 / 0) \times \text{Carichi Verticali} + 1.0 \times \text{Vento} + 1.0 \times \text{Sovrappinta Treno}$$

N.B. Poiché il carico verticale è un'azione "favorevole" per le verifiche strutturali dei montanti, nel seguito non verrà considerato nelle verifiche.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 14 di 154</td> </tr> </table>	Foglio 14 di 154
Foglio 14 di 154		

5. DESCRIZIONE VERIFICHE

I montanti hanno altezze variabile da 3.00m a 8.00m e sono collegati al cordolo di fondazione tramite dei tiranti. L'interasse massimo è di 3.00m, per i montanti di altezza fino a 6.50m, e di 2.00m, per i montanti di altezza superiore a 6.50m.

I montanti sono soggetti al carico orizzontale pari a 1.90 kN/m².

Per le verifiche a fatica si considera il solo carico dovuto alle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari pari a 0.20 kN/m².

Di seguito si riportano le verifiche che verranno svolte per ogni tipologia di montante.

5.1. VERIFICA DI RESISTENZA MONTANTI

Le verifiche vengono condotte con la combinazione di carico agli SLU per la sezioni di incastro alla base e la sezione di fine costola.

5.1.1. Verifica a flessione monoassiale

Si deve verificare che::

$$M_{Sd} \leq M_e$$

Dove

M_{Sd}	valore di calcolo della componente flettente dell'azione
M_e	momento elastico della sezione = $f_y \cdot W_{el}$
f_y	tensione di snervamento del materiale
W_{el}	modulo di resistenza elastico

5.1.2. Verifica a taglio

Si deve verificare che:

$$V_{Sd} \leq V_e$$

Dove

V_{Sd}	valore di calcolo della componente tagliante dell'azione
V_e	taglio elastico della sezione = $f_y \cdot A_w / \sqrt{3}$
f_y	tensione di snervamento del materiale
A_w	area dell'anima del profilato HE base

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 15 di 154</td> </tr> </table>	Foglio 15 di 154
Foglio 15 di 154		

5.2. VERIFICA A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

Le verifiche vengono condotte con la combinazione di carico agli SLE ipotizzando una sezione di dimensioni pari a quelle della piastra di base armata solo con i tirafondi in trazione. Non si considera il serraggio dei tirafondi stessi.

Deve essere verificato che:

$$\sigma_{c,max} \leq 0.45 \cdot f_{ck}$$

5.3. VERIFICA DI RESISTENZA DELLA PIASTRA DI BASE

Le verifiche vengono condotte con la combinazione di carico agli SLU utilizzando un modello FEM realizzato con elementi "piastra" vincolato in corrispondenza del montante e delle piastre di rinforzo.

Il modello viene caricato in corrispondenza dei tirafondi e nella zona del calcestruzzo compresso con le forze di trazione e di compressione media ottenute dal calcolo di cui al paragrafo 5.2.

Si deve verificare che:

$$M_{Sd} \leq M_e$$

Dove

M_{Sd} valore di calcolo della componente flettente dell'azione

M_e momento elastico della sezione = $f_y \cdot W_{el}$

f_y tensione di snervamento del materiale

W_{el} modulo di resistenza elastico della piastre = $b \cdot s^2 / 6$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 16 di 154</td> </tr> </table>	Foglio 16 di 154
Foglio 16 di 154		

5.4. VERIFICA DEL TIRAFONDO

5.4.1. Verifica di resistenza

Le verifiche vengono condotte con la combinazione di carico agli SLU ipotizzando una sezione di dimensioni pari a quelle della piastra di base armata solo con i tirafondi in trazione. Non si considera il serraggio dei tirafondi stessi.

Deve essere verificato che:

$$(N_{Sd}/N_{d,0}) + (V_{Sd}/V_{d,0}) \leq 1$$

dove

N_{Sd} = sollecitazione di trazione di calcolo nel tirafondo nella combinazione SLU.

V_{Sd} = sollecitazione di taglio di calcolo nel tirafondo nella combinazione SLU

$N_{d,0}$ = resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$

$V_{d,0}$ = resistenza di calcolo a taglio = $0.70 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$

$f_{k,N}$ = valore caratteristico della resistenza del materiale costituente il tirafondo;

A_{res} = area resistente del tirafondo

$\gamma_N = 1.25$

5.4.2. Calcolo della lunghezza di ancoraggio

Le verifiche vengono condotte con la combinazione di carico agli SLE.

Si adotta la soluzione di eseguire gli ancoraggi dei tirafondi alloggiando gli stessi in opportune tasche lasciate nel getto del cordolo, mediante l'inserimento di guaine corrugate metalliche $\varnothing 100$, e successivo intasamento con malta tipo Emaco ($R_{ck} = 70$ Mpa, $\tau_{ad} = 3.50$ MPa).

La lunghezza di ancoraggio del tirafondo viene verificata mediante il confronto tra la sollecitazione di trazione N_{Sd} (nella combinazione SLE) e la forza di serraggio N_S necessaria per il serraggio. Si stabilisce di serrare il bullone solo fino al 80% della forza di precarico, valore sufficiente ad evitare il distacco della piastra in condizioni di esercizio.

La forza di precarico è pari a:

$$N_S = 80\% (0.8 f_{k,N} A_{res})$$

Dove:

$f_{k,N}$ = valore caratteristico della resistenza del materiale costituente il tirafondo;

A_{res} = area resistente del tirafondo

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00	Foglio 17 di 154

La lunghezza di ancoraggio L per i tirafondi è determinata come valore massimo tra $L_{ad,E-clS}$ (lunghezza di aderenza emaco-clS) e $L_{ad,T-E}$ (lunghezza di aderenza barra-emaco):

$$L_{ad,T-E} = \text{Max} [N_{Sd}; N_S] / (\pi \phi_b \tau_{ad,barra-emaco})$$

$$L_{ad,E-clS} = \text{Max} [N_{Sd}; N_S] / (\pi \varnothing_b \tau_{ad,emaco-clS})$$

dove:

ϕ_b = diametro tirafondo;

\varnothing_b = diametro guaina;

$\tau_{ad,barra-emaco}$ = tensione di aderenza acciaio-emaco = 3.50 MPa

$\tau_{ad,emaco-clS}$ = tensione di aderenza emaco-clS = $3 \cdot \tau_{c,0} = 3 \cdot 0.73 = 2.20$ MPa

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 <table border="1" data-bbox="1420 235 1532 315"> <tr> <td>Foglio 18 di 154</td> </tr> </table>	Foglio 18 di 154
Foglio 18 di 154		

5.5. VERIFICHE A FATICA

5.5.1. Verifica a fatica montante

Le verifiche a fatica vengono condotte secondo quanto richiesto dalle "Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle Barriere Anti Rumore", ossia, per ogni sezione o particolare, deve risultare soddisfatta la seguente relazione:

$$\Delta\sigma < \Delta\sigma_D/\gamma_m \quad \text{e} \quad \Delta\tau < \Delta\tau_D/\gamma_m \quad \text{con} \quad \gamma_m=1.25$$

dove:

$\Delta\sigma$ e $\Delta\tau$ sono le variazioni di tensione prodotte dalle azioni derivanti dalle pressioni aerodinamiche associate al transito dei convogli ferroviari;

$\Delta\sigma_D$ e $\Delta\tau_D$ sono i limiti di fatica ad ampiezza costante, cioè il limiti al di sotto dei quali per $\Delta\sigma$ e $\Delta\tau$ di ampiezza costante, la vita è indefinita.

Esso viene rappresentato sulle curve SN del diagramma 8-II e 8-III della CNR 10011 dal punto angolare D, per ogni particolare strutturale e per stati di sollecitazione di trazione o compressione e taglio. Esso dipende dalla tensione ammissibile $\Delta\sigma_A$ ($\Delta\sigma_D = 0,737 \cdot \Delta\sigma_A$) che per i particolari strutturali di più comune impiego sono indicati nel prospetto 8-VII della CNR 10011.

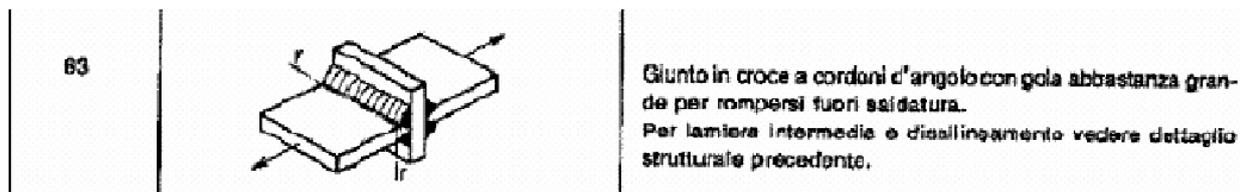
I valori $\Delta\sigma_A$ dovranno tenere conto dell'eventuale riduzione per particolari aventi elementi con spessori maggiori di 25mm secondo la formula:

$$\Delta\sigma_{A,t} = \Delta\sigma_A \times (25/t)^{1/4}$$

Le classi di resistenza a fatica per tensioni normali relative alle sezioni di verifica dei montanti sono:

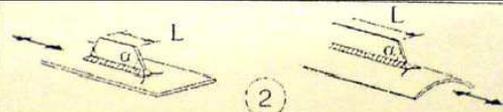
Sezione di base $\Delta\sigma_C = 63$ (CNR-UNI 10011/97)

Prospetto 8-II. Gruppo II.4 – Particolari saldati – Giunti in croce



Sezione di fine costola $\Delta\sigma_A = 71$ (EN 1993-1-9I)

Table 8.4 – Weld attachments and stiffeners

71	$L > 100\text{mm}$ $\alpha < 45^\circ$		2) Longitudinal attachments to plate or tube.
----	---	---	---

Analogo discorso vale per le tensioni taglianti.

$$\Delta\tau_D = 0,457 \cdot \Delta\tau_A$$

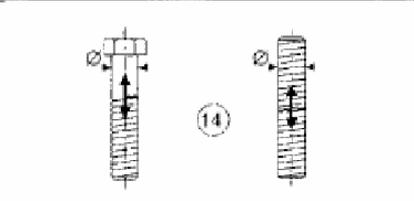
Le classi di resistenza a fatica per tensioni tangenziali relative alle sezioni di verifica dei montanti sono:

$\Delta\tau_A = 80$ (Diagramma 8.III CNR-UNI 10011)

5.5.2. Verifica a fatica tirafondo

Le classi di resistenza a fatica per i tirafondi sono:

$\Delta\sigma_C = 50$ (EN 1993-1-9I)

50	size effect for $t > 30\text{mm}$: $k_s = (30/t)^{0,25}$		14) Bolts and rods with rolled or cut threads in tension. For large diameters (anchor bolts) the size effect has to be taken into account with k_s .	14) $\Delta\sigma$ to be calculated using the tensile stress area of the bolt. Bending and tension resulting from prying effects and bending stresses from other sources must be taken into account. For preloaded bolts, the reduction of the stress range may be taken into account.
----	--	---	--	--

Non considerando i tirafondi in zona compressa, la variazione di tensione per il singolo tirafondo in questo caso risulta pari a:

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_m$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00	Foglio 20 di 154

5.6. VERIFICA DI DEFORMABILITÀ

Deve risultare che la deformazione massima in testa al montante nella combinazione agli SLE sia inferiore ad 1/150 dell'altezza del montante stesso.

5.7. VERIFICA SCORRIMENTO PIASTRA-MALTA

Le verifiche vengono condotte con la combinazione di carico agli SLE.

Si deve verificare che l'attrito generato tra la piastra e la malta sia sufficiente a trasferire il taglio alla base del montante:

$$V_{Sd} < V_{lim}$$

Dove

V_{Sd} = sollecitazione di taglio di calcolo alla base del montante in condizioni di esercizio.

V_{lim} = resistenza di calcolo allo scorrimento = $n_b \cdot \mu \cdot N_s / 1.25$

μ = coefficiente di attrito = 0.30;

n_b = numero tirafondi;

N_s = forza di serraggio del tirafondo;

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 21 di 154

5.8. VERIFICA A FUOCO DEI MONTANTI

I montanti devono avere resistenza al fuoco R30, devono cioè mantenere, sotto l'azione termica di un incendio e sotto le altre azioni di progetto concomitanti, la propria capacità portante per almeno 30 minuti prima di raggiungere lo stato ultimo di collasso.

L'incendio convenzionale di riferimento per le verifiche di resistenza al fuoco delle barriere antirumore è rappresentato dalla curva nominale esterna, definita dalla seguente formula:

$$\theta_f = 660 \times (1 - 0.687 \cdot e^{-0.32t} - 0.313 \cdot e^{-3.8t}) + 20$$

dove t è il tempo espresso in minuti primi.

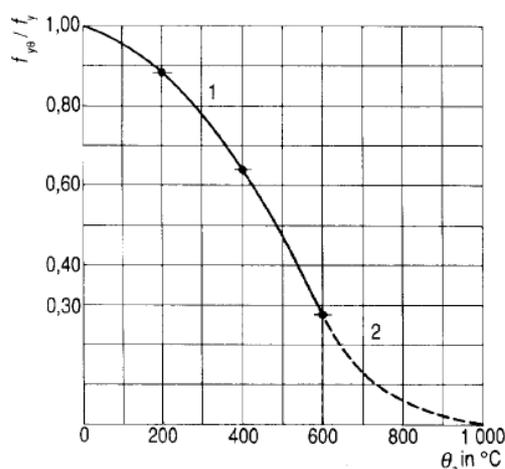
Le azioni da considerare contemporaneamente all'incendio, secondo le prescrizioni RFI (nota RFI-DIN-ICI\A0011P\2005\0001184 del 19.12.05), sono le azioni permanenti e le azioni variabili prese in conto con i propri coefficienti parziali relativi allo stato limite di esercizio con combinazione quasi permanente. In particolare l'azione aerodinamica del treno, dinamizzata laddove richiesto, dovrà essere considerata con coefficiente di combinazione pari a 1, mentre il vento avrà coefficiente di combinazione pari a 0. In ogni caso comunque il valore da assumere per le azioni variabili non potrà essere inferiore a 1.50 kN/m².

Le verifiche vengono condotte secondo il procedimento analitico descritto dalla norma UNI 9503.

Si deve verificare che la temperatura critica che determina il collasso dell'elemento sotto un determinato carico sia minore della temperatura dell'acciaio dopo 30min di esposizione all'incendio.

$$\theta_c < \theta_{a,30}$$

Il valore della temperatura critica viene ricavata dal seguente diagramma in funzione del rapporto tra il limite convenzionale di snervamento ad alta temperatura e la tensione di snervamento a 20°C:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00	Foglio 22 di 154

$$f_{y,\theta}/f_y = \chi \cdot M_{sd}/M_u$$

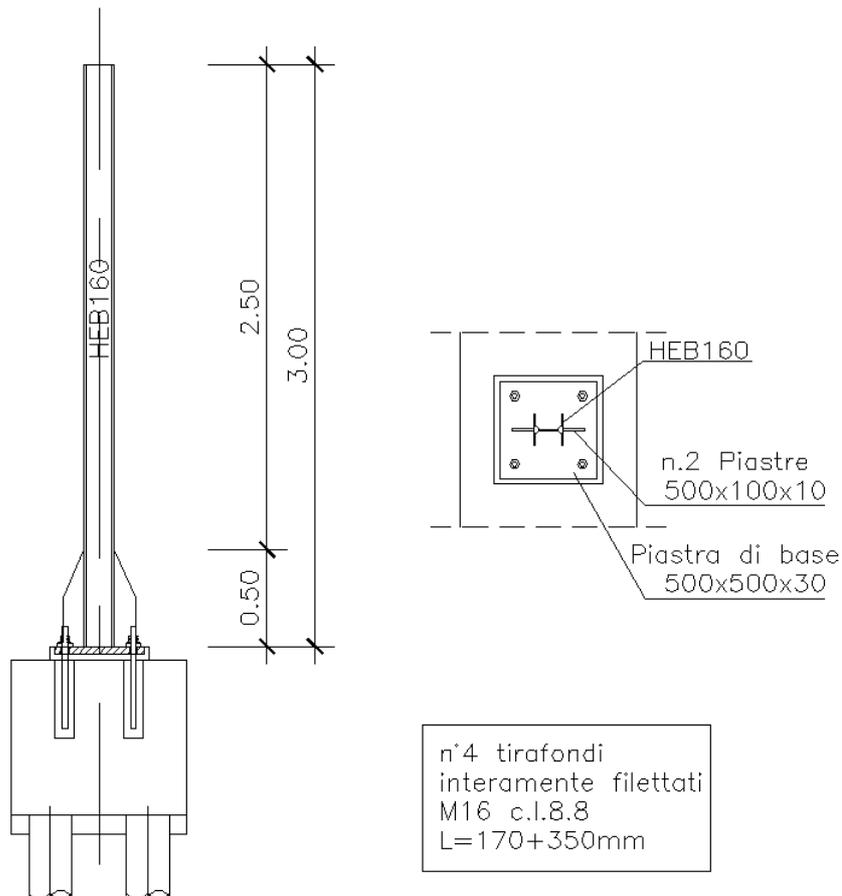
Dove

M_{sd}	valore di calcolo della componente flettente dell'azione
M_u	momento plastico della sezione = $f_y \cdot W_{pl}$
W_{pl}	modulo di resistenza plastico della sezione verificata
f_y	limite di snervamento del materiale a temperatura ordinaria
$f_{y,\theta}$	limite convenzionale di snervamento del materiale ad alta temperatura
χ	fattore correttivo = 0.85

Le verifiche verranno svolte per la sezione di base e la sezione di fine costola.

6. VERIFICHE MONTANTI

6.1. MONTANTE TIPO H0



6.1.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	74.3	6038.7	335.5	614.0
Sezione fine costola	54.3	2492.0	311.5	354.0

6.1.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	3.00	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 160 B		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M16		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	16	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	157	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	38.48	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	25.65	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	22.50		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	25.65	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	17.10	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	22.50		Sforzo di compressione alla base

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 25 di 154

6.1.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=3.00m					
Acciaio	S355				
h_b =	3.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 160 B		
$h_{costole}$ =	0.25 m	Altezza costole			
p =	1.90 kN/m ²	Azione orizzontale			
γ_{Qi} =	1.50				
i =	3.00 m	interasse montanti			
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola			
M_{Sd} =	38.48 KNm	M_{Sd} =	32.33 KNm		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
W_{el} =	335481 mm ³	W_{el} =	311500 mm ³		
M_e =	119.10 KNm	M_e =	110.58 KNm		
M_{Sd}	< M_e	VERIFICATO	M_{Sd}	< M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola			
V_{Sd} =	25.65 KN	V_{Sd} =	23.51 KN		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
A_T =	1280 mm ²	A_T =	1280 mm ²		
V_e =	262.35 KN	V_e =	262.35 KN		
V_{Sd}	< V_e	VERIFICATO	V_{Sd}	< V_e	VERIFICATO

6.1.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 3.0

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

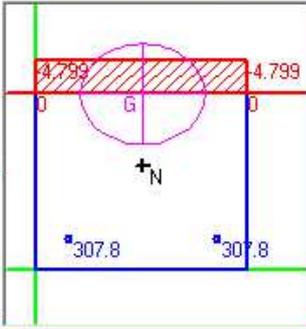
Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	157	75	75
2	157	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} kNm
 M_{ySd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord. [mm] xN
 yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ε_{su} ‰ ε_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

Combinazione SLS

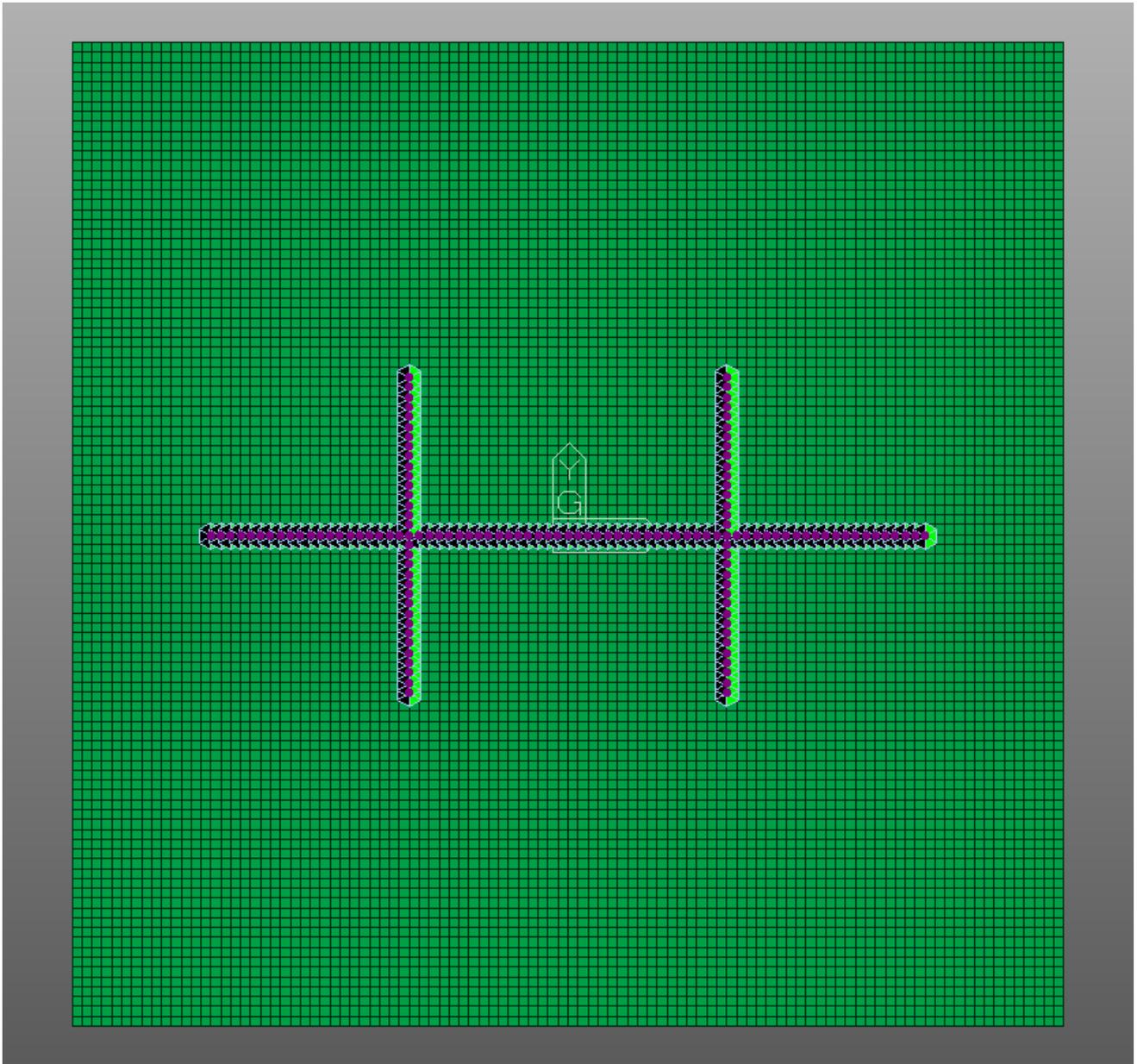
$\sigma_{c,max} = 3.20 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

SEZIONE VERIFICATA

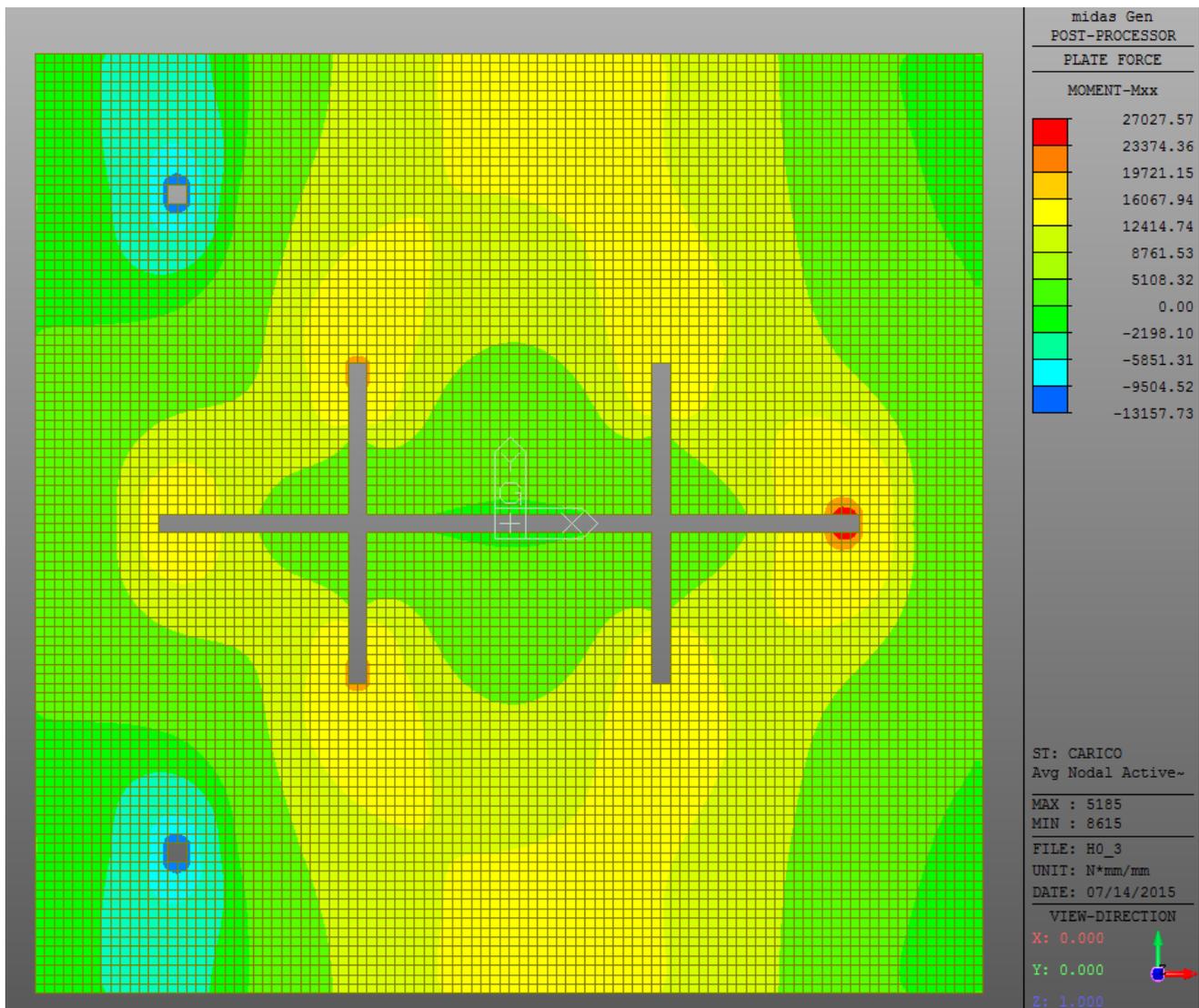
Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base		
Tensioni di calcolo - SLU		
$\sigma_c =$	4.80 MPa	Tensione di compressione sul cls
$\sigma_s =$	308 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
$N_{sd,SLU} =$	48.36 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
Tensioni di calcolo - SLE		
$\sigma_c =$	3.19 MPa	Tensione di compressione sul cls $\leq f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$
$\sigma_s =$	205 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
$N_{sd,SLE} =$	32.19 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.1.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*



Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Sd,SLU} = 27027 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$S_{piastra} = 30 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 30^2 / 6 = 150 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_e = 53250 \text{ Nmm/mm}$$

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.507$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

SEZIONE VERIFICATA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 30 di 154

6.1.6. Verifica Tirafondo

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	61.54 kN	Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
$N_{d,0} =$	70.34 kN	Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	6.41 kN	Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
$N_{sd,SLU} =$	48.36 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.48 ≤ 1	Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	56.27 kN	Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
$N_{sd,SLE} =$	32.19 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	320 mm	Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
$L_{adE-clS} =$	81 mm	Lunghezza di ancoraggio emaco-clS
$L_{tirafondo} =$	320 mm	Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 350mm.

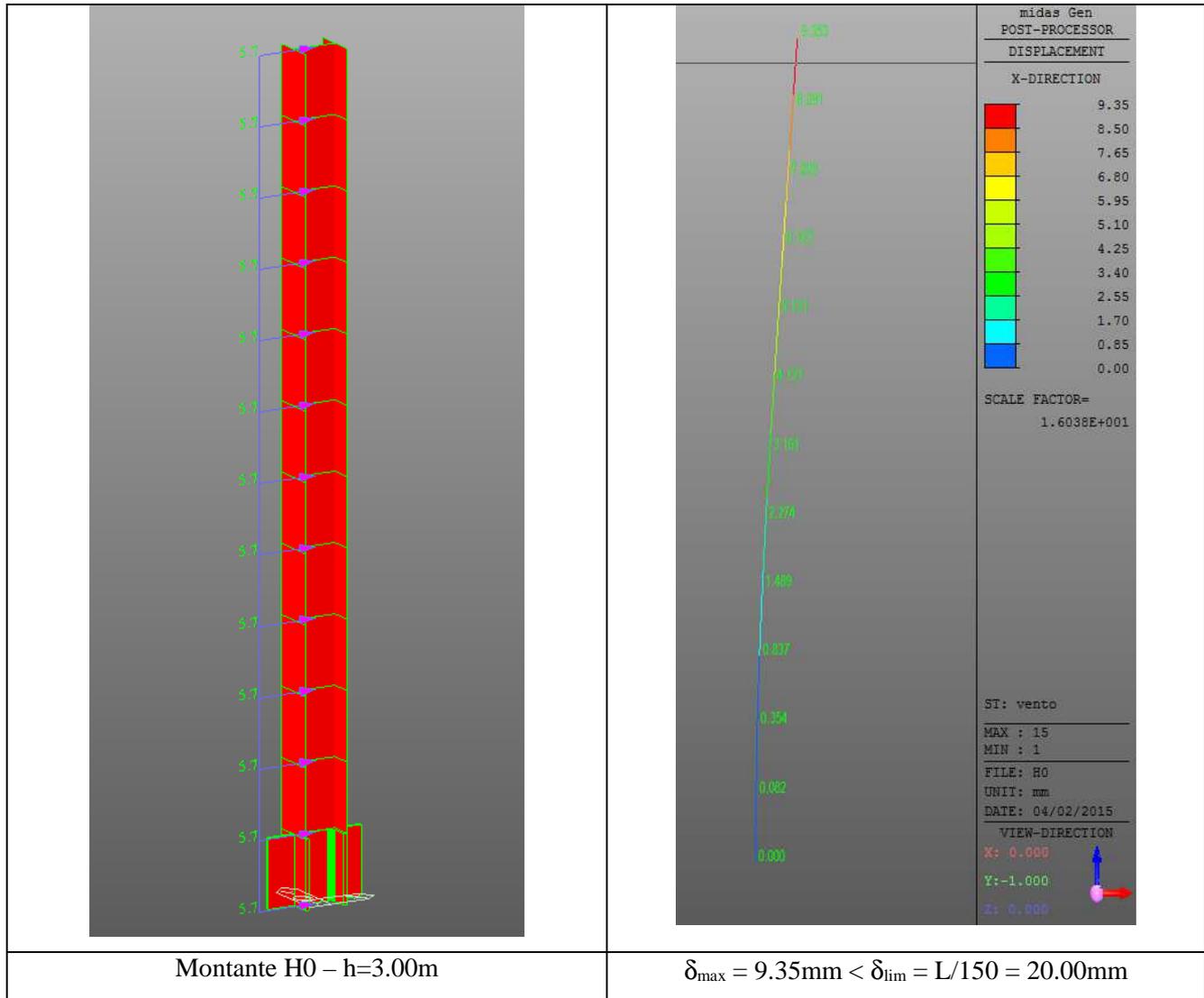
6.1.7. Verifica a fatica montante

Verifica a fatica montante - Hb=3.00m			
$h_b =$	3.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 160 B
$h_{costole} =$	0.25 m	Altezza costole	$s =$ 13 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s1 =$ 30 mm Spessore piastra di base
$i =$	3.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	2.70 KNm	$M_{fat} =$	2.27 KNm
$W =$	335481 mm ³	$W =$	311500 mm ³
$\Delta\sigma_{max} =$	16.10 MPa	$\Delta\sigma_{max} =$	14.57 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa	$\Delta\sigma_A =$	71 MPa
$k_s =$	0.96	$k_s =$	1.00
$\Delta\sigma_D =$	44.36 MPa	$\Delta\sigma_D =$	52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	35.49 MPa	$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	1.80 KNm	$T_{max} =$	1.65 KNm
$S =$	307000 mm ³	$S =$	177000 mm ³
$J =$	60386667 mm ⁴	$J =$	24920000 mm ⁴
$s =$	8 mm	$s =$	8 mm
$\Delta\tau_{max} =$	2.29 MPa	$\Delta\tau_{max} =$	2.93 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa	$\Delta\tau_C =$	71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa	$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa	$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.1.8. *Verifica a fatica tirafondo***Verifica a fatica tirafondo per montante H=3.00m**

$h_b =$	3.00 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	3.00 m	interasse montanti
$\phi =$	16 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	157 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	2.70 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	21.60 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.1.9. Verifica di deformabilità



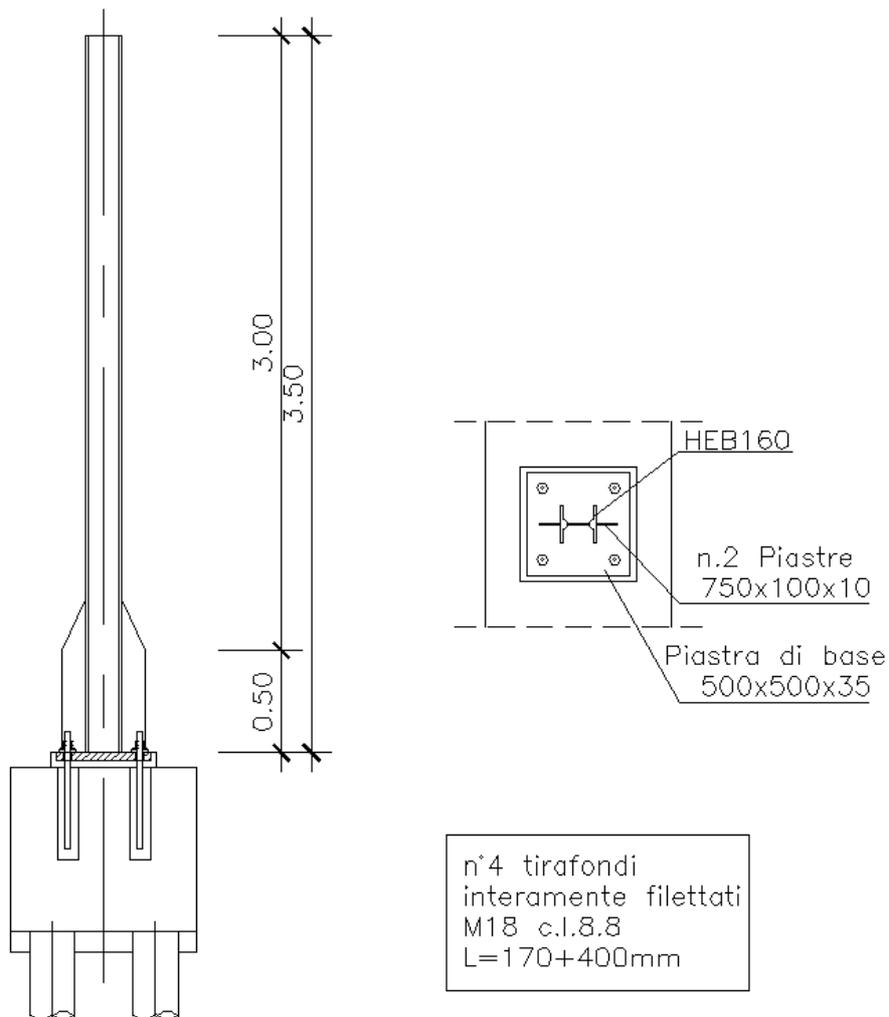
6.1.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento		
$V_{\text{lim}} =$	54.02 kN	Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$
$V_{\text{sd,SLE}} =$	17.10 kN	Taglio alla base condizioni di esercizio
$V_{\text{sd}}/V_{\text{lim}} =$	0.32 ≤ 1	Verifica a scorrimento

6.1.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montante - Hb=3.00m			
Acciaio	S355		
h_b =	3.00	m	Altezza barriera
$h_{costole}$ =	0.25	m	Altezza costole
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale
γ_{Qi} =	1.00		
i =	3.00	m	interasse montanti
			PROFILO HE 160 B
Verifiche a fuoco sezione di base		Verifiche a fuoco fine costola	
M_{Sd} =	20.25	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	614000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	217.97	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.08		
θ_c =	763	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min
θ_c	>	θ_a	VERIFICATO
M_{Sd} =	17.02	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	354000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	125.67	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.12		
θ_c =	711	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min
θ_c	>	θ_a	VERIFICATO

6.2. MONTANTE TIPO H1



6.2.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	74.3	6038.7	335.5	614.0
Sezione fine costola	54.3	2492.0	311.5	354.0

6.2.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	3.50	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 160 B		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M18		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	18	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	192	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	52.37	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	29.93	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	23.25		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	34.91	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	19.95	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	23.25		Sforzo di compressione alla base

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 37 di 154

6.2.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=3.50m			
Acciaio	S355		
$h_b =$	3.50 m	Altezza barriera	PROFILO HE 160 B
$h_{costole} =$	0.50 m	Altezza costole	
$p =$	1.90 kN/m ²	Azione orizzontale	
$\gamma_{Qi} =$	1.50		
$i =$	3.00 m	interasse montanti	
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola	
$M_{sd} =$	52.37 KNm	$M_{sd} =$	38.48 KNm
$f_y =$	355 Mpa	$f_y =$	355 Mpa
$W_{el} =$	335481 mm ³	$W_{el} =$	311500 mm ³
$M_e =$	119.10 KNm	$M_e =$	110.58 KNm
$M_{sd} < M_e$	VERIFICATO	$M_{sd} < M_e$	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola	
$V_{sd} =$	29.93 KN	$V_{sd} =$	25.65 KN
$f_y =$	355 Mpa	$f_y =$	355 Mpa
$A_T =$	1280 mm ²	$A_T =$	1280 mm ²
$V_e =$	262.35 KN	$V_e =$	262.35 KN
$V_{sd} < V_e$	VERIFICATO	$V_{sd} < V_e$	VERIFICATO

6.2.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 3.5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

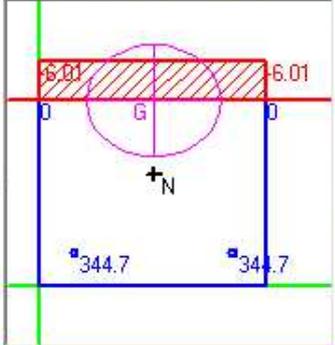
Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	192	75	75
2	192	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd kN
 M xSd kNm
 M ySd

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN
 yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Combinazione SLS

Verifica C.A. S.L.U. - File: 3.5_SLS

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	192	75	75
2	192	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} kNm
 M_{ySd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ε_{su} ‰ ε_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d mm
 x w/d
 δ

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_{c,max} = 4.00 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

Tensioni di calcolo - SLU

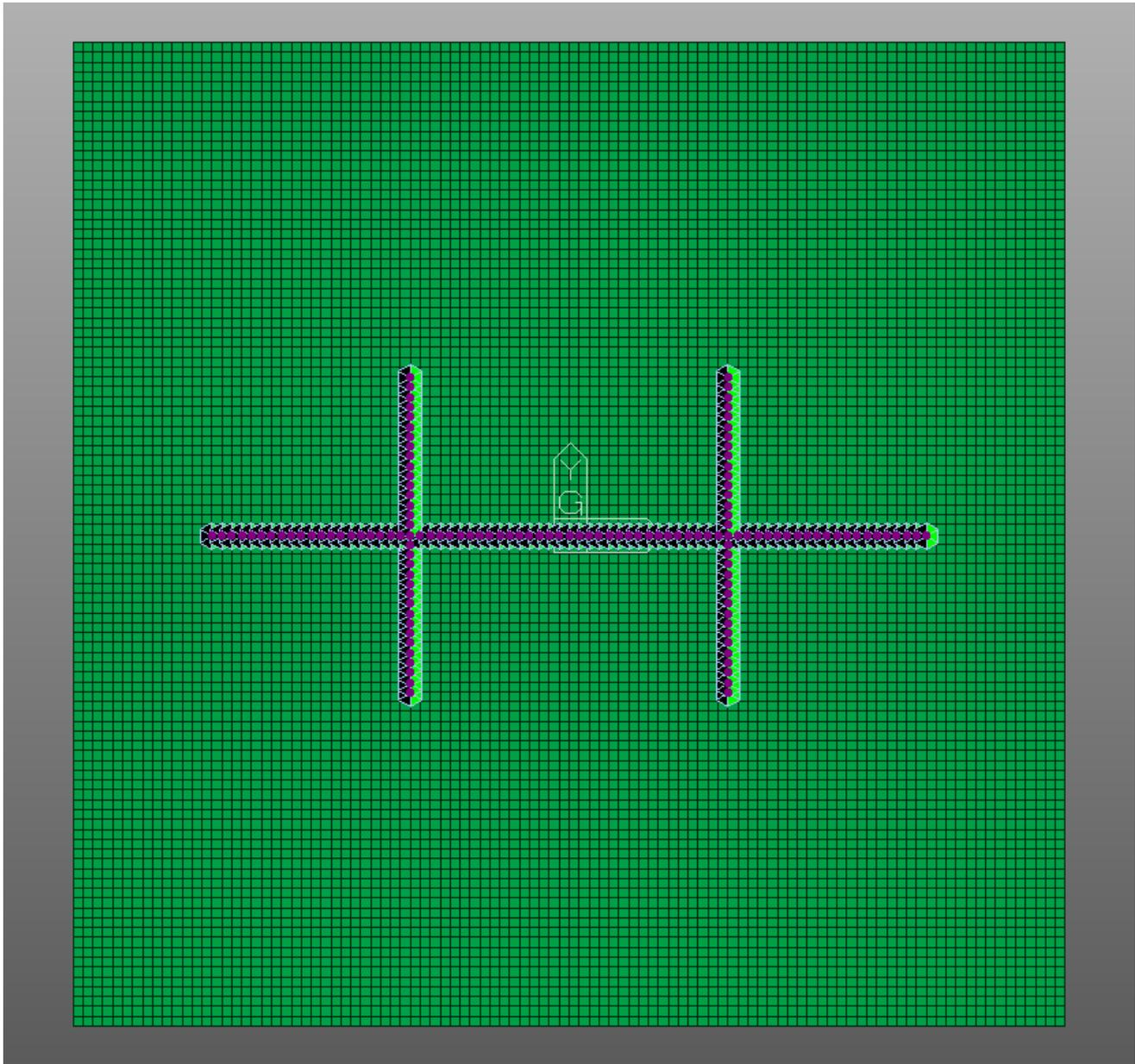
σ _c =	<input type="text" value="6.01"/> MPa	Tensione di compressione sul cls
σ _s =	<input type="text" value="345"/> MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
N _{Sd,SLU} =	<input type="text" value="66.24"/> kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

Tensioni di calcolo - SLE

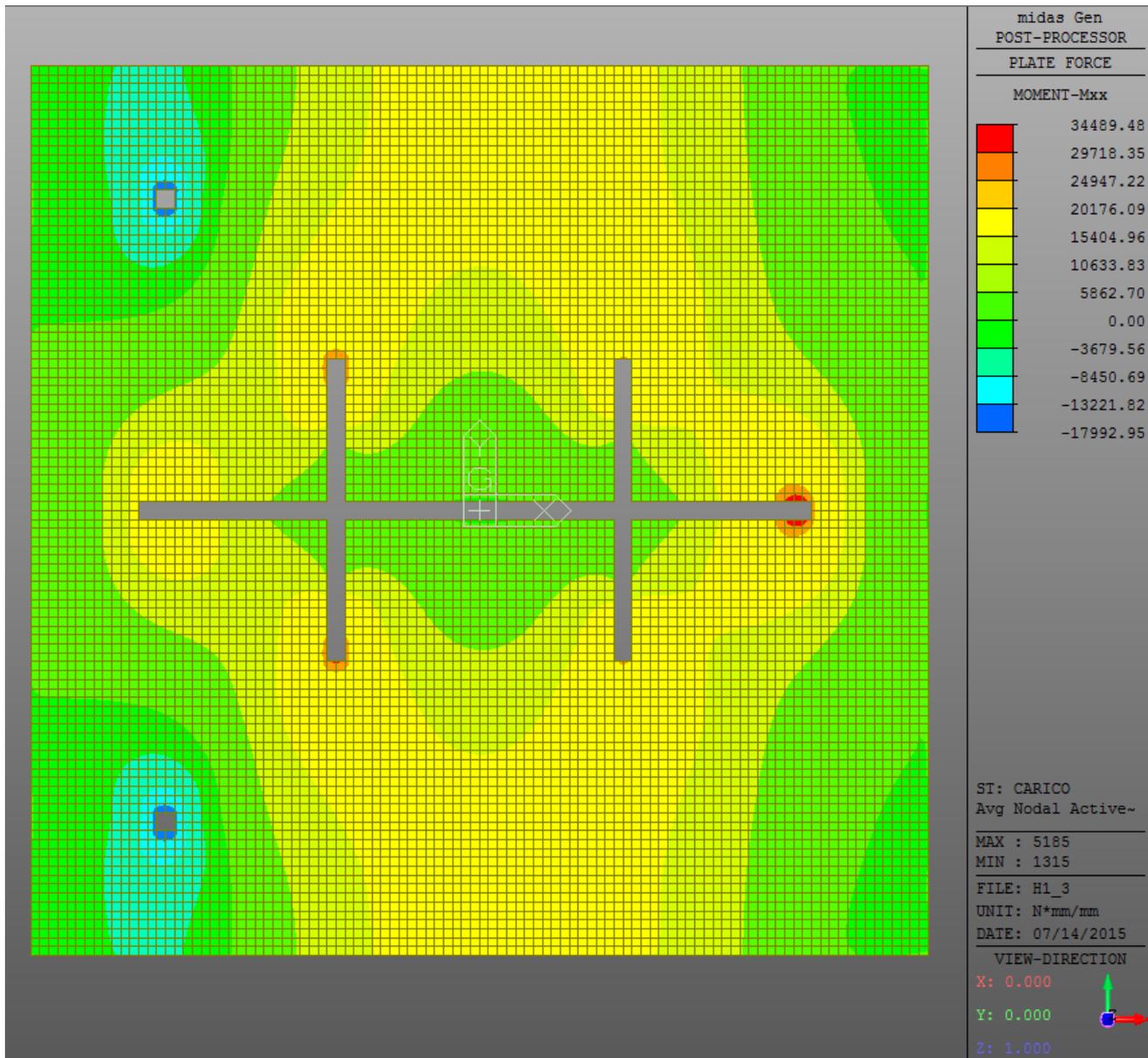
σ _c =	<input type="text" value="4.00"/> MPa	Tensione di compressione sul cls	≤ f _{ck} = 14.94 MPa
σ _s =	<input type="text" value="230"/> MPa	Tensione di trazione nel tirafondo	
N _{Sd,SLE} =	<input type="text" value="44.16"/> kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE	

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.2.5. Verifica di resistenza della piastra di base



Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = 34489 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$s_{piastra} = 35 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 35^2 / 6 = 204.16 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 72476 \text{ Nmm/mm}$$

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.476$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

SEZIONE VERIFICATA

6.2.6. Verifica Tirafondo

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	75.26	kN
$N_{d,0} =$	86.02	kN
		Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
		Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	7.48	kN
$N_{sd,SLU} =$	66.24	kN
		Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
		Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.60	≤ 1 Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	68.81	kN
$N_{sd,SLE} =$	44.16	kN
		Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
		Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	348	mm
$L_{adE-clis} =$	100	mm
		Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
		Lunghezza di ancoraggio emaco-clis
$L_{tirafondo} =$	350	mm
		Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 400mm.

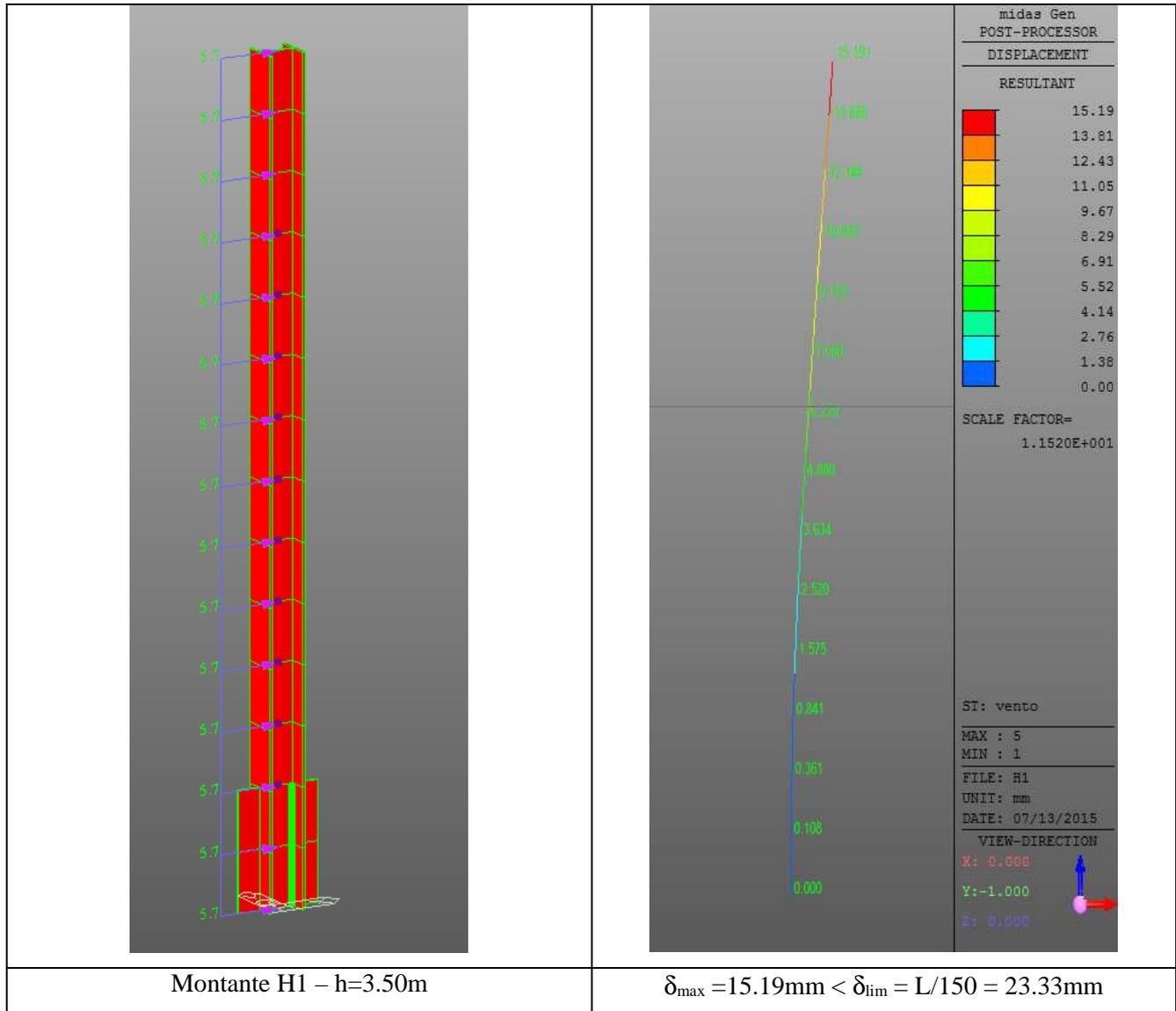
6.2.7. Verifica a fatica montante

Verifica a fatica montante - Hb=3.50m			
$h_b =$	3.50 m	Altezza barriera	PROFILO HE 160 B
$h_{costole} =$	0.25 m	Altezza costole	$s =$ 13 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s1 =$ 35 mm Spessore piastra di base
$i =$	3.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	3.68 KNm	$M_{fat} =$	3.17 KNm
$W =$	335481 mm ³	$W =$	311500 mm ³
$\Delta\sigma_{max} =$	21.91 MPa	$\Delta\sigma_{max} =$	20.35 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa	$\Delta\sigma_A =$	71 MPa
$k_s =$	0.92	$k_s =$	1.00
$\Delta\sigma_D =$	42.69 MPa	$\Delta\sigma_D =$	52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	34.15 MPa	$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	2.10 KNm	$T_{max} =$	1.95 KNm
$S =$	381000 mm ³	$S =$	177000 mm ³
$J =$	60386667 mm ⁴	$J =$	24920000 mm ⁴
$s =$	8 mm	$s =$	8 mm
$\Delta\tau_{max} =$	3.31 MPa	$\Delta\tau_{max} =$	3.46 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa	$\Delta\tau_C =$	71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa	$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa	$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.2.8. Verifica a fatica tirafondo

Verifica a fatica tirafondo per montante H=3.50m		
$h_b =$	3.50 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	3.00 m	interasse montanti
$\phi =$	18 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	192 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	3.68 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	24.20 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.2.9. Verifica di deformabilità



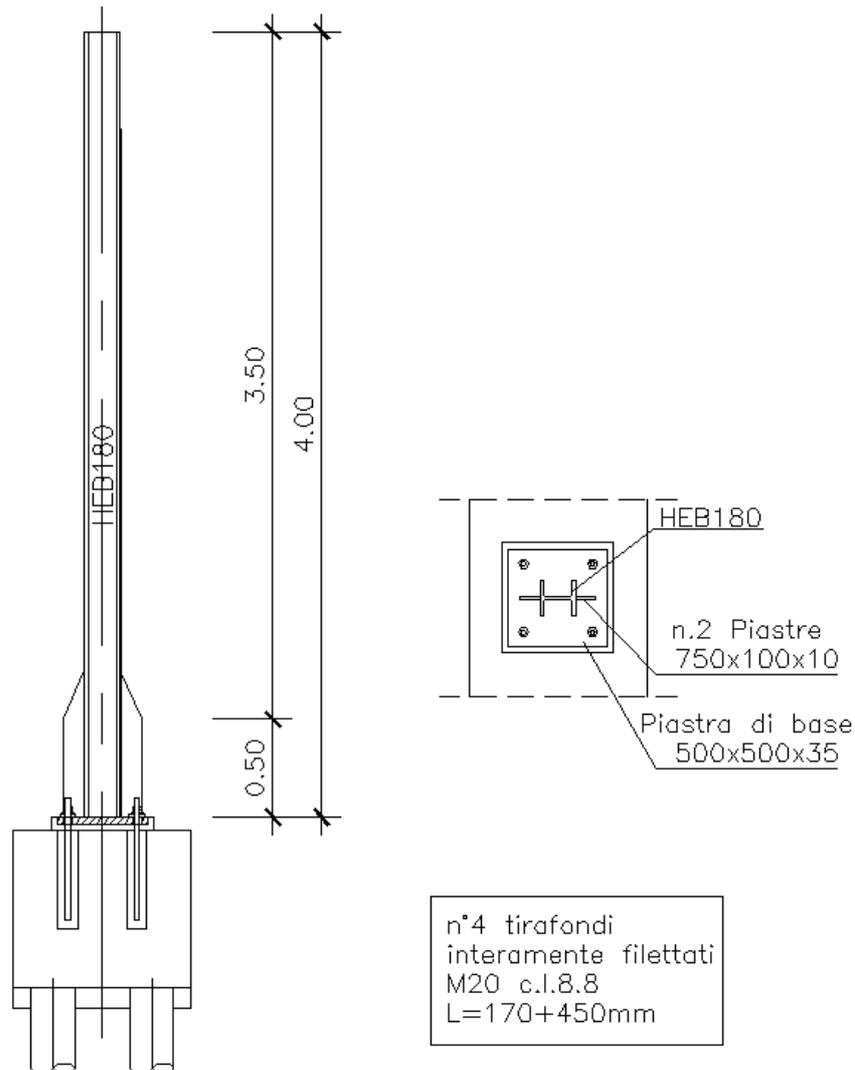
6.2.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento		
$V_{\text{lim}} =$	66.06	kN
$V_{\text{sd,SLE}} =$	19.95	kN
$V_{\text{sd}}/V_{\text{lim}} =$	0.30	≤ 1
		Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$
		Taglio alla base condizioni di esercizio
		Verifica a scorrimento

6.2.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montante - Hb=3.50m			
Acciaio	S355		
h_b =	3.50	m	Altezza barriera
$h_{costole}$ =	0.50	m	Altezza costole
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale
γ_{Qi} =	1.00		
i =	3.00	m	interasse montanti
			PROFILO HE 160 B
Verifiche a fuoco sezione di base		Verifiche a fuoco fine costola	
M_{sd} =	27.56	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	614000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	217.97	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.11		
θ_c =	721	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min
θ_c	>	θ_a	VERIFICATO
M_{sd} =	20.25	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	354000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	125.67	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.14		
θ_c =	687	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min
θ_c	>	θ_a	VERIFICATO

6.3. MONTANTE TIPO H2



6.3.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	85.3	7917.7	416.7	761.4
Sezione fine costola	65.3	3831.0	425.7	481.4

6.3.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	4.00	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 180 B		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M20		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	20	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	245	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	68.40	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	34.20	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	24.00		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	45.60	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	22.80	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	24.00		Sforzo di compressione alla base

6.3.3. *Verifica di resistenza montante*

Verifica di resistenza montante - Hb=4.00m			
Acciaio	S355		
h_b =	4.00	m	Altezza barriera
$h_{costole}$ =	0.50	m	Altezza costole
p =	1.90	kN/m ²	Azione orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	interasse montanti
			PROFILO HE 180 B
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola	
M_{sd} =	68.40	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{el} =	416719	mm ³	Modulo di resistenza elastico
M_e =	147.94	KNm	
M_{sd}	<	M_e	VERIFICATO
M_{sd} =	52.37	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{el} =	425700	mm ³	Modulo di resistenza elastico
M_e =	151.12	KNm	
M_{sd}	<	M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola	
V_{sd} =	34.20	KN	
f_y =	355	Mpa	
A_T =	1530	mm ²	Area a taglio
V_e =	313.59	KN	
V_{sd}	<	V_e	VERIFICATO
V_{sd} =	29.93	KN	
f_y =	355	Mpa	
A_T =	1530	mm ²	Area a taglio
V_e =	313.59	KN	
V_{sd}	<	V_e	VERIFICATO

6.3.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 4.0

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

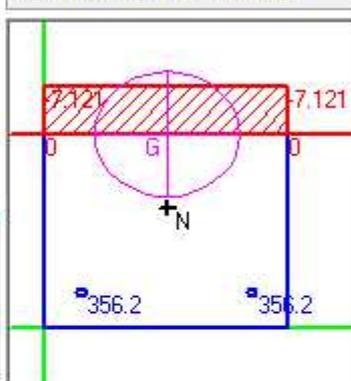
Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm ²]	x [mm]	y [mm]
1	245	75	75
2	245	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Sd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xSd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="68.48"/> kNm
M _{ySd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Combinazione SLS

Titolo : _____

N° Vertici 4 **Zoom** **N° barre** 2 **Zoom**

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	245	75	75
2	245	425	75

Sollecitazioni
 S.L.U. **Metodo n**

N_{sd} 0 kN
M_{xSd} 0 kNm
M_{ySd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 640 N/mm² f_{cd} 22.13
 E_s 200'000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 3.2 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 560 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{ct} 2.114

σ_c -4.742 N/mm²
 σ_s 237.2 N/mm²
 ϵ_s 1.186 ‰
 d 425 mm
 x 98.04 x/d 0.2307
 δ 0.7284

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica
 N° iterazioni: 5
 Precompresso

$\sigma_{c,max} = 4.74 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

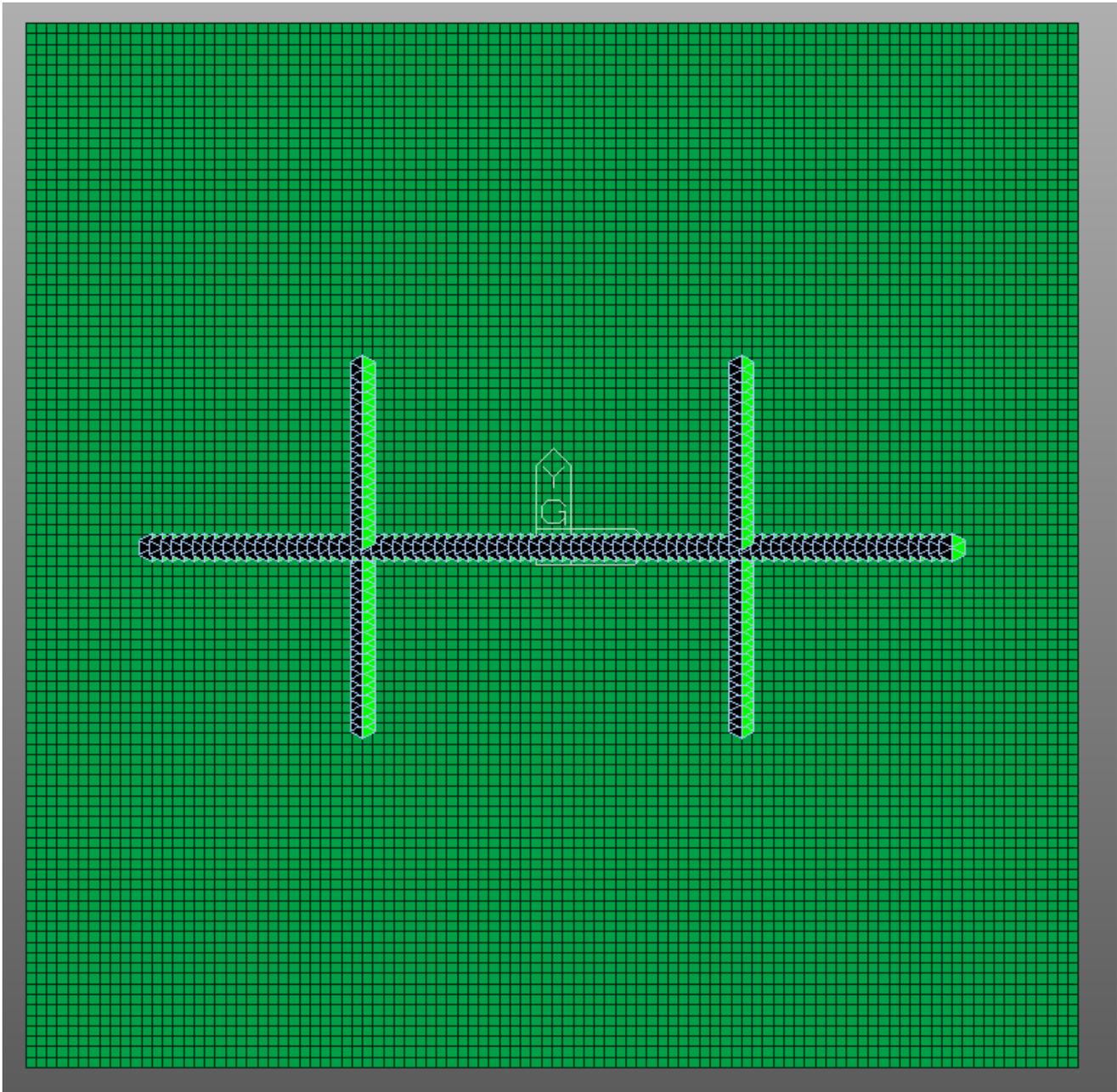
Tensioni di calcolo - SLU

$\sigma_c =$	7.12 MPa	Tensione di compressione sul cls
$\sigma_s =$	356 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
$N_{sd,SLU} =$	87.22 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

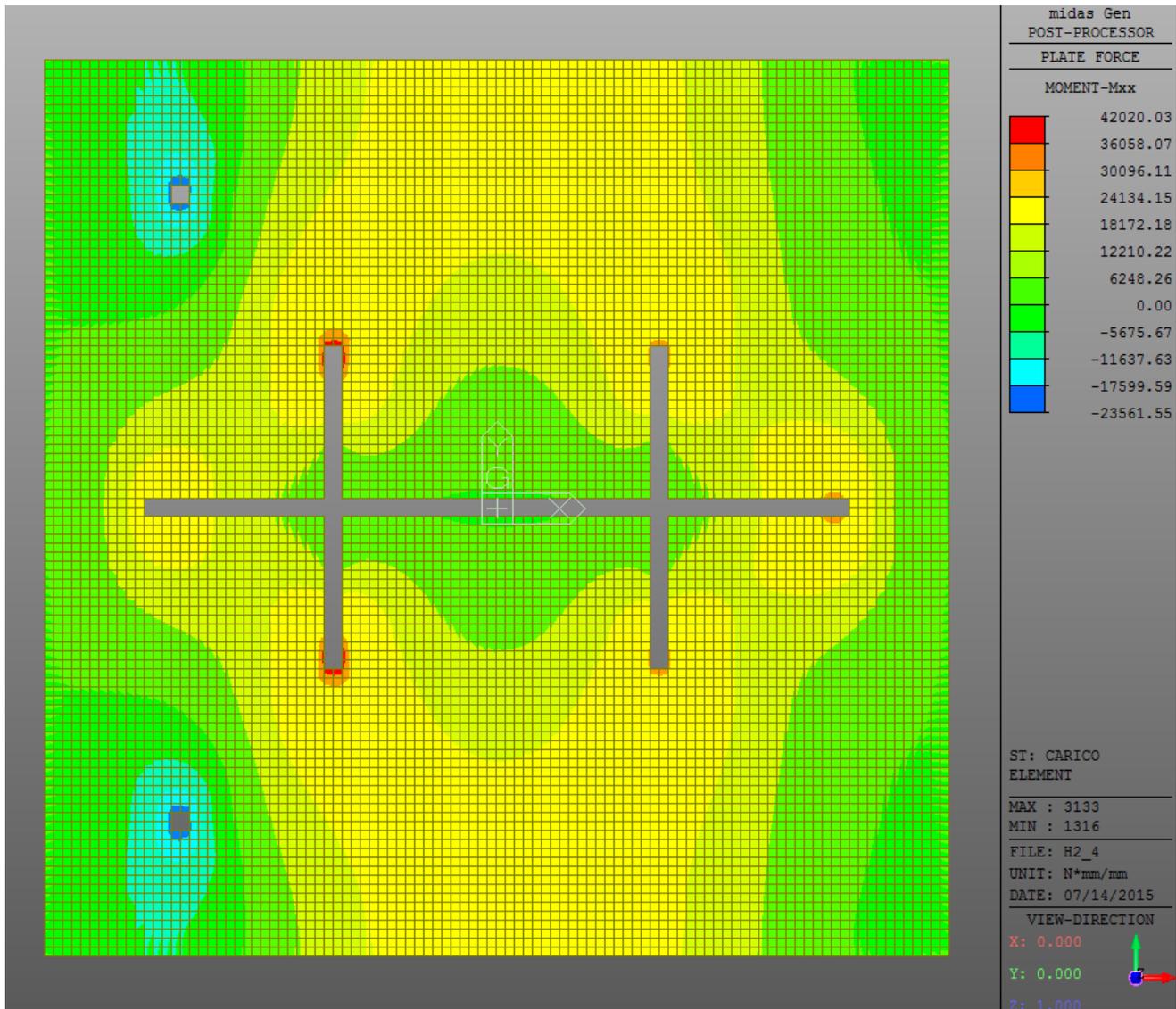
Tensioni di calcolo - SLE

$\sigma_c =$	4.74 MPa	Tensione di compressione sul cls	$\leq f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$
$\sigma_s =$	237 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo	
$N_{sd,SLE} =$	58.07 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE	

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.3.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = 42020 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$s_{piastra} = 35 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 35^2 / 6 = 204.16 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 72476 \text{ Nmm/mm}$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.580$$

SEZIONE VERIFICATA

6.3.6. *Verifica Tirafondo*

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	96.04 kN	Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
$N_{d,0} =$	109.76 kN	Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	8.55 kN	Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
$N_{sd,SLU} =$	87.22 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.64	≤ 1 Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	87.81 kN	Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
$N_{sd,SLE} =$	58.07 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	399 mm	Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
$L_{adE-clis} =$	127 mm	Lunghezza di ancoraggio emaco-clis
$L_{tirafondo} =$	400 mm	Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 450mm.

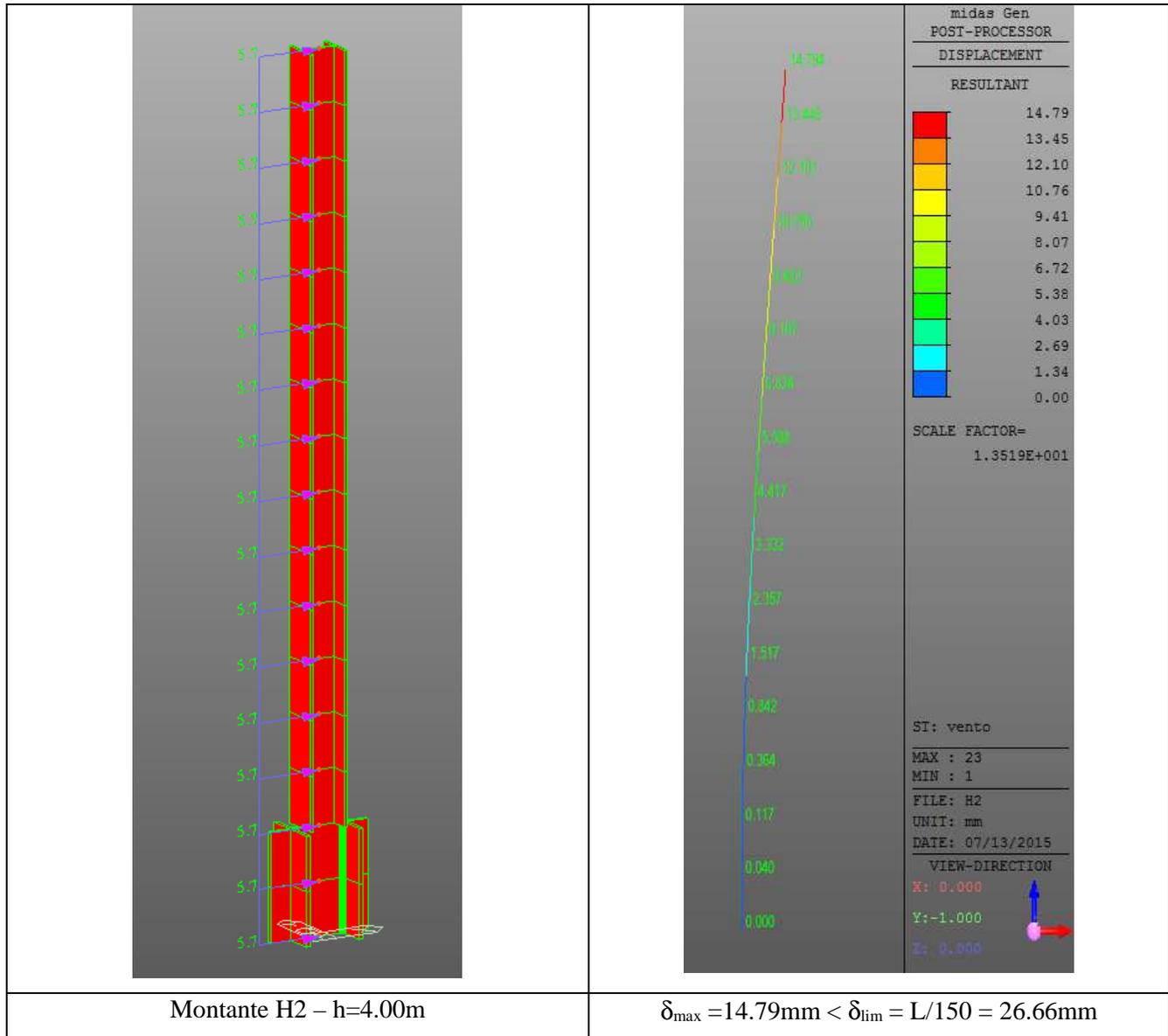
6.3.7. Verifica a fatica montante

Verifica a fatica montante - Hb=4.00m			
$h_b =$	4.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 180 B
$h_{costole} =$	0.25 m	Altezza costole	$s =$ 14 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s1 =$ 35 mm Spessore piastra di base
$i =$	3.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	4.80 KNm	$M_{fat} =$	4.22 KNm
$W =$	416719 mm ³	$W =$	425700 mm ³
$\Delta\sigma_{max} =$	23.04 MPa	$\Delta\sigma_{max} =$	19.82 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa	$\Delta\sigma_A =$	71 MPa
$k_s =$	0.92	$k_s =$	1.00
$\Delta\sigma_D =$	42.69 MPa	$\Delta\sigma_D =$	52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	34.15 MPa	$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	2.40 KNm	$T_{max} =$	2.25 KNm
$S =$	381000 mm ³	$S =$	241000 mm ³
$J =$	79176667 mm ⁴	$J =$	38310000 mm ⁴
$s =$	9 mm	$s =$	9 mm
$\Delta\tau_{max} =$	2.72 MPa	$\Delta\tau_{max} =$	3.33 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa	$\Delta\tau_C =$	71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa	$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa	$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.3.8. Verifica a fatica tirafondo

Verifica a fatica tirafondo per montante H=4.00m		
$h_b =$	4.00 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	3.00 m	interasse montanti
$\phi =$	20 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	245 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	4.80 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	24.97 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.3.9. Verifica di deformabilità



6.3.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento

$V_{\lim} = 84.30 \text{ kN}$

Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$

$V_{\text{sd}, \text{SLE}} = 22.80 \text{ kN}$

Taglio alla base condizioni di esercizio

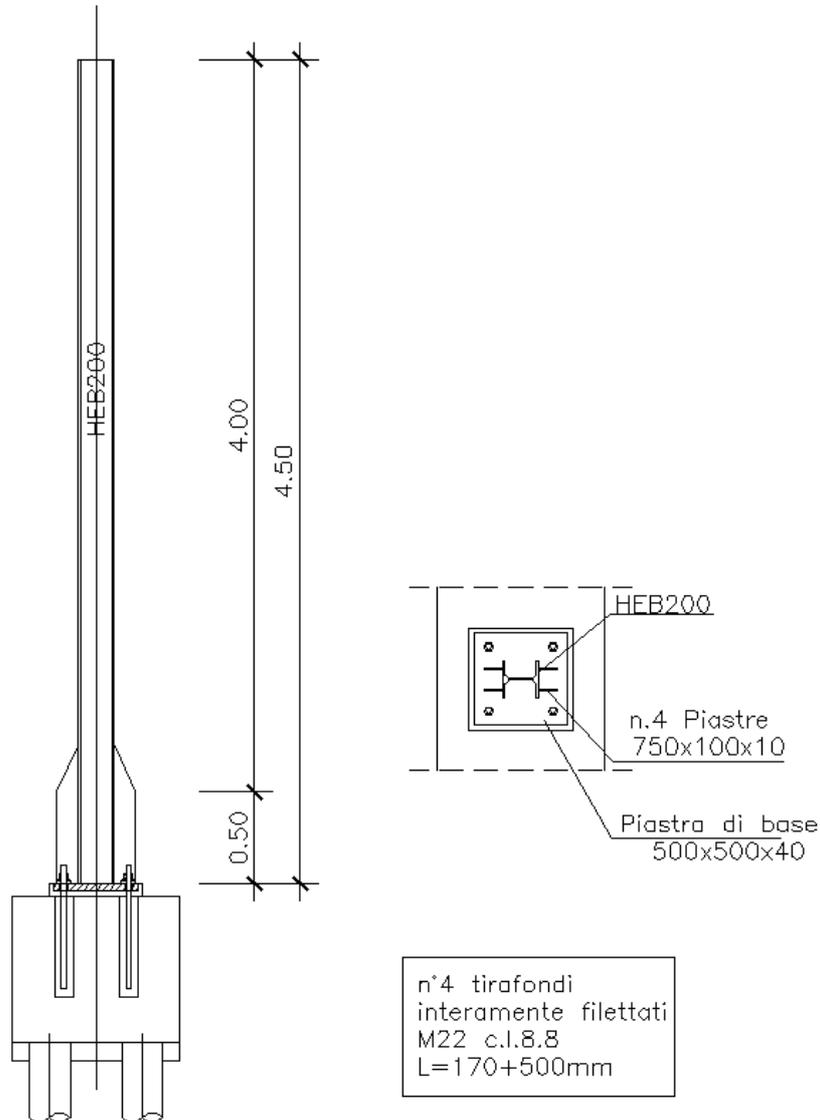
$V_{\text{sd}} / V_{\lim} = 0.27 \leq 1$

Verifica a scorrimento

6.3.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montante - Hb=4.00m							
Acciaio	S355						
h_b =	4.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 180 B				
$h_{costole}$ =	0.50 m	Altezza costole					
p =	1.50 kN/m ²	Azione orizzontale					
γ_{Qi} =	1.00						
i =	3.00 m	interasse montanti					
Verifiche a fuoco sezione di base		Verifiche a fuoco fine costola					
M_{sd} =	36.00 KNm	M_{sd} =	27.56 KNm				
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa				
W_{pl} =	761400 mm ³	Modulo di resistenza plastico	W_{pl} =	481400 mm ³	Modulo di resistenza plastico		
M_u =	270.30 KNm		M_u =	170.90 KNm			
$f_{y,e}/f_y$ =	0.11		$f_{y,e}/f_y$ =	0.14			
θ_c =	713 °C	Temperatura critica	θ_c =	687 °C	Temperatura critica		
θ_a =	680 °C	Temperatura acciaio dopo 30min	θ_a =	680 °C	Temperatura acciaio dopo 30min		
θ_c	>	θ_a	VERIFICATO	θ_c	>	θ_a	VERIFICATO

6.4. MONTANTE TIPO H3A



6.4.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	118.1	15029.3	751.5	1242.5
Sezione fine costola	78.1	5696.0	569.6	642.5

6.4.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	4.50	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 200 B		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M22		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	22	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	303	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	86.57	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	38.48	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	24.75		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	57.71	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	25.65	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	24.75		Sforzo di compressione alla base

6.4.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=4.50m			
Acciaio	S355		
h_b =	4.50	m	Altezza barriera
$h_{costole}$ =	0.50	m	Altezza costole
p =	1.90	kN/m ²	Azione orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	interasse montanti
			PROFILO HE 200 B
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola	
M_{sd} =	86.57	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{el} =	751467	mm ³	Modulo di resistenza elastico
M_e =	266.77	KNm	
M_{sd}	<	M_e	VERIFICATO
M_{sd} =	68.40	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{el} =	569600	mm ³	Modulo di resistenza elastico
M_e =	202.21	KNm	
M_{sd}	<	M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola	
V_{sd} =	38.48	KN	
f_y =	355	Mpa	
A_T =	1800	mm ²	Area a taglio
V_e =	368.93	KN	
V_{sd}	<	V_e	VERIFICATO
V_{sd} =	34.20	KN	
f_y =	355	Mpa	
A_T =	1800	mm ²	Area a taglio
V_e =	368.93	KN	
V_{sd}	<	V_e	VERIFICATO

6.4.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 4.5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm ²]	x [mm]	y [mm]
1	303	75	75
2	303	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Sd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xSd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="86.57"/>	kNm
M _{ySd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

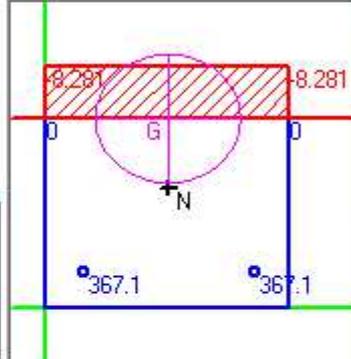
Classe 8.8	C32/40
ϵ_{su} <input type="text" value="10"/> ‰	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
f_{yd} <input type="text" value="640"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="22.13"/>
E_s <input type="text" value="200'000"/> N/mm ²	α <input type="text" value="0.85"/> ?
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="3.2"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="560"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.7333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="2.114"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

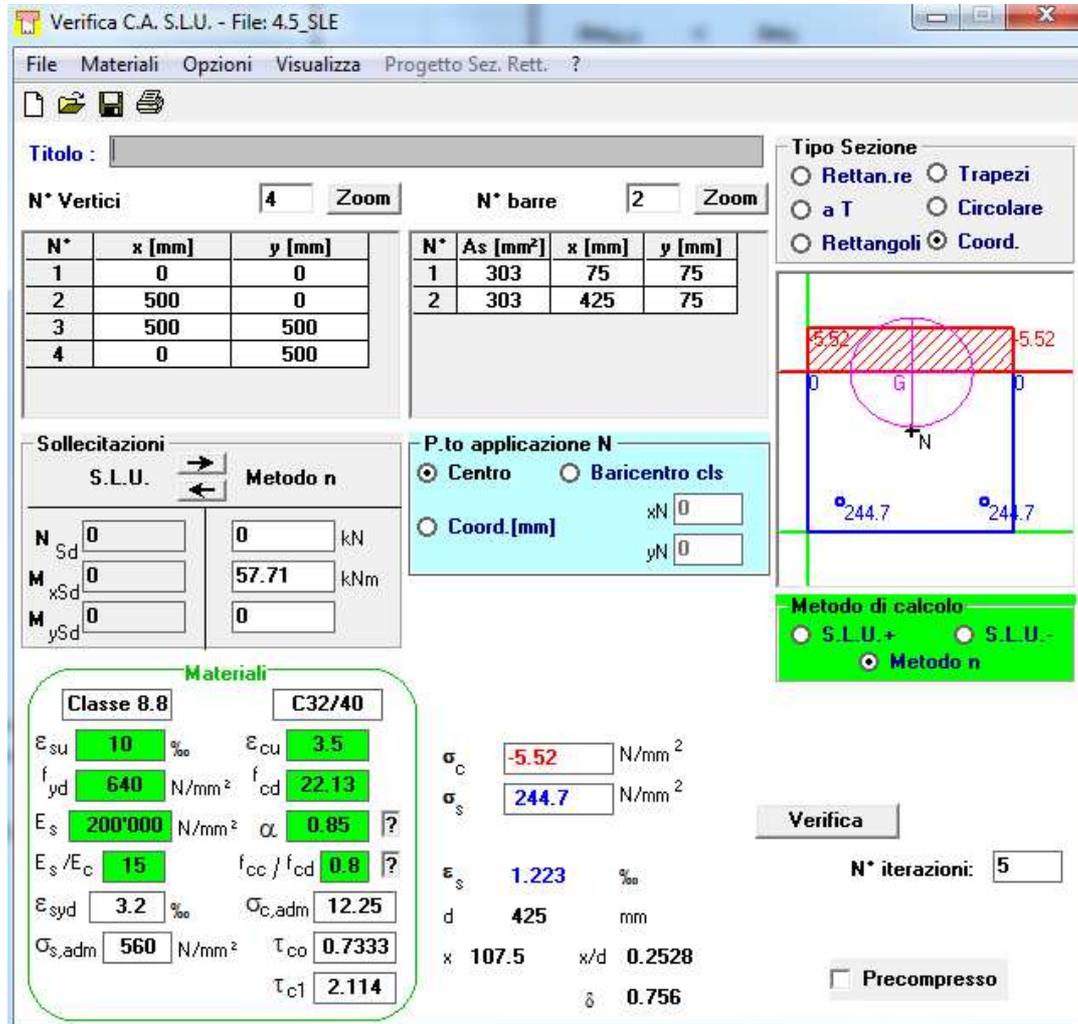
Verifica

N° iterazioni:

Precompresso



Combinazione SLS



Verifica C.A. S.L.U. - File: 4.5_SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 2 Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	303	75	75
2	303	425	75

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{sd}: 0 kN
 M_{xsd}: 0 kNm
 M_y: 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: Classe 8.8 C32/40
 E_{su}: 10‰ E_{cu}: 3.5
 f_{yd}: 640 N/mm² f_{cd}: 22.13
 E_s: 200'000 N/mm² α: 0.85
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 E_{syd}: 3.2‰ σ_{c,adm}: 12.25
 σ_{s,adm}: 560 N/mm² τ_{co}: 0.7333
 τ_{c1}: 2.114

σ_c: -5.52 N/mm²
 σ_s: 244.7 N/mm²
 ε_s: 1.223‰
 d: 425 mm
 x: 107.5 x/d: 0.2528
 δ: 0.756

Verifica N° iterazioni: 5

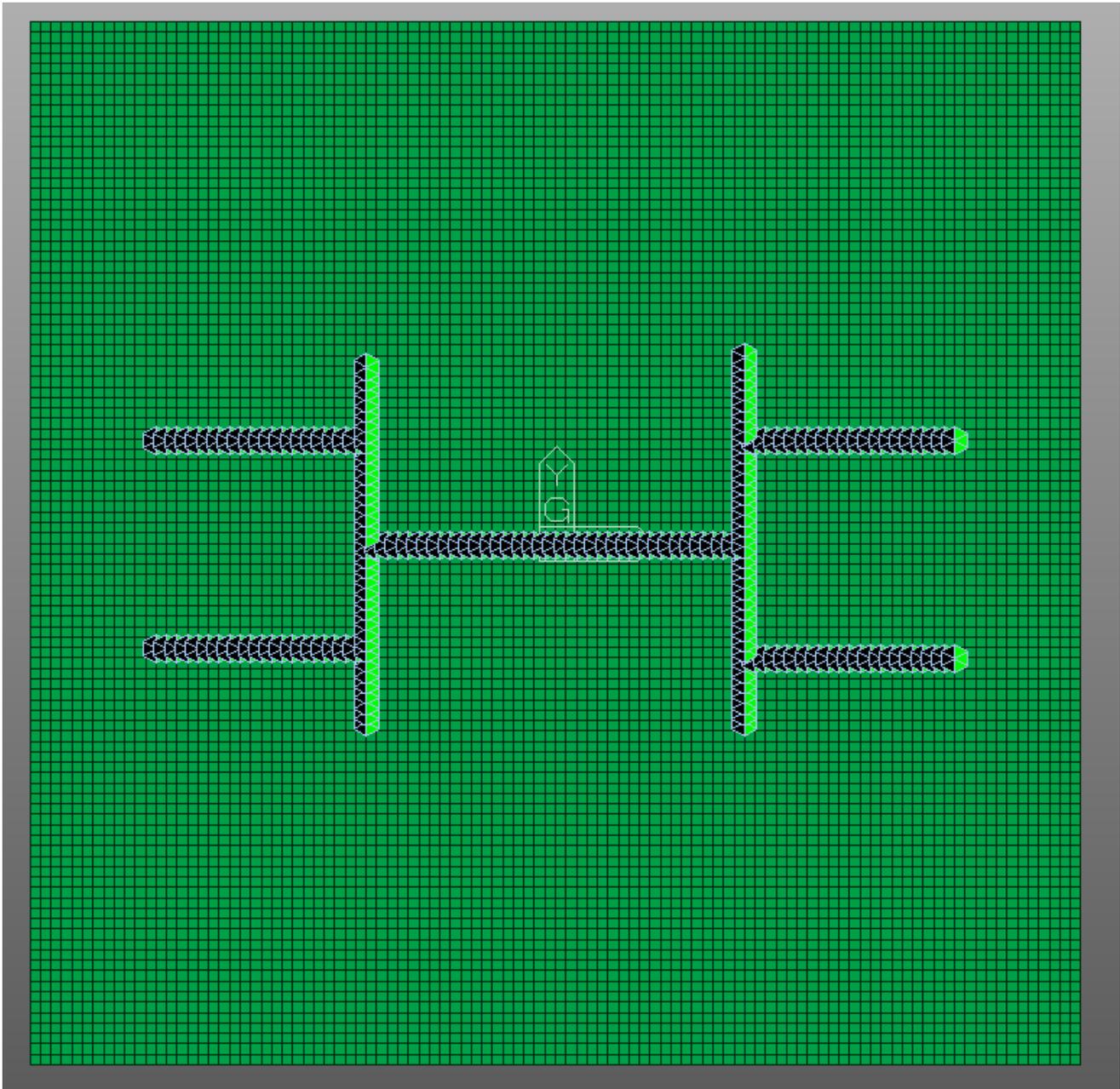
Precompresso

$\sigma_{c,max} = 5.52 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

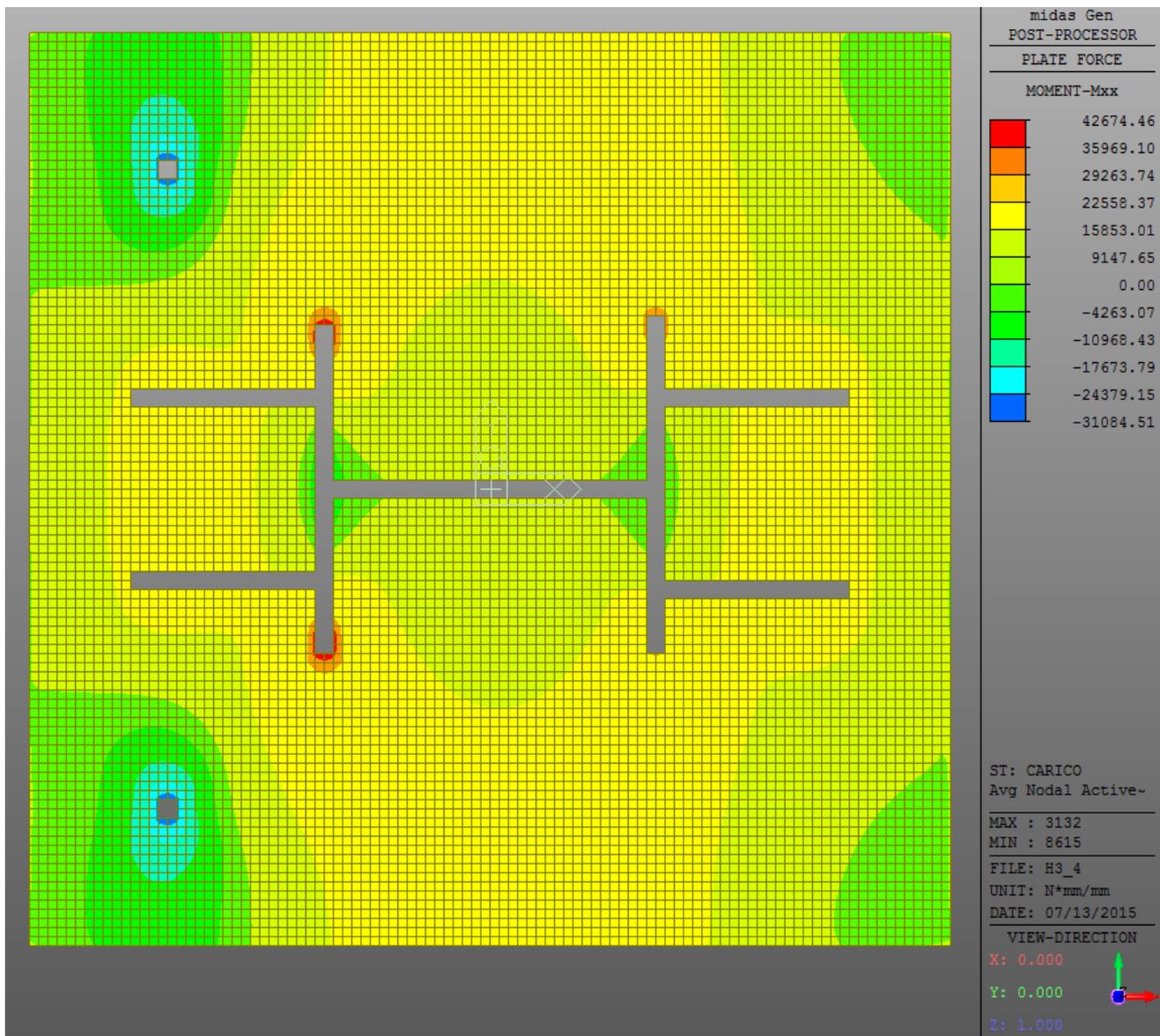
SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base		
Tensioni di calcolo - SLU		
σ _c =	8.28 MPa	Tensione di compressione sul cls
σ _s =	367 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
N _{sd,SLU} =	111.20 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
Tensioni di calcolo - SLE		
σ _c =	5.52 MPa	Tensione di compressione sul cls ≤ f _{ck} = 14.94 MPa
σ _s =	245 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
N _{sd,SLE} =	74.24 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.4.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = 42674 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$s_{piastra} = 40 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 40^2 / 6 = 266.66 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 94664 \text{ Nmm/mm}$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

$$F = M_{Ed,SLU} / M_e = 0.451$$

SEZIONE VERIFICATA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 66 di 154

6.4.6. Verifica Tirafondo

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	118.78 kN	Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
$N_{d,0} =$	135.74 kN	Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	9.62 kN	Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
$N_{sd,SLU} =$	111.20 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.68	≤ 1 Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	108.60 kN	Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
$N_{sd,SLE} =$	74.24 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	449 mm	Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
$L_{adE-clis} =$	157 mm	Lunghezza di ancoraggio emaco-clis
$L_{tirafondo} =$	450 mm	Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 500mm.

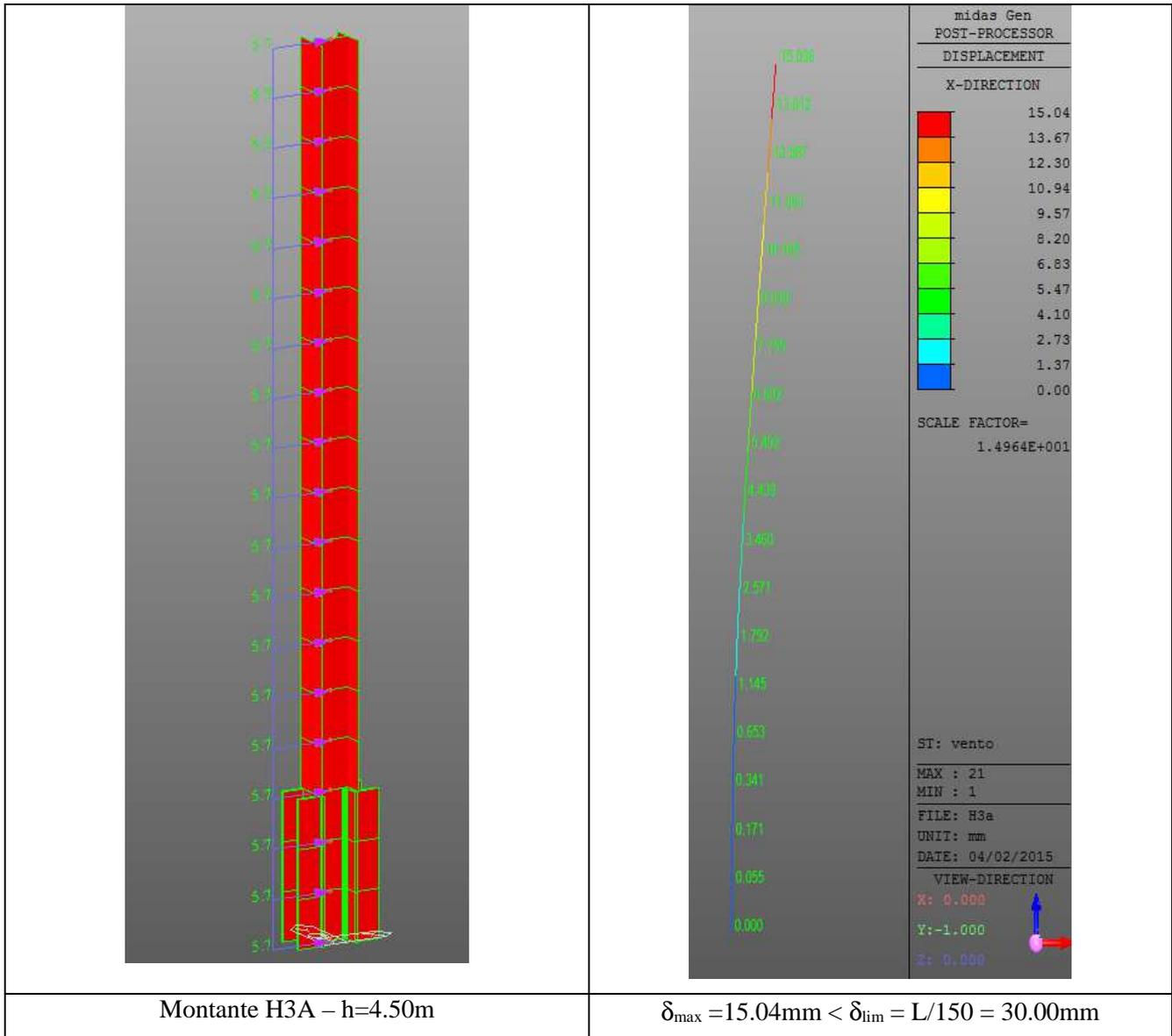
6.4.7. Verifica a fatica montante

Verifica a fatica montante - Hb=4.50m			
$h_b =$	4.50 m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 B
$h_{costole} =$	0.50 m	Altezza costole	$s =$ 15 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s1 =$ 40 mm Spessore piastra di base
$i =$	3.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	6.08 KNm	$M_{fat} =$	4.80 KNm
$W =$	751467 mm ³	$W =$	569600 mm ³
$\Delta\sigma_{max} =$	16.17 MPa	$\Delta\sigma_{max} =$	16.85 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa	$\Delta\sigma_A =$	71 MPa
$k_s =$	0.89	$k_s =$	1.00
$\Delta\sigma_D =$	41.28 MPa	$\Delta\sigma_D =$	52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	33.03 MPa	$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	2.70 KNm	$T_{max} =$	2.40 KNm
$S =$	621000 mm ³	$S =$	321000 mm ³
$J =$	150293333 mm ⁴	$J =$	56960000 mm ⁴
$s =$	9 mm	$s =$	9 mm
$\Delta\tau_{max} =$	2.48 MPa	$\Delta\tau_{max} =$	3.01 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa	$\Delta\tau_C =$	71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa	$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa	$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.4.8. *Verifica a fatica tirafondo*

Verifica a fatica tirafondo per montante H=4.50m		
$h_b =$	4.50 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	3.00 m	interasse montanti
$\phi =$	22 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	303 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	6.08 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	25.78 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.4.9. Verifica di deformabilità



6.4.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento

$V_{\text{lim}} = 104.25 \text{ kN}$

Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$

$V_{\text{sd,SLE}} = 25.65 \text{ kN}$

Taglio alla base condizioni di esercizio

$V_{\text{sd}}/V_{\text{lim}} = 0.25 \leq 1$

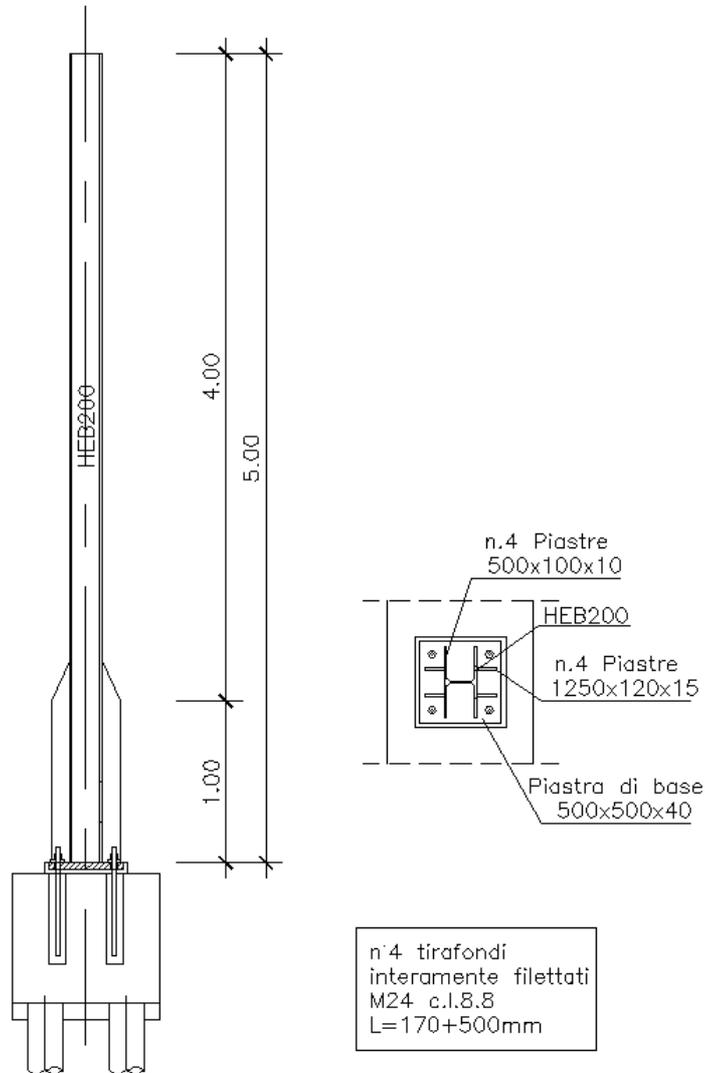
Verifica a scorrimento

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 70 di 154

6.4.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montante - Hb=4.50m			
Acciaio	S355		
h_b =	4.50	m	Altezza barriera
$h_{costole}$ =	0.50	m	Altezza costole
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale
γ_{Qi} =	1.00		
i =	3.00	m	interasse montanti
			PROFILO HE 200 B
Verifiche a fuoco sezione di base		Verifiche a fuoco fine costola	
M_{sd} =	45.56	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	1242500	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	441.09	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.09		
θ_c =	749	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min
θ_c	>	θ_a	VERIFICATO
M_{sd} =	36.00	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	642500	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	228.09	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.13		
θ_c =	690	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min
θ_c	>	θ_a	VERIFICATO

6.5. MONTANTE TIPO H4A



6.5.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	150.1	24992.0	1136.0	1794.5
Sezione fine costola	78.1	5696.0	569.6	642.5

6.5.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	5.00	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 200 B		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M24		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	24	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	353	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	106.88	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	42.75	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	25.50		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	71.25	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	28.50	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	25.50		Sforzo di compressione alla base

6.5.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=5.00m					
Acciaio	S355				
h_b =	5.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 B		
$h_{costole}$ =	1.00 m	Altezza costole			
p =	1.90 kN/m ²	Azione orizzontale			
γ_{Qi} =	1.50				
i =	3.00 m	interasse montanti			
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola			
M_{sd} =	106.88 KNm	M_{sd} =	68.40 KNm		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
W_{el} =	1136000 mm ³	W_{el} =	569600 mm ³		
M_e =	403.28 KNm	M_e =	202.21 KNm		
M_{sd}	< M_e	VERIFICATO	M_{sd}	< M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola			
V_{sd} =	42.75 KN	V_{sd} =	34.20 KN		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
A_T =	1800 mm ²	A_T =	1800 mm ²		
V_e =	368.93 KN	V_e =	368.93 KN		
V_{sd}	< V_e	VERIFICATO	V_{sd}	< V_e	VERIFICATO

6.5.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm ²]	x [mm]	y [mm]
1	353	75	75
2	353	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Sd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xSd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="106.88"/>	kNm
M _{ySd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

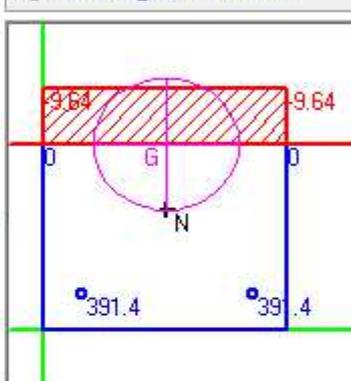
Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

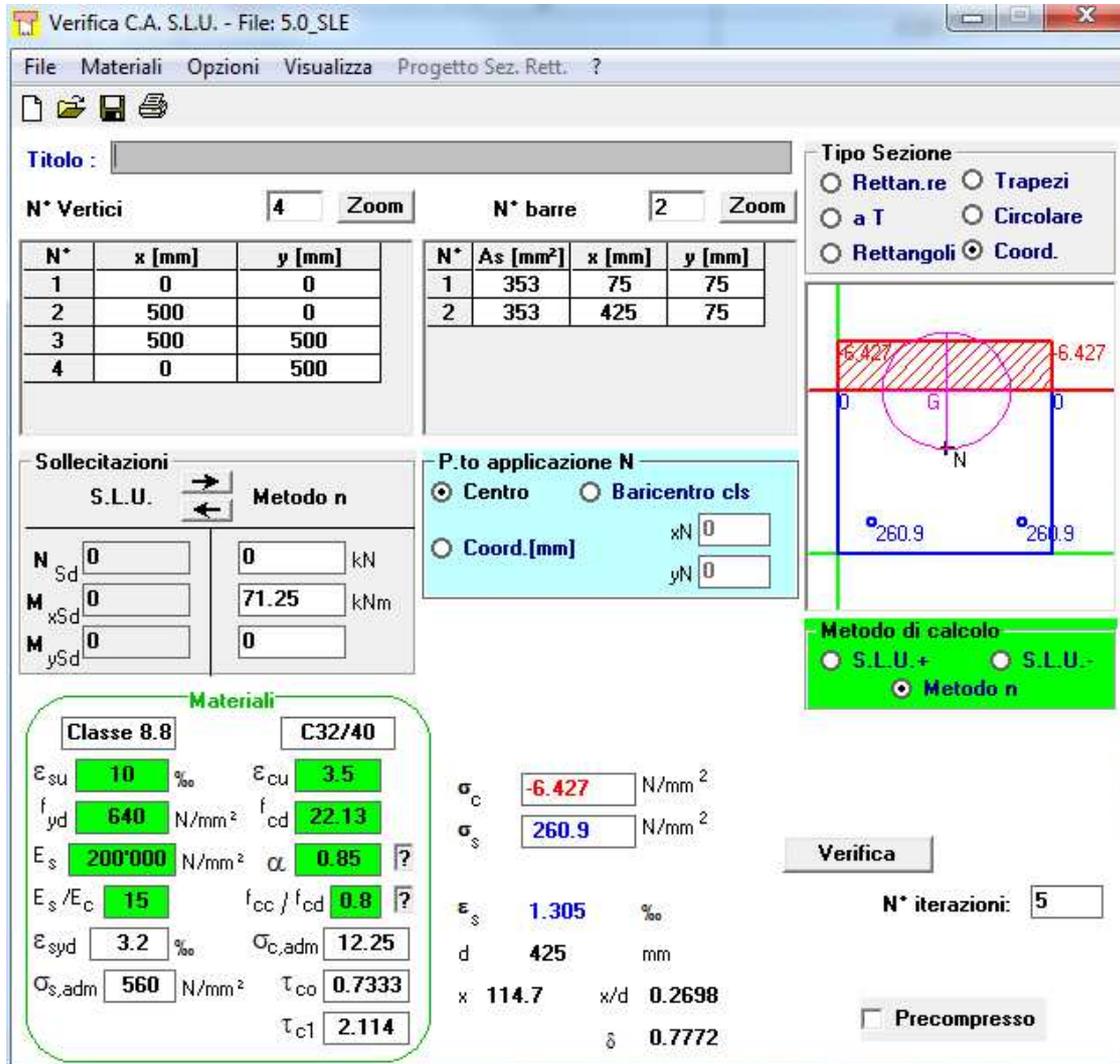
σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso



Combinazione SLS



Verifica C.A. S.L.U. - File: 5.0_SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo: _____

N° Vertici: 4 **Zoom** **N° barre:** 2 **Zoom**

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	353	75	75
2	353	425	75

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} 0 kN
M_{xSd} 0 kNm
M_{ySd} 0 kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord. [mm] xN 0 yN 0

Materiali:
 Classe 8.8 C32/40
 ε_{su} 10 ‰ ε_{cu} 3.5
 f_{yd} 640 N/mm² f_{cd} 22.13
 E_s 200'000 N/mm² α 0.85 ?
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 3.2 ‰ σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 560 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

σ_c -6.427 N/mm²
σ_s 260.9 N/mm²

Verifica **N° iterazioni:** 5

Precompresso

ε_s 1.305 ‰
 d 425 mm
 x 114.7 w/d 0.2698
 δ 0.7772

$\sigma_{c,max} = 6.43 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

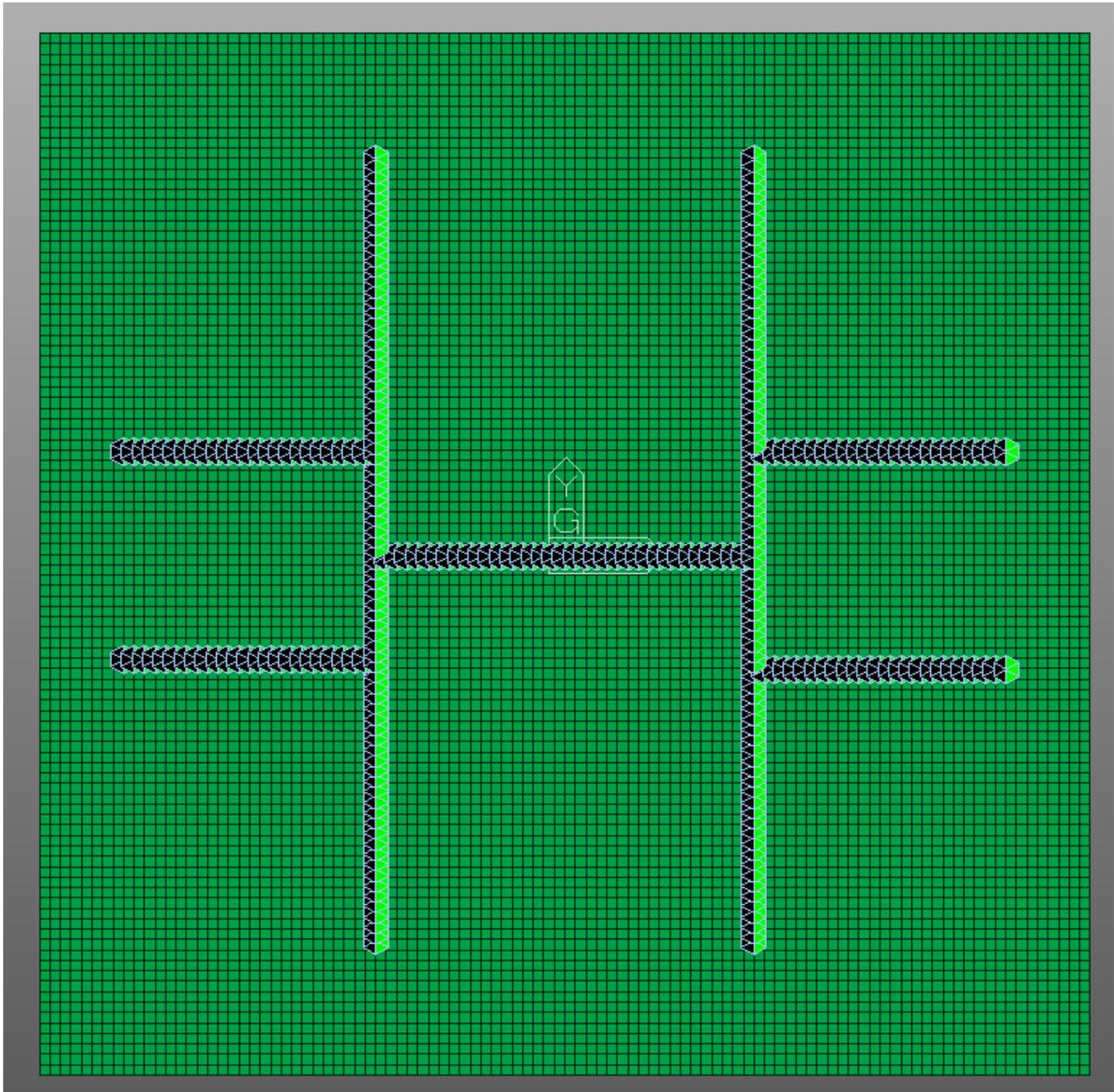
Tensioni di calcolo - SLU

σ_c =	9.64 MPa	Tensione di compressione sul cls
σ_s =	391 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
N_{Sd,SLU} =	138.02 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

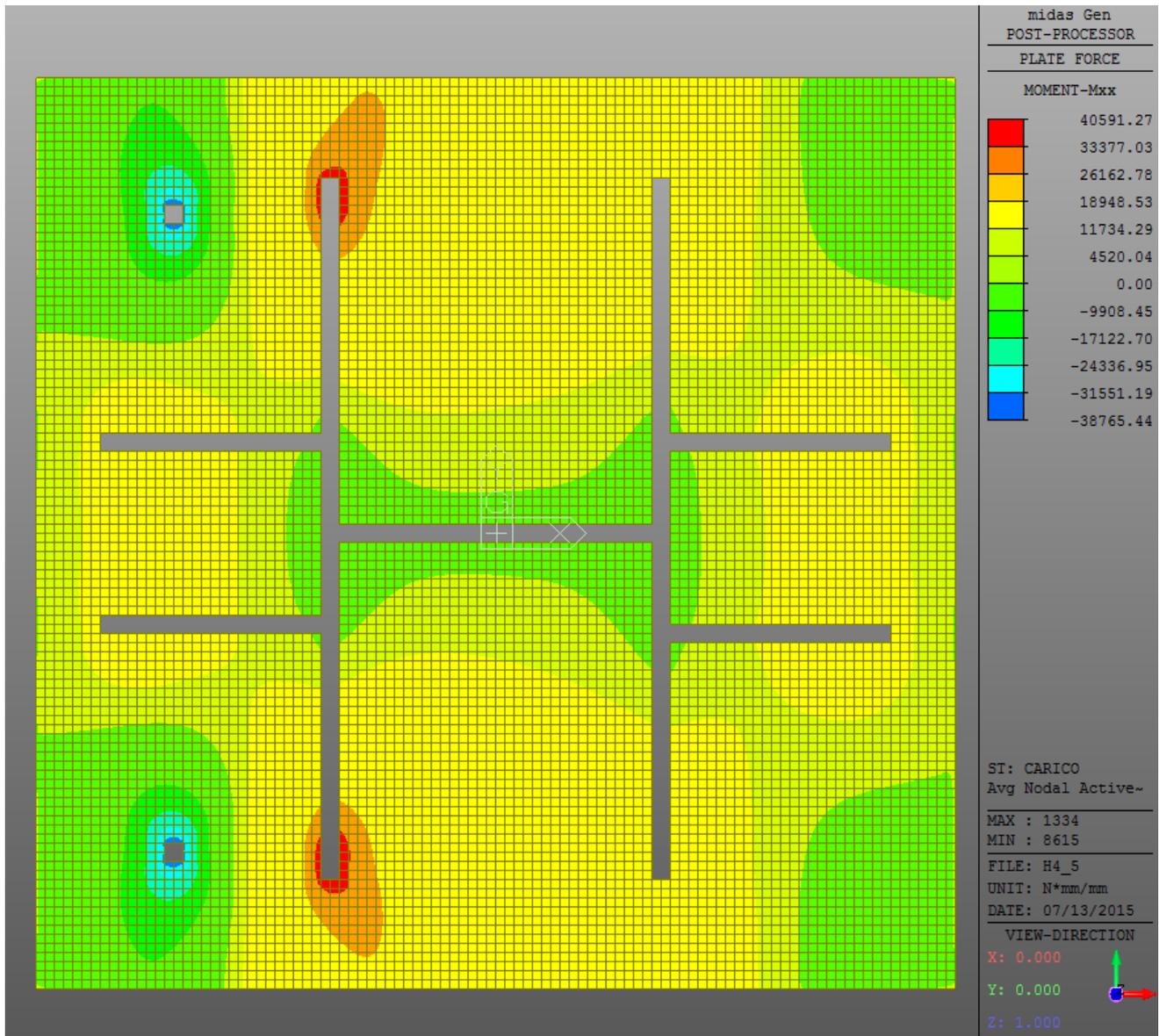
Tensioni di calcolo - SLE

σ_c =	6.43 MPa	Tensione di compressione sul cls	≤ f _{ck} = 14.94 MPa
σ_s =	261 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo	
N_{Sd,SLE} =	92.13 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE	

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.5.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = 40591 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$S_{piastra} = 40\text{mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 40^2 / 6 = 266.66\text{mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 94664 \text{ Nmm/mm}$$

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.429$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

SEZIONE VERIFICATA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 78 di 154

6.5.6. Verifica Tirafondo

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	138.38 kN	Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
$N_{d,0} =$	158.14 kN	Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	10.69 kN	Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
$N_{sd,SLU} =$	138.02 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.77 ≤ 1	Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	126.52 kN	Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
$N_{sd,SLE} =$	92.13 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	480 mm	Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
$L_{adE-clS} =$	183 mm	Lunghezza di ancoraggio emaco-clS
$L_{tirafondo} =$	480 mm	Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 500mm.

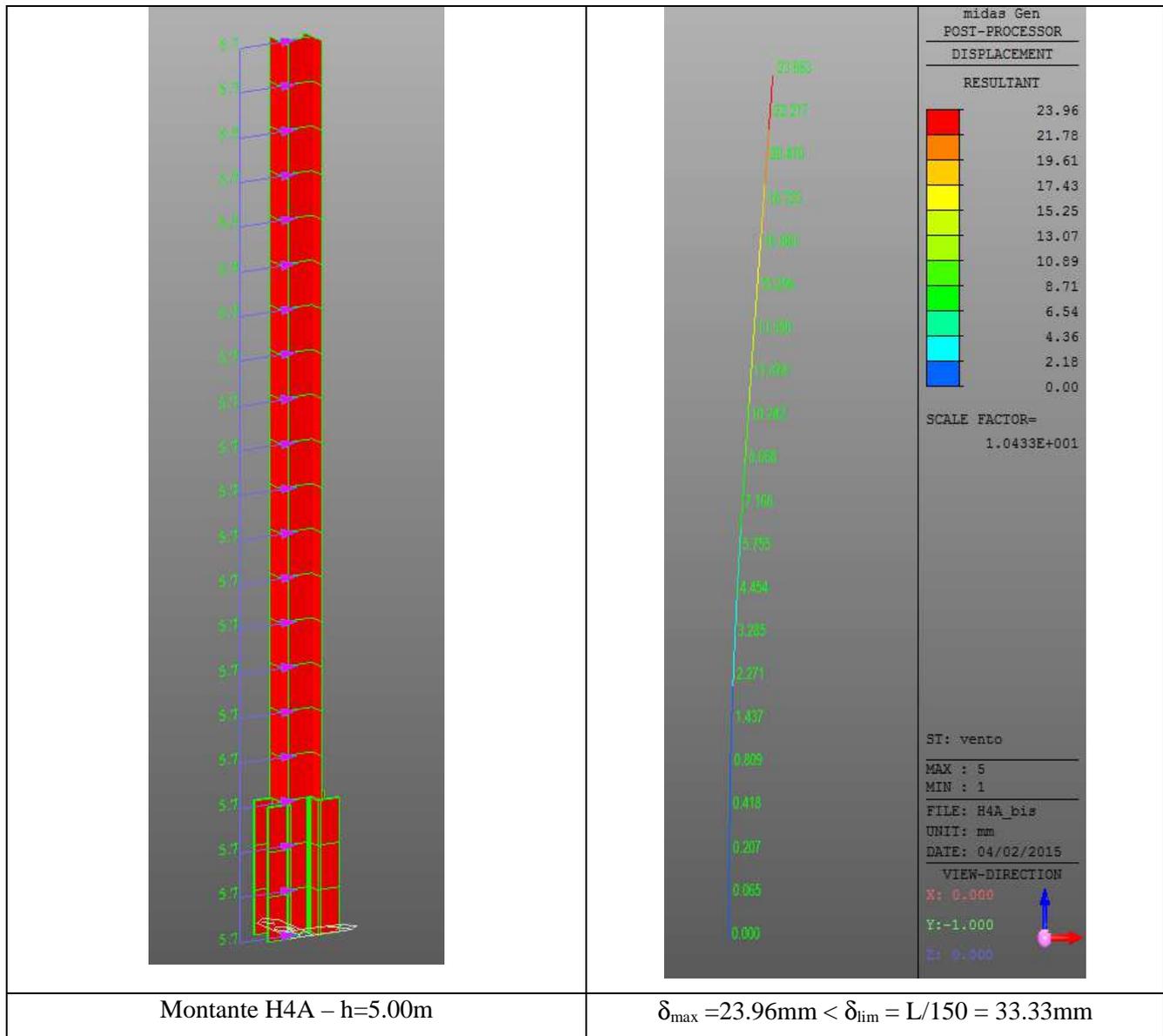
6.5.7. Verifica a fatica montante

Verifica a fatica montante - Hb=5.00m			
$h_b =$	5.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 B
$h_{costole} =$	1.00 m	Altezza costole	$s =$ 15 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s1 =$ 40 mm Spessore piastra di base
$i =$	3.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	7.50 KNm	$M_{fat} =$	4.80 KNm
$W =$	1136000 mm ³	$W =$	569600 mm ³
$\Delta\sigma_{max} =$	13.20 MPa	$\Delta\sigma_{max} =$	16.85 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa	$\Delta\sigma_A =$	71 MPa
$k_s =$	0.89	$k_s =$	1.00
$\Delta\sigma_D =$	41.28 MPa	$\Delta\sigma_D =$	52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	33.03 MPa	$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	3.00 KNm	$T_{max} =$	2.40 KNm
$S =$	897000 mm ³	$S =$	321000 mm ³
$J =$	249920000 mm ⁴	$J =$	56960000 mm ⁴
$s =$	9 mm	$s =$	9 mm
$\Delta\tau_{max} =$	2.39 MPa	$\Delta\tau_{max} =$	3.01 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa	$\Delta\tau_C =$	71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa	$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa	$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.5.8. Verifica a fatica tirafondo

Verifica a fatica tirafondo per montante H=5.00m		
$h_b =$	5.00 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	3.00 m	interasse montanti
$\phi =$	24 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	353 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	7.50 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	27.47 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.5.9. Verifica di deformabilità



6.5.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento		
$V_{\text{lim}} =$	121.45	kN
$V_{\text{sd,SLE}} =$	28.50	kN
$V_{\text{sd}}/V_{\text{lim}} =$	0.23	≤ 1
		Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$
		Taglio alla base condizioni di esercizio
		Verifica a scorrimento

6.5.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montante - Hb=5.00m

Acciaio	S355			
h_b =	5.00	m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 B
$h_{costole}$ =	1.00	m	Altezza costole	
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale	
γ_{Qi} =	1.00			
i =	3.00	m	interasse montanti	

Verifiche a fuoco sezione di base

M_{sd} =	56.25	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	1794500	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	637.05	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.08		
θ_c =	770	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

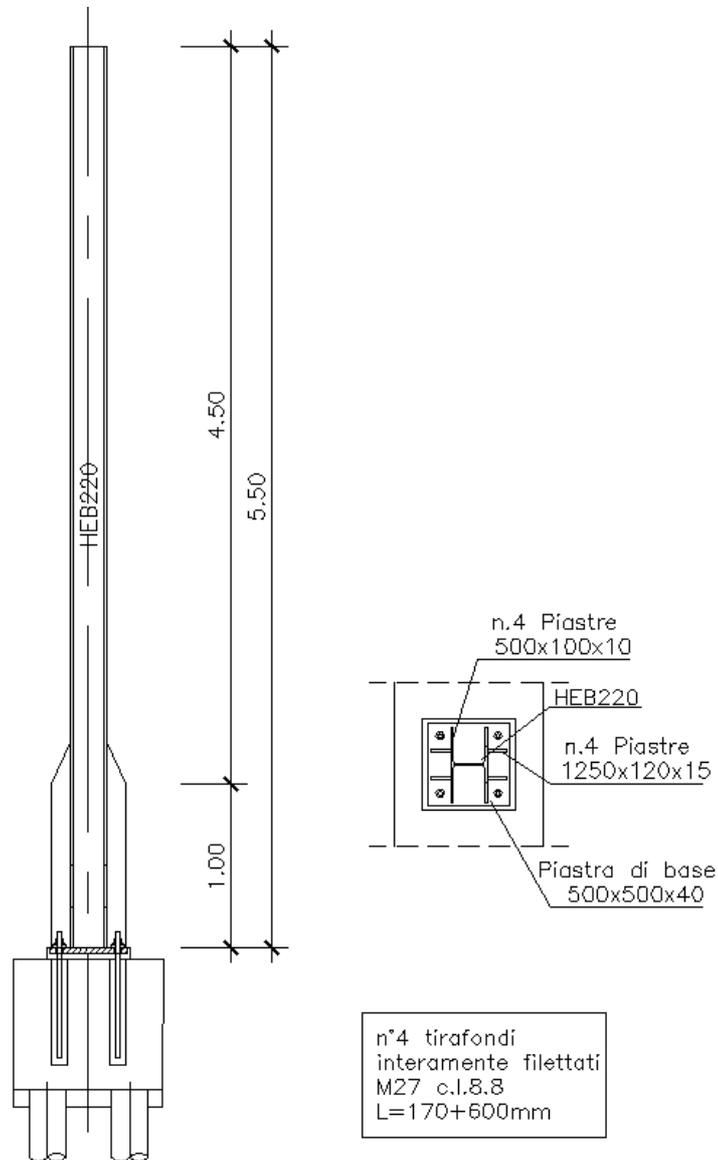
 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

Verifiche a fuoco fine costola

M_{sd} =	36.00	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	642500	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	228.09	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.13		
θ_c =	690	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

6.6. MONTANTE TIPO H5A



6.6.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	163.0	29763.0	1294.0	2051.0
Sezione fine costola	91.0	8091.0	735.5	827.0

6.6.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	5.50	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 220 B		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M27		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	27	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	459	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	129.32	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	47.03	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	26.25		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	86.21	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	31.35	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	26.25		Sforzo di compressione alla base

6.6.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=5.50m					
Acciaio	S355				
h_b =	5.50 m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 B		
$h_{costole}$ =	1.00 m	Altezza costole			
p =	1.90 kN/m ²	Azione orizzontale			
γ_{Qi} =	1.50				
i =	3.00 m	interasse montanti			
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola			
M_{sd} =	129.32 KNm	M_{sd} =	86.57 KNm		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
W_{el} =	1294043 mm ³	W_{el} =	735500 mm ³		
M_e =	459.39 KNm	M_e =	261.10 KNm		
M_{sd}	< M_e	VERIFICATO	M_{sd}	< M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola			
V_{sd} =	47.03 KN	V_{sd} =	38.48 KN		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
A_T =	2090 mm ²	A_T =	2090 mm ²		
V_e =	428.37 KN	V_e =	428.37 KN		
V_{sd}	< V_e	VERIFICATO	V_{sd}	< V_e	VERIFICATO

6.6.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 5.5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

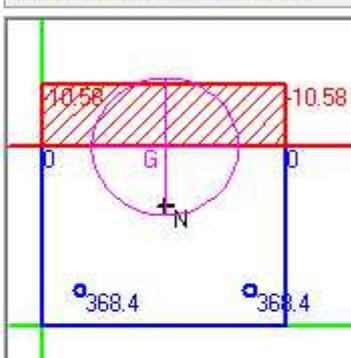
Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm ²]	x [mm]	y [mm]
1	459	75	75
2	459	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} 129.32 kNm
 M_{ySd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ε_{su} ‰ ε_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Combinazione SLS

Verifica C.A. S.L.U. - File: 5.5_SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	459	75	75
2	459	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 640 N/mm² f_{cd} 22.13
 E_s 200'000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 3.2 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 560 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

σ_c -7.05 N/mm²
 σ_s 245.6 N/mm²
 ϵ_s 1.228 ‰
 d 425 mm
 x 127.9 x/d 0.301
 δ 0.8162

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_{c,max} = 7.05 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

Tensioni di calcolo - SLU

$$\sigma_c = 10.58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 368 \text{ MPa}$$

$$N_{sd,SLU} = 168.91 \text{ kN}$$

Tensione di compressione sul cls

Tensione di trazione nel tirafondo

Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

Tensioni di calcolo - SLE

$$\sigma_c = 7.05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 245 \text{ MPa}$$

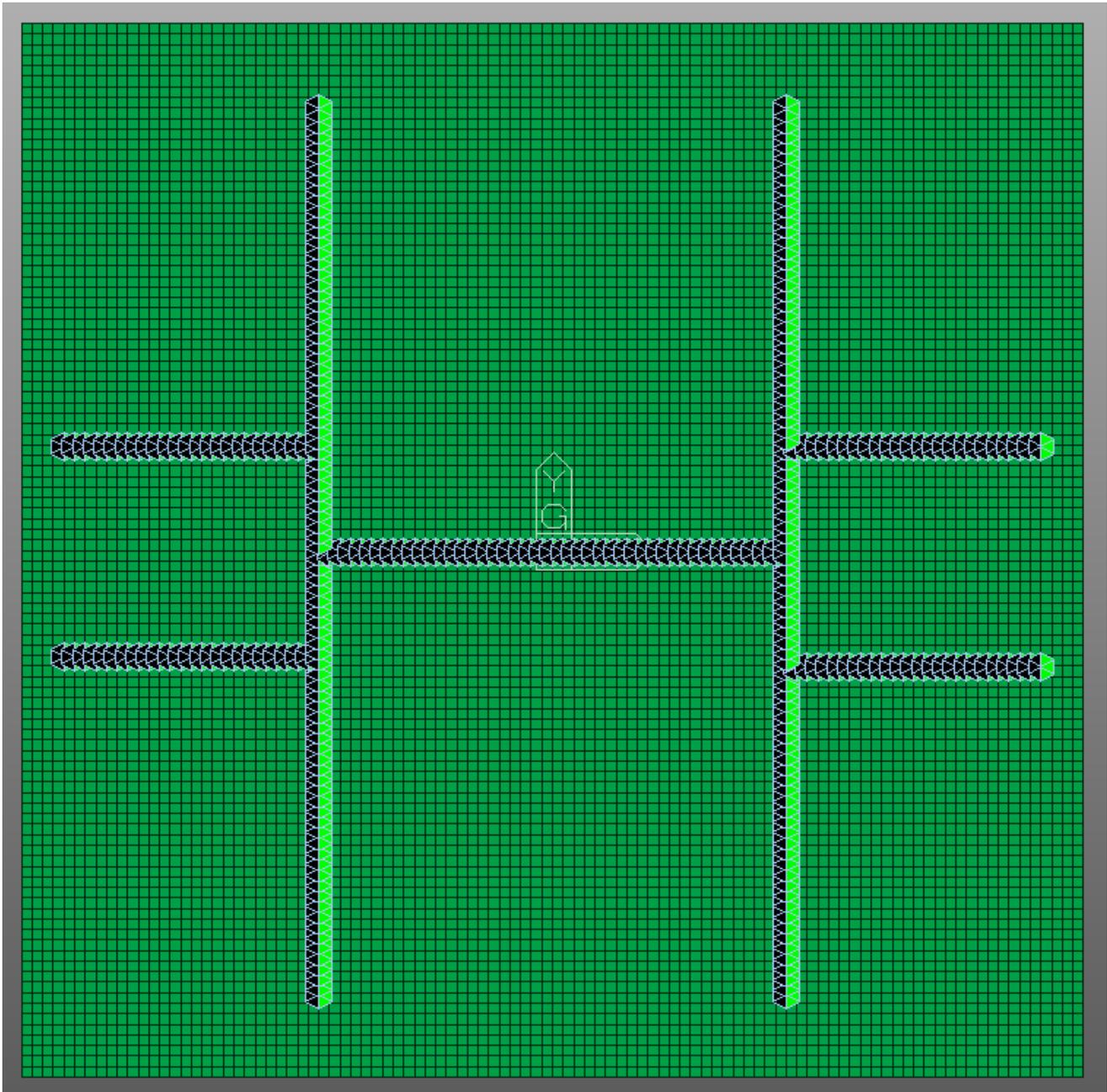
$$N_{sd,SLE} = 112.46 \text{ kN}$$

Tensione di compressione sul cls $\leq f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

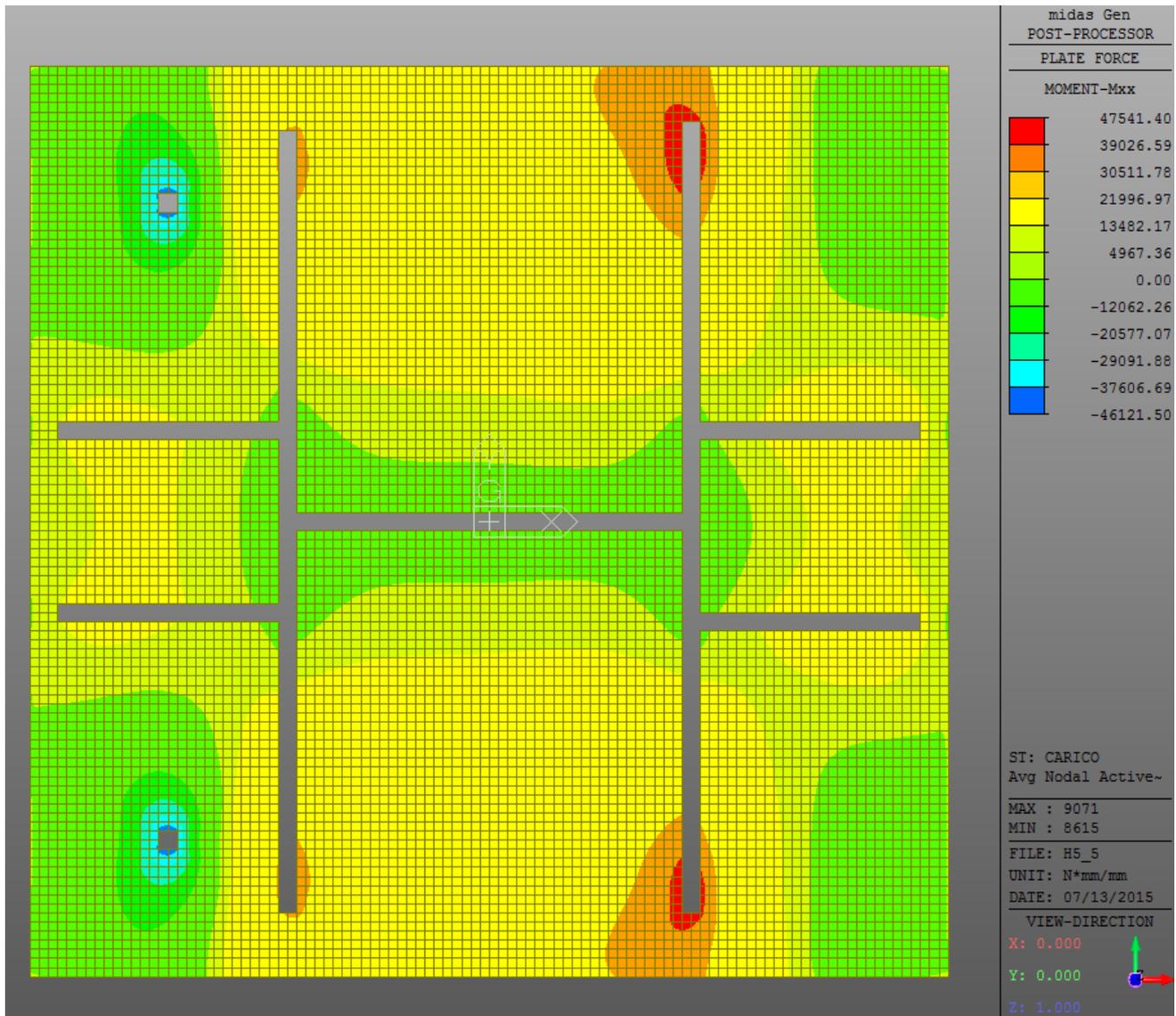
Tensione di trazione nel tirafondo

Sollecitazione di trazione di calcolo SLE

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.6.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = 47541 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$S_{piastra} = 40 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 40^2 / 6 = 266.66 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 94664 \text{ Nmm/mm}$$

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.502$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

SEZIONE VERIFICATA

6.6.6. *Verifica Tirafondo***Verifica resistenza tirafondo**

$$V_{d,0} = 179.93 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$

$$N_{d,0} = 205.63 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$

$$V_{sd,SLU} = 11.76 \text{ kN}$$

Sollecitazione di taglio di calcolo SLU

$$N_{sd,SLU} = 168.91 \text{ kN}$$

Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

$$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$$

0.68

 ≤ 1

Verifica a taglio-trazione

Calcolo lunghezza di ancoraggio

$$N_s = 164.51 \text{ kN}$$

Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$

$$N_{sd,SLE} = 112.46 \text{ kN}$$

Sollecitazione di trazione di calcolo SLE

$$L_{adT-E} = 554 \text{ mm}$$

Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco

$$L_{adE-clS} = 238 \text{ mm}$$

Lunghezza di ancoraggio emaco-clS

$$L_{tirafondo} = 560 \text{ mm}$$

Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 600mm.

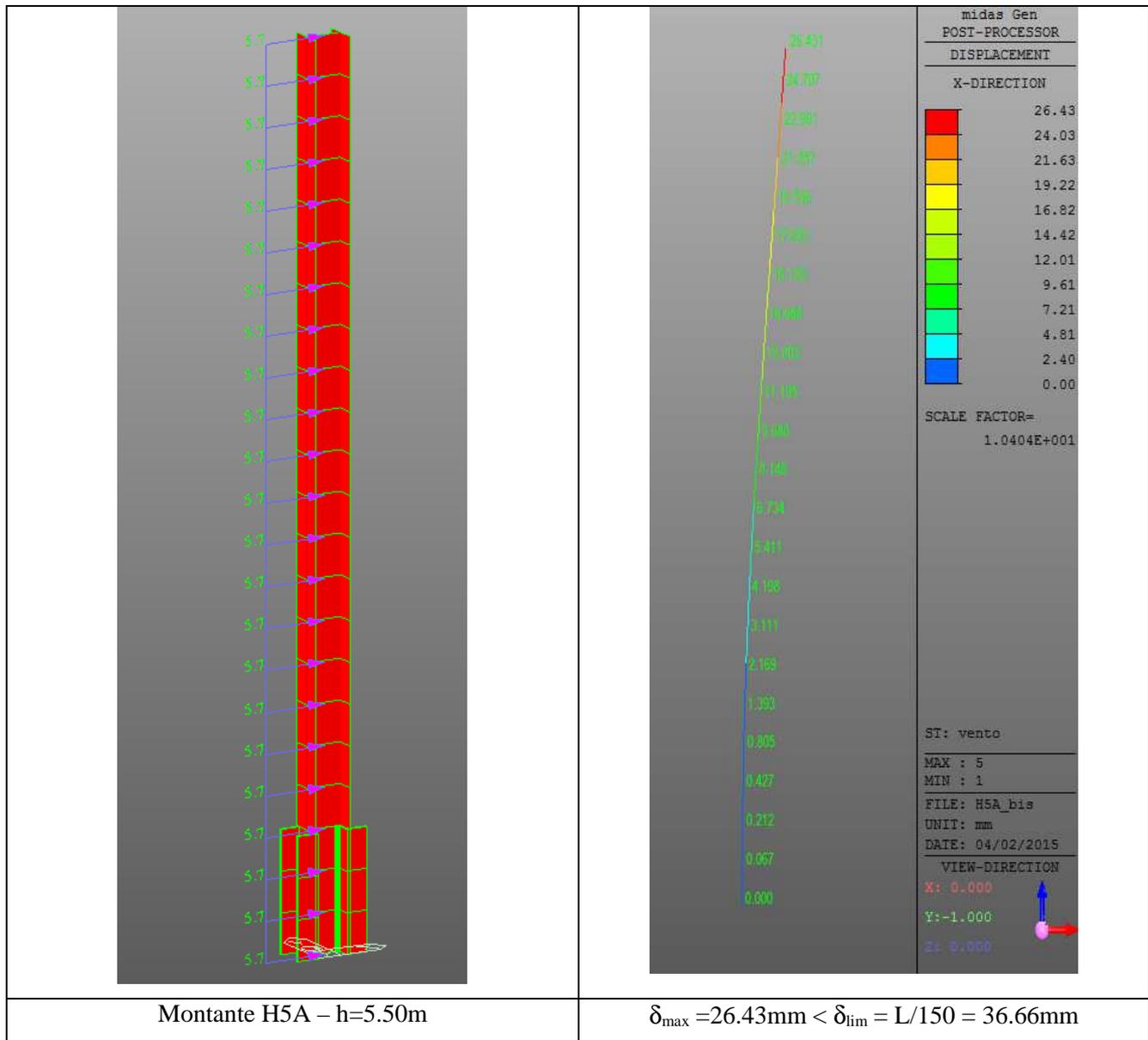
6.6.7. *Verifica a fatica montante*

Verifica a fatica montante - Hb=5.50m			
$h_b =$	5.50 m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 B
$h_{costole} =$	1.00 m	Altezza costole	$s =$ 16 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s1 =$ 40 mm Spessore piastra di base
$i =$	3.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	9.08 KNm	$M_{fat} =$	6.08 KNm
$W =$	1294043 mm ³	Modulo di resistenza montante	$W =$ 735500 mm ³ Modulo di resistenza montante
$\Delta\sigma_{max} =$	14.03 MPa		$\Delta\sigma_{max} =$ 16.52 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa		$\Delta\sigma_A =$ 71 MPa
$k_s =$	0.89	Coefficiente riduttivo spessore	$k_s =$ 1.00 Coefficiente riduttivo spessore
$\Delta\sigma_D =$	41.28 MPa		$\Delta\sigma_D =$ 52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25		$\gamma_m =$ 1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	33.03 MPa		$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$ 41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	3.30 KNm		$T_{max} =$ 2.70 KNm
$S =$	1026000 mm ³	Momento statico di mezzzeria	$S =$ 414000 mm ³ Momento statico di mezzzeria
$J =$	297630000 mm ⁴	Momento d'inerzia	$J =$ 80910000 mm ⁴ Momento d'inerzia
$s =$	10 mm	Spessore anima	$s =$ 10 mm Spessore anima
$\Delta\tau_{max} =$	2.39 MPa		$\Delta\tau_{max} =$ 2.91 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa		$\Delta\tau_C =$ 71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa		$\Delta\tau_D =$ 32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25		$\gamma_m =$ 1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa		$\Delta\tau_D/\gamma_m =$ 25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.6.8. *Verifica a fatica tirafondo*

Verifica a fatica tirafondo per montante H=5.50m		
$h_b =$	5.50 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	3.00 m	interasse montanti
$\phi =$	27 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	459 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	9.08 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	27.47 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.6.9. Verifica di deformabilità



6.6.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento		
$V_{\text{lim}} =$	157.93 kN	Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$
$V_{\text{sd,SLE}} =$	31.35 kN	Taglio alla base condizioni di esercizio
$V_{\text{sd}}/V_{\text{lim}} =$	0.20 ≤ 1	Verifica a scorrimento

6.6.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montante - Hb=5.50m

Acciaio	S355			
h_b =	5.50	m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 B
$h_{costole}$ =	1.00	m	Altezza costole	
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale	
γ_{Qi} =	1.00			
i =	3.00	m	interasse montanti	

Verifiche a fuoco sezione di base

M_{sd} =	68.06	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	2051000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	728.11	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.08		
θ_c =	763	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

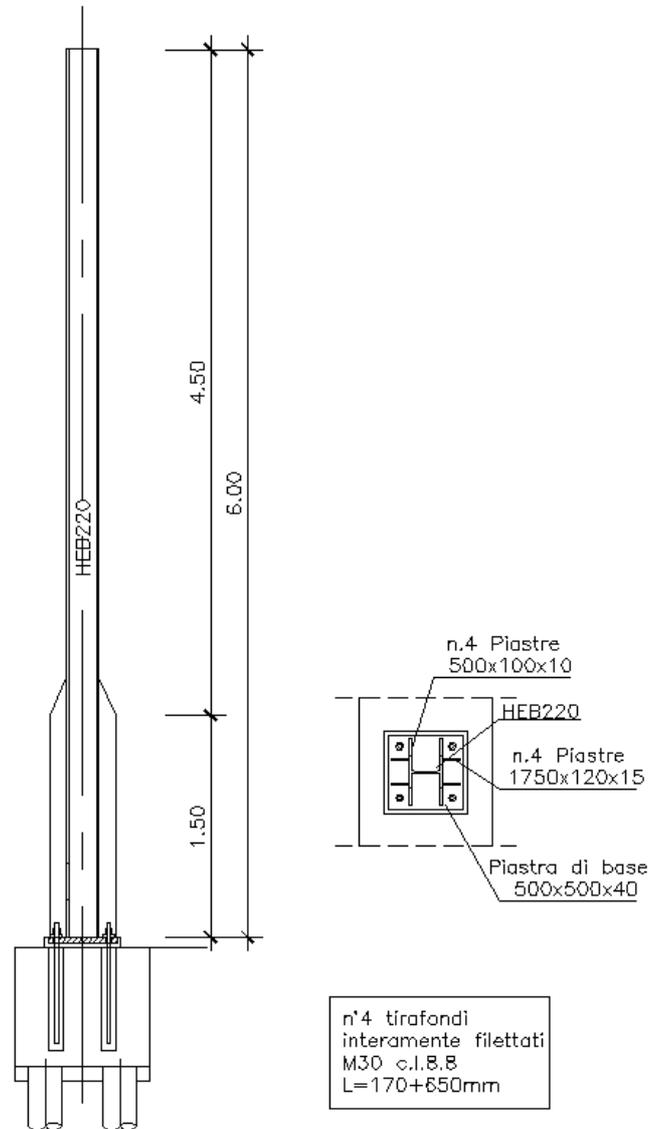
 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

Verifiche a fuoco fine costola

M_{sd} =	45.56	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	827000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	293.59	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.13		
θ_c =	692	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

6.7. MONTANTE TIPO H6A



6.7.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	163.0	29763.0	1294.0	2051.0
Sezione fine costola	91.0	8091.0	735.5	827.0

6.7.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	6.00	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 220 B		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M30		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	30	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	561	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	153.90	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	51.30	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	27.00		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	102.60	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	34.20	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	27.00		Sforzo di compressione alla base

6.7.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=6.00m					
Acciaio	S355				
h_b =	6.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 B		
$h_{costole}$ =	1.50 m	Altezza costole			
p =	1.90 kN/m ²	Azione orizzontale			
γ_{Qi} =	1.50				
i =	3.00 m	interasse montanti			
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola			
M_{sd} =	153.90 KNm	M_{sd} =	86.57 KNm		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
W_{el} =	1294043 mm ³	W_{el} =	735500 mm ³		
M_e =	459.39 KNm	M_e =	261.10 KNm		
M_{sd}	< M_e	VERIFICATO	M_{sd}	< M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola			
V_{sd} =	51.30 KN	V_{sd} =	38.48 KN		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
A_T =	2090 mm ²	A_T =	2090 mm ²		
V_e =	428.37 KN	V_e =	428.37 KN		
V_{sd}	< V_e	VERIFICATO	V_{sd}	< V_e	VERIFICATO

6.7.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 6

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm ²]	x [mm]	y [mm]
1	561	75	75
2	561	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

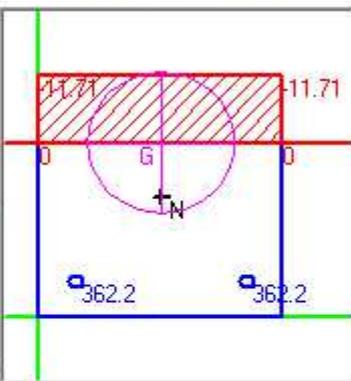
P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso



Combinazione SLS

Verifica C.A. S.L.U. - File: 6.0_SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

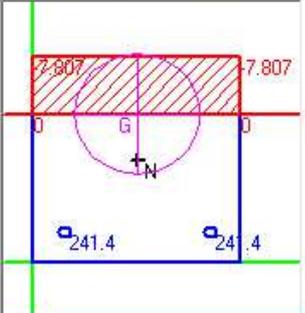
Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	561	75	75
2	561	425	75

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma della sezione: 

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} kNm
 M_{ySd} kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: Classe 8.8 C32/40

ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{cu} 3.5 ‰	σ_c -7.807 N/mm ²
f_{yd} 640 N/mm ²	f_{cd} 22.13	σ_s 241.4 N/mm ²
E_s 200'000 N/mm ²	α 0.85	ϵ_s 1.207 ‰
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8	d 425 mm
ϵ_{syd} 3.2 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12.25	x 138.8 x/d 0.3266
$\sigma_{s,adm}$ 560 N/mm ²	τ_{co} 0.7333	δ 0.8482
	τ_{cl} 2.114	

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_{c,max} = 7.81 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

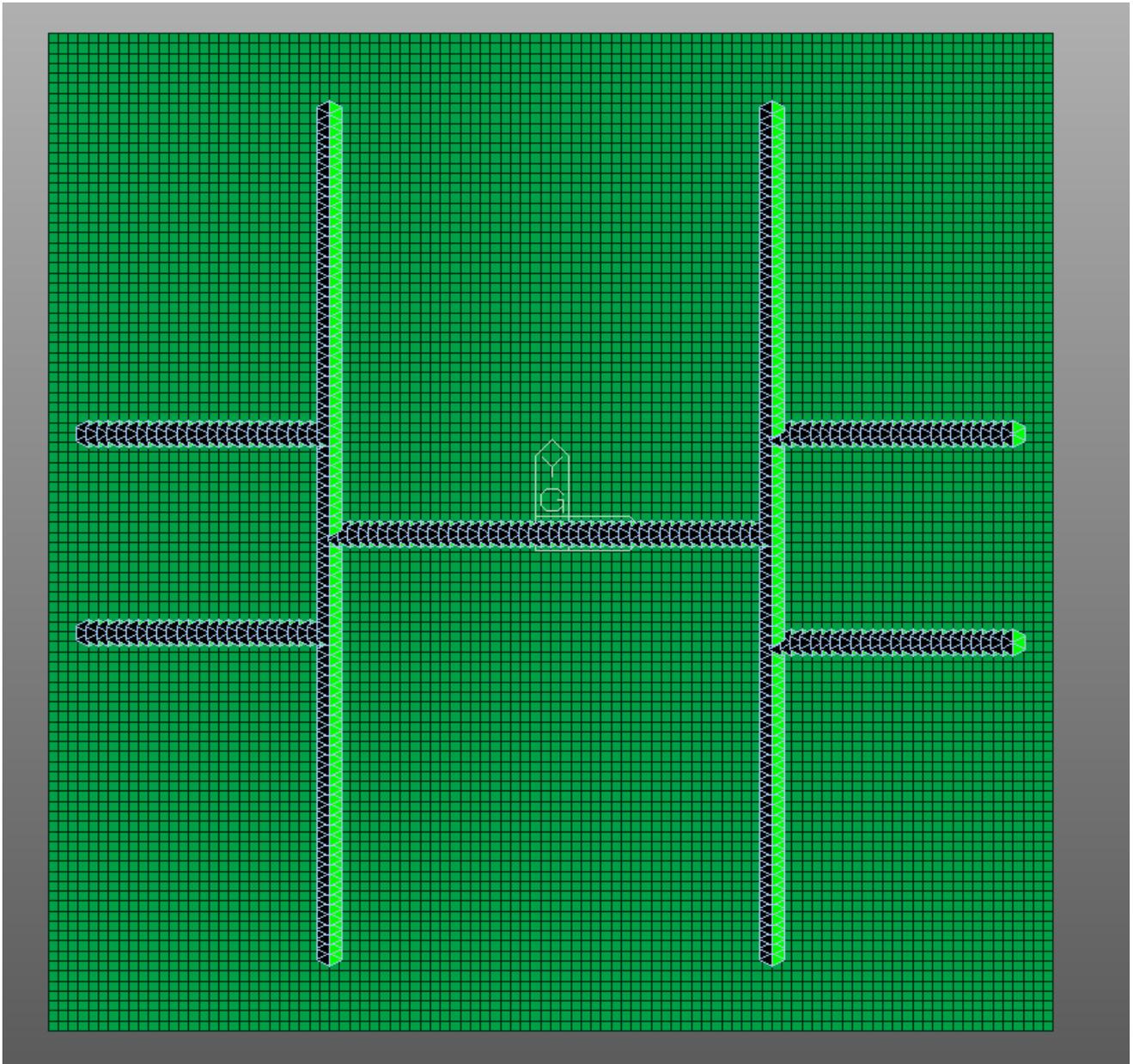
Tensioni di calcolo - SLU

σ_c =	11.71 MPa	Tensione di compressione sul cls
σ_s =	362 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
$N_{sd,SLU}$ =	203.19 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

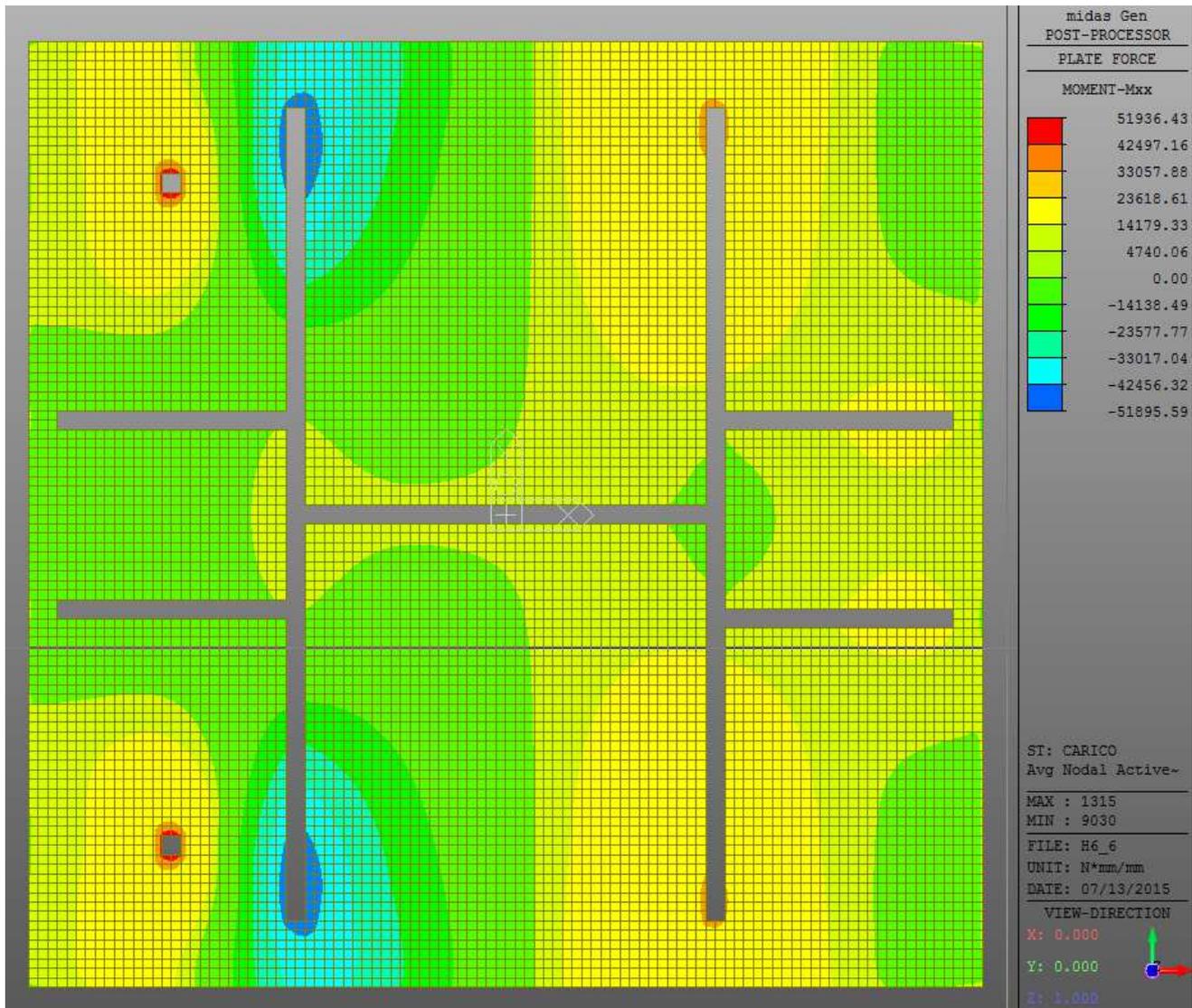
Tensioni di calcolo - SLE

σ_c =	7.81 MPa	Tensione di compressione sul cls	$\leq f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$
σ_s =	241 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo	
$N_{sd,SLE}$ =	135.20 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE	

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.7.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = -51936 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$s_{piastra} = 40 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 40^2 / 6 = 266.66 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 94664 \text{ Nmm/mm}$$

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.548$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

SEZIONE VERIFICATA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Foglio 102 di 154
A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00		

6.7.6. Verifica Tirafondo

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	219.91 kN	Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
$N_{d,0} =$	251.33 kN	Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	12.83 kN	Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
$N_{sd,SLU} =$	203.19 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.66	≤ 1 Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	201.06 kN	Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
$N_{sd,SLE} =$	135.20 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	610 mm	Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
$L_{adE-clis} =$	291 mm	Lunghezza di ancoraggio emaco-clis
$L_{tirafondo} =$	610 mm	Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 650mm.

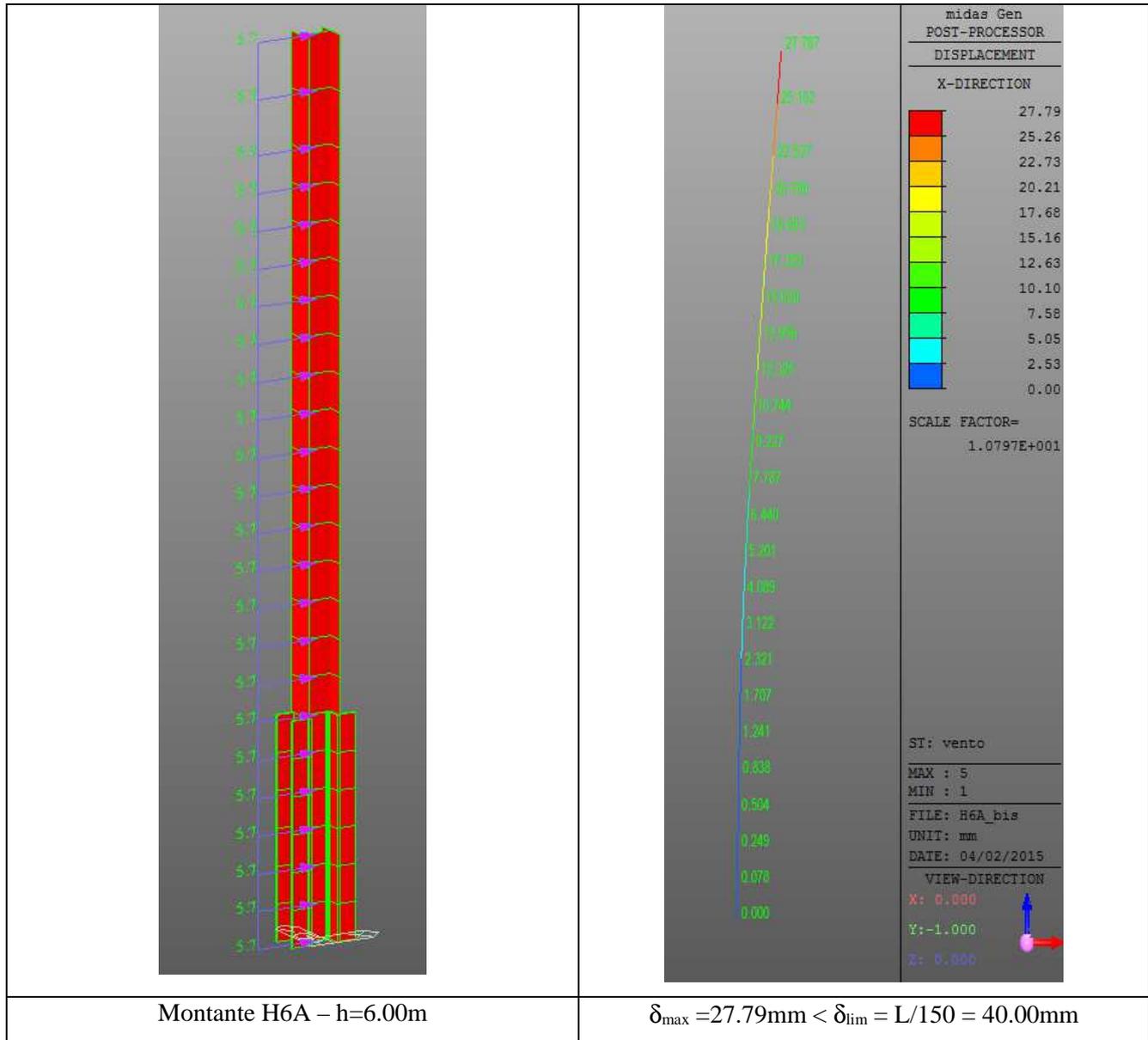
6.7.7. Verifica a fatica montante

Verifica a fatica montante - Hb=6.00m			
$h_b =$	6.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 B
$h_{costole} =$	1.50 m	Altezza costole	$s =$ 16 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s1 =$ 40 mm Spessore piastra di base
$i =$	3.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	10.80 KNm	$M_{fat} =$	6.08 KNm
$W =$	1294043 mm ³	Modulo di resistenza montante	$W =$ 735500 mm ³ Modulo di resistenza montante
$\Delta\sigma_{max} =$	16.69 MPa		$\Delta\sigma_{max} =$ 16.52 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa		$\Delta\sigma_A =$ 71 MPa
$k_s =$	0.89	Coefficiente riduttivo spessore	$k_s =$ 1.00 Coefficiente riduttivo spessore
$\Delta\sigma_D =$	41.28 MPa		$\Delta\sigma_D =$ 52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25		$\gamma_m =$ 1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	33.03 MPa		$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$ 41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	3.60 KNm		$T_{max} =$ 2.70 KNm
$S =$	1026000 mm ³	Momento statico di mezzzeria	$S =$ 414000 mm ³ Momento statico di mezzzeria
$J =$	297630000 mm ⁴	Momento d'inerzia	$J =$ 80910000 mm ⁴ Momento d'inerzia
$s =$	10 mm	Spessore anima	$s =$ 10 mm Spessore anima
$\Delta\tau_{max} =$	2.61 MPa		$\Delta\tau_{max} =$ 2.91 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa		$\Delta\tau_C =$ 71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa		$\Delta\tau_D =$ 32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25		$\gamma_m =$ 1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa		$\Delta\tau_D/\gamma_m =$ 25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.7.8. *Verifica a fatica tirafondo*

Verifica a fatica tirafondo per montante H=6.00m		
$h_b =$	6.00 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	3.00 m	interasse montanti
$\phi =$	30 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	561 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	10.80 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	25.42 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.7.9. Verifica di deformabilità



6.7.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento		
$V_{\text{lim}} =$	193.02 kN	Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$
$V_{\text{sd}, \text{SLE}} =$	34.20 kN	Taglio alla base condizioni di esercizio
$V_{\text{sd}} / V_{\text{lim}} =$	0.18	≤ 1 Verifica a scorrimento

6.7.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montantee - Hb=6.00m

Acciaio	S355		
h_b =	6.00	m	Altezza barriera
$h_{costole}$ =	1.50	m	Altezza costole
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale
γ_{Qi} =	1.00		
i =	3.00	m	interasse montanti

PROFILO HE 220 B

Verifiche a fuoco sezione di base

M_{sd} =	81.00	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	2051000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	728.11	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.09		
θ_c =	739	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

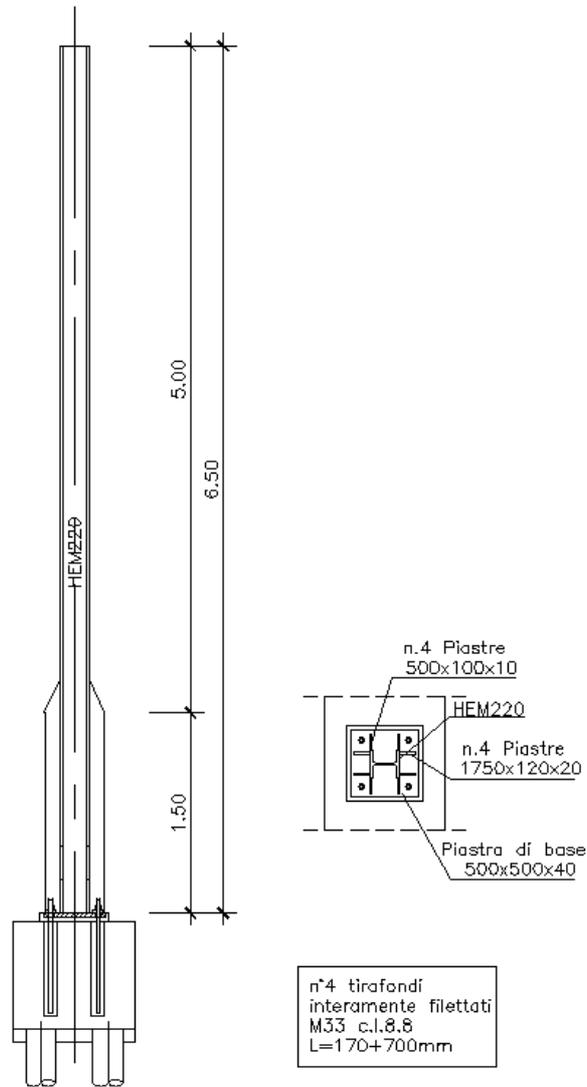
 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

Verifiche a fuoco fine costola

M_{sd} =	45.56	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	827000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	293.59	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.13		
θ_c =	692	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

6.8. MONTANTE TIPO H7A



6.8.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	221.4	38792.0	1616.3	2715.0
Sezione fine costola	149.4	14600.0	1217.0	1419.0

6.8.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	6.50	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 220 M		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M33		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	33	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	694	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	180.62	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	55.58	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	27.75		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	120.41	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	37.05	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	27.75		Sforzo di compressione alla base

6.8.3. *Verifica di resistenza montante*

Verifica di resistenza montante - Hb=6.50m			
Acciaio	S355		
h_b =	6.50	m	Altezza barriera
$h_{costole}$ =	1.50	m	Altezza costole
p =	1.90	kN/m ²	Azione orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	3.00	m	interasse montanti
			PROFILO HE 220 M
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola	
M_{sd} =	180.62	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{el} =	1616333	mm ³	Modulo di resistenza elastico
M_e =	573.80	KNm	
M_{sd}	<	M_e	VERIFICATO
M_{sd} =	106.88	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{el} =	1217000	mm ³	Modulo di resistenza elastico
M_e =	432.04	KNm	
M_{sd}	<	M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola	
V_{sd} =	55.58	KN	
f_y =	355	Mpa	
A_T =	3720	mm ²	Area a taglio
V_e =	762.45	KN	
V_{sd}	<	V_e	VERIFICATO
V_{sd} =	42.75	KN	
f_y =	355	Mpa	
A_T =	3720	mm ²	Area a taglio
V_e =	762.45	KN	
V_{sd}	<	V_e	VERIFICATO

6.8.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 6.5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	694	75	75
2	694	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} kNm
 M_{ySd} kNm

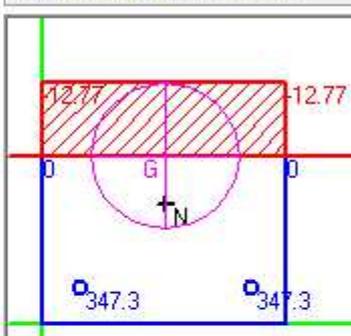
P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{cu} ‰
 f_{yd} N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso



Combinazione SLS

Titolo : _____

N° Vertici **Zoom** **N° barre** **Zoom**

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	694	75	75
2	694	425	75

Tipologia Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} 10 % ϵ_{cu} 3.5
 f_{yd} 640 N/mm² f_{cd} 22.13
 E_s 200'000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 3.2 % $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 560 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

σ_c -8.511 N/mm²
 σ_s 231.6 N/mm²
 ϵ_s 1.158 %
 d 425 mm
 x 151 x/d 0.3554
 δ 0.8843

Verifica **N° iterazioni:**
 Precompresso

$\sigma_{c,max} = 8.51 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

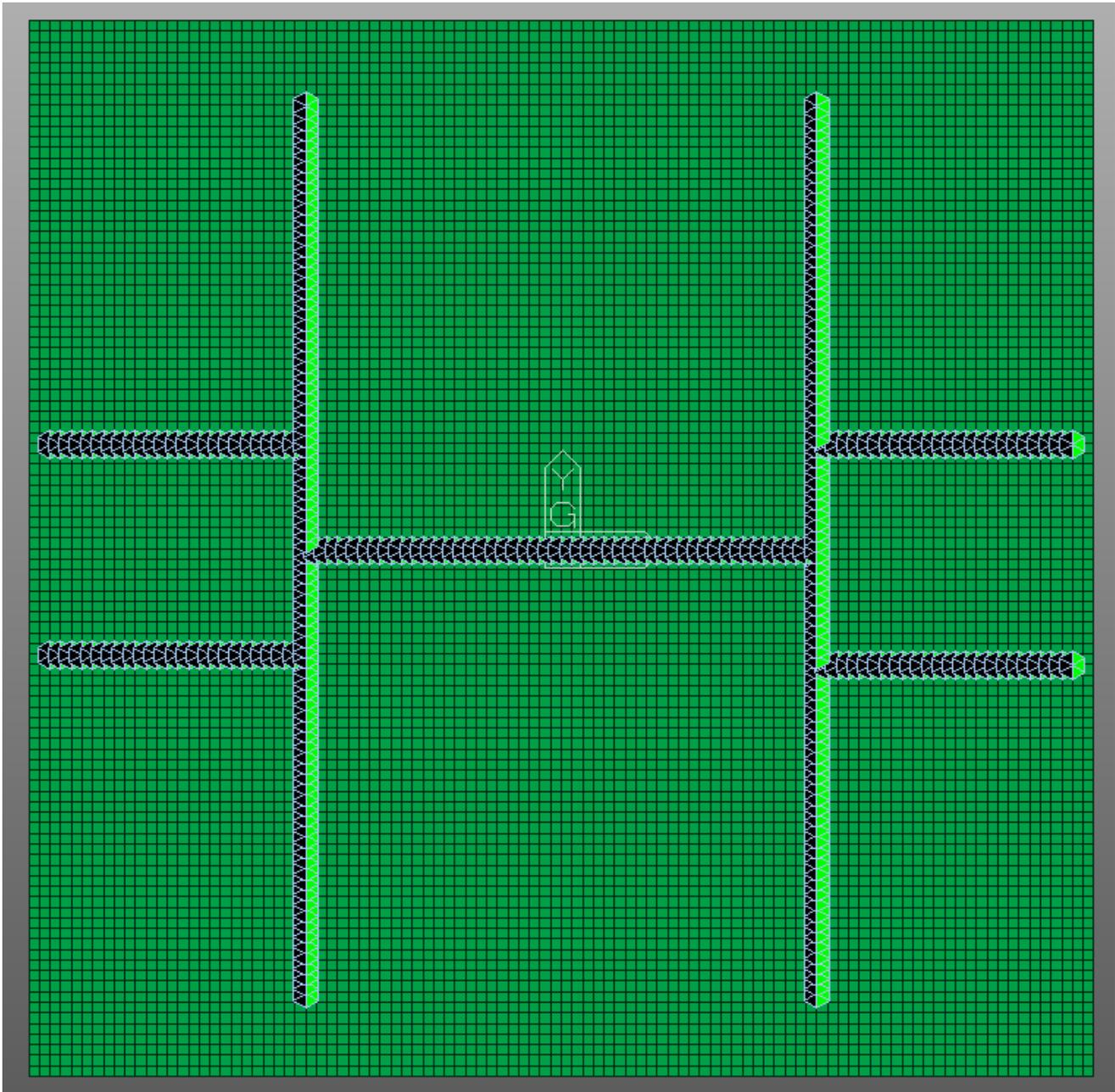
Tensioni di calcolo - SLU

$\sigma_c =$	12.77 MPa	Tensione di compressione sul cls
$\sigma_s =$	347 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
$N_{sd,SLU} =$	241.03 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

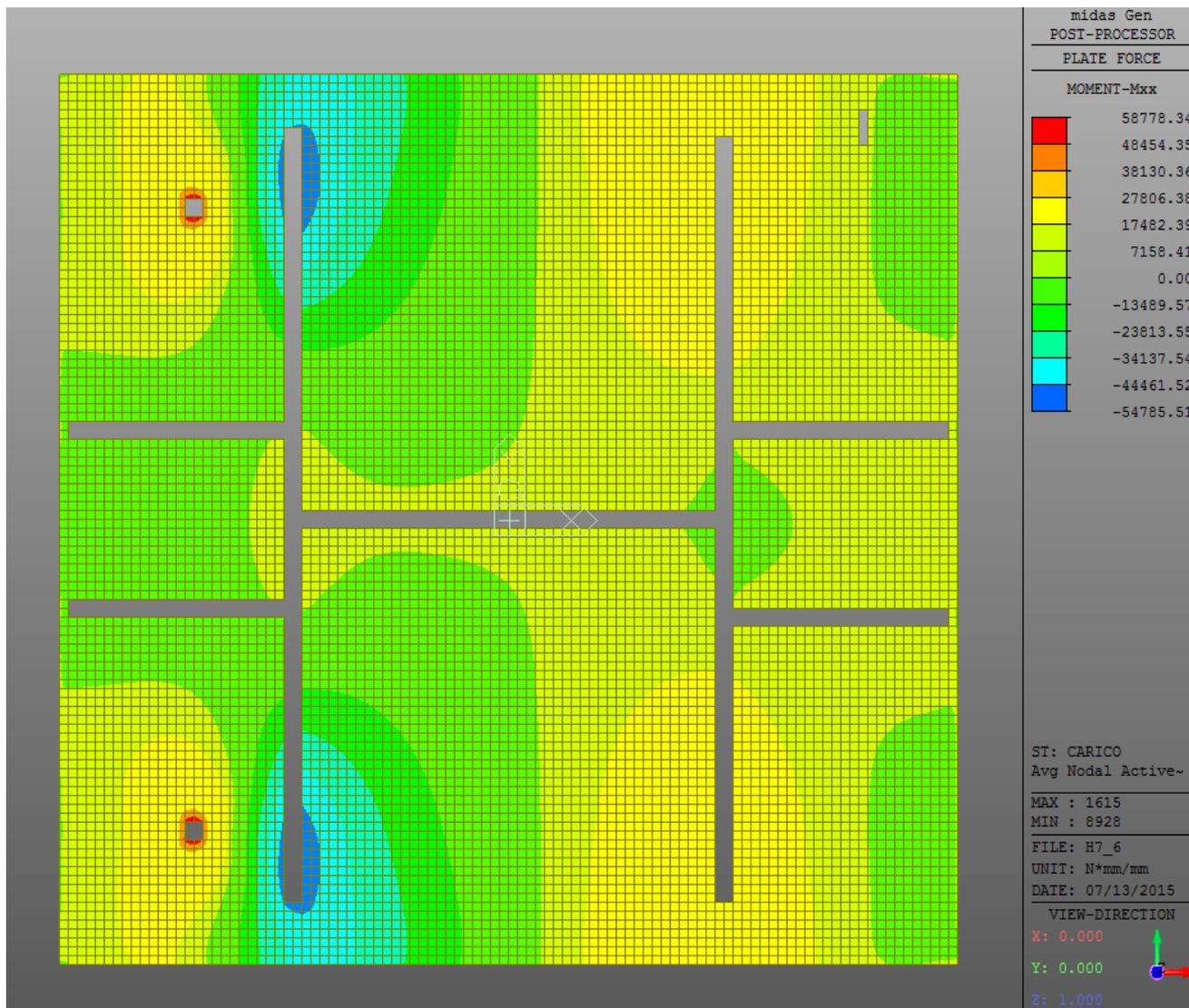
Tensioni di calcolo - SLE

$\sigma_c =$	8.51 MPa	Tensione di compressione sul cls	$\leq f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$
$\sigma_s =$	232 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo	
$N_{sd,SLE} =$	161.01 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE	

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.8.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = -58778 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$S_{piastra} = 40 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 40^2 / 6 = 266.66 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 94664 \text{ Nmm/mm}$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.621$$

SEZIONE VERIFICATA

6.8.6. Verifica Tirafondo

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	272.05 kN	Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
$N_{d,0} =$	310.91 kN	Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	13.89 kN	Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
$N_{sd,SLU} =$	241.03 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.60	≤ 1 Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	248.73 kN	Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
$N_{sd,SLE} =$	161.01 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	686 mm	Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
$L_{adE-clis} =$	360 mm	Lunghezza di ancoraggio emaco-clis
$L_{tirafondo} =$	690 mm	Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 700mm.

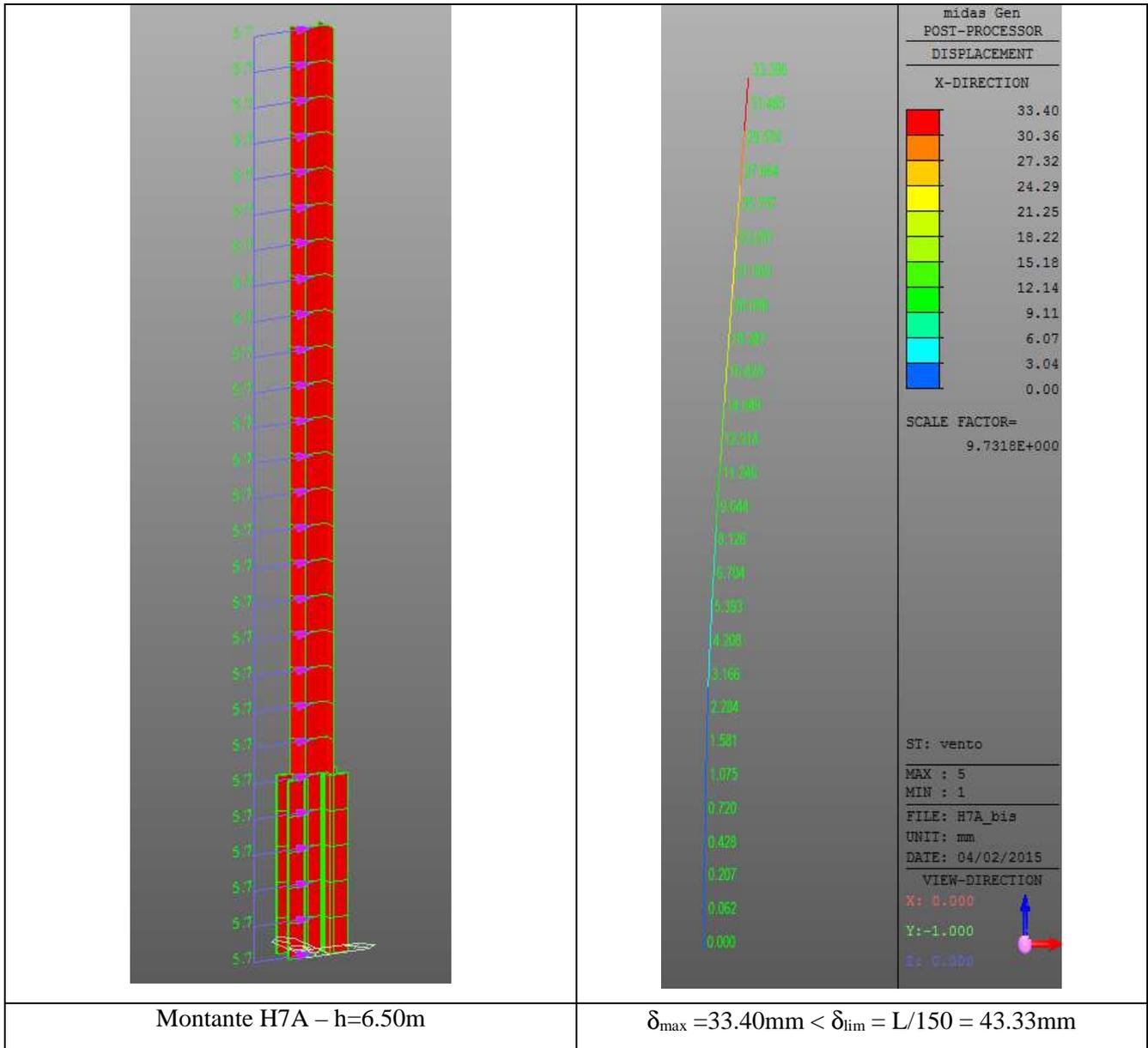
6.8.7. *Verifica a fatica montante*

Verifica a fatica montante - Hb=6.50m			
$h_b =$	6.50 m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 M
$h_{costole} =$	1.50 m	Altezza costole	$s =$ 26 mm
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s_1 =$ 40 mm
$i =$	3.00 m	interasse montanti	Spessore piastra di base
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	12.68 KNm	$M_{fat} =$	7.50 KNm
$W =$	1616333 mm ³	$W =$	1217000 mm ³
$\Delta\sigma_{max} =$	15.68 MPa	$\Delta\sigma_{max} =$	12.33 MPa
$\Delta\sigma_A =$	62 MPa	$\Delta\sigma_A =$	71 MPa
$k_s =$	0.89	$k_s =$	0.99
$\Delta\sigma_D =$	40.88 MPa	$\Delta\sigma_D =$	51.82 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	32.70 MPa	$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	41.45 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	3.90 KNm	$T_{max} =$	3.00 KNm
$S =$	1358000 mm ³	$S =$	710000 mm ³
$J =$	387920000 mm ⁴	$J =$	146000000 mm ⁴
$s =$	16 mm	$s =$	16 mm
$\Delta\tau_{max} =$	1.76 MPa	$\Delta\tau_{max} =$	1.88 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa	$\Delta\tau_C =$	71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa	$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa	$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.8.8. *Verifica a fatica tirafondo*

Verifica a fatica tirafondo per montante H=6.50m		
$h_b =$	6.50 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	3.00 m	interasse montanti
$\phi =$	33 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	694 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	12.68 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	24.38 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	48.82 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	35.98 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	28.79 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.8.9. Verifica di deformabilità



6.8.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento		
$V_{lim} =$	238.78 kN	Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$
$V_{sd, SLE} =$	37.05 kN	Taglio alla base condizioni di esercizio
$V_{sd} / V_{lim} =$	0.16	≤ 1 Verifica a scorrimento

6.8.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montante - Hb=6.50m

Acciaio	S355			
h_b =	6.50	m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 M
$h_{costole}$ =	1.50	m	Altezza costole	
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale	
γ_{Qi} =	1.00			
i =	3.00	m	interasse montanti	

Verifiche a fuoco sezione di base

M_{sd} =	95.06	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	2715000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	963.83	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.08		
θ_c =	755	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

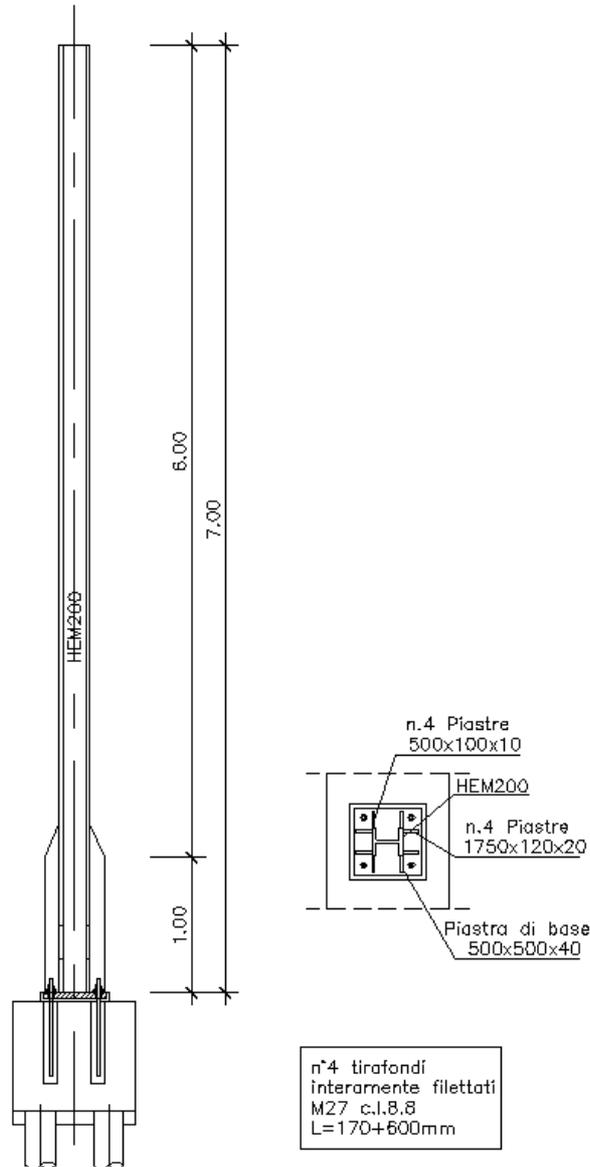
 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

Verifiche a fuoco fine costola

M_{sd} =	56.25	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	1419000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	503.75	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.09		
θ_c =	738	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

6.9. MONTANTE TIPO H8A



6.9.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	203.3	32312.0	1404.9	2359.0
Sezione fine costola	131.3	10640.0	967.4	1135.0

6.9.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	7.00	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	2.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 200 M		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M27		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	27	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	459	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	139.65	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	39.90	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	19.00		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	93.10	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	26.60	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	19.00		Sforzo di compressione alla base

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 121 di 154

6.9.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=7.00m					
Acciaio	S355				
h_b =	7.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 M		
$h_{costole}$ =	1.00 m	Altezza costole			
p =	1.90 kN/m ²	Azione orizzontale			
γ_{Qi} =	1.50				
i =	2.00 m	interasse montanti			
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola			
M_{sd} =	139.65 KNm	M_{sd} =	102.60 KNm		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
W_{el} =	1404870 mm ³	W_{el} =	967400 mm ³		
M_e =	498.73 KNm	M_e =	343.43 KNm		
M_{sd}	< M_e	VERIFICATO	M_{sd}	< M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola			
V_{sd} =	39.90 KN	V_{sd} =	34.20 KN		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
A_T =	3300 mm ²	A_T =	3300 mm ²		
V_e =	676.37 KN	V_e =	676.37 KN		
V_{sd}	< V_e	VERIFICATO	V_{sd}	< V_e	VERIFICATO

6.9.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 7

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

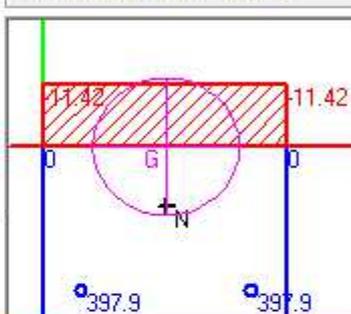
N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	459	75	75
2	459	425	75

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Sd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xSd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="139.65"/> kNm
M _{ySd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

Classe 8.8 C32/40

ϵ_{su}	<input type="text" value="10"/> ‰	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="640"/> N/mm ²	f_{cd}	<input type="text" value="22.13"/> N/mm ²
E_s	<input type="text" value="200000"/> N/mm ²	α	<input type="text" value="0.85"/> ?
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="3.2"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="12.25"/> N/mm ²
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="560"/> N/mm ²	τ_{co}	<input type="text" value="0.7333"/>
		τ_{cl}	<input type="text" value="2.114"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

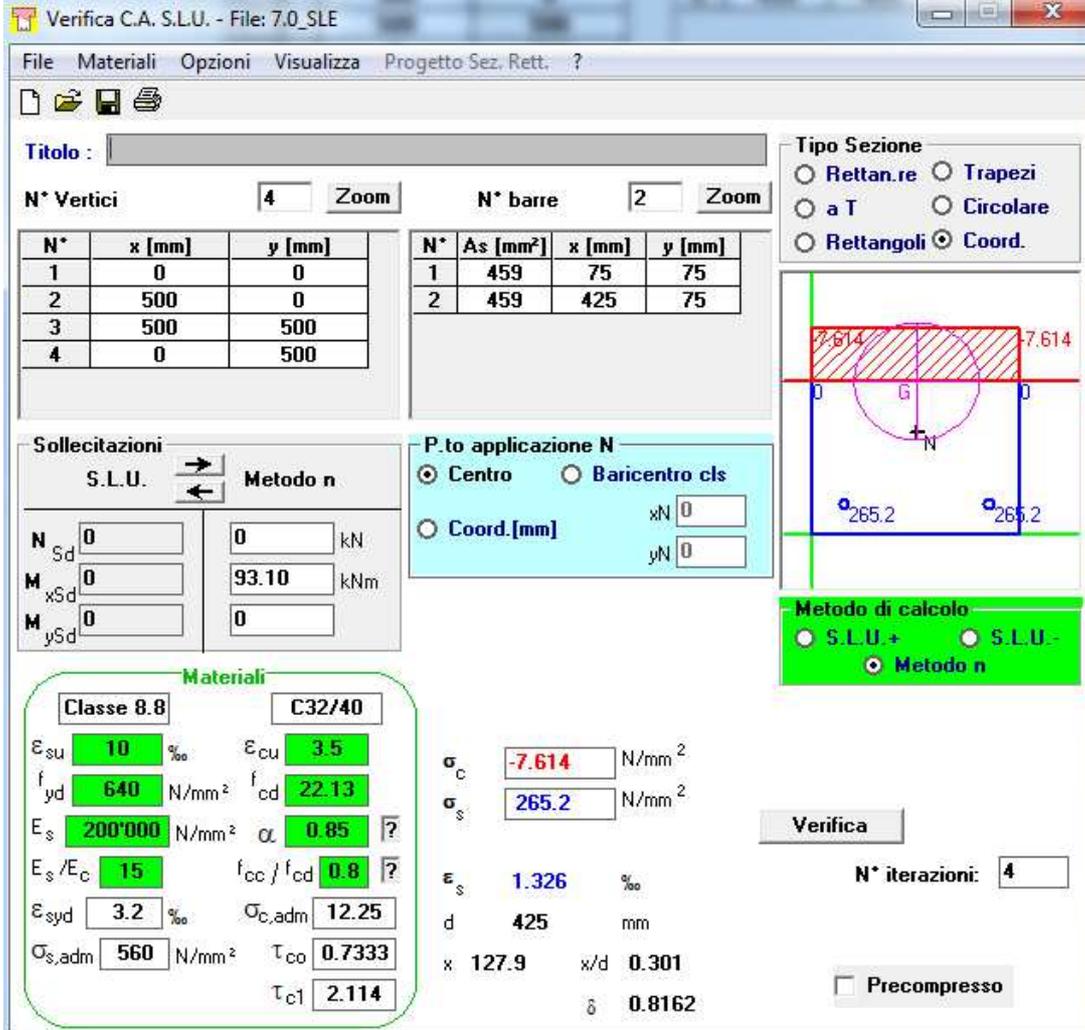
ϵ_s ‰
d mm
x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Combinazione SLS



Verifica C.A. S.L.U. - File: 7.0_SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici 4 **Zoom** **N° barre** 2 **Zoom**

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	459	75	75
2	459	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Sd 0 kN
M xSd 0 kNm
M ySd 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{cu} 3.5 ‰
 f_{yd} 640 N/mm² f_{cd} 22.13 N/mm²
 E_s 200'000 N/mm² α 0.85
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 3.2 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 560 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

σ_c -7.614 N/mm²
 σ_s 265.2 N/mm²
 ϵ_s 1.326 ‰
 d 425 mm
 x 127.9 x/d 0.301
 δ 0.8162

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

$\sigma_{c,max} = 7.61 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

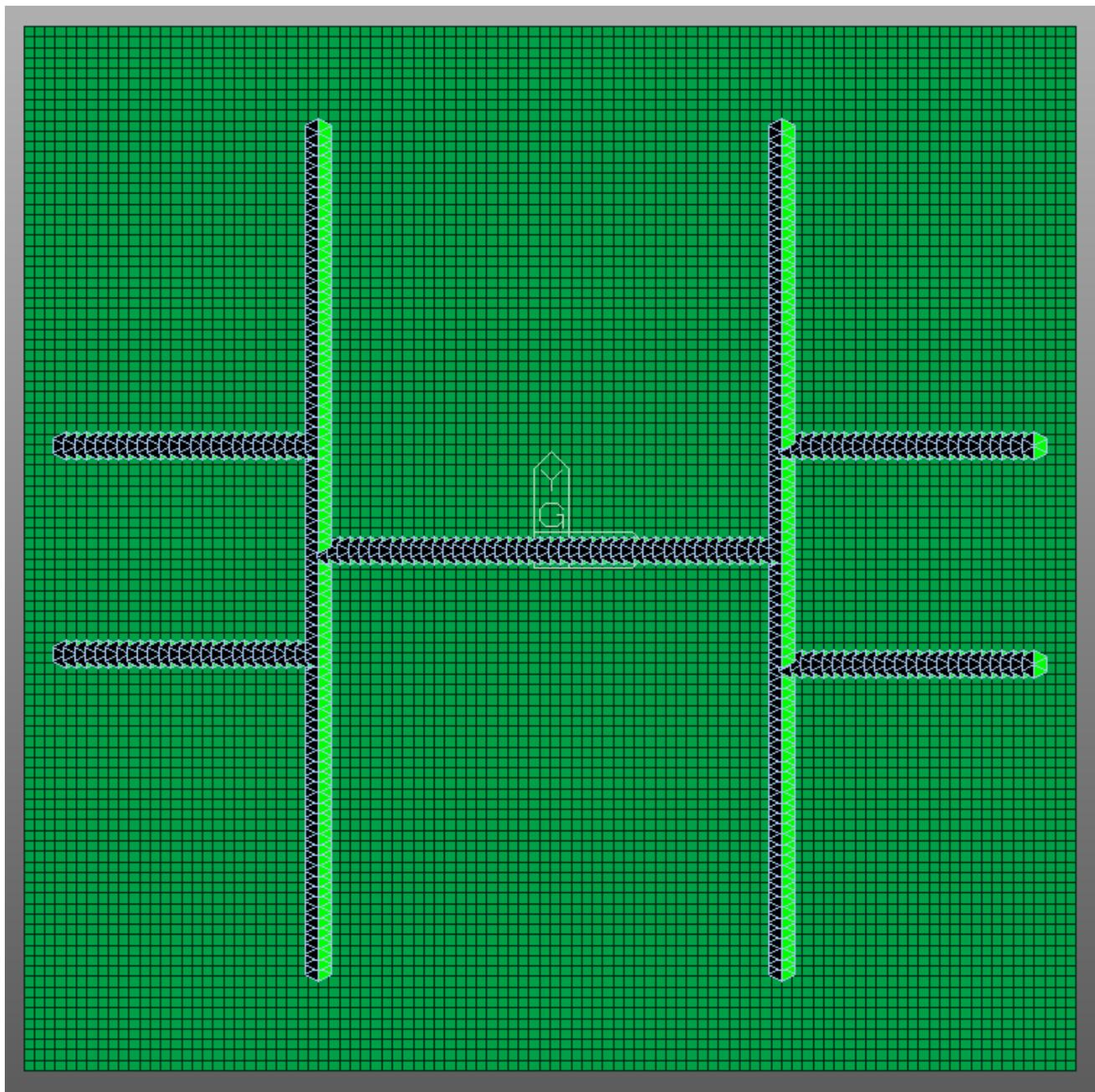
Tensioni di calcolo - SLU

$\sigma_c =$	11.42 MPa	Tensione di compressione sul cls
$\sigma_s =$	398 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo
$N_{sd,SLU} =$	182.68 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

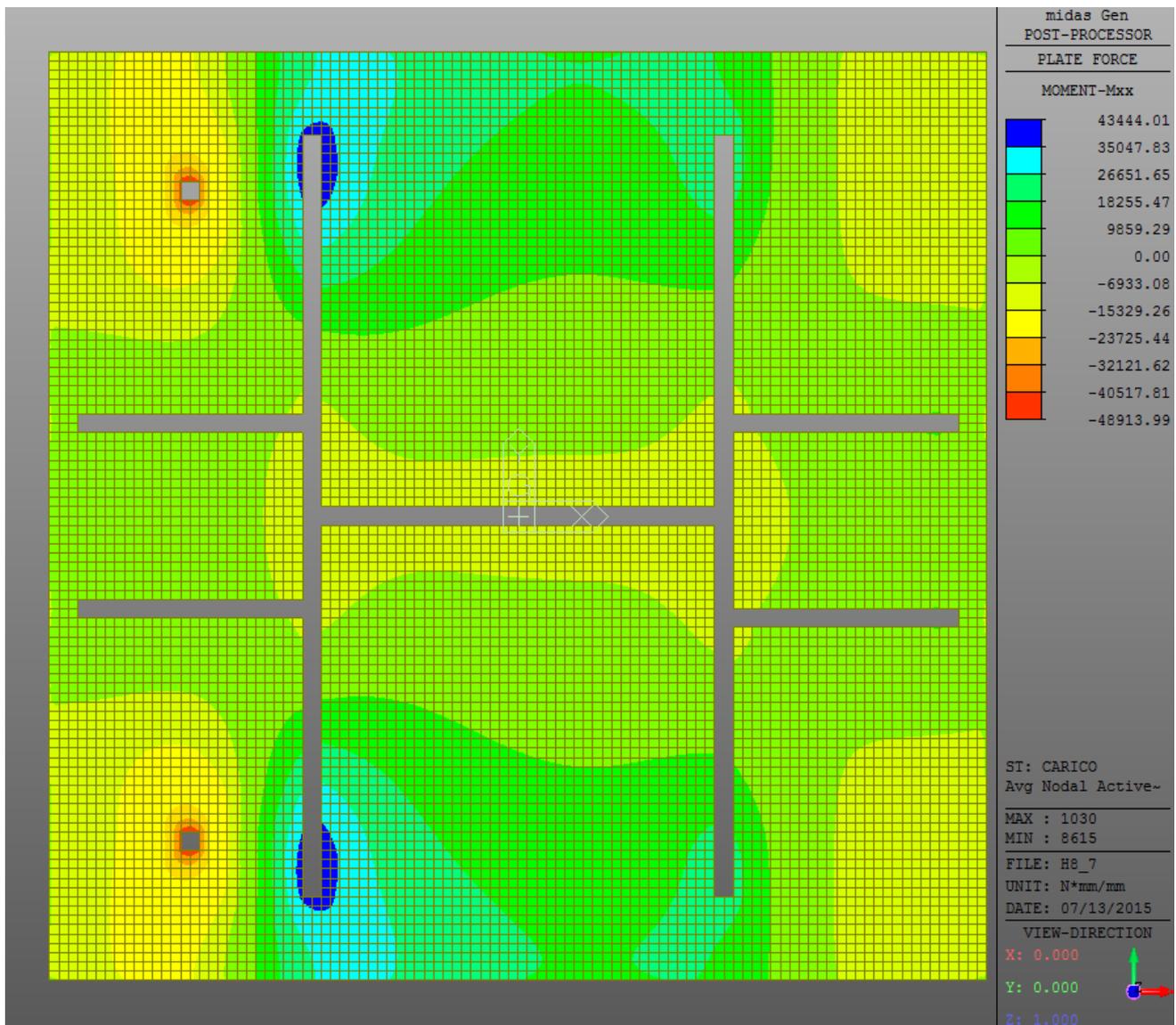
Tensioni di calcolo - SLE

$\sigma_c =$	7.61 MPa	Tensione di compressione sul cls	$\leq f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$
$\sigma_s =$	265 MPa	Tensione di trazione nel tirafondo	
$N_{sd,SLE} =$	121.64 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE	

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.9.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = -489138 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$S_{piastra} = 40 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 40^2 / 6 = 266.66 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 94664 \text{ Nmm/mm}$$

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.516$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

SEZIONE VERIFICATA

6.9.6. Verifica Tirafondo

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	179.93 kN	Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
$N_{d,0} =$	205.63 kN	Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	9.98 kN	Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
$N_{sd,SLU} =$	182.68 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.79 ≤ 1	Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	164.51 kN	Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
$N_{sd,SLE} =$	121.64 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	554 mm	Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
$L_{adE-clis} =$	238 mm	Lunghezza di ancoraggio emaco-clis
$L_{tirafondo} =$	560 mm	Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 600mm.

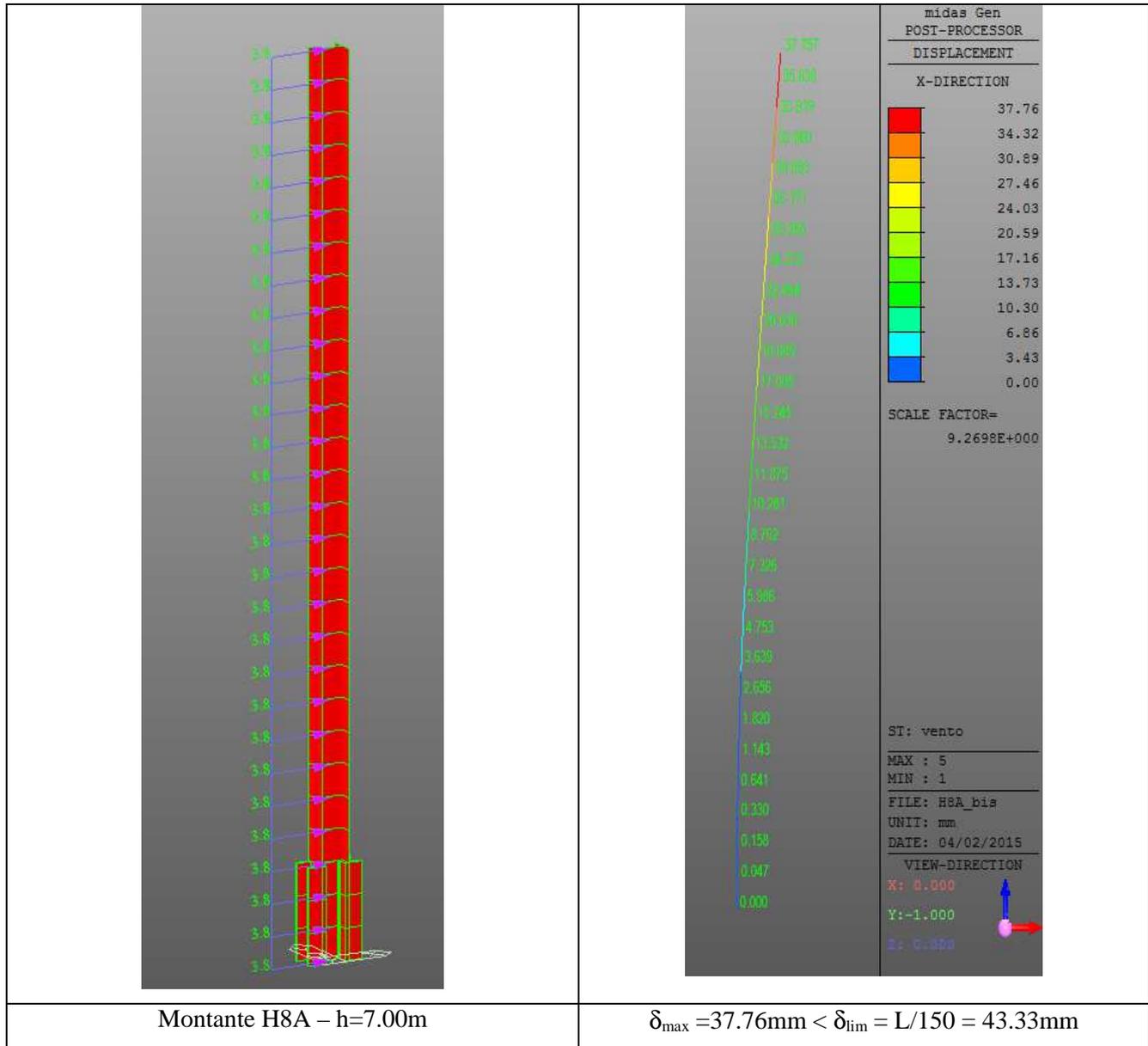
6.9.7. Verifica a fatica montante

Verifica a fatica montante - Hb=7.00m			
$h_b =$	7.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 M
$h_{costole} =$	1.00 m	Altezza costole	$s =$ 25 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s_1 =$ 40 mm Spessore piastra di base
$i =$	2.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	9.80 KNm	$M_{fat} =$	7.20 KNm
$W =$	1404870 mm ³	$W =$	967400 mm ³
$\Delta\sigma_{max} =$	13.95 MPa	$\Delta\sigma_{max} =$	14.89 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa	$\Delta\sigma_A =$	71 MPa
$k_s =$	0.89	$k_s =$	1.00
$\Delta\sigma_D =$	41.28 MPa	$\Delta\sigma_D =$	52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	33.03 MPa	$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	2.80 KNm	$T_{max} =$	2.40 KNm
$S =$	1180000 mm ³	$S =$	568000 mm ³
$J =$	323120000 mm ⁴	$J =$	106400000 mm ⁴
$s =$	15 mm	$s =$	15 mm
$\Delta\tau_{max} =$	1.36 MPa	$\Delta\tau_{max} =$	1.71 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa	$\Delta\tau_C =$	71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa	$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa	$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.9.8. *Verifica a fatica tirafondo*

Verifica a fatica tirafondo per montante H=7.00m		
$h_b =$	7.00 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	2.00 m	interasse montanti
$\phi =$	27 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	459 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	9.80 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	27.92 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.9.9. Verifica di deformabilità



6.9.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento		
$V_{\text{lim}} =$	<input type="text" value="157.93"/> kN	Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$
$V_{\text{sd, SLE}} =$	<input type="text" value="26.60"/> kN	Taglio alla base condizioni di esercizio
$V_{\text{sd}} / V_{\text{lim}} =$	<input type="text" value="0.17"/> ≤ 1	Verifica a scorrimento

6.9.11. *Verifica a fuoco del montante*

Verifica di resistenza montante - Hb=7.00m

Acciaio	S355			
h_b =	7.00	m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 M
$h_{costole}$ =	1.00	m	Altezza costole	
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale	
γ_{Qi} =	1.00			
i =	2.00	m	interasse montanti	

Verifiche a fuoco sezione di base

M_{sd} =	73.50	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	2359000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	837.45	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.07		
θ_c =	771	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

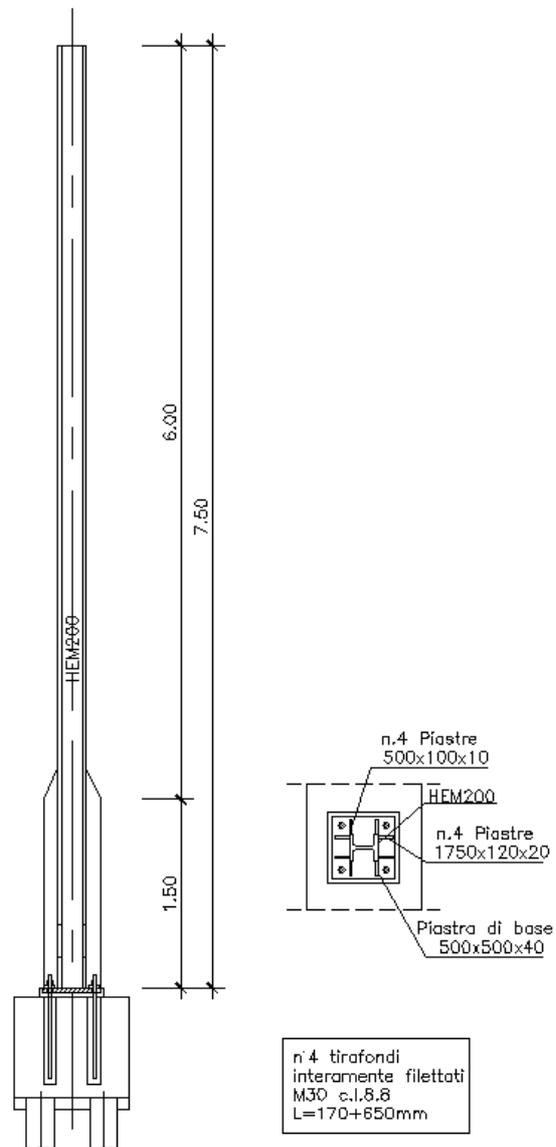
 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

Verifiche a fuoco fine costola

M_{sd} =	54.00	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	1135000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	402.93	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.11		
θ_c =	713	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

6.10. MONTANTE TIPO H9A



6.10.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el.y} mm ³ x10 ³	W _{pl.y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	203.3	32312.0	1404.9	2359.0
Sezione fine costola	131.3	10640.0	967.4	1135.0

6.10.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	7.50	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	2.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 200 M		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M30		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	30	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	561	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	160.31	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	42.75	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	19.50		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	106.88	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	28.50	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	19.50		Sforzo di compressione alla base

6.10.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=7.50m			
Acciaio	S355		
h_b =	7.50	m	Altezza barriera
$h_{costole}$ =	1.50	m	Altezza costole
p =	1.90	kN/m ²	Azione orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	2.00	m	interasse montanti
			PROFILO HE 200 M
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola	
M_{Sd} =	160.31	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{el} =	1404870	mm ³	Modulo di resistenza elastico
M_e =	498.73	KNm	
M_{Sd}	<	M_e	VERIFICATO
M_{Sd} =	102.60	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{el} =	967400	mm ³	Modulo di resistenza elastico
M_e =	343.43	KNm	
M_{Sd}	<	M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola	
V_{Sd} =	42.75	KN	
f_y =	355	Mpa	
A_T =	3300	mm ²	Area a taglio
V_e =	676.37	KN	
V_{Sd}	<	V_e	VERIFICATO
V_{Sd} =	34.20	KN	
f_y =	355	Mpa	
A_T =	3300	mm ²	Area a taglio
V_e =	676.37	KN	
V_{Sd}	<	V_e	VERIFICATO

6.10.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 7.5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	561	75	75
2	561	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} 160.31 kNm
 M_{ySd}

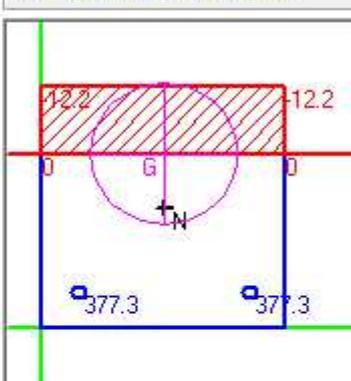
P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 E_{su} ‰ E_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 E_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso



Combinazione SLS

Verifica C.A. S.L.U. - File: 7.5_SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	561	75	75
2	561	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} kNm
 M_{ySd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord. [mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ε_{su} % ε_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} % σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s %
 d mm
 x w/d
 δ

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_{c,max} = 8.13 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

Tensioni di calcolo - SLU

$$\sigma_c = 12.20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 377 \text{ MPa}$$

$$N_{sd,SLU} = 211.50 \text{ kN}$$

Tensione di compressione sul cls

Tensione di trazione nel tirafondo

Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

Tensioni di calcolo - SLE

$$\sigma_c = 8.13 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 251 \text{ MPa}$$

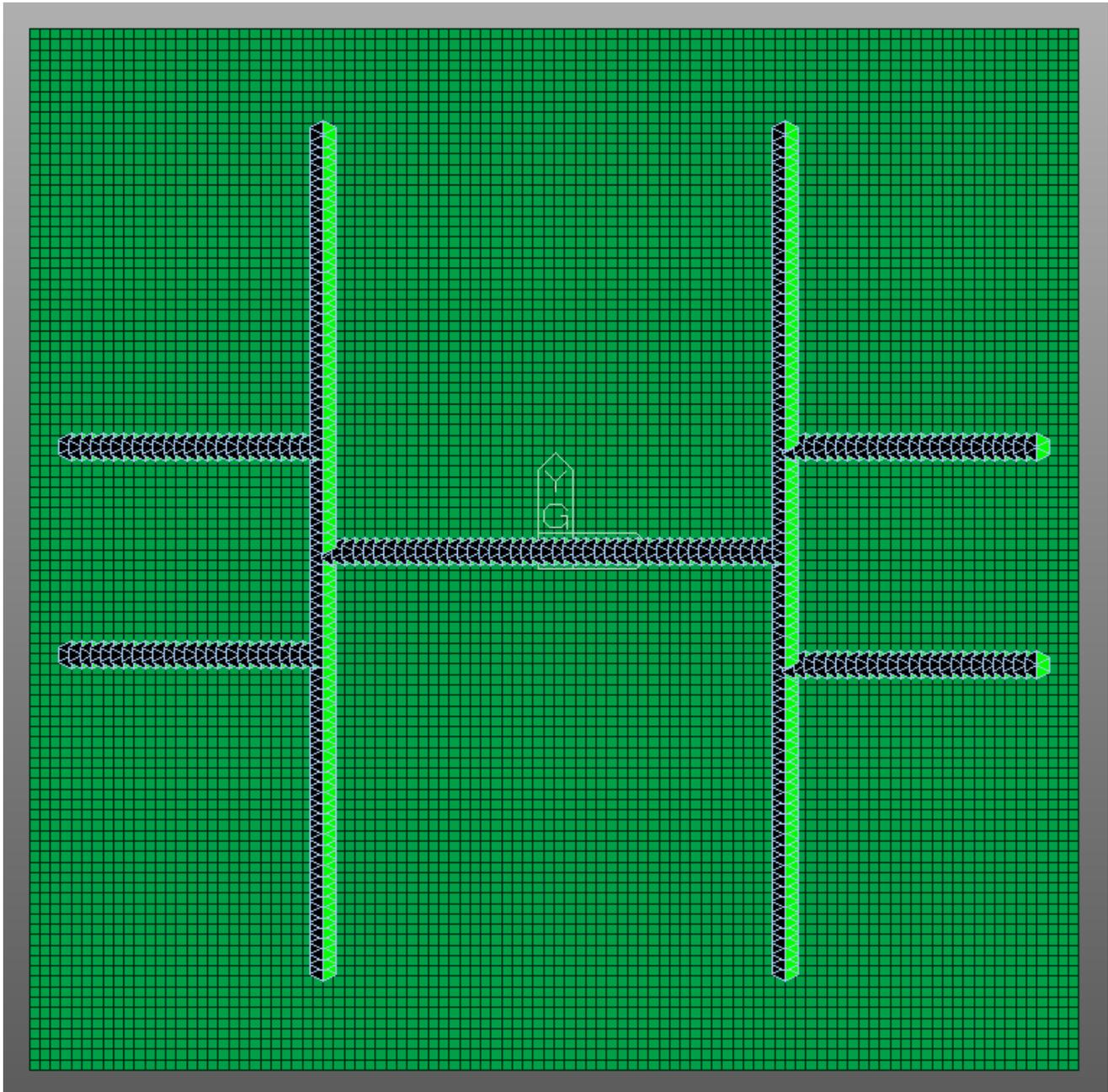
$$N_{sd,SLE} = 140.81 \text{ kN}$$

Tensione di compressione sul cls $\leq f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

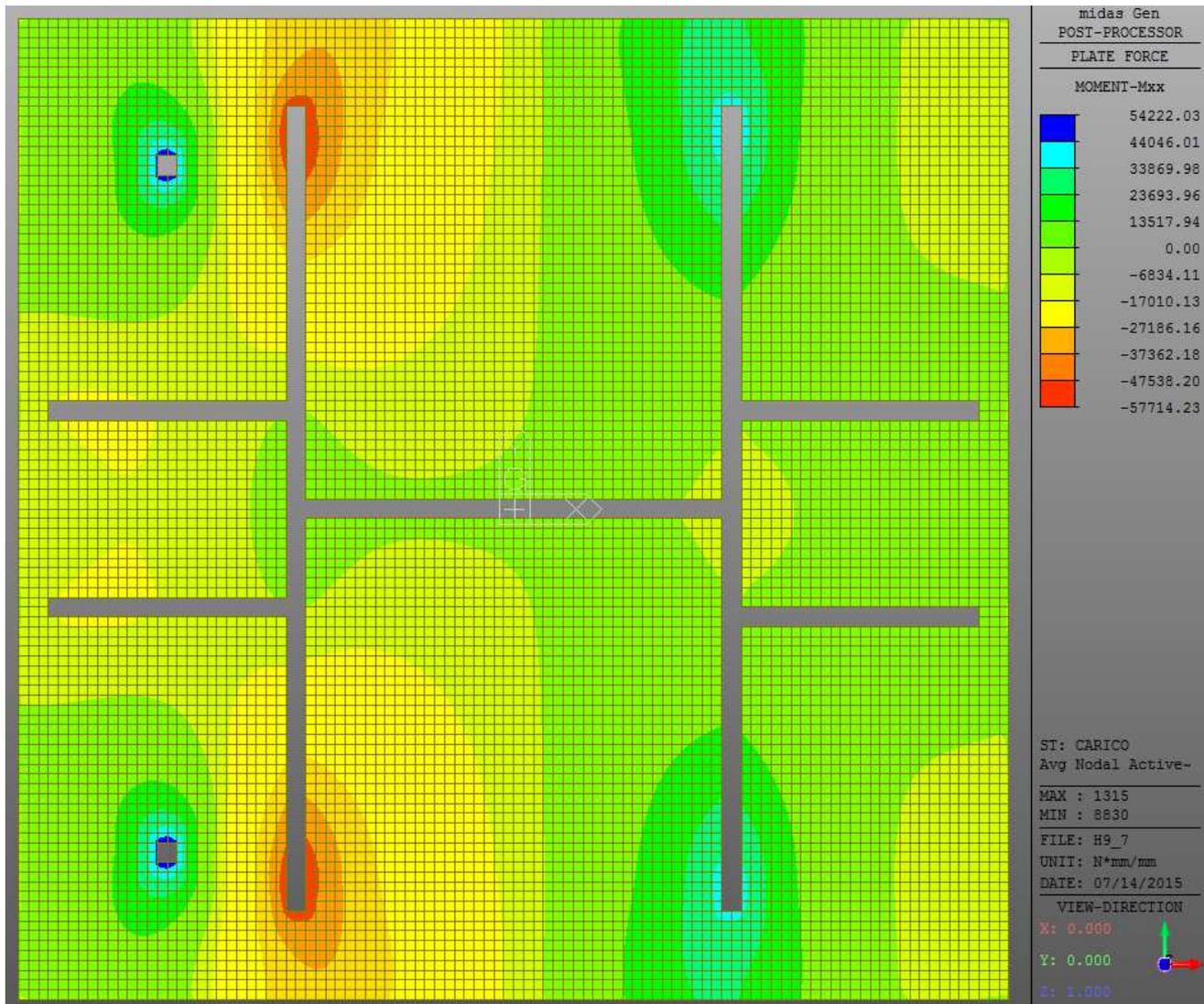
Tensione di trazione nel tirafondo

Sollecitazione di trazione di calcolo SLE

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.10.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = -57714 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$s_{piastra} = 40 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 40^2 / 6 = 266.66 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 94664 \text{ Nmm/mm}$$

$$F = M_{sd,SLU} / M_e = 0.610$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

SEZIONE VERIFICATA

6.10.6. *Verifica Tirafondo***Verifica resistenza tirafondo**

$$V_{d,0} = 219.91 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$

$$N_{d,0} = 251.33 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$

$$V_{sd,SLU} = 10.69 \text{ kN}$$

Sollecitazione di taglio di calcolo SLU

$$N_{sd,SLU} = 211.50 \text{ kN}$$

Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

$$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 = 0.71 \leq 1 \quad \text{Verifica a taglio-trazione}$$

Calcolo lunghezza di ancoraggio

$$N_s = 201.06 \text{ kN}$$

Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$

$$N_{sd,SLE} = 140.81 \text{ kN}$$

Sollecitazione di trazione di calcolo SLE

$$L_{adT-E} = 610 \text{ mm}$$

Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco

$$L_{adE-clS} = 291 \text{ mm}$$

Lunghezza di ancoraggio emaco-clS

$$L_{tirafondo} = 610 \text{ mm}$$

Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 650mm.

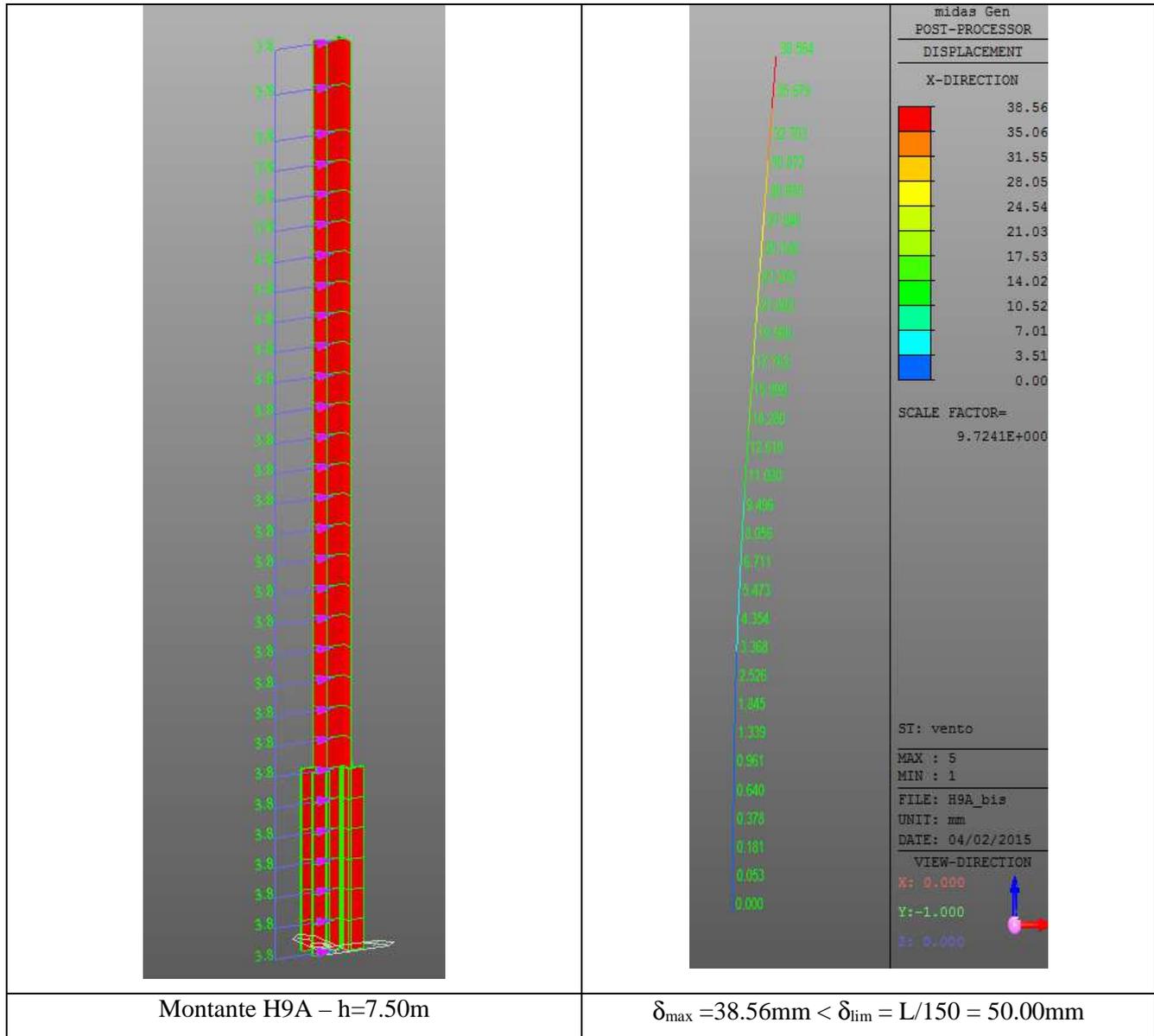
6.10.7. Verifica a fatica del montanti

Verifica a fatica montante - Hb=7.50m			
$h_b =$	7.50 m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 M
$h_{costole} =$	1.50 m	Altezza costole	$s =$ 25 mm Spessore ala montante
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	$s1 =$ 40 mm Spessore piastra di base
$i =$	2.00 m	interasse montanti	
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
$M_{fat} =$	11.25 KNm	$M_{fat} =$	7.20 KNm
$W =$	1404870 mm ³	$W =$	967400 mm ³
$\Delta\sigma_{max} =$	16.02 MPa	$\Delta\sigma_{max} =$	14.89 MPa
$\Delta\sigma_A =$	63 MPa	$\Delta\sigma_A =$	71 MPa
$k_s =$	0.89	$k_s =$	1.00
$\Delta\sigma_D =$	41.28 MPa	$\Delta\sigma_D =$	52.33 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	33.03 MPa	$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	41.86 MPa
$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\sigma_{max} < \Delta\sigma_D/\gamma_m$	VERIFICATO
$T_{max} =$	3.00 KNm	$T_{max} =$	2.40 KNm
$S =$	1180000 mm ³	$S =$	568000 mm ³
$J =$	323120000 mm ⁴	$J =$	106400000 mm ⁴
$s =$	15 mm	$s =$	15 mm
$\Delta\tau_{max} =$	1.46 MPa	$\Delta\tau_{max} =$	1.71 MPa
$\Delta\tau_A =$	71 MPa	$\Delta\tau_C =$	71 MPa
$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa	$\Delta\tau_D =$	32.45 MPa
$\gamma_m =$	1.25	$\gamma_m =$	1.25
$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa	$\Delta\tau_D/\gamma_m =$	25.96 MPa
$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO	$\Delta\tau_{max,d} < \Delta\tau_D/\gamma_m$	VERIFICATO

6.10.8. *Verifica a fatica tirafondi*

Verifica a fatica tirafondo per montante H=7.50m		
$h_b =$	7.50 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	2.00 m	interasse montanti
$\phi =$	30 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	561 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	11.25 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	26.47 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	50.00 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	36.85 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	29.48 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.10.9. Verifica di deformabilità



6.10.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento		
$V_{\text{lim}} =$	193.02 kN	Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_S / 1.25$
$V_{\text{sd, SLE}} =$	28.50 kN	Taglio alla base condizioni di esercizio
$V_{\text{sd}} / V_{\text{lim}} =$	0.15 ≤ 1	Verifica a scorrimento

6.10.11. *Verifica a fuoco montante*

Verifica di resistenza montante - Hb=7.50m

Acciaio	S355			
h_b =	7.50	m	Altezza barriera	PROFILO HE 200 M
$h_{costole}$ =	1.50	m	Altezza costole	
p =	1.50	kN/m ²	Azione orizzontale	
γ_{Qi} =	1.00			
i =	2.00	m	interasse montanti	

Verifiche a fuoco sezione di base

M_{Sd} =	84.38	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	2359000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	837.45	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.09		
θ_c =	752	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

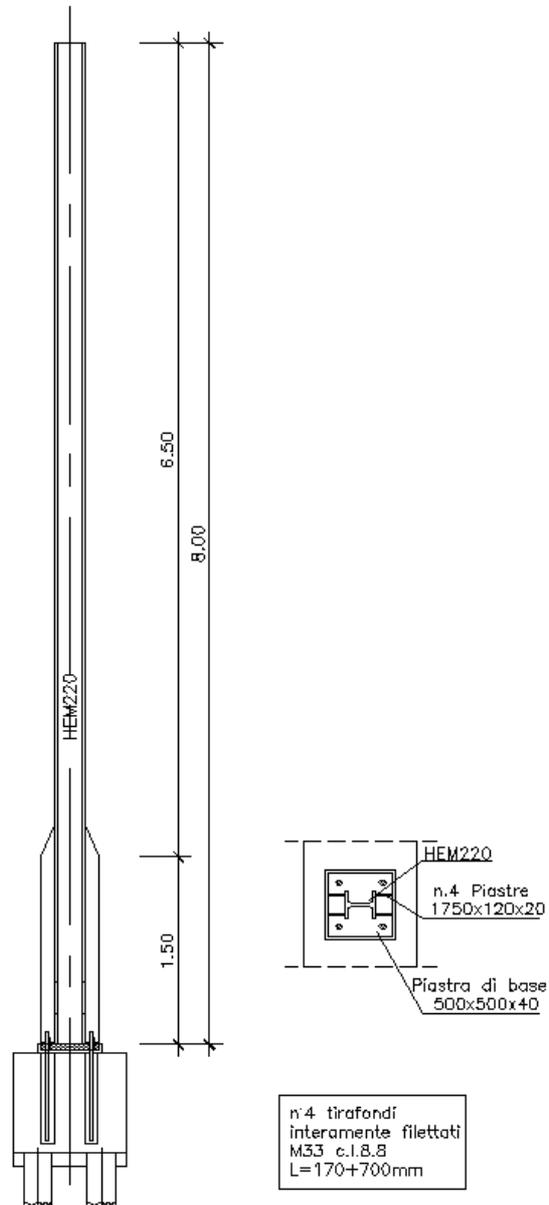
 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

Verifiche a fuoco fine costola

M_{Sd} =	54.00	KNm	
f_y =	355	Mpa	
W_{pl} =	1135000	mm ³	Modulo di resistenza plastico
M_u =	402.93	KNm	
$f_{y,e}/f_y$ =	0.11		
θ_c =	713	°C	Temperatura critica
θ_a =	680	°C	Temperatura acciaio dopo 30min

 $\theta_c > \theta_a$ VERIFICATO

6.11. MONTANTE TIPO H10



6.11.1. Caratteristiche meccaniche del montante

	A mm ² x10 ²	I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{el,y} mm ³ x10 ³	W _{pl,y} mm ³ x10 ³
Sezione di base	221.4	38792.0	1616.3	2715.0
Sezione fine costola	149.4	14600.0	1217.0	1419.0

6.11.2. *Dati di calcolo***Dati di calcolo**

H =	8.00	m	Altezza barriera
q =	1.90	kN/m ²	Carico orizzontale
γ_{Qi} =	1.50		
i =	2.00	m	Interasse montanti
PROFILO	HE 220 M		Profilo montante
f_y =	355	MPa	Tensione di snervamento acciaio
n° =	4		Numero tirafodi
Acciaio	classe 8.8		
Filettatura	M33		
f_{tb} =	800	MPa	Tensione di rottura tirafondo
$f_{k,N}$ =	560	MPa	Tensione caratteristica di snervamento tirafondo
ϕ =	33	mm	Diametro tirafondo
A_{res} =	694	mm ²	Area resistente tirafondo
D =	100	mm	Diametro guaina
b =	500	mm	Base piastra
H =	500	mm	Altezza piastra
d =	75	mm	Distanza tirafondi-bordo piastra
s =	30	mm	Spessore piastra
Rck	40	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
f_{ck} =	33.20	Mpa	f_{ck} calcestruzzo fondazione
τ_{ad} =	2.20	Mpa	Tensione di aderenza cls
Rck _{emaco}	70	Mpa	Rck calcestruzzo fondazione
$\tau_{ad,emaco}$ =	3.50	Mpa	Tensione di aderenza emaco

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLU

M =	182.40	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	45.60	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	20.00		Sforzo di compressione alla base

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO - SLE

M =	121.60	kNm	Momento di calcolo alla base
V =	30.40	kN	Taglio di calcolo alla base
N =	20.00		Sforzo di compressione alla base

6.11.3. Verifica di resistenza montante

Verifica di resistenza montante - Hb=8.00m					
Acciaio	S355				
h_b =	8.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 M		
$h_{costole}$ =	1.50 m	Altezza costole			
p =	1.90 kN/m ²	Azione orizzontale			
γ_{Qi} =	1.50				
i =	2.00 m	interasse montanti			
Verifiche a flessione retta sezione di base		Verifiche a flessione retta fine costola			
M_{sd} =	182.40 KNm	M_{sd} =	120.41 KNm		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
W_{el} =	1616333 mm ³	W_{el} =	1217000 mm ³		
M_e =	573.80 KNm	M_e =	432.04 KNm		
M_{sd}	< M_e	VERIFICATO	M_{sd}	< M_e	VERIFICATO
Verifiche a taglio sezione di base		Verifiche a taglio fine costola			
V_{sd} =	45.60 KN	V_{sd} =	37.05 KN		
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa		
A_T =	3720 mm ²	A_T =	3720 mm ²		
V_e =	762.45 KN	V_e =	762.45 KN		
V_{sd}	< V_e	VERIFICATO	V_{sd}	< V_e	VERIFICATO

6.11.4. Verifica a compressione del cls

Combinazione SLU

Verifica C.A. S.L.U. - File: 8

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

TITOLO :

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm ²]	x [mm]	y [mm]
1	649	75	75
2	649	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} kNm
 M_{ySd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

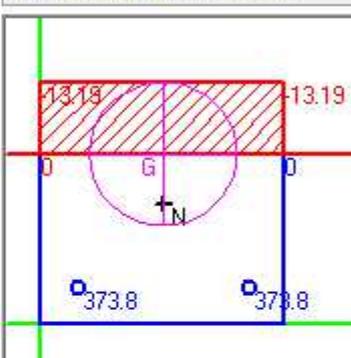
Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{cu} ‰
 f_{yd} N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} τ_{cl}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso



Combinazione SLS

Verifica C.A. S.L.U. - File: 8.0_SLE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. ?

TITOLO : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [mm]	y [mm]
1	0	0
2	500	0
3	500	500
4	0	500

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	649	75	75
2	649	425	75

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Sd} kN
 M_{xSd} kNm
 M_{ySd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 Classe 8.8 C32/40
 ε_{su} ‰ ε_{cu}
 f_{yd} N/mm² f_{cd}
 E_s N/mm² α ?
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d mm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

$$\sigma_{c,max} = 8.79 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$$

SEZIONE VERIFICATA

Tensioni di calcolo nel tirafondo e nel cls di base

Tensioni di calcolo - SLU

$$\sigma_c = 13.19 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 374 \text{ MPa}$$

$$N_{sd,SLU} = 259.42 \text{ kN}$$

Tensione di compressione sul cls

Tensione di trazione nel tirafondo

Sollecitazione di trazione di calcolo SLU

Tensioni di calcolo - SLE

$$\sigma_c = 8.79 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 249 \text{ MPa}$$

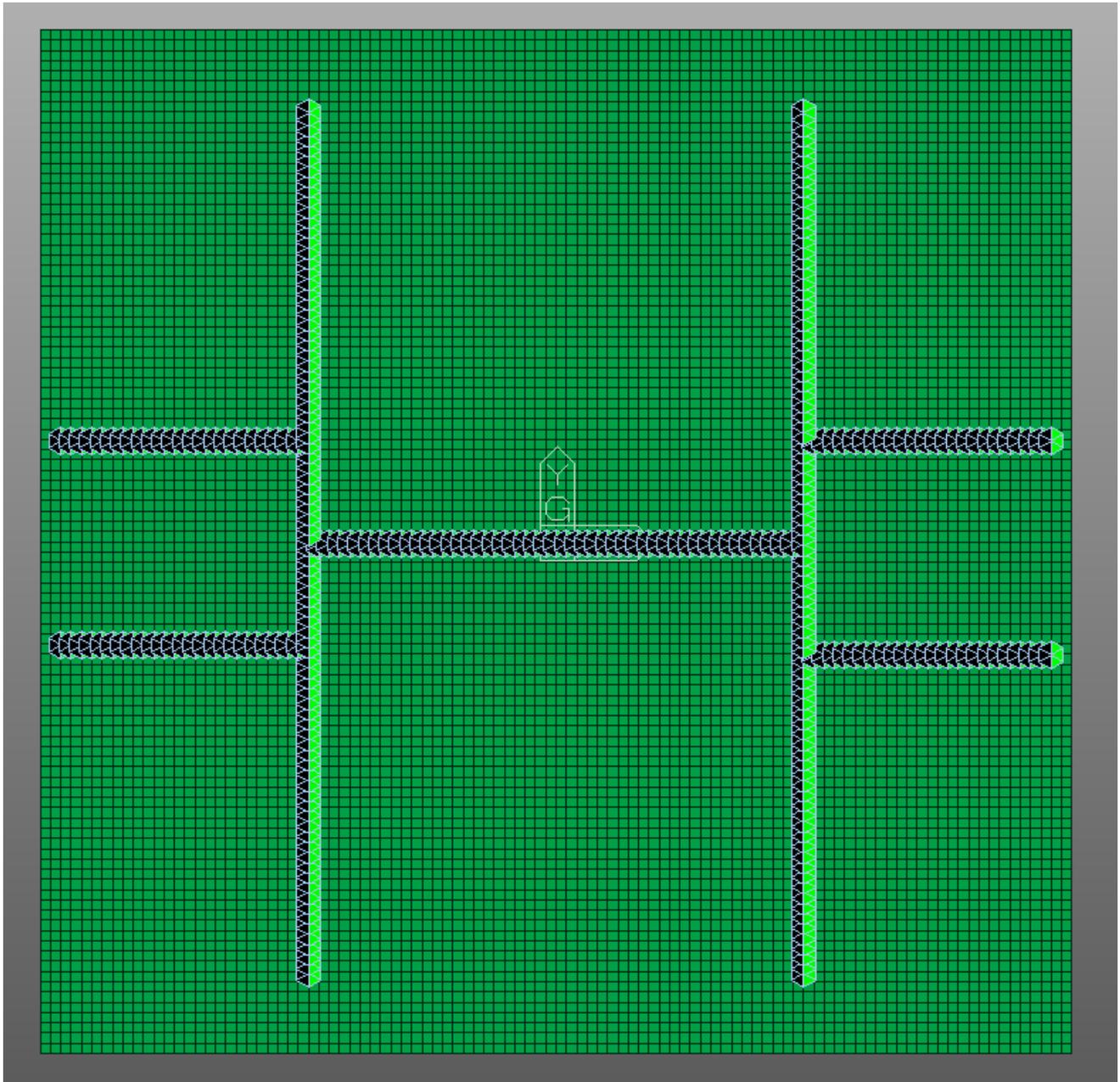
$$N_{sd,SLE} = 172.81 \text{ kN}$$

Tensione di compressione sul cls $\leq f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$

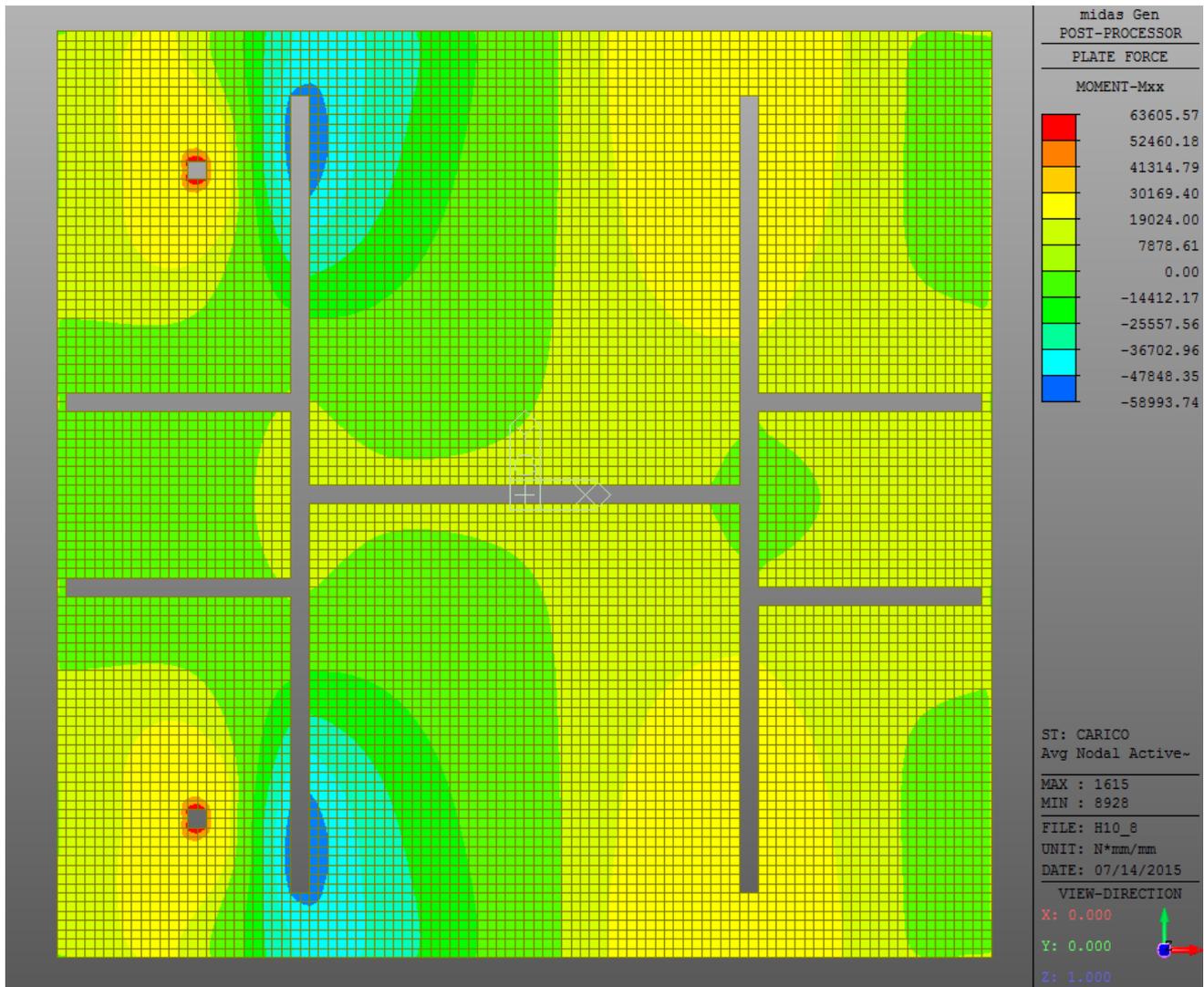
Tensione di trazione nel tirafondo

Sollecitazione di trazione di calcolo SLE

Tabella riassuntiva tensioni di calcolo

6.11.5. *Verifica di resistenza della piastra di base*

Modello FEM piastra



Momento flettente SLU piastra

$$M_{Ed,SLU} = 63605 \text{ Nmm/mm}$$

$$f_{y,piastra} = 355 \text{ MPa}$$

$$s_{piastra} = 40 \text{ mm}$$

$$W_{el,piastra} = 1 \cdot 40^2 / 6 = 266.66 \text{ mm}^3$$

$$M_e = f_y \cdot W_{el} = 94664 \text{ Nmm/mm}$$

$$F = M_{Sd,SLU} / M_e = 0.672$$

valore di calcolo della componente flettente dell'azione

tensione di snervamento del materiale

spessore piastra

modulo di resistenza elastico della piastra = $b \cdot s^2 / 6$

resistenza di calcolo a flessione retta della piastra

SEZIONE VERIFICATA

6.11.6. Verifica Tirafondo

Verifica resistenza tirafondo		
$V_{d,0} =$	272.05 kN	Resistenza di calcolo a taglio = $0.7 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$
$N_{d,0} =$	310.91 kN	Resistenza di calcolo a trazione = $f_{k,N} \cdot A_{res} / \gamma_N$
$V_{sd,SLU} =$	11.40 kN	Sollecitazione di taglio di calcolo SLU
$N_{sd,SLU} =$	259.42 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLU
$(V_{d,0}/V_{sd})^2 + (N_{d,0}/N_{sd})^2 =$	0.70	≤ 1 Verifica a taglio-trazione
Calcolo lunghezza di ancoraggio		
$N_s =$	248.73 kN	Forza di serraggio = $0.80 \cdot (0.8 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res})$
$N_{sd,SLE} =$	172.81 kN	Sollecitazione di trazione di calcolo SLE
$L_{adT-E} =$	686 mm	Lunghezza di ancoraggio tirafondo-emaco
$L_{adE-clis} =$	360 mm	Lunghezza di ancoraggio emaco-clis
$L_{tirafondo} =$	690 mm	Lunghezza minima di ancoraggio tirafondo

La lunghezza di ancoraggio prevista in progetto è pari a 700mm.

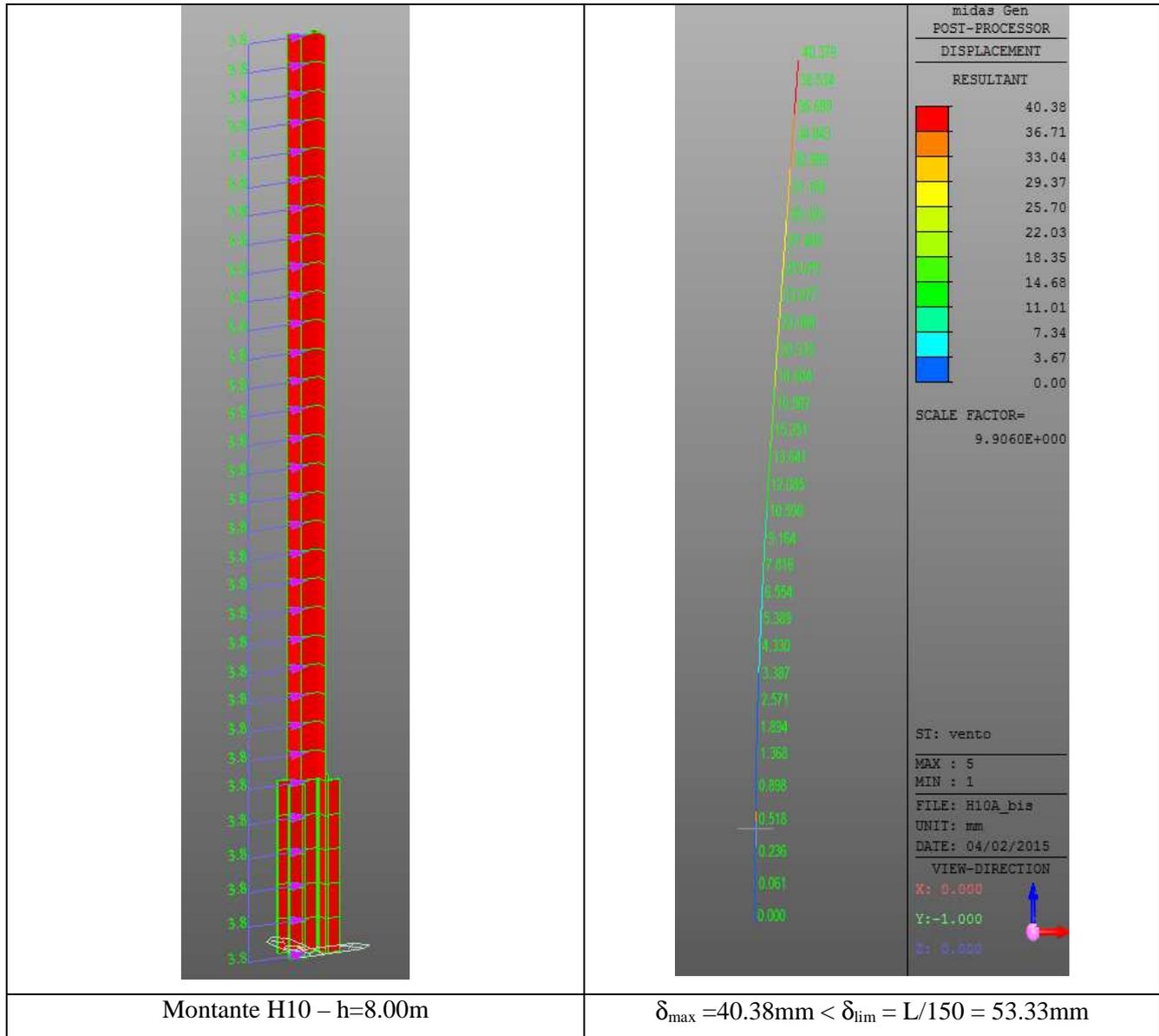
6.11.7. Verifica a fatica montante

Verifica a fatica montante - Hb=8.00m			
h _b =	8.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 M
h _{costole} =	1.50 m	Altezza costole	s = 26 mm
p _a =	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico	s1 = 40 mm
i=	2.00 m	interasse montanti	Spessore ala montante
			Spessore piastra di base
Verifiche a fatica sezione di base		Verifiche a fatica fine costola	
M _{fat} =	12.80 KNm	M _{fat} =	8.45 KNm
W=	1616333 mm ³	W=	1217000 mm ³
Δσ _{max} =	15.84 MPa	Δσ _{max} =	13.89 MPa
Δσ _A =	62 MPa	Δσ _A =	71 MPa
k _s =	0.89	k _s =	0.99
Δσ _D =	40.88 MPa	Δσ _D =	51.82 MPa
γ _m =	1.25	γ _m =	1.25
Δσ _D /γ _m =	32.70 MPa	Δσ _D /γ _m =	41.45 MPa
Δσ _{max}	<	Δσ _D /γ _m	VERIFICATO
T _{max} =	3.20 KNm	T _{max} =	2.60 KNm
S=	1358000 mm ³	S=	710000 mm ³
J=	387920000 mm ⁴	J=	146000000 mm ⁴
s=	16 mm	s=	16 mm
Δτ _{max} =	1.45 MPa	Δτ _{max} =	1.63 MPa
Δτ _A =	71 MPa	Δτ _C =	71 MPa
Δτ _D =	32.45 MPa	Δτ _D =	32.45 MPa
γ _m =	1.25	γ _m =	1.25
Δτ _D /γ _m =	25.96 MPa	Δτ _D /γ _m =	25.96 MPa
Δτ _{max,d}	<	Δτ _D /γ _m	VERIFICATO

6.11.8. Verifica a fatica tirafondi

Verifica a fatica tirafondo per montante H=8.00m		
$h_b =$	8.00 m	Altezza barriera
$p_a =$	0.20 kN/m ²	Carico aerodinamico
$i =$	2.00 m	interasse montanti
$\phi =$	33 mm	Diametro tirafondo
$A_{res} =$	694 mm ²	Area resistente tirafondo
$h =$	425 mm	Altezza utile
$M_{fat} =$	12.80 kN/m	
$\Delta\sigma_{fat} =$	24.61 MPa	
$\Delta\sigma_A =$	48.82 MPa	
$\gamma_m =$	1.25	
$\Delta\sigma_D =$	35.98 MPa	
$\Delta\sigma_D/\gamma_m =$	28.79 MPa	
$\Delta\sigma_{fat} < \Delta\sigma_D$		

6.11.9. Verifica di deformabilità



6.11.10. Verifica scorrimento piastra-malta

Verifica a scorrimento

$$V_{\text{lim}} = 238.78 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo allo scorrimento = $nb \cdot 0.3 \cdot N_{\text{S}} / 1.25$

$$V_{\text{sd, SLE}} = 30.40 \text{ kN}$$

Taglio alla base condizioni di esercizio

$$V_{\text{sd}} / V_{\text{lim}} = 0.13 \leq 1$$

Verifica a scorrimento

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-00-D-CV-CL-BAVC-00-008-C00 Foglio 154 di 154

6.11.11. Verifica a fuoco del montante

Verifica di resistenza montante - Hb=8.00m							
Acciaio	S355						
h_b =	8.00 m	Altezza barriera	PROFILO HE 220 M				
$h_{costole}$ =	1.50 m	Altezza costole					
p =	1.50 kN/m ²	Azione orizzontale					
γ_{Qi} =	1.00						
i =	2.00 m	interasse montanti					
Verifiche a fuoco sezione di base		Verifiche a fuoco fine costola					
M_{sd} =	96.00 KNm	M_{sd} =	63.38 KNm				
f_y =	355 Mpa	f_y =	355 Mpa				
W_{pl} =	2715000 mm ³	Modulo di resistenza plastico	W_{pl} =	1419000 mm ³	Modulo di resistenza plastico		
M_u =	963.83 KNm		M_u =	503.75 KNm			
$f_{y,e}/f_y$ =	0.08		$f_{y,e}/f_y$ =	0.11			
θ_c =	754 °C	Temperatura critica	θ_c =	721 °C	Temperatura critica		
θ_a =	680 °C	Temperatura acciaio dopo 30min	θ_a =	680 °C	Temperatura acciaio dopo 30min		
θ_c	>	θ_a	VERIFICATO	θ_c	>	θ_a	VERIFICATO