

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84H17000930009

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA
TRATTA PIADENA – MANTOVA**

VI01_Ponte sul Canale Dugale Tagliata

Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast Lc=68,25m doppio binario:

Relazione di calcolo

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

NM25 03 D 09 CL VI0109 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Emissione esecutiva	M. Lozza <i>[Signature]</i>	Apr. 2020	F. Bonifacio <i>[Signature]</i>	Apr. 2020	M. Berlingieri <i>[Signature]</i>	Apr. 2020	Dott. Ing. Angelo Vitozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20788 HALFERR S.p.A. Direzione Opere Civili e Gestione delle varianti 20

File: NM2503D09CLVI0109001A

n. Elab.:

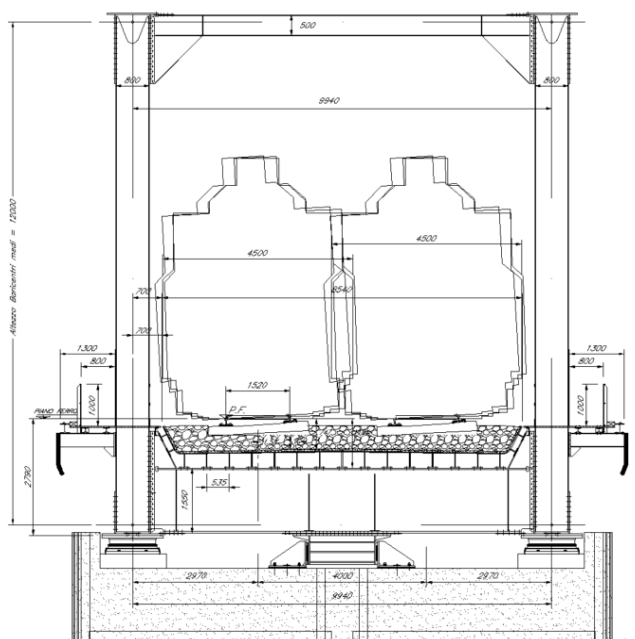
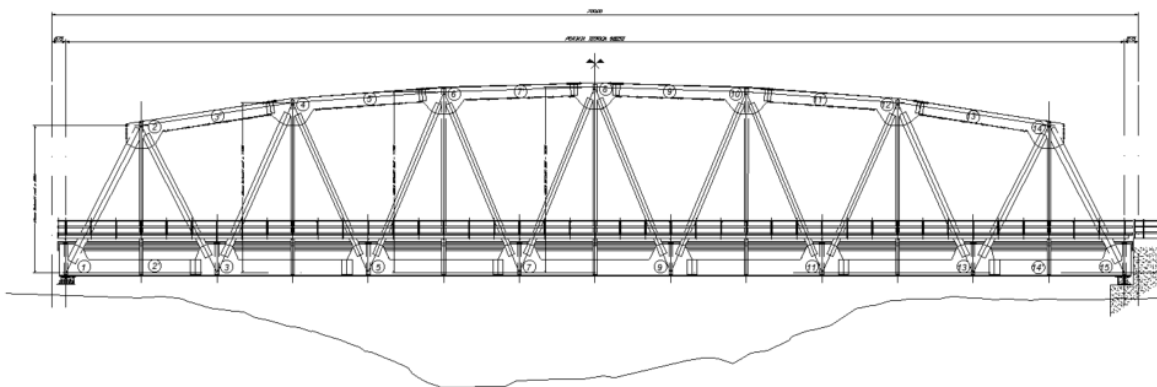
INDICE


1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	MATERIALI IMPIEGATI	7
4	MODELLO DI CALCOLO	8
5	ANALISI DEI CARICHI UNITARI	9
5.1	CARICHI PERMANENTI	9
5.1.1	Peso proprio	9
5.1.2	Carichi permanenti portati	9
5.2	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI	9
5.2.1	Treni di carico	9
5.2.2	Azioni orizzontali	12
5.3	AZIONI CLIMATICHE	16
5.3.1	Variazione termica	16
5.3.2	Azione della neve	17
5.3.3	Azione del vento	17
5.4	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI	19
5.5	AZIONI ECCEZIONALI	19
5.6	AZIONI SISMICHE	20
5.7	COMBINAZIONI DI CARICO	22
6	SEZIONI ELEMENTI IMPALCATO	24
7	VERIFICHE SLU E FATICA	33
7.1	PIASTRA CON NERVATURE LONGITUDINALI	33
7.1.1	Verifiche di resistenza - SLU	33
7.1.2	Verifiche a fatica	35
7.2	TRAVERSI	38
7.2.1	Verifiche di resistenza – SLU (metodo elastico)	38
7.2.2	Verifiche a fatica	44
7.3	TRAVI PRINCIPALI E CONTROVENTI	46
7.3.1	Verifiche di resistenza e di instabilità delle travi principali	46

7.3.2	Verifiche a fatica.....	54
8	ANALISI MODALE.....	56
8.1	VERIFICA DELLA PRIMA FREQUENZA FLESSIONALE.....	57
9	VERIFICHE SLE.....	58
9.1	VERIFICA INFLESSIONE NEL PIANO VERTICALE DELL'IMPALCATO	58
9.2	VERIFICA INFLESSIONE NEL PIANO ORIZZONTALE DELL'IMPALCATO.....	59
9.3	VERIFICA DELLO SGHEMBO	60
10	REAZIONI VINCOLARI	61
11	APPENDICE.....	69
11.1	VALIDAZIONE MODELLO	69
12	IPOSTESI DI VARO CON AVAMBECCO.....	71

1 PREMESSA

Si riportano di seguito le principali verifiche statiche per la travata in carpenteria metallica a via inferiore a maglie triangolari chiuse superiormente. Oggetto della presente relazione è il calcolo dell'impalcato a doppio binario in carpenteria metallica di portata teorica pari a 68.25 m (interasse spalle 70 m) costituita da 14 scomparti lunghi 4.875 m, con altezza baricentrica variabile tra 9.5 m e 12 m in mezzeria, interasse delle pareti di 9.94 m ed ampiezza della cassetta pari a 800 mm. L'impalcato è costituito da una vasca portaballast metallica con nervature saldate a T e da traversi in composizione saldata di altezza pari a 1.550 m. Le nervature saranno vincolate all'estradosso dei traversi tramite bullonature. Tutte le giunzioni in opera fra i vari elementi strutturali sono previste con bulloni A.R. di classe 8.8 lavoranti a taglio.




	RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA TRATTA PIADENA – MANTOVA					
<i>VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast</i> <i>L_e=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM25	LOTTO 03	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI01 09 001	REV.. A	FOGLIO 5 di 71

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è redatto secondo i metodi classici della scienza delle costruzioni e nel rispetto della seguente normativa:

- **NTC 2018** – D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018.
- **Circolare del 21.01.2019 n.7**: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17.01.2018.
- **RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21/12/2018**: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- **RFI DTC SI PS SP IFS 002 C del 21/12/2018**: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 12 – Ponti, Viadotti, Sottovia e Cavalcavia
- **STI 2014 - REGOLAMENTO (UE) n. 1299/2014** della commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea (aggiornato a Maggio 2019)
- **UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1** – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- **UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2** – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- **UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2** – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- **UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3** – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- **UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3** – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- **UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8** – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;

	RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA TRATTA PIADENA – MANTOVA					
<i>VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast</i> <i>L_e=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM25	LOTTO 03	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI01 09 001	REV.. A	FOGLIO 6 di 71

- *UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8* – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2:

Ponti;

Tutti gli elementi lavorati dovranno essere controllati ed accettati in accordo al capitolato generale tecnico delle opere civili di RFI e alla UNI EN 1090-2 (classe di esecuzione exc3 eccetto camminamenti e grigliati per i quali, come previsto sull'appendice b, si può utilizzare la classe di esecuzione exc2).

3 MATERIALI IMPIEGATI

ACCLIAIO

Acciaio secondo EN 10025, NTC 2018 e Capitolato RFI

- lamiere e profili per elementi saldati S355J2
- lamiere e profili per elementi non saldati S355J0

PIOLI

ACCIAIO S 235 JR+ C450 ST37/3K $f_y \geq 350$ N/mm²

$f_m \geq 450$ N/mm² EN 13918

BULLONI:

- Viti classe 8.8 UNI EN ISO 898-1, UNI EN 14399-4
- Dadi classe 8 UNI EN 20898-2, UNI EN 14399-4
- Rosette Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6
- Piastrine Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6

GIOCO FORO BULLONE – STRUTTURE PRINCIPALI:

- 0.3 mm (compresa tolleranza della vite)

GIOCO FORO BULLONE – GRIGLIATI E STRUTTURE PROVVISORIE

- BULLONE FINO A M20 +1 mm (compresa tolleranza della vite)
- BULLONE OLTRE A M20 +1,5 mm (compresa tolleranza della vite)

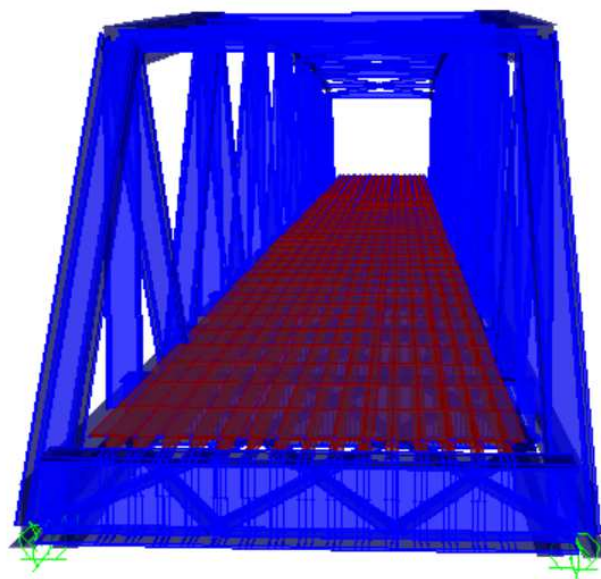
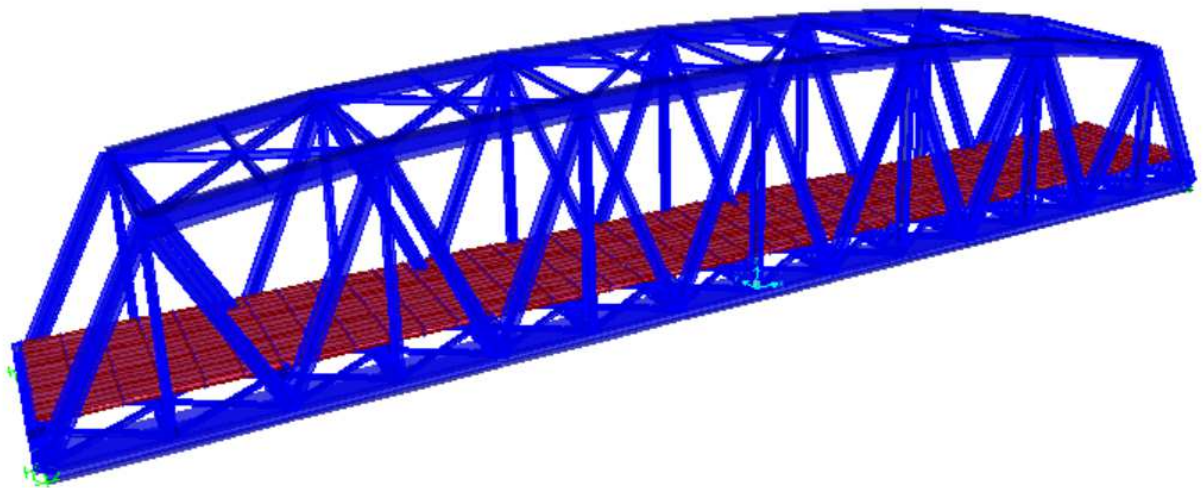
SALDATURE:

Secondo: "CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO DELLE OPERE CIVILI" di RFI, (PARTE II – SEZIONE 12 PONTI, VIADOTTI, SOTTOVIA E CAVALCAVIA).

4 MODELLO DI CALCOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni e per l'analisi strutturale sono stati realizzati dei modelli agli elementi finiti con il programma di calcolo SAP2000. L'analisi statica effettuata è di tipo elastico lineare e le verifiche sono state effettuate agli stati limite in conformità alle Normative Vigenti.

Di seguito viene rappresentato il modello tridimensionale con il quale sono stati valutati gli effetti globali in termini di resistenza, di deformazione e di stabilità.



5 ANALISI DEI CARICHI UNITARI

Le verifiche dell'opera vengono effettuate in base ai seguenti carichi unitari.

5.1 CARICHI PERMANENTI

5.1.1 *Peso proprio*

$L=70$ m (P.T.=68.25 m)

Peso totale travata = **10034 KN** (143 KN/m, valore stimato da modello già amplificato del 25%, per tenere in conto piatti, saldature, bullonature).

5.1.2 *Carichi permanenti portati*

Ballast+Armamento+imperme. = $8.1 \text{ m} \cdot 0.8 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = \mathbf{130 \text{ kN/m}}$

Barriere antirumore = $2 \cdot 4 \text{ m} \cdot 4 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{32 \text{ kN/m}}$

Velette = $\mathbf{5 \text{ kN/m}}$

5.2 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

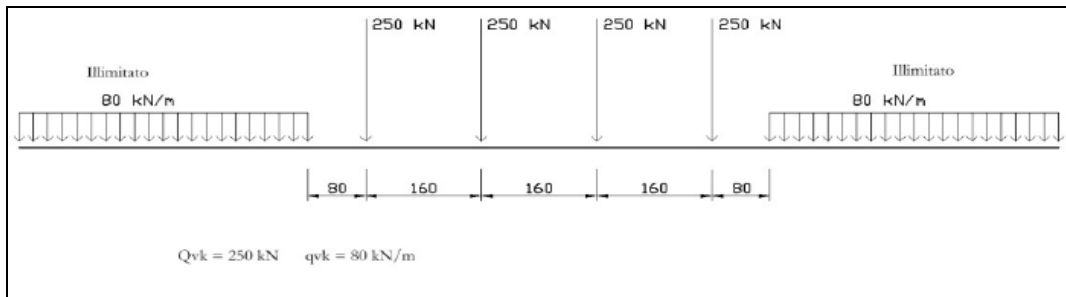
5.2.1 *Treni di carico*

I carichi verticali sono definiti attraverso dei modelli di carico; in particolare, sono forniti due treni di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale (LM 71) ed il secondo di quello pesante (SW2).

Traffico normale: Treno LM71

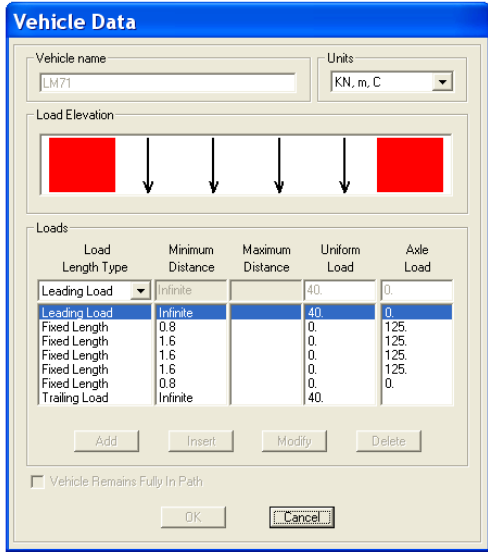
Questo treno di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale e risulta costituito da:

- quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.60 m;
- una stesa uniforme di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0.8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.



È stata considerata un'eccentricità di carico pari a 1/8 dello scartamento: $e = \frac{s}{8} = \frac{143.5}{8} = 8\text{ cm}$

Ogni longherina è stata caricata con la seguente azione verticale:



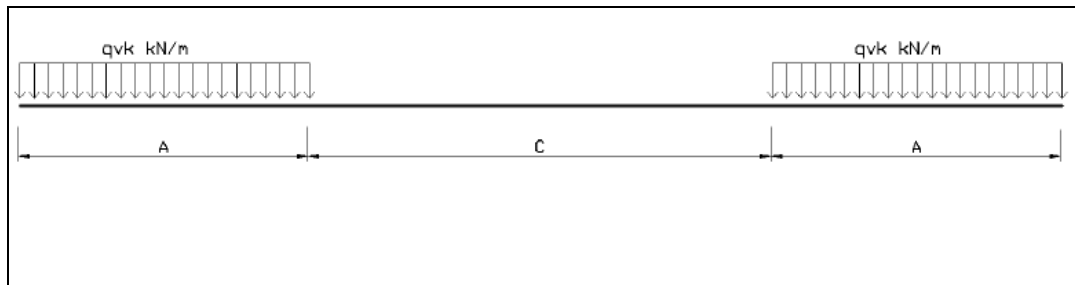
Load	Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Axle Load
Leading Load	Infinite			40.	0.
Leading Load	Infinite			40.	0.
Fixed Length	0.8			0.	125.
Fixed Length	1.6			0.	125.
Fixed Length	1.6			0.	125.
Fixed Length	0.8			0.	125.
Trailing Load	Infinite			40.	0.

I valori caratteristici dei carichi mobili (LM71) attribuiti ai modelli di carico sono stati moltiplicati per un coefficiente di adattamento $\alpha = 1.10$.

Traffico pesante treno SW/2

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Per tale modello di carico è stata considerata la seguente configurazione:

- due stese di carico di intensità 150 kN/m, lunghe 25.00 m distanziate da un lasco di 7.00 m.




Sulla singola rotaia risulta:

$$q_v = \frac{150}{2} = 75 \text{ kN/m}$$

Vehicle Data

Vehicle name: SW2 Units: KN, m, C

Load Elevation: 

Load Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Axle Load
Fixed Length	25		75	0
Fixed Length	25		75	0
Fixed Length	7		0	0
Fixed Length	25		75	0

Buttons: Add, Insert, Modify, Delete

Vehicle Remains Fully In Path

Buttons: OK, Cancel

Coefficienti dinamici

I coefficienti di incremento dinamico per linee con normale standard manutentivo sono stati determinati con la seguente equazione:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.73 \quad \text{con la limitazione} \quad 1 \leq \Phi_3 \leq 2$$

con la lunghezza L_Φ valutata secondo la Tabella 2.5.1.4.2.5.3.1.

COEFFICIENTI DI INCREMENTO DINAMICO		
	L _φ	Φ3
	m	-
Travi principali	68.25	1.00
Travi trasversali intermedie	19.88	1.24
Travi trasversali di estremità	3.6	2.00
Nervature longitudinali	14.63	1.33

Per la verifica a fatica invece, il coefficiente di incremento dinamico del sovraccarico teorico è stato valutato mediante la seguente formula, in accordo alla “Specifiche per la verifica a fatica dei ponti ferroviari”:

$$\Phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.82 \quad \text{con la limitazione} \quad 1 \leq \Phi_2 \leq 1.67$$

COEFFICIENTI DI INCREMENTO DINAMICO (FATICA)		
	L _φ	Φ2
	m	-
Travi principali	68.25	1.00
Travi trasversali intermedie	19.88	1.16
Travi trasversali di estremità	3.6	1.67
Nervature longitudinali	14.63	1.22

5.2.2 Azioni orizzontali

5.2.2.1 Serpeggio

Si assume una forza orizzontale di 100 kN applicata alla sommità delle rotaie.

5.2.2.2 Avviamento e frenatura

Avviamento:

$$Q_{nk} = 33 \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$$

Treno LM71 = 1000 KN

Treno SW2 = 1000 KN

Frenatura

Treno LM71 $Q_{bk} = 20 \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$

Treno SW2 $Q_{bk} = 35 \cdot L$

Treno LM71

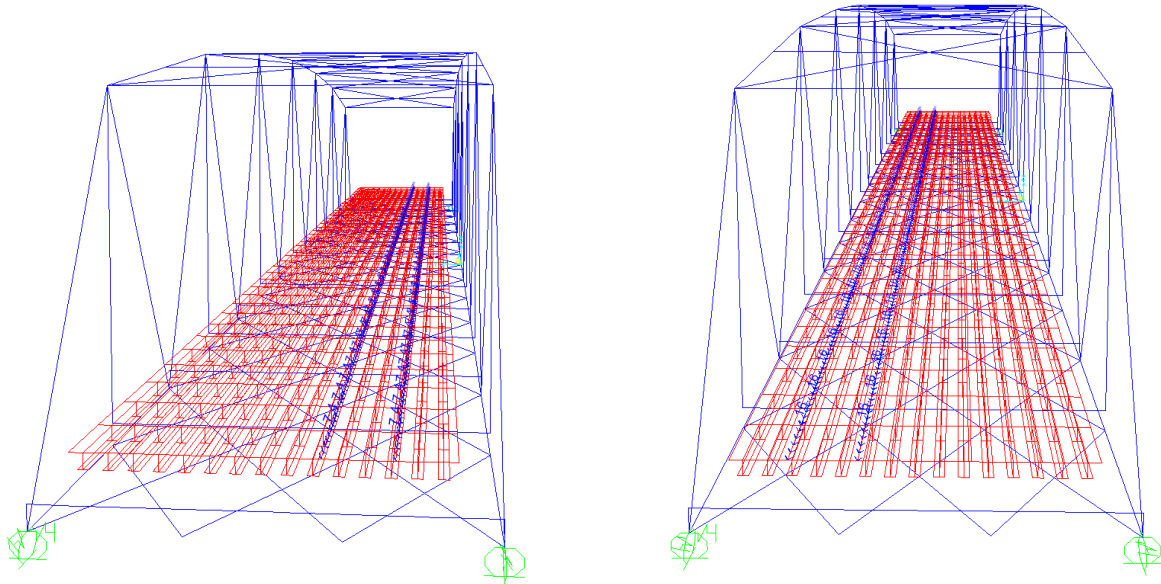
$$Q_{bk} = 20 \cdot 68.25 = 1365 \text{ KN}$$

Treno SW2

$$Q_{bk} = 35 \cdot (68.25-7) = 2144 \text{ KN}$$

Per il treno di carico LM71 le precedenti forze devono essere moltiplicate per il coefficiente $\alpha = 1.1$.

Nel modello di calcolo sono state considerate per ciascun treno di carico solamente le azioni (frenatura o avviamento) che determinano le sollecitazioni massime sulla struttura.



Avviamento LM71 e frenatura SW2

Nel caso di ponti a più binari, si deve considerare un primo binario con la massima forza di frenatura ed un secondo binario con la massima forza di avviamento nello stesso verso.

5.2.2.3 Forza centrifuga

Nei ponti ferroviari al di sopra dei quali il binario presenta un tracciato in curva deve essere considerata la forza centrifuga agente su tutta l'estensione della curva. L'azione centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1.80 m al di sopra del P.F..

L'impalcato in esame si sviluppa in raccordo planimetrico ed in favore di sicurezza è stato assunto:

$$R = 1020 \text{ m}$$

- Per il treno di carico tipo SW/2 si considerano i seguenti parametri e valori:

$$V = 100 \text{ km/h (la velocità di progetto della linea è } > 100 \text{ km/h);}$$

$$\alpha = 1$$

$$f = 1$$

$$Q_{tk} = 0 \text{ poiché } Q_{vk} = 0$$

$$q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = \mathbf{11.6 \text{ kN/m}} \text{ (da ripartire per le due rotaie)}$$

Il traffico verticale associato è pari a $\Phi \cdot 1 \cdot SW/2$.

Per il treno di carico tipo LM/71 occorre considerare due casi:

(a) $V = 120 \text{ km/h}$

$$\alpha = 1.1$$

$$f = 1$$

$$Q_{tk} = 1.1 V^2 / (127 \times r) \times f \times Q_{vk} = 30.6 \text{ kN}$$

$$q_{tk} = 1.1 V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = 9.8 \text{ kN/m}$$

(b) $V = 145 \text{ km/h}$

$$\alpha = 1$$

$$f = 0.85$$

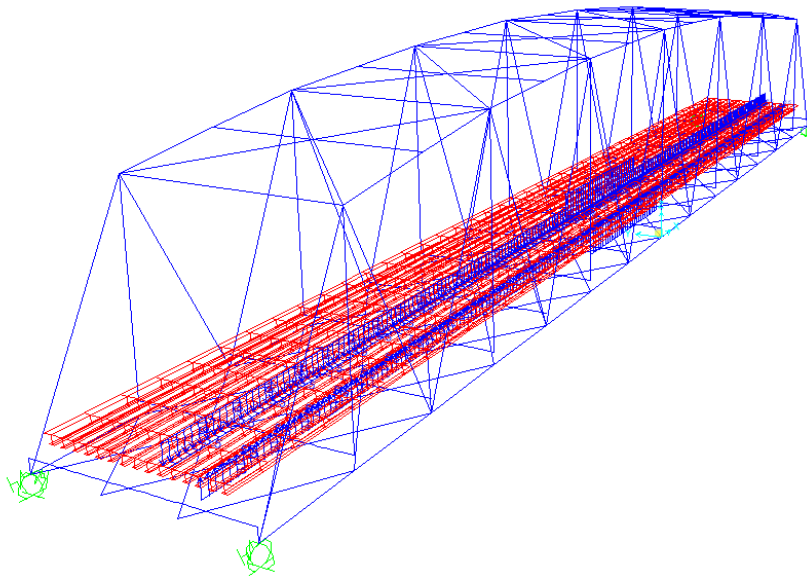
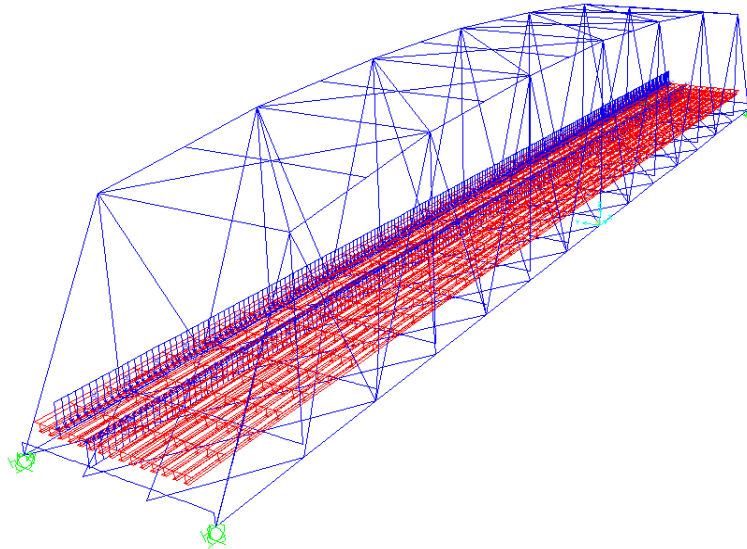
$$Q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times Q_{vk} = \mathbf{34.6 \text{ kN}} \text{ (da ripartire per le due rotaie)}$$

Tali 4 carichi concentrati, per la valutazione degli effetti globali, vengono ripartiti sul modello di calcolo considerando la fascia di azione pari a 6.4m. Pertanto a cavallo della mezzera dell'impalcato verrà applicata la seguente azione al metro lineare: $4 \cdot 34.6 / 6.4 = \mathbf{21.63 \text{ KN/m}}$.

$$q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = \mathbf{11.1 \text{ kN/m}} \text{ (da ripartire per le 2 rotaie)}$$

Il caso (b) è più gravoso del caso (a), pertanto è l'unico che verrà considerato nel modello di calcolo.

Il traffico verticale associato è pari a $\Phi \times LM/71$.



5.3 AZIONI CLIMATICHE

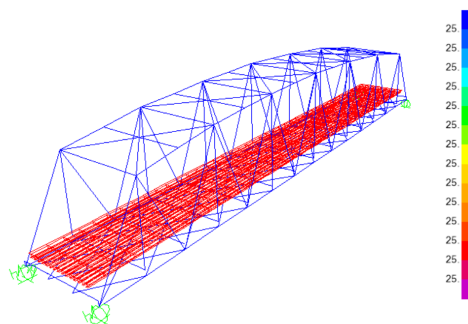
5.3.1 Variazione termica

Nelle verifiche dei singoli elementi è stata considerata una variazione termica uniforme, una variazione volumetrica ed una variazione termica non uniforme secondo quanto indicato sul “Manuale di progettazione R.F.I.”.

Variazione termica uniforme

Si considera una variazione termica uniforme volumetrica per l’impalcato in acciaio pari a $\pm 25^\circ\text{C}$.

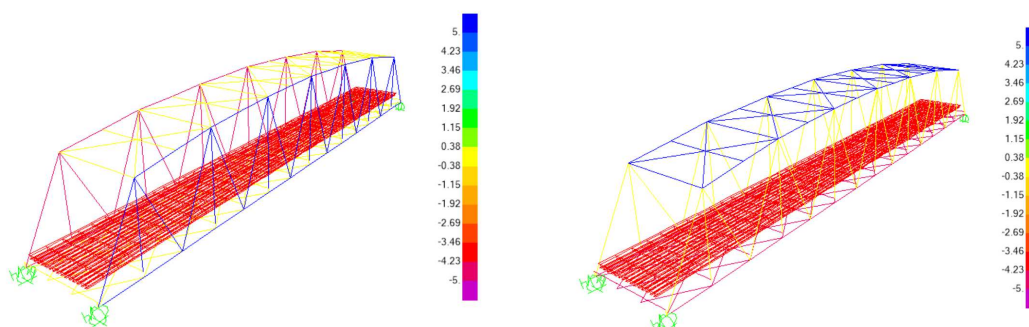
Per la determinazione delle escursioni degli apparecchi di appoggio è stata considerata una variazione termica uniforme di $25^\circ \times 1.5 = 37.5^\circ\text{C}$.



Variazione termica non uniforme

In aggiunta alla variazione termica uniforme è stato considerato un gradiente termico pari a 5°C tra intradosso ed estradosso di impalcato.

Per la verifica delle deformazioni orizzontali e verticali dell’impalcato sono state considerate delle differenze di temperatura tra estradosso ed intradosso e fra le superfici laterali più esterne degli impalcati di 10°C .



5.3.2 Azione della neve

Per l'opera oggetto della presente relazione il carico risulta non dimensionante.

5.3.3 Azione del vento

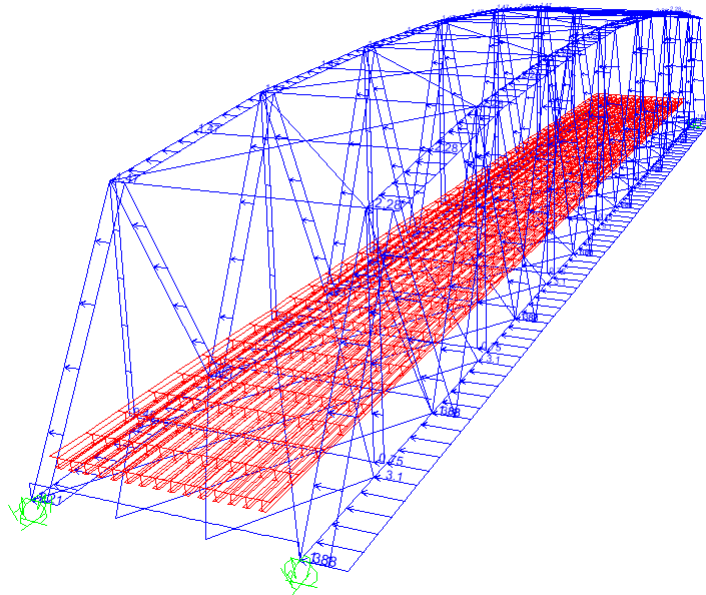
L'azione del vento è stata distinta in:

- Vento su struttura scarica, ossia azione del vento sul ponte senza carichi mobili;
- Vento su struttura carica, ossia azione del vento sul ponte durante il transito dei veicoli.

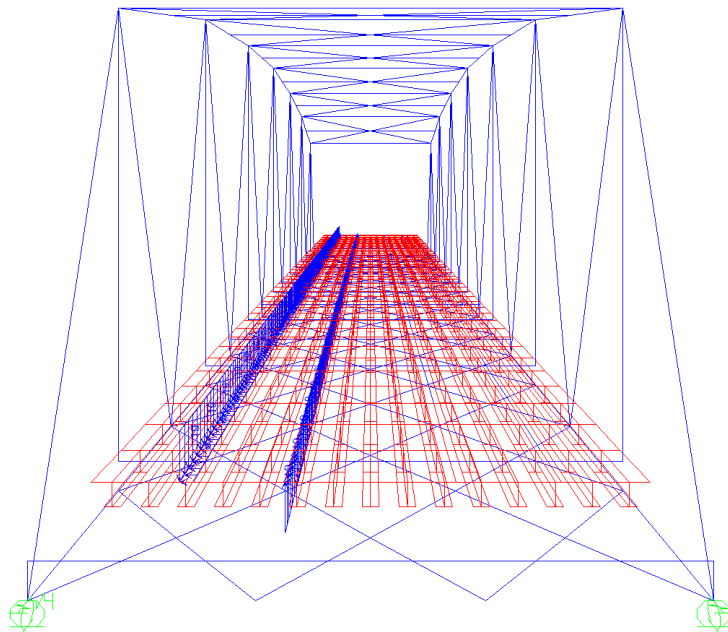
Calcolo dell'AZIONE DEL VENTO [NTC 18 - par. 3.3]						
REGIONE		Zona	$v_{ref,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]	
Lombardia		1	25	1000	0.40	
T_R [anni]	α_R	a_1 [m]	$v_{ref}(T_R=50)$ [m/s]	$v_{ref}(T_R)$ [m/s]	q_{ref} [N/m ²]	
50	1.00	30	25.0	25.0	391.20	
Classe di rugosità del terreno			Categoria di esposizione del sito			
Aree prive di ostacoli			oltre 30 km dalla costa, sotto i 500 m			
D			II			
Coefficiente di topografia			c_t	1.00		
Coefficiente di esposizione			Ulteriori coefficienti			
k_f	z_0 [m]	z_{min} [m]	z [m]	c_d	1.00	
0.19	0.05	4.00	20.00	c_f	0.01	
c_e			2.81			
Coefficiente di forma o aerodinamico [C3.3.8.6]						
Tipologia di struttura soggetta all'azione del vento: a travi reticolari						
Travi reticolari						
S_p [m ²]	218			ϕ	0.30	
S [m ²]	737					
Altezza della travata	h [m]	12		1 ^a travata		
Distanza tra le travate	d [m]	9.94		2 ^a travata		
	d/h	0.83		$c_{p,1}$	$c_{p,2}$	
	μ	0.645		1.61	1.03	
Pressione del vento			$T_R = 50$		anni	
pressione del vento travata esposta			p_1 [N/m ²]	1764		
pressione del vento travata successiva			p_2 [N/m ²]	1137		
azione tangenziale del vento			p_t [N/m ²]	11		

E' stato assunto cautelativamente un valore pari a 2.5 kN/mq applicato sulla superficie esposta della travata metallica e dei treni di carico (ripartendo l'azione con i coefficienti cp da norma tra le due superfici).

Azione di vento scarico:

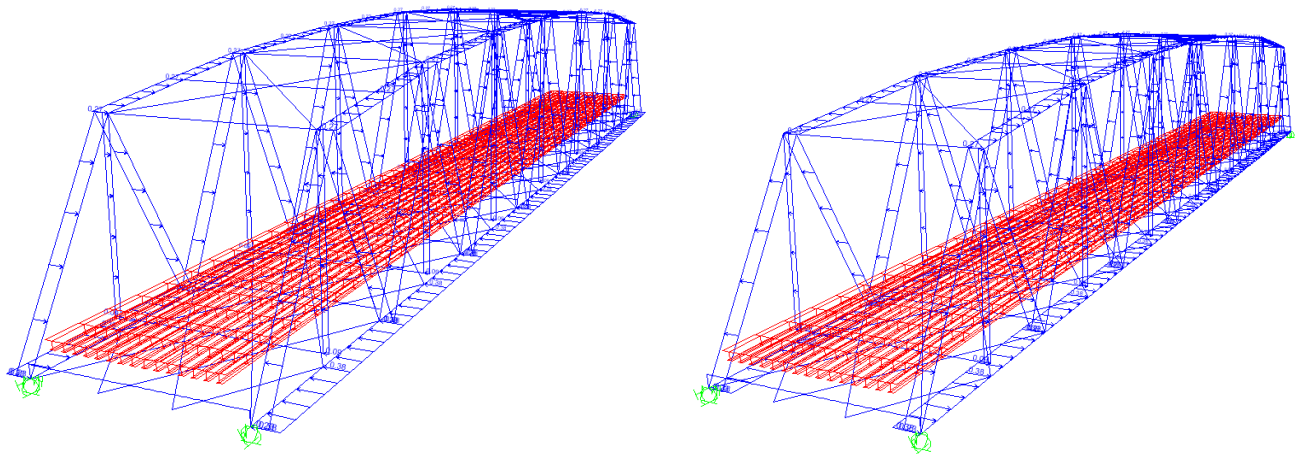


Azione di vento carico su binario:



5.4 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI

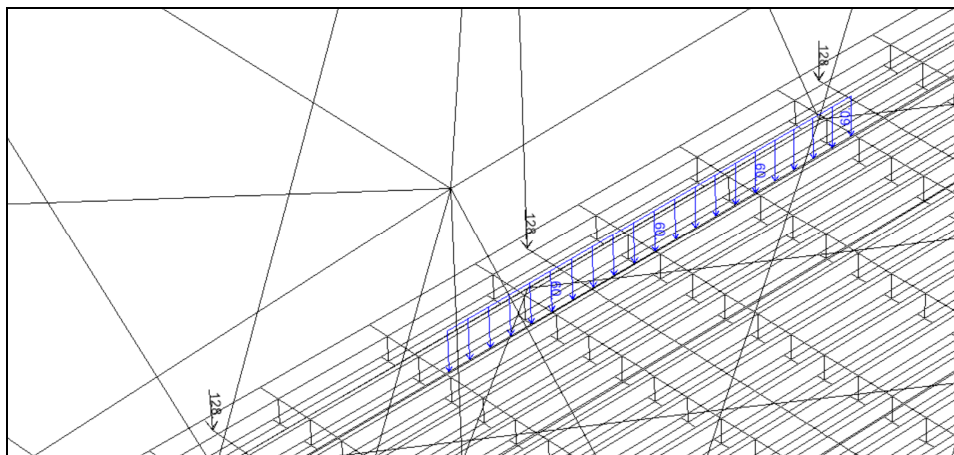
Per una distanza a_g dall'asse del binario pari a 3 m, e per una velocità massima di percorrenza pari a 145 km/h, il valore caratteristico dell'azione sulla parete è di 0.3 kN/m^2 .



5.5 AZIONI ECCEZIONALI

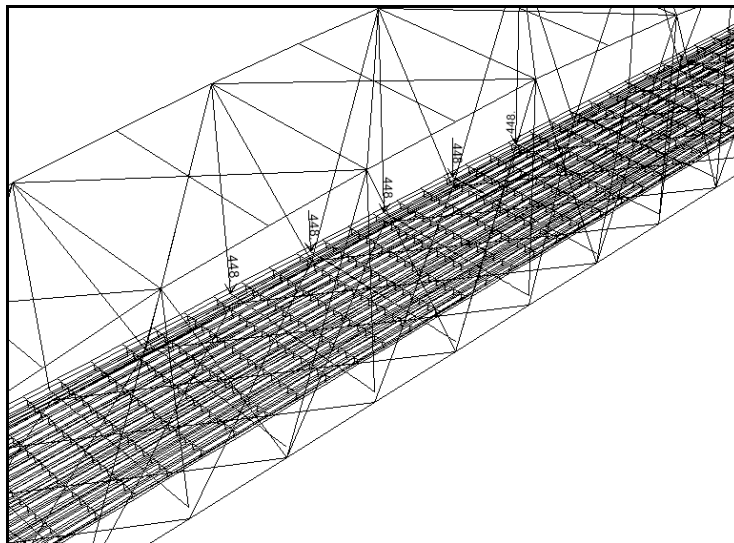
Deragliamento schema 1

Sono state considerate due stese di carico di lunghezza 6.40 m, intensità di 60 kN/m , ad una distanza pari allo scartamento S ed eccentriche fino alla briglia inferiore.



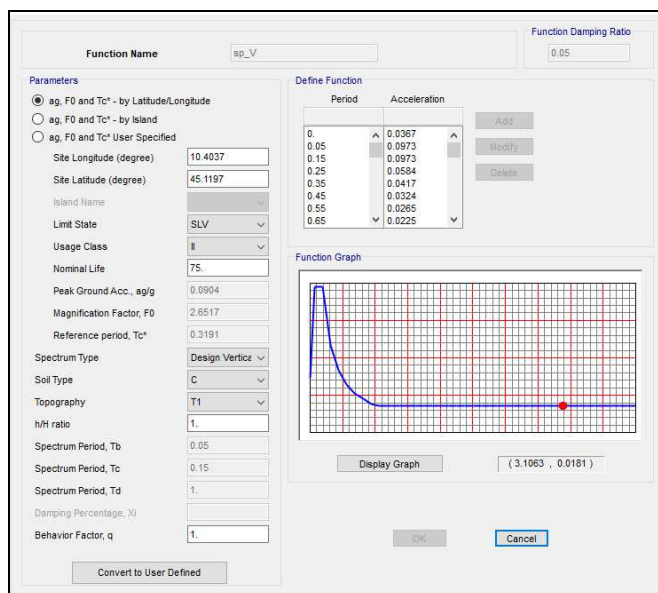
Deragliamento schema 2

È stato considerato un carico lineare di lunghezza 20m, intensità $80 \cdot 1.4$ kN/m, eccentrico di circa 1.5m rispetto all'asse binari ($80 \cdot 1.4 \cdot 20 / 5 = 448$ kN).



5.6 AZIONI SISMICHE

Si riportano gli spettri di risposta della componente orizzontale e verticale utilizzati per il sito in esame:



Function Name

Parameters

ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude
 ag, F0 and Tc* - by Island
 ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree)

Site Latitude (degree)

Island Name

Limit State

Usage Class

Nominal Life

Peak Ground Acc., ag/g

Magnification Factor, F0

Reference period, Tc*

Spectrum Type

Soil Type

Topography

h/H ratio

Spectrum Period, Tb

Spectrum Period, Tc

Spectrum Period, Td

Damping Percentage, Xi


Behavior Factor, q

Function Damping Ratio

Define Function

Period	Acceleration
0	0.1356
0.1628	0.3596
0.4885	0.3596
0.5885	0.2985
0.6885	0.2551
0.7885	0.2228
0.8885	0.1977
0.9885	0.1777

Function Graph



(2.7684 , 0.045)

5.7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le singole azioni elementari vengono combinate come previsto dalla Normativa Ferroviaria “Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario”:

COEFFICIENTI DI COMB.			A1 STR
Carichi permanenti	<i>sfav</i>	Y_{G1}	1.35
	<i>fav</i>		1
Carichi permanenti non strutturali	<i>sfav</i>	Y_{G2}	1.5
	<i>fav</i>		0
Traffico	<i>sfav</i>	Y_Q	1.45
	<i>fav</i>		0
Variabili	<i>sfav</i>	Y_{Qi}	1.5
	<i>fav</i>		0

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
<i>treno scarico</i>		
1	0	0
<i>serpeggio</i>		
1	0.8	0
<i>Eff_aerodinamici</i>		
0.8	0.5	0
<i>vento</i>		
0.6	0.5	0
<i>temperatura</i>		
0.6	0.6	0.5

VALUTAZIONE DEI CARICHI DA TRAFFICO													
Commenti	TIPO DI CARICO	Azioni Verticali			Azioni Orizzontali						Y _Q		
	GRUPPO DI CARICO	Carico verticale		Treno scarico	Frenatura e avviamento		Centrifuga		Serpeggio		1.45		
		<i>sfav</i>	<i>fav</i>		<i>sfav</i>	<i>fav</i>	<i>sfav</i>	<i>fav</i>	<i>sfav</i>	<i>fav</i>	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
massima azione verticale e laterale	<i>Gruppo1</i>	1	1	0	0.5	0	1	0	1	0	0.8	0.8	0
stabilità laterale	<i>Gruppo2</i>	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0.8	0.8	0
massima azione longitudinale	<i>Gruppo3</i>	1	0.5	0	1	1	0.5	0	0.5	0	0.8	0.8	0
fessurazione	<i>Gruppo4</i>	0.8	0.6	0	0.8	0.6	0.8	0.6	0.8	0.6	1	1	0

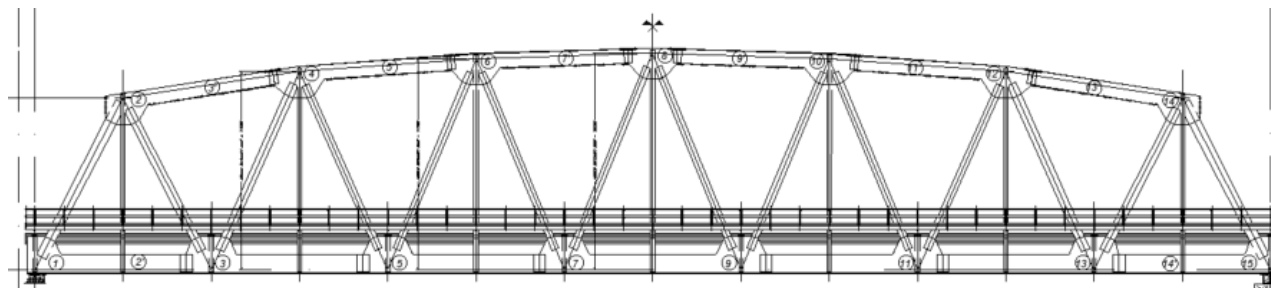
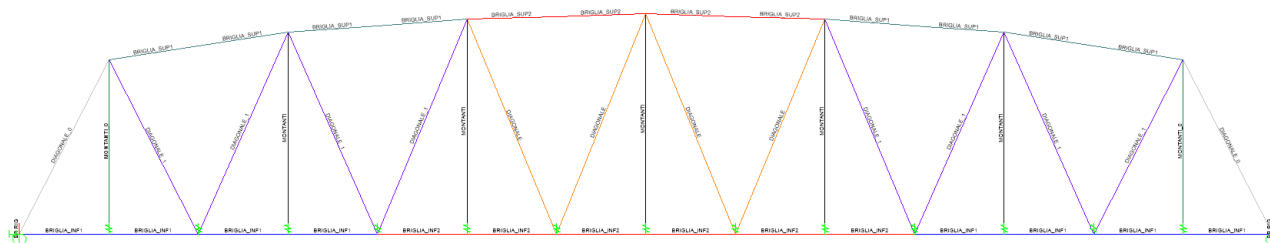
AZIONE VARIABILE PRINCIPALE -->	SLU														
	VEICOLI								VENTO		TEMPERATURA				
	SW2				LM71+SW2				Struttura scarica		SW2		LM71+SW2		Struttura scarica
	GR1		GR3		GR1		GR3				GR1	GR3	GR1	GR3	
TIPO DI CARICO	SLU01	SLU02	SLU03	SLU04	SLU05	SLU06	SLU07	SLU08	SLU09	SLU10	SLU11	SLU12	SLU13	SLU14	SLU15
Peso proprio	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
SW2	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0.00	0.00	1.16	1.16	1.16	1.16	0.00
LM71	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45	1.45	1.45	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	1.16	0.00
Serp_LM71	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45	1.45	0.73	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.58	0.00
Serp_SW2	1.45	1.45	0.73	0.73	1.45	1.45	0.73	0.73	0.00	0.00	1.16	0.58	1.16	0.58	0.00
F-A_LM71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.73	1.45	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	1.16	0.00
F-A_SW2	0.73	0.73	1.45	1.45	0.73	0.73	1.45	1.45	0.00	0.00	0.58	1.16	0.58	1.16	0.00
Centrifuga_LM71	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45	1.45	0.73	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.58	0.00
Centrifuga_SW2	1.45	1.45	0.73	0.73	1.45	1.45	0.73	0.73	0.00	0.00	1.16	0.58	1.16	0.58	0.00
Eff_Aerodinamici	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	1.20	1.20	1.20	1.20	0.00
Vento_scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90
Vento_carico	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.00	0.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.00
Temp SLU	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

TIPO DI CARICO	TRENO CARICO						TRENO SCARICO					
	ECC01	ECC02	ECC03	ECC04	ECC05	ECC06	ECC07	ECC08	ECC09	ECC10	ECC11	ECC12
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti portati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LM71	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0
SW2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0
Temp.SLU	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5
C1m_deragl	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
C2_deragl	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
C1a_deragl	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1

TIPO DI CARICO	TRENO CARICO 1			TRENO CARICO 2			TRENO SCARICO		
	SISMA01	SISMA02	SISMA03	SISMA04	SISMA05	SISMA06	SISMA07	SISMA08	SISMA09
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti portati	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SW2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0
Serp_SW2	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0
F-A_SW2	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0
Centrifuga_SW2	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0
LM71	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0
Serp_LM71	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0
F-A_LM71	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0
Centrifuga_LM71	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0
E_1Ex+0.3Ey+0.3Ez	1	0	0	1	0	0	1	0	0
E_0.3Ex+1Ey+0.3Ez	0	1	0	0	1	0	0	1	0
E_0.3Ex+0.3Ey+1Ez	0	0	1	0	0	1	0	0	1

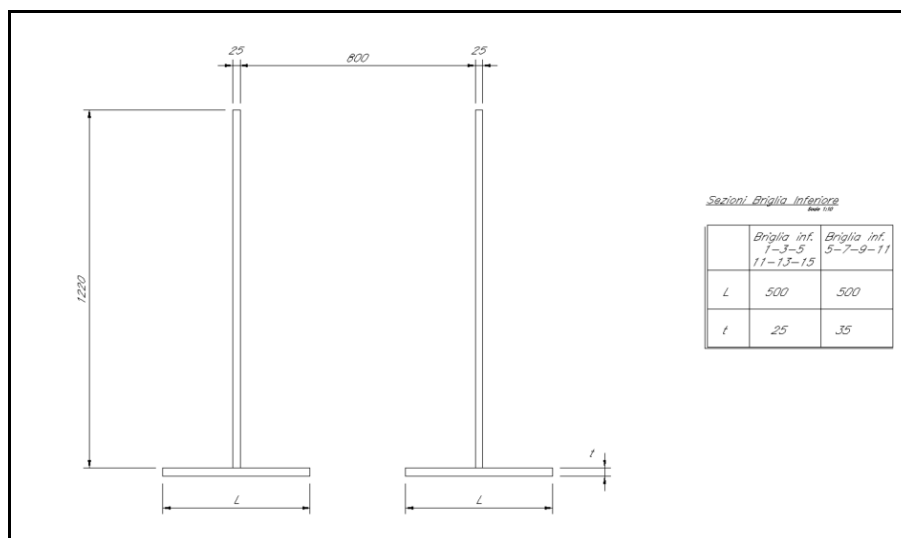
6 SEZIONI ELEMENTI IMPALCATO

Lo schema nel modello di calcolo è il seguente:



Corrispondentemente a quanto riportato negli elaborati grafici:

- BRIGLIE inferiori:



Property Data

Section Name: BRIGLIA_INF1

Properties

Cross-section (axial) area	0.086	Section modulus about 3 axis	0.0183
Moment of inertia about 3 axis	0.0144	Section modulus about 2 axis	0.0229
Moment of inertia about 2 axis	0.0152	Plastic modulus about 3 axis	0.031
Product of inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	0.0355
Shear area in 2 direction	0.0553	Radius of Gyration about 3 axis	0.4097
Shear area in 3 direction	0.0413	Radius of Gyration about 2 axis	0.4198
Torsional constant	1.800E-05	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

Property Data

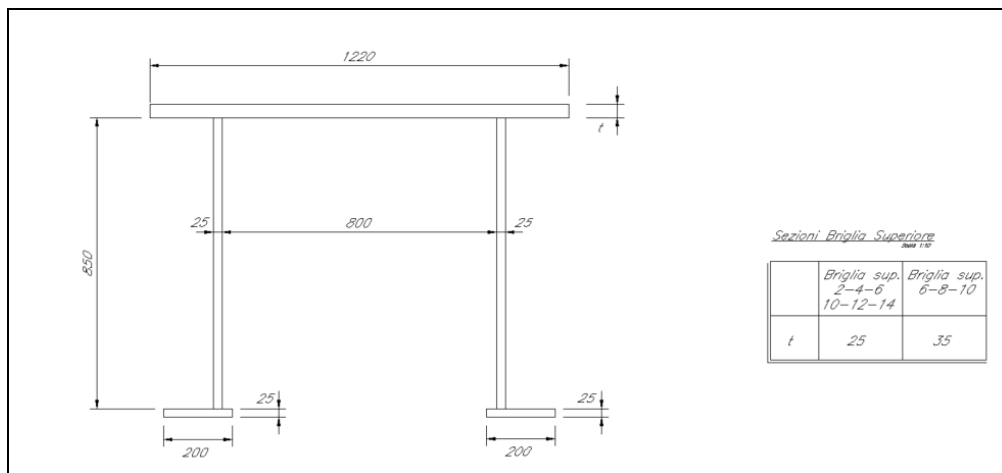
Section Name: BRIGLIA_INF2

Properties

Cross-section (axial) area	0.096	Section modulus about 3 axis	0.0195
Moment of inertia about 3 axis	0.0163	Section modulus about 2 axis	0.0258
Moment of inertia about 2 axis	0.0171	Plastic modulus about 3 axis	0.0344
Product of inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	0.0396
Shear area in 2 direction	0.0555	Radius of Gyration about 3 axis	0.4124
Shear area in 3 direction	0.0596	Radius of Gyration about 2 axis	0.4216
Torsional constant	2.688E-05	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

- BRIGLIE superiori



Property Data

Section Name: BRIGLIA_SUP1

Properties

Cross-section (axial) area	0.083	Section modulus about 3 axis	0.0187
Moment of inertia about 3 axis	9.344E-03	Section modulus about 2 axis	0.0217
Moment of inertia about 2 axis	0.0133	Plastic modulus about 3 axis	0.0246
Product of inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	0.0315
Shear area in 2 direction	0.0432	Radius of Gyration about 3 axis	0.3355
Shear area in 3 direction	0.0248	Radius of Gyration about 2 axis	0.3997
Torsional constant	1.785E-05	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

Property Data

Section Name: BRIGLIA_SUP2

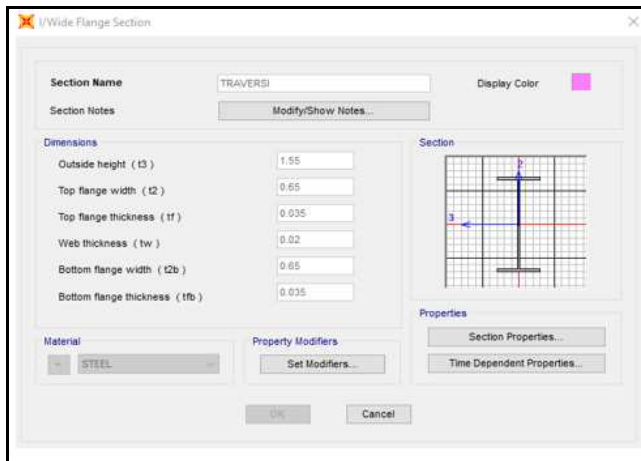
Properties

Cross-section (axial) area	0.0952	Section modulus about 3 axis	0.0176
Moment of inertia about 3 axis	0.0106	Section modulus about 2 axis	0.0242
Moment of inertia about 2 axis	0.0148	Plastic modulus about 3 axis	0.027
Product of inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	0.0353
Shear area in 2 direction	0.0436	Radius of Gyration about 3 axis	0.3341
Shear area in 3 direction	0.0349	Radius of Gyration about 2 axis	0.3939
Torsional constant	2.875E-05	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

Briglia superiore			
piattabanda_ext	b	1.22	m
	i	0.8	m
	t _w	0.025	m
	c	0.185	m
	t	0.025	m
	c/t	7.40	
	classe	2	
anima	c	0.85	m
	t	0.025	m
	c/t	34.00	
	classe	3	
piattabanda_int	c	0.8	m
	t	0.025	m
	c/t	32.00	
	classe	3	
Classe sezione		3	

• TRAVERSI inferiori



I/Wide Flange Section

Section Name: TRAVERSI

Section Notes: Modify/Show Notes...

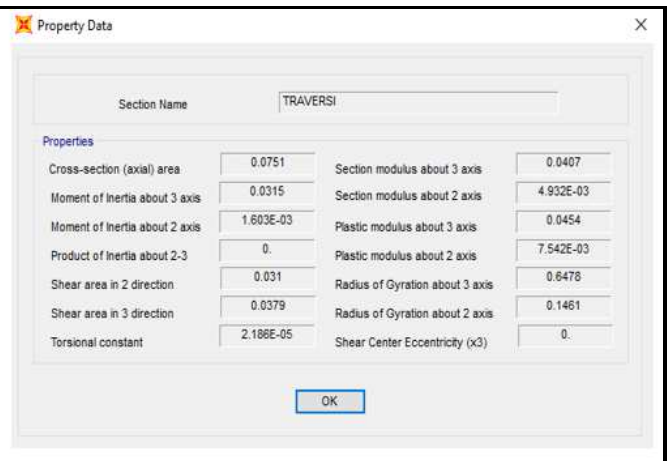
Dimensions:

- Outside height (t3): 1.55
- Top flange width (t2): 0.65
- Top flange thickness (tf): 0.035
- Web thickness (tw): 0.02
- Bottom flange width (t2b): 0.65
- Bottom flange thickness (tfb): 0.035

Material: STEEL

Section Properties:

- Section Modulus about 3 axis: 0.0407
- Section Modulus about 2 axis: 4.932E-03
- Plastic Modulus about 3 axis: 0.0454
- Plastic Modulus about 2 axis: 7.542E-03
- Radius of Gyration about 3 axis: 0.6478
- Radius of Gyration about 2 axis: 0.1461
- Shear Center Eccentricity (x3): 0.

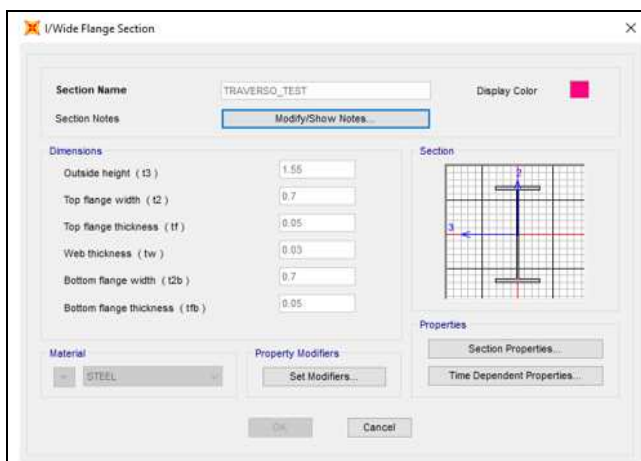


Property Data

Section Name: TRAVERSI

Properties:

- Cross-section (axial) area: 0.0751
- Moment of Inertia about 3 axis: 0.0315
- Moment of Inertia about 2 axis: 1.603E-03
- Product of Inertia about 2-3: 0.
- Shear area in 2 direction: 0.031
- Shear area in 3 direction: 0.0379
- Torsional constant: 2.188E-05



I/Wide Flange Section

Section Name: TRAVERSO_TEST

Section Notes: Modify/Show Notes...

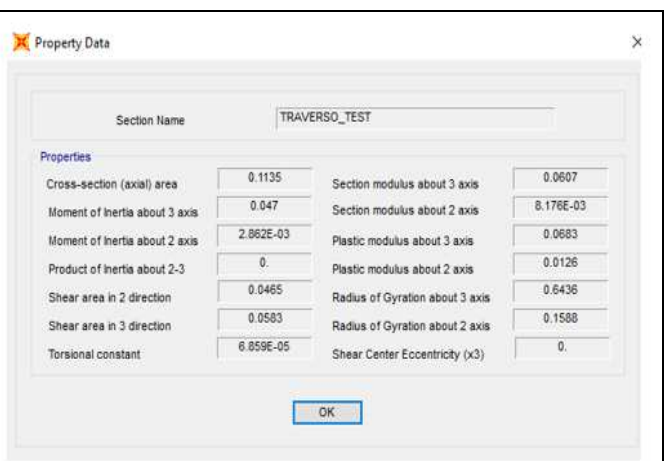
Dimensions:

- Outside height (t3): 1.55
- Top flange width (t2): 0.7
- Top flange thickness (tf): 0.05
- Web thickness (tw): 0.03
- Bottom flange width (t2b): 0.7
- Bottom flange thickness (tfb): 0.05

Material: STEEL

Section Properties:

- Section Modulus about 3 axis: 0.0607
- Section Modulus about 2 axis: 8.176E-03
- Plastic Modulus about 3 axis: 0.0683
- Plastic Modulus about 2 axis: 0.0126
- Radius of Gyration about 3 axis: 0.6436
- Radius of Gyration about 2 axis: 0.1588
- Shear Center Eccentricity (x3): 0.



Property Data

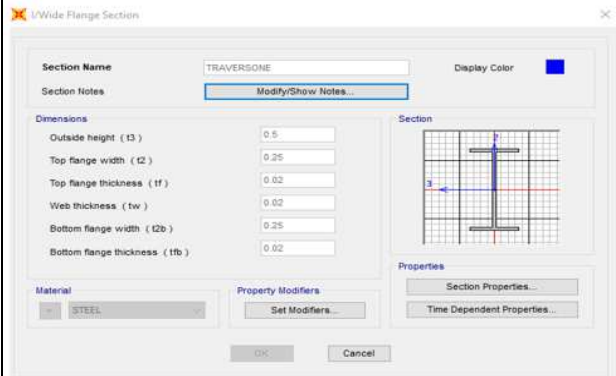
Section Name: TRAVERSO_TEST

Properties:

- Cross-section (axial) area: 0.1135
- Moment of Inertia about 3 axis: 0.047
- Moment of Inertia about 2 axis: 2.862E-03
- Product of Inertia about 2-3: 0.
- Shear area in 2 direction: 0.0465
- Shear area in 3 direction: 0.0583
- Torsional constant: 6.859E-05

Traverso				Traverso_0			
piattabanda	b	0.65	m	piattabanda	b	0.7	m
	t_w	0.02	m		t_w	0.03	m
	c	0.315	m		c	0.335	m
	t	0.035	m		t	0.05	m
	c/t	9.00			c/t	6.70	
	classe	3			classe	1	
anima	h	1.55	m	anima	h	1.55	m
	t_f	0.035	m		t_f	0.05	m
	c	1.48	m		c	1.45	m
	t	0.02	m		t	0.03	m
	c/t	74.00			c/t	48.33	
	classe	3			classe	1	
Classe sezione		3		Classe sezione		1	

- TRAVERSI superiori



I/Wide Flange Section

Section Name: TRAVERSONE

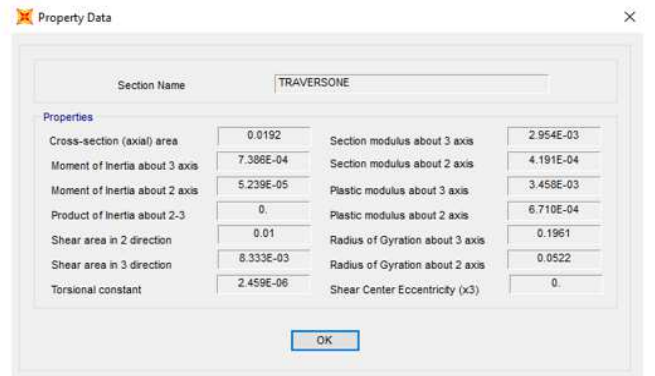
Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions:

- Outside height (t3): 0.5
- Top flange width (t2): 0.25
- Top flange thickness (tf): 0.02
- Web thickness (tw): 0.02
- Bottom flange width (t2b): 0.25
- Bottom flange thickness (tfb): 0.02

Material: STEEL

Section Properties... Time Dependent Properties...



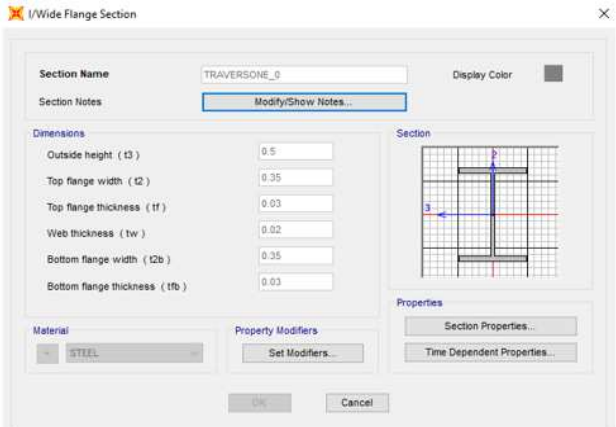
Property Data

Section Name: TRAVERSONE

Properties:

Cross-section (axial) area	0.0192	Section modulus about 3 axis	2.954E-03
Moment of Inertia about 3 axis	7.386E-04	Section modulus about 2 axis	4.191E-04
Moment of Inertia about 2 axis	5.239E-05	Plastic modulus about 3 axis	3.458E-03
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	6.710E-04
Shear area in 2 direction	0.01	Radius of Gyration about 3 axis	0.1961
Shear area in 3 direction	6.333E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0522
Torsional constant	2.459E-06	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK



I/Wide Flange Section

Section Name: TRAVERSONE_0

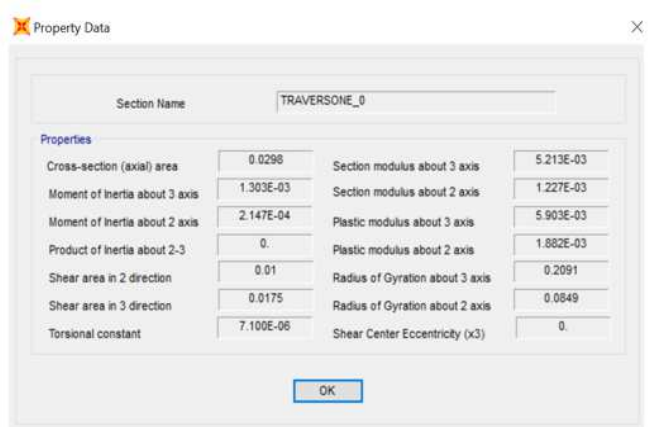
Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions:

- Outside height (t3): 0.5
- Top flange width (t2): 0.35
- Top flange thickness (tf): 0.03
- Web thickness (tw): 0.02
- Bottom flange width (t2b): 0.35
- Bottom flange thickness (tfb): 0.03

Material: STEEL

Section Properties... Time Dependent Properties...



Property Data

Section Name: TRAVERSONE_0

Properties:

Cross-section (axial) area	0.0298	Section modulus about 3 axis	5.213E-03
Moment of Inertia about 3 axis	1.303E-03	Section modulus about 2 axis	1.227E-03
Moment of Inertia about 2 axis	2.147E-04	Plastic modulus about 3 axis	5.903E-03
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	1.882E-03
Shear area in 2 direction	0.01	Radius of Gyration about 3 axis	0.2091
Shear area in 3 direction	0.0175	Radius of Gyration about 2 axis	0.0849
Torsional constant	7.100E-06	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

Traversone				Traversone_0			
piattabanda	b	0.25	m	piattabanda	b	0.35	m
	t_w	0.02	m		t_w	0.02	m
	c	0.115	m		c	0.165	m
	t	0.02	m		t	0.03	m
	c/t	5.75			c/t	5.50	
	classe	1			classe	1	
anima	h	0.5	m	anima	h	0.5	m
	t_f	0.02	m		t_f	0.03	m
	c	0.46	m		c	0.44	m
	t	0.02	m		t	0.02	m
	c/t	23.00			c/t	22.00	
	classe	1			classe	1	
Classe sezione		1		Classe sezione		1	

- DIAGONALI

I/Wide Flange Section

Section Name: Display Color:

Section Notes:

Dimensions

Outside height (t3)

Top flange width (t2)

Top flange thickness (tf)

Web thickness (tw)

Bottom flange width (t2b)

Bottom flange thickness (tfb)

Material:

Property Modifiers:

Property Data

Section Name:

Properties

Cross-section (axial) area	0.096	Section modulus about 3 axis	0.0286
Moment of Inertia about 3 axis	0.0114	Section modulus about 2 axis	9.379E-03
Moment of Inertia about 2 axis	3.517E-03	Plastic modulus about 3 axis	0.0318
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	0.0142
Shear area in 2 direction	0.024	Radius of Gyration about 3 axis	0.3449
Shear area in 3 direction	0.0625	Radius of Gyration about 2 axis	0.1914
Torsional constant	6.600E-05	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

I/Wide Flange Section

Section Name: Display Color:

Section Notes:

Dimensions

Outside height (t3)

Top flange width (t2)

Top flange thickness (tf)

Web thickness (tw)

Bottom flange width (t2b)

Bottom flange thickness (tfb)

Material:

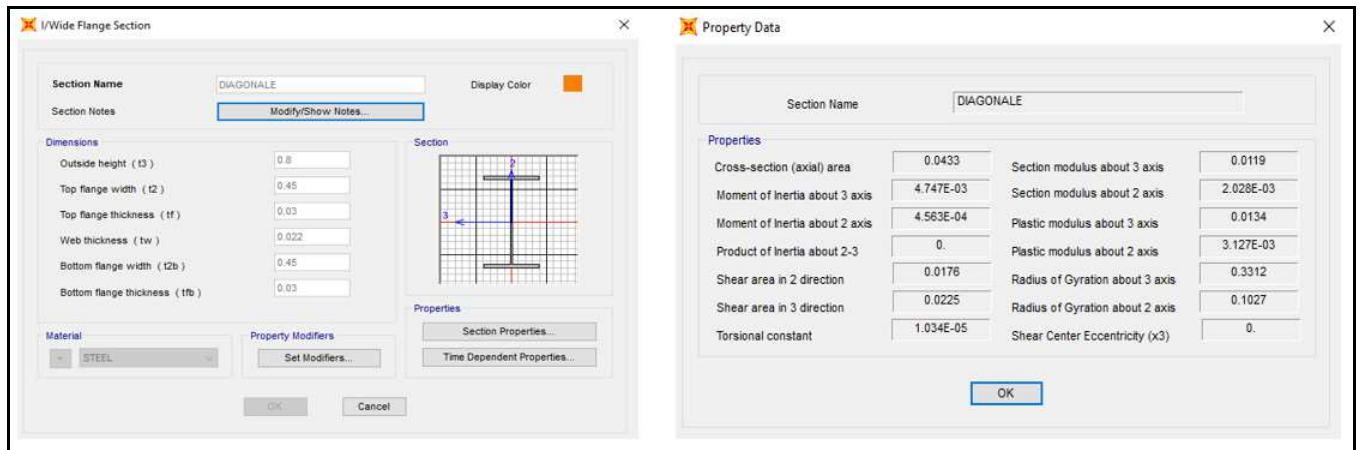
Property Modifiers:

Property Data

Section Name:

Properties

Cross-section (axial) area	0.0718	Section modulus about 3 axis	0.0211
Moment of Inertia about 3 axis	8.450E-03	Section modulus about 2 axis	5.403E-03
Moment of Inertia about 2 axis	1.621E-03	Plastic modulus about 3 axis	0.0235
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	8.211E-03
Shear area in 2 direction	0.02	Radius of Gyration about 3 axis	0.3432
Shear area in 3 direction	0.045	Radius of Gyration about 2 axis	0.1503
Torsional constant	3.834E-05	Shear Center Eccentricity (x3)	0.



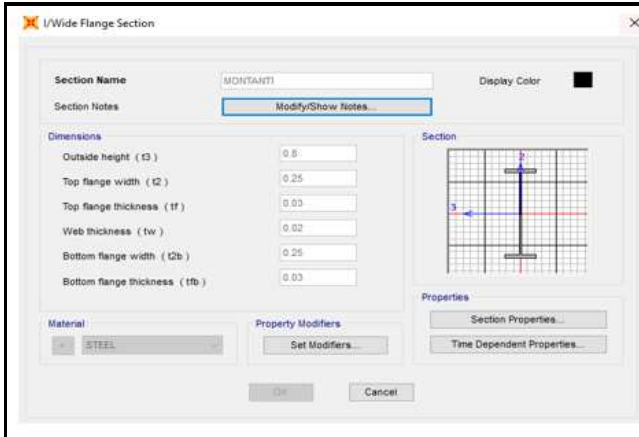
Diagonale				Diagonale_0			
piattabanda	b	0.45	m	piattabanda	b	0.75	m
	t_w	0.022	m		t_w	0.03	m
	c	0.214	m		c	0.36	m
	t	0.03	m		t	0.05	m
	c/t	7.13			c/t	7.20	
	classe	1		classe	1		
anima	h	0.8	m	anima	h	0.8	m
	t_f	0.03	m		t_f	0.05	m
	c	0.74	m		c	0.7	m
	t	0.022	m		t	0.03	m
	c/t	33.64			c/t	23.33	
	classe	3		classe	1		
Classe sezione 3			Classe sezione 1				

Diagonale_1			
piattabanda	b	0.6	m
	t_w	0.025	m
	c	0.2875	m
	t	0.045	m
	c/t	6.39	
	classe	1	
anima	h	0.8	m
	t_f	0.045	m
	c	0.71	m
	t	0.025	m
	c/t	28.40	
	classe	2	
Classe sezione 2			

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
 $L_e=68,25m$ doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	30 di 71

- MONTANTI

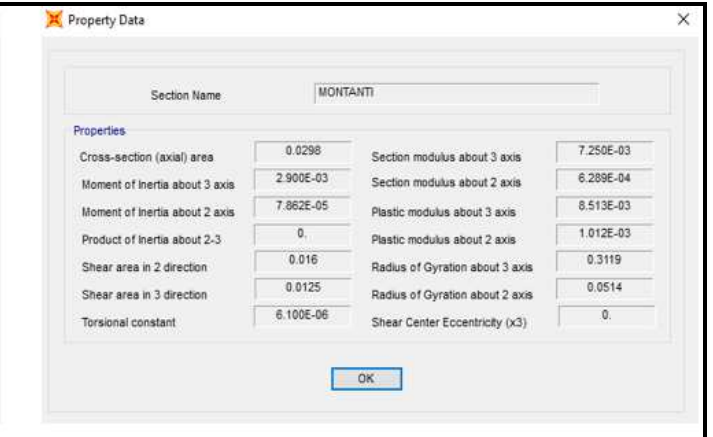


I/Wide Flange Section (Section Name: MONTANTI)

Dimensions:

- Outside height (t3): 0.8
- Top flange width (t2): 0.25
- Top flange thickness (tf): 0.03
- Web thickness (tw): 0.02
- Bottom flange width (t2b): 0.25
- Bottom flange thickness (tfb): 0.03

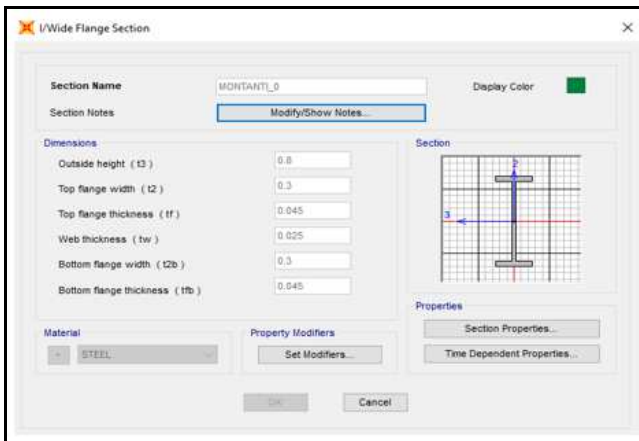
Material: STEEL



Property Data (Section Name: MONTANTI)

Properties:

Cross-section (axial) area	0.0298	Section modulus about 3 axis	7.250E-03
Moment of Inertia about 3 axis	2.900E-03	Section modulus about 2 axis	6.288E-04
Moment of Inertia about 2 axis	7.862E-05	Plastic modulus about 3 axis	6.513E-03
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	1.012E-03
Shear area in 2 direction	0.016	Radius of Gyration about 3 axis	0.3119
Shear area in 3 direction	0.0125	Radius of Gyration about 2 axis	0.0514
Torsional constant	6.100E-06	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

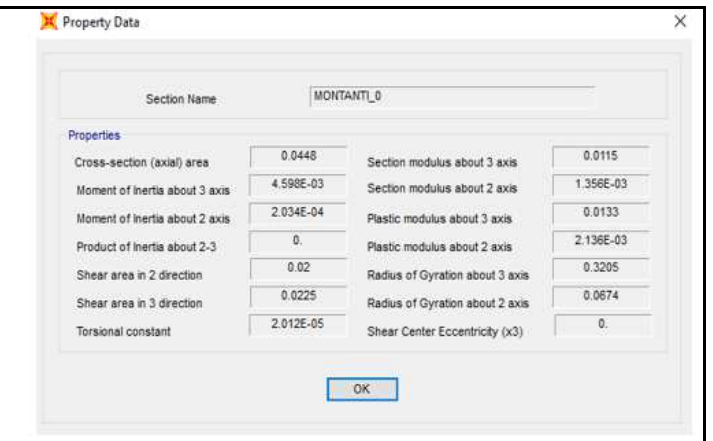


I/Wide Flange Section (Section Name: MONTANTI_0)

Dimensions:

- Outside height (t3): 0.8
- Top flange width (t2): 0.3
- Top flange thickness (tf): 0.045
- Web thickness (tw): 0.025
- Bottom flange width (t2b): 0.3
- Bottom flange thickness (tfb): 0.045

Material: STEEL



Property Data (Section Name: MONTANTI_0)

Properties:

Cross-section (axial) area	0.0448	Section modulus about 3 axis	0.0115
Moment of Inertia about 3 axis	4.598E-03	Section modulus about 2 axis	1.356E-03
Moment of Inertia about 2 axis	2.034E-04	Plastic modulus about 3 axis	0.0133
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	2.136E-03
Shear area in 2 direction	0.02	Radius of Gyration about 3 axis	0.3205
Shear area in 3 direction	0.0225	Radius of Gyration about 2 axis	0.0674
Torsional constant	2.012E-05	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

Montante				Montante_0			
piattabanda	b	0.25	m	b	0.3	m	
	t _w	0.02	m	t _w	0.025	m	
	c	0.115	m	c	0.1375	m	
	t	0.03	m	t	0.045	m	
	c/t	3.83		c/t	3.06		
	classe	1		classe	1		
anima	h	0.8	m	h	0.8	m	
	t _f	0.03	m	t _f	0.045	m	
	c	0.74	m	c	0.71	m	
	t	0.02	m	t	0.025	m	
	c/t	37.00		c/t	28.40		
	classe	1		classe	1		
Classe sezione 1				Classe sezione 1			

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
 $L_c=68,25m$ doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	31 di 71

- CONTROVENTI inferiori

Tee Section

Section Name: CONTROV_INF_1

Section Notes: [Modify/Show Notes...](#)

Display Color: ■

Dimensions

Outside stem (t3): 0.2

Outside flange (t2): 0.4

Flange thickness (tf): 0.03

Stem thickness (tw): 0.02

Material: STEEL

Property Modifiers: [Set Modifiers...](#)

Properties: [Section Properties...](#), [Time Dependent Properties...](#)

OK Cancel

Property Data

Section Name: CONTROV_INF_1

Properties

Cross-section (axial) area	0.0154	Section modulus about 3 axis	2.184E-04
Moment of Inertia about 3 axis	3.558E-05	Section modulus about 2 axis	8.006E-04
Moment of Inertia about 2 axis	1.601E-04	Plastic modulus about 3 axis	4.228E-04
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	1.217E-03
Shear area in 2 direction	4.000E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0481
Shear area in 3 direction	0.01	Radius of Gyration about 2 axis	0.102
Torsional constant	3.947E-06	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

Tee Section

Section Name: CONTROV_INF

Section Notes: [Modify/Show Notes...](#)

Display Color: ■

Dimensions

Outside stem (t3): 0.2

Outside flange (t2): 0.4

Flange thickness (tf): 0.025

Stem thickness (tw): 0.016

Material: STEEL

Property Modifiers: [Set Modifiers...](#)

Properties: [Section Properties...](#), [Time Dependent Properties...](#)

OK Cancel

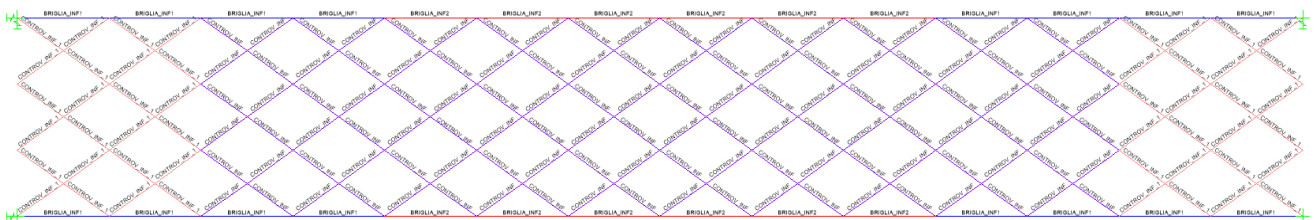
Property Data

Section Name: CONTROV_INF

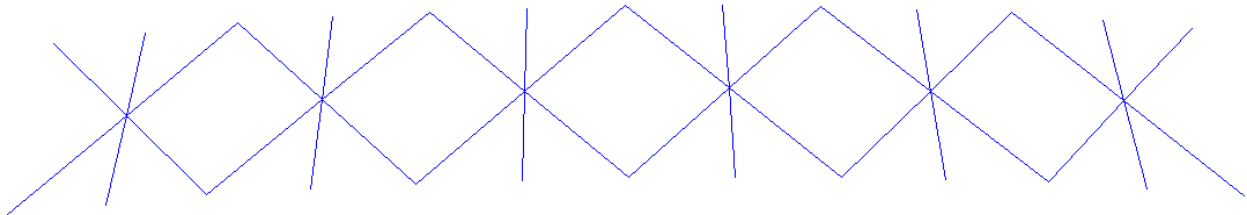
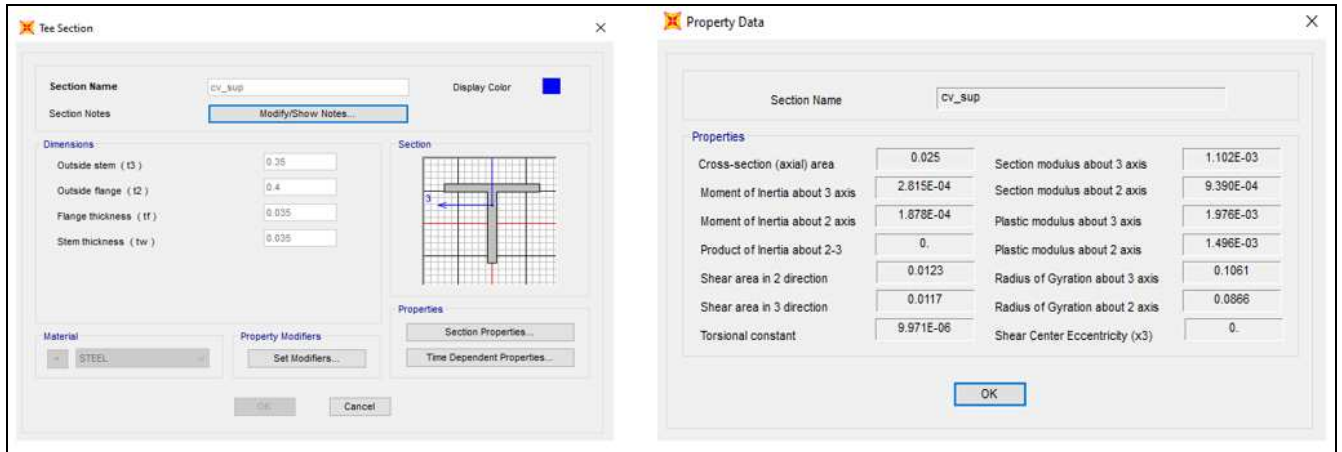
Properties

Cross-section (axial) area	0.0128	Section modulus about 3 axis	1.784E-04
Moment of Inertia about 3 axis	2.954E-05	Section modulus about 2 axis	6.670E-04
Moment of Inertia about 2 axis	1.334E-04	Plastic modulus about 3 axis	3.376E-04
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	1.011E-03
Shear area in 2 direction	3.200E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.048
Shear area in 3 direction	8.333E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.1021
Torsional constant	2.271E-06	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

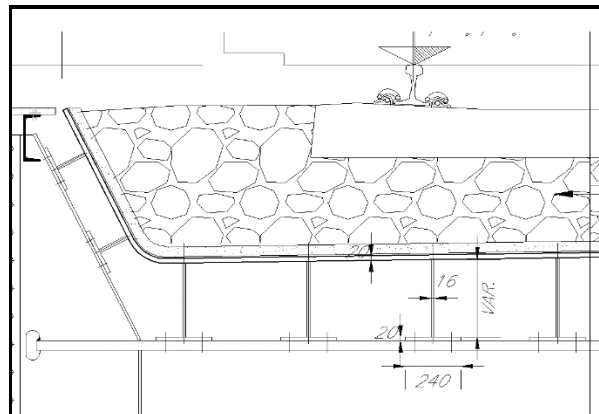
OK



- CONTROVENTI superiori



- VASCA PORTABALLAST



7 VERIFICHE SLU E FATICA

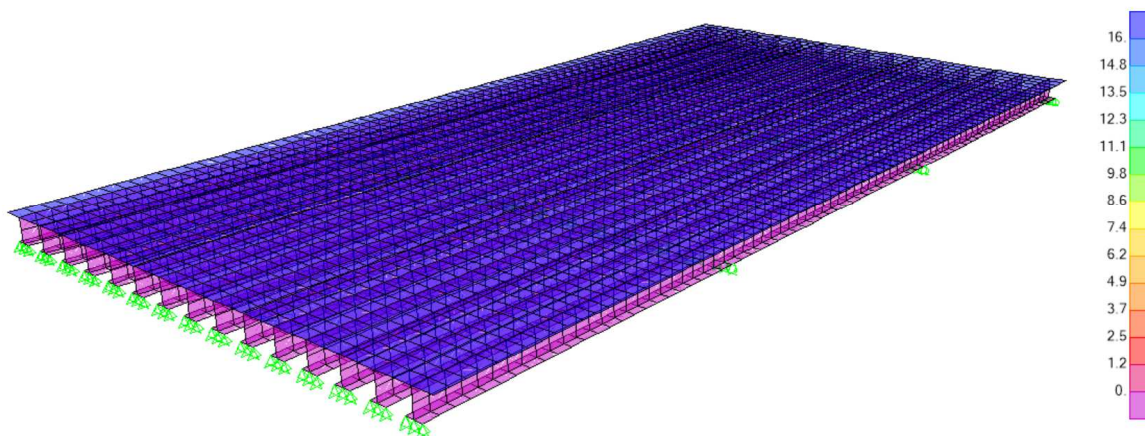
Si riportano di seguito le verifiche dei singoli elementi costituenti l'impalcato.

7.1 PIASTRA CON NERVATURE LONGITUDINALI

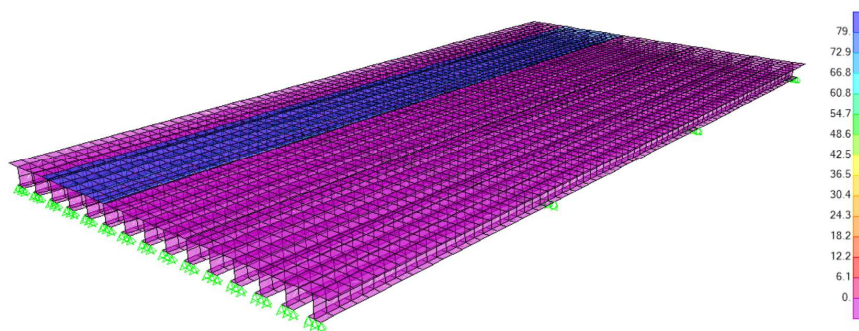
7.1.1 Verifiche di resistenza - SLU

Per le verifiche di resistenza e fatica, è stato implementato un modello tridimensionale con i carichi permanenti e da traffico (LM71 e SW2).

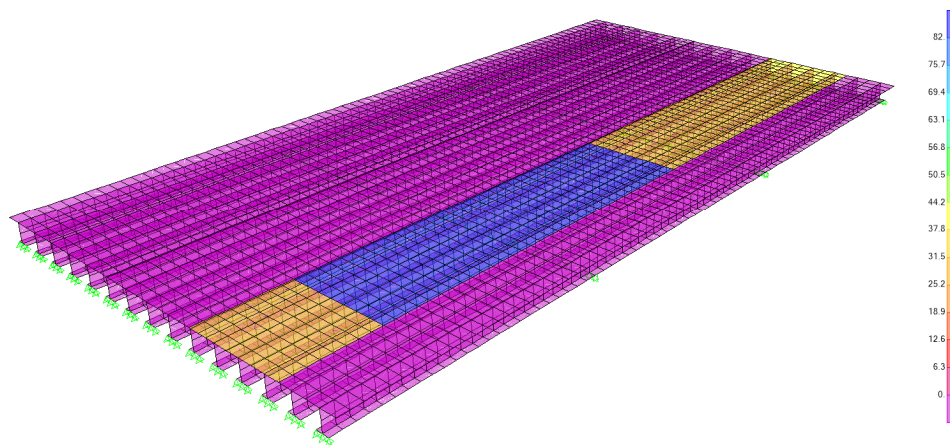
Nelle verifiche che seguono, è stato tenuto in conto per la vasca metallica di un sovrametallo di 2 mm coerentemente con le prescrizioni di Norma;



Carichi permanenti (ballast+armamaneto+imper.)



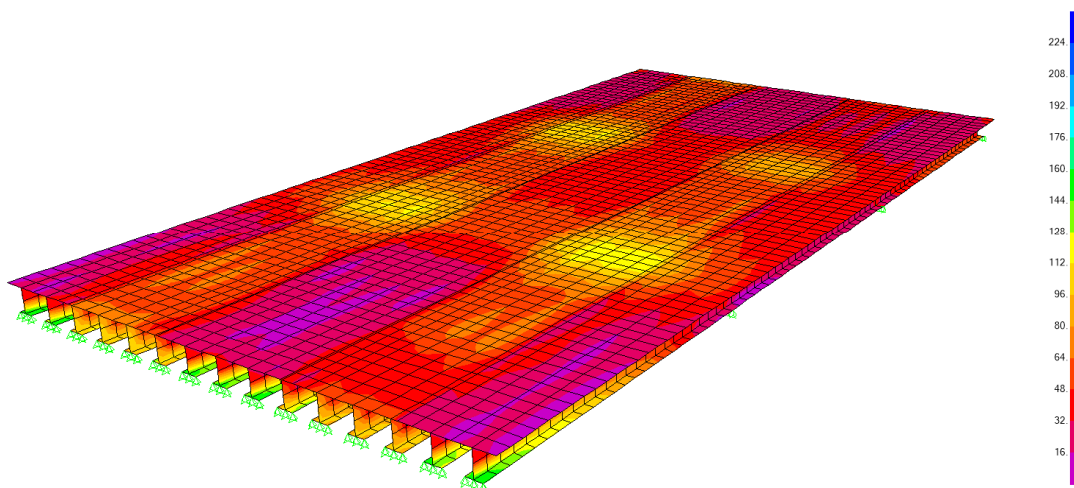
Carico da traffico SW2



Carico da traffico LM71

I carichi da traffico sono stati considerati in varie posizioni lungo lo sviluppo longitudinale in modo da massimizzare le sollecitazioni.

Di seguito viene riportata la mappatura delle tensioni ideali sommando gli effetti dei carichi permanenti e dei carichi da traffico con i coefficienti dinamici.



Le verifiche di resistenza risultano pertanto soddisfatte essendo $224 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$.

7.1.2 Verifiche a fatica

Viene riportato un estratto della “Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari” che riassume il metodo utilizzato per effettuare le verifiche a fatica di tutti gli elementi della struttura.

E' possibile ricondurre la verifica a fatica ad una verifica convenzionale di resistenza, confrontando il delta ideale convenzionale di tensione di progetto, $\Delta\sigma_{E,d}$, descritto nel seguito, con la classe del particolare $\Delta\sigma_C$.

Il delta di tensione convenzionale di calcolo $\Delta\sigma_{E,d}$ è dato da:

$$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_{71}$$

Per essere in sicurezza nei riguardi della fatica dovrà verificarsi la seguente condizione:

$$\Delta\sigma_{E,d} \leq \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}}$$

esprimibile con identica forma anche in termini di tensioni tangenziali:

$$\Delta\tau_{E,d} \leq \frac{\Delta\tau_C}{\gamma_{Mf}}$$

Dove:

λ è un fattore di correzione i cui valori numerici sono definiti in 2.1;

$\Delta\sigma_{71}$ è la differenza di tensione tra i valori estremi σ_{\max} e σ_{\min} dovuti a sovraccarico teorico di calcolo adottato per il ponte (LM71) posto nella posizione più sfavorevole;

$\Delta\sigma_C$ è la resistenza alla fatica corrispondente a 2×10^6 cicli da ricavare sulle curve SN corrispondenti al particolare strutturale esaminato (Figure 1.5-1 e 1.5-3);

Il fattore di correzione è dato dalla seguente formula:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \quad \text{ma} \quad \lambda \leq \lambda_{\max}$$

Dove:

λ_1 è un fattore che, per differenti tipi di travature, porta in conto l'effetto di danneggiamento dovuto al traffico e dipende dalla lunghezza di influenza caratteristica dell'elemento da verificare;

λ_2 è un fattore che porta in conto il volume di traffico (definito in 2.2);

λ_3 è un fattore che porta in conto la vita di progetto del ponte (definito in 2.3);

λ_4 è un fattore da applicarsi quando l'elemento strutturale è caricato da più di un binario (definito in 2.4).

Nel caso che l'influenza dello spessore sulla resistenza a fatica non sia trascurabile (spessore $t > 25\text{mm}$), la classe del dettaglio deve essere ridotta secondo la formula:

$$\Delta\sigma_{C,red} = k_s \cdot \Delta\sigma_C$$

dove il coefficiente riduttivo k_s dipende dal dettaglio strutturale considerato ed i cui valori indicativi sono indicati, per alcuni dettagli costruttivi, nelle Tabelle dell'Allegato 2.

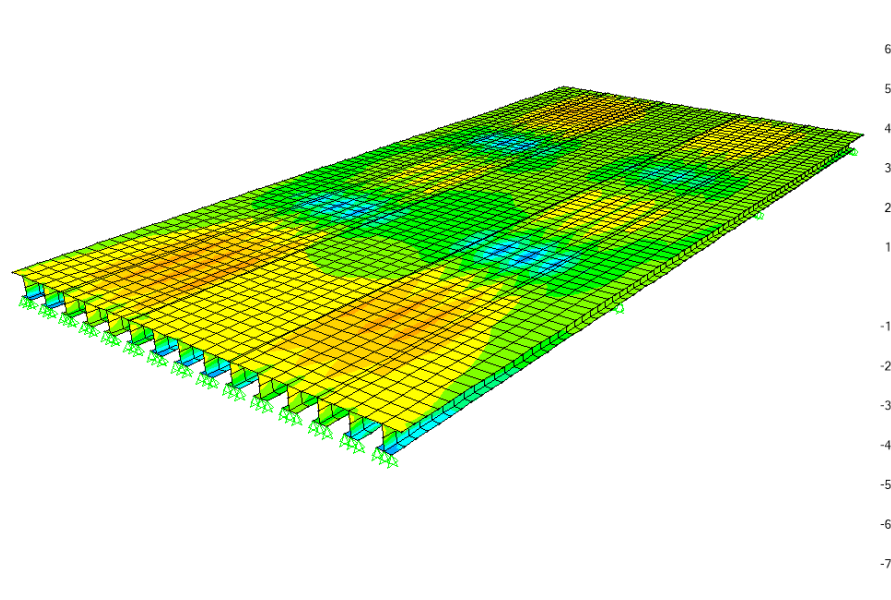
Dove non esplicitamente indicato il coefficiente k_s nelle tabelle sopraccitate, lo stesso può essere determinato con la seguente espressione:

$$k_s = \sqrt[4]{\frac{25}{t}} \leq 1.$$

Dove t è lo spessore in mm.

Analogamente si procederà per i Δ di tensione tangenziale.

Considerando sia lo stato tensionale associato al solo treno di carico LM71 che quello associato al transito del treno di carico LM71 e SW2, le tensioni normali massime risultano le seguenti:



In corrispondenza della saldatura tra la vasca e le nervature longitudinali è stato assunto cautelativamente un valore di tensione normale pari a 66 MPa.

Quindi dato:

$$\Delta\sigma_c = 71 \text{ MPa (giunzione saldata)}$$

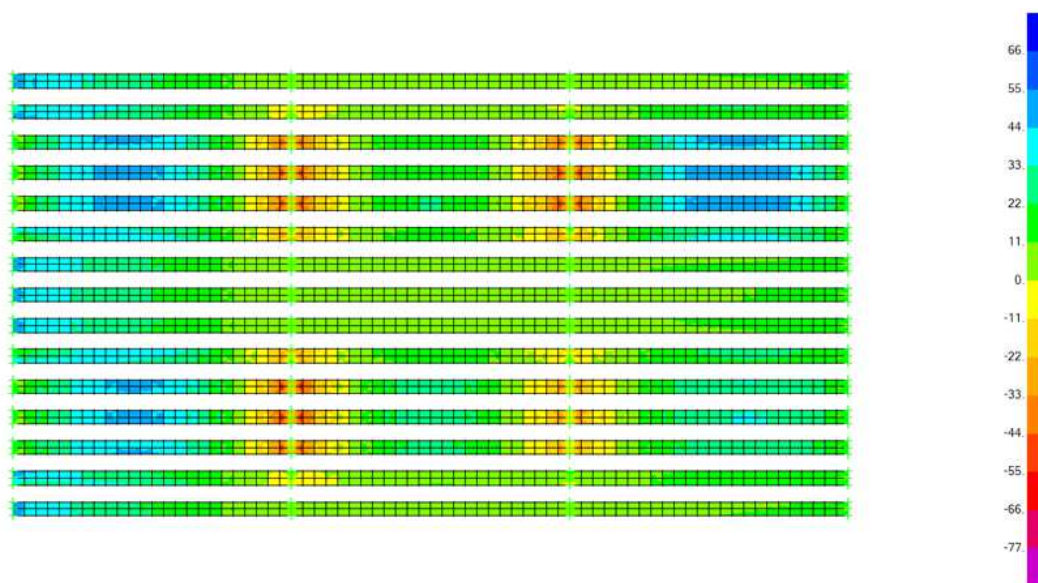
$$\Delta\sigma_c / \gamma_m = 53 \text{ MPa}$$

$\lambda_1 = 0.77$ $\lambda_2 = 1$ $\lambda_3 = 1$ ed assumendo in favore di sicurezza $\lambda_4 = 1$

$$\Delta\sigma_{Ed} = 51 \text{ MPa} < 53 \text{ MPa}$$

Le verifiche risultano soddisfatte.

Mentre in corrispondenza della bullonatura tra le nervature longitudinali ed il traverso è stato assunto cautelativamente un valore di tensione normale pari a 77 MPa.



$$\Delta\sigma_c = 90 \text{ MPa (giunti bullonati)}$$

$$\Delta\sigma_c / \gamma_m = 67 \text{ MPa}$$

$\lambda_1 = 0.77$ $\lambda_2 = 1$ $\lambda_3 = 1$ ed assumendo in favore di sicurezza $\lambda_4 = 1$

$$\Delta\sigma_{Ed} = 59 \text{ MPa} < 67 \text{ MPa}$$

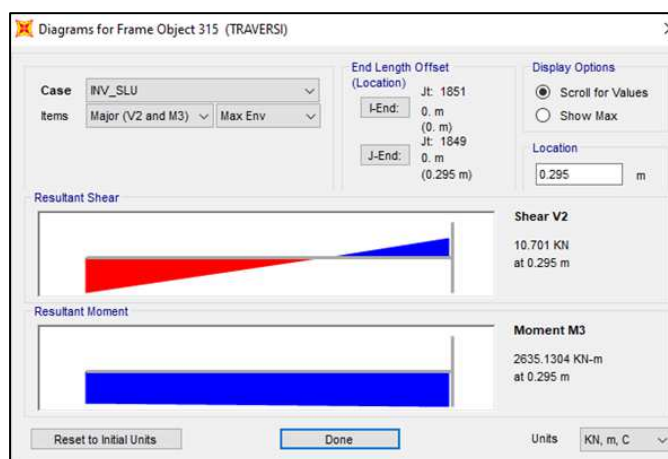
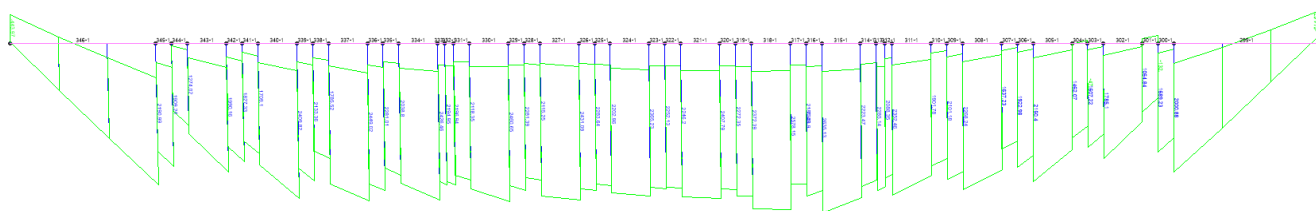
Le verifiche risultano soddisfatte.

7.2 TRAVERSI

7.2.1 Verifiche di resistenza – SLU (metodo elastico)

È stato realizzato un modello di calcolo locale dei traversi con il fine di valutare le sollecitazioni massime flettenti. A queste sollecitazioni sono state sommate quelle derivanti dal modello globale. I modelli (locale e globale) tengono conto dei rispettivi coefficienti di amplificazione dinamica Φ descritti nei paragrafi precedenti.

Per i **traversi intermedi**, la massima sollecitazione flettente sul piano verticale M_3 risulta:



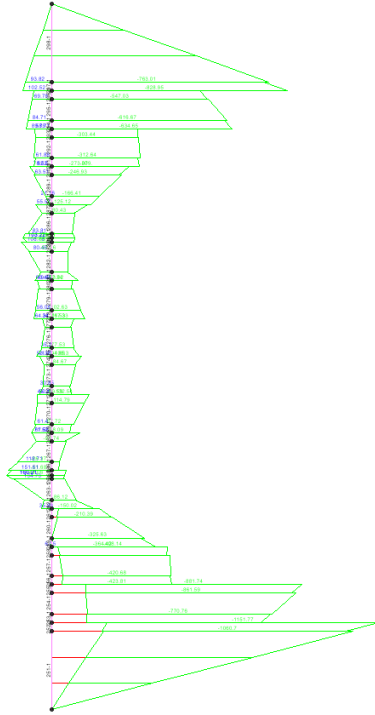
Sommando le sollecitazioni derivanti dal modello globale si ottiene:

TRAVERSO INTERMEDIO		
<i>Caratteristiche del profilo</i>		
A _{NETTA}	m ²	0.068
A _{anima,NETTA}	m ²	0.027
A _{ali,NETTA}	m ²	0.041
W _{x,NETTA}	m ³	0.037
W _{y,NETTA}	m ³	4.439E-03
<i>Locali</i>		
M _x	KNm	2635
T _y	kN	11
σ _{Mx}	N/mm ²	71.94
τ _y	N/mm ²	0.40
σ _{ID (anima-piatt.)}	N/mm ²	71.94
<i>Globali</i>		
N	KN	2201
M _y	KNm	44
T _x	kN	479
σ _N	N/mm ²	32.56
σ _{My}	N/mm ²	10.02
τ _x	N/mm ²	11.71
σ _{tot}	N/mm ²	114.52
σ _{ID (bordo ala)}	N/mm ²	116.3
γ _{MO} =	-	1.05
f _{yk} =	N/mm ²	355
f _{yd} =	N/mm ²	338
Verifica	soddisfatta	

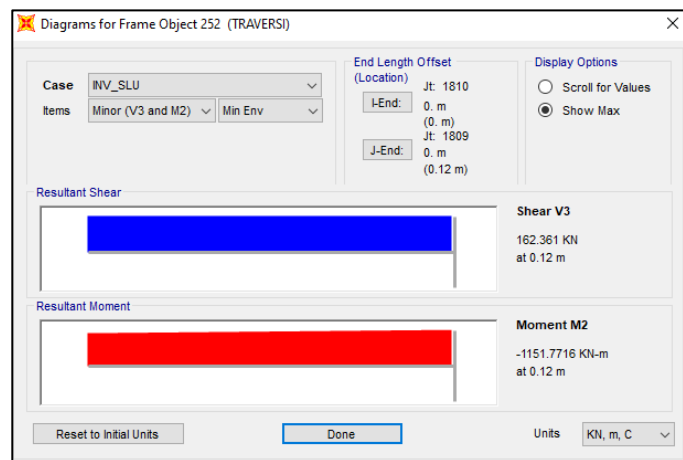
Dal modello globale la massima sollecitazione flettente sul piano orizzontale M₂ risulta:

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
 $L_e=68,25m$ doppio binario: Relazione di calcolo

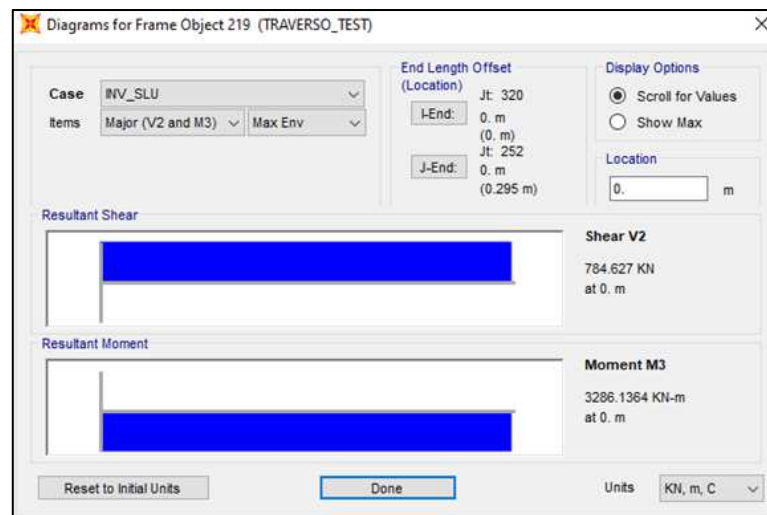
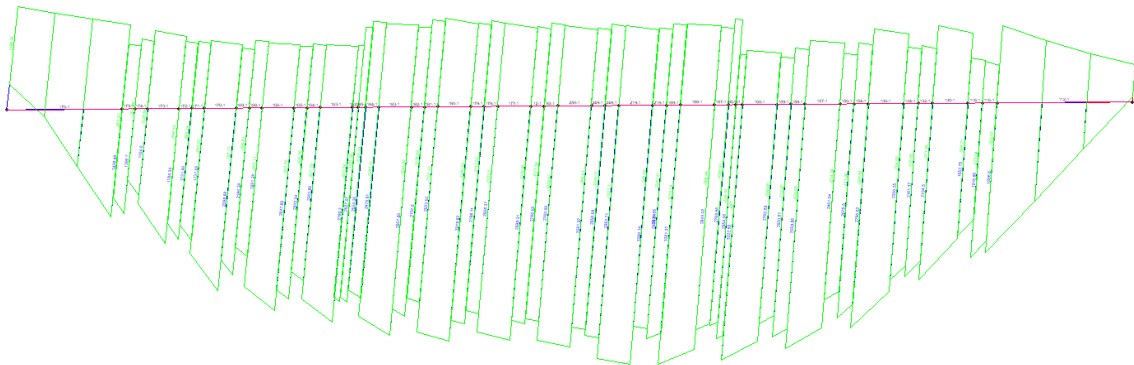
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	40 di 71



TRAVERSO INTERMEDIO		
<i>Caratteristiche del profilo</i>		
A_{NETTA}	m^2	0.068
$A_{anima,NETTA}$	m^2	0.027
$A_{ali,NETTA}$	m^2	0.041
$W_{x,NETTA}$	m^3	0.037
$W_{y,NETTA}$	m^3	4.439E-03
<i>Locali</i>		
M_x	KNm	292
T_y	kN	1614
σ_{Mx}	N/mm^2	7.98
τ_y	N/mm^2	60.57
σ_{ID} (anima-piatt.)	N/mm^2	105.21
<i>Globali</i>		
N	KN	433
M_y	KNm	1152
T_x	kN	162
σ_N	N/mm^2	6.41
σ_{My}	N/mm^2	259.48
τ_x	N/mm^2	3.96
σ_{tot}	N/mm^2	273.87
σ_{ID} (bordo ala)	N/mm^2	274.0
γ_{M0}	-	1.05
f_{yk}	N/mm^2	355
f_{yd}	N/mm^2	338
Verifica	soddisfatta	



Per i **traversi di testata**, la massima sollecitazione flettente sul piano verticale M_3 risulta:



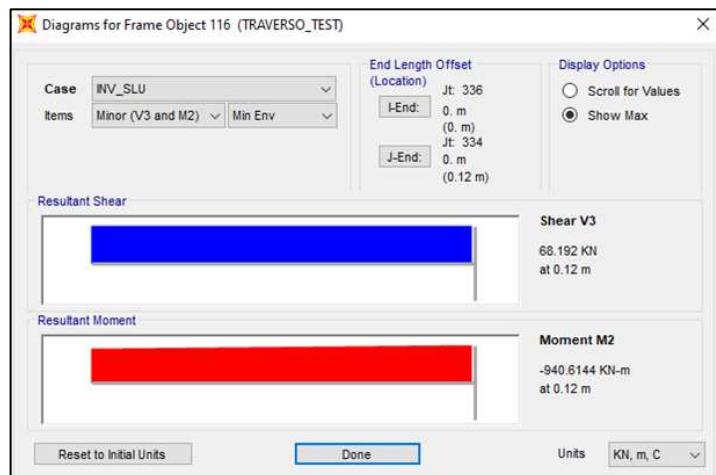
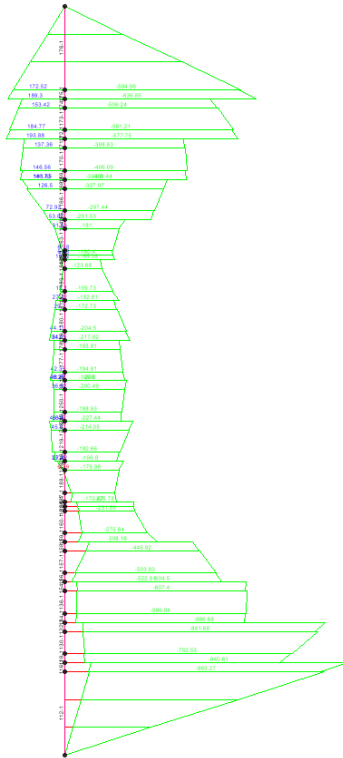
Sommando le sollecitazioni derivanti dal modello globale si ottiene:

TRAVERSO DI TESTATA		
<i>Caratteristiche del profilo forato</i>		
A_{NETTA}	m^2	0.102
$A_{anima,NETTA}$	m^2	0.039
$A_{ali,NETTA}$	m^2	0.063
$W_{x,NETTA}$	m^3	0.055
$W_{y,NETTA}$	m^3	7.358E-03
<i>Locali</i>		
M_x	KNm	3286
T_y	kN	785
σ_{Mx}	N/mm^2	60.15
τ_y	N/mm^2	20.04
$\sigma_{ID_ (anima-piatt.)}$	N/mm^2	69.45
<i>Globali</i>		
N	KN	265
M_y	KNm	41
T_x	kN	200
σ_N	N/mm^2	2.59
σ_{My}	N/mm^2	5.60
τ_x	N/mm^2	3.17
σ_{tot}	N/mm^2	68.3
$\sigma_{ID_ (bordo ala)}$	N/mm^2	68.6
$\gamma_{M2} =$	-	1.05
$f_{yk} =$	N/mm^2	355
$f_{yd} =$	N/mm^2	338
Verifica	soddisfatta	

Dal modello globale la massima sollecitazione flettente sul piano orizzontale M_2 risulta:

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
 $L_e=68,25m$ doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	43 di 71



TRAVERSO DI TESTATA		
<i>Caratteristiche del profilo forato</i>		
A_{NETTA}	m^2	0.102
$A_{anima,NETTA}$	m^2	0.039
$A_{ali,NETTA}$	m^2	0.063
$W_{x,NETTA}$	m^3	0.055
$W_{y,NETTA}$	m^3	7.358E-03
<i>Locali</i>		
M_x	KNm	524
T_y	kN	1746
σ_{Mx}	N/mm^2	9.59
τ_y	N/mm^2	44.59
$\sigma_{ID} (anima-piatt.)$	N/mm^2	77.82
<i>Globali</i>		
N	KN	1156
M_y	KNm	941
T_x	kN	68
σ_N	N/mm^2	11.32
σ_{My}	N/mm^2	127.83
τ_x	N/mm^2	1.08
σ_{tot}	N/mm^2	148.7
$\sigma_{ID} (bordo ala)$	N/mm^2	148.8
$\gamma_{M2} =$	-	1.05
$f_{yk} =$	N/mm^2	355
$f_{yd} =$	N/mm^2	338
Verifica	soddisfatta	

7.2.2 Verifiche a fatica

Come per la verifica SLU, anche per la verifica a fatica sono stati considerati gli effetti globali e gli effetti locali con i rispettivi coefficienti di amplificazione dinamica.

VERIFICA A FATICA DEL PROFILO BULLONATO					
VERIFICA A FATICA - trasversi - verifica del profilo forato - <i>traverso intermedio</i>					
γ_{Mf}	-		1.35		
$\Delta\sigma_c$	N/mm ²		90		
t	mm		35		
k_s	-		0.92		
$k_s \cdot \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$	N/mm ²		61.29		
EFFETTI LOCALI			EFFETTI GLOBALI		
λ_1	-	0.67	λ_1	-	0.62
λ_2	-	1.00	λ_2	-	1.00
λ_3	-	1.00	λ_3	-	1.00
λ_4	-	1.00	λ_4	-	1.00
λ_{MAX}	-	1.40	λ_{MAX}	-	1.40
λ_{Ed}	-	0.67	λ_{Ed}	-	0.62
λ	-	0.67	λ	-	0.62
$\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$	N/mm ²	30.85	$\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$	N/mm ²	20.03
$\lambda_{loc} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc}$	N/mm ²	20.67	$\lambda_{glo} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$	N/mm ²	12.42
$\lambda_{loc} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc} + \lambda_{glo} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$		N/mm ²		33.09	
Verifica			soddisfatta		

Caratteristiche del profilo forato		
A_{NETTA}	m ²	0.068
$W_{x,NETTA}$	m ³	0.037
$W_{y,NETTA}$	m ³	0.004
Tensioni - treno		
N	KN	934
M_x	KNm	1130
M_y	KNm	34
σ_N	N/mm ²	13.82
σ_{Mx}	N/mm ²	30.85
σ^*_{My}	N/mm ²	6.21
σ_{tot}	N/mm ²	50.88

VERIFICA A FATICA DEL PROFILO BULLONATO					
VERIFICA A FATICA - trasversi - verifica del profilo forato - <i>traverso intermedio</i>					
γ_{Mf}	-		1.35		
$\Delta\sigma_c$	N/mm ²		90		
t	mm		35		
k_s	-		0.92		
$k_s \cdot \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$	N/mm ²		61.29		
EFFETTI LOCALI			EFFETTI GLOBALI		
λ_1	-	0.67	λ_1	-	0.62
λ_2	-	1.00	λ_2	-	1.00
λ_3	-	1.00	λ_3	-	1.00
λ_4	-	1.00	λ_4	-	1.00
λ_{MAX}	-	1.40	λ_{MAX}	-	1.40
λ_{Ed}	-	0.67	λ_{Ed}	-	0.62
λ	-	0.67	λ	-	0.62
$\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$	N/mm ²	2.95	$\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$	N/mm ²	43.80
$\lambda_{loc} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc}$	N/mm ²	1.98	$\lambda_{glo} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$	N/mm ²	27.16
$\lambda_{loc} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc} + \lambda_{glo} \cdot \phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$		N/mm ²		29.13	
Verifica			soddisfatta		

Caratteristiche del profilo forato		
A_{NETTA}	m ²	0.068
$W_{x,NETTA}$	m ³	0.037
$W_{y,NETTA}$	m ³	0.004
Tensioni - treno		
N	KN	99
M_x	KNm	108
M_y	KNm	230
σ_N	N/mm ²	1.46
σ_{Mx}	N/mm ²	2.95
σ^*_{My}	N/mm ²	42.34
σ_{tot}	N/mm ²	46.75

VERIFICA A FATICA DEL PROFILO BULLONATO					
VERIFICA A FATICA - trasversi - verifica del profilo forato - <i>traverso testata</i>					
γ_{Mf}			-	1.35	
$\Delta\sigma_c$			N/mm ²	90	
t			mm	50	
k_s			-	0.84	
$k_s \cdot \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$			N/mm ²	56.06	
EFFETTI LOCALI			EFFETTI GLOBALI		
λ_1	-	1.15	λ_1	-	0.62
λ_2	-	1.00	λ_2	-	1.00
λ_3	-	1.00	λ_3	-	1.00
λ_4	-	1.00	λ_4	-	1.00
λ_{MAX}	-	1.40	λ_{MAX}	-	1.40
λ_{Ed}	-	1.15	λ_{Ed}	-	0.62
λ	-	1.15	λ	-	0.62
$\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$	N/mm ²	31.43	$\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$	N/mm ²	9.97
$\lambda_{loc} \cdot \phi_{2,loc} \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc}$	N/mm ²	36.15	$\lambda_{glo} \cdot \phi_{2,glo} \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$	N/mm ²	6.18
$\lambda_{loc} \cdot \phi_{2,loc} \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc} + \lambda_{glo} \cdot \phi_{2,glo} \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$			N/mm ²		42.33
Verifica			soddisfatta		

Caratteristiche del profilo forato		
A_{NETTA}	m ²	0.102
$W_{x,NETTA}$	m ³	0.055
$W_{y,NETTA}$	m ³	0.007
Tensioni - treno		
N	KN	439
M_x	KNm	1717
M_y	KNm	50
σ_N	N/mm ²	4.30
σ_{Mx}	N/mm ²	31.43
σ_{My}^*	N/mm ²	5.67
σ_{tot}	N/mm ²	41.41

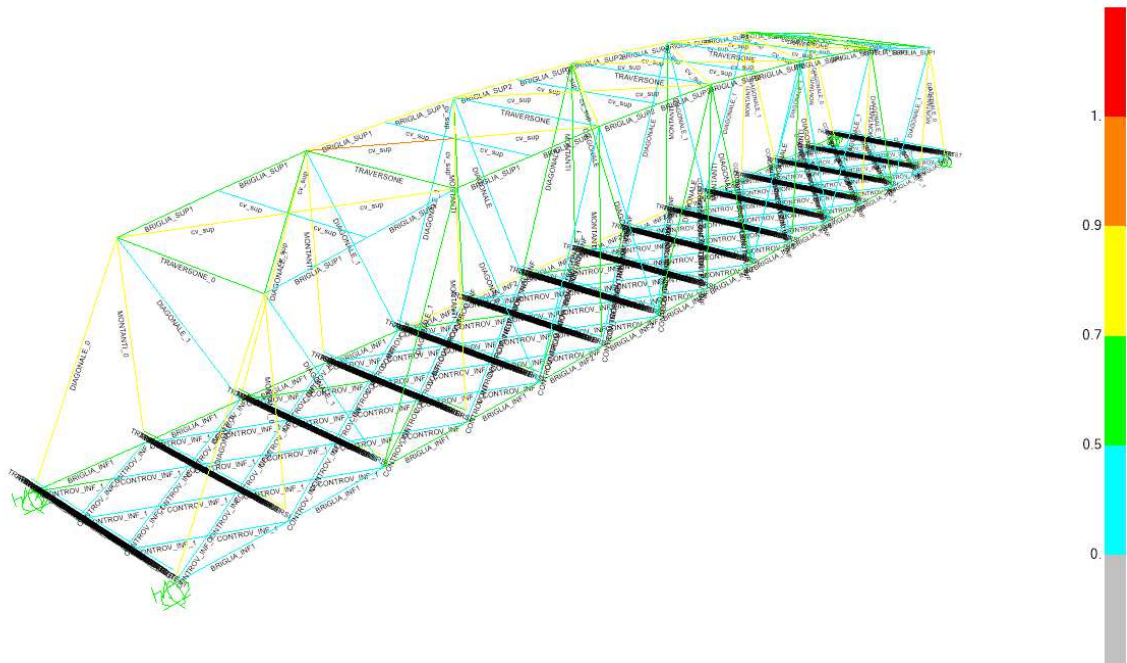
VERIFICA A FATICA DEL PROFILO BULLONATO					
VERIFICA A FATICA - trasversi - verifica del profilo forato - <i>traverso testata</i>					
γ_{Mf}			-	1.35	
$\Delta\sigma_c$			N/mm ²	90	
t			mm	50	
k_s			-	0.84	
$k_s \cdot \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$			N/mm ²	56.06	
EFFETTI LOCALI			EFFETTI GLOBALI		
λ_1	-	1.15	λ_1	-	0.62
λ_2	-	1.00	λ_2	-	1.00
λ_3	-	1.00	λ_3	-	1.00
λ_4	-	1.00	λ_4	-	1.00
λ_{MAX}	-	1.40	λ_{MAX}	-	1.40
λ_{Ed}	-	1.15	λ_{Ed}	-	0.62
λ	-	1.15	λ	-	0.62
$\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$	N/mm ²	3.50	$\phi_2 \cdot \Delta\sigma_{Ed}$	N/mm ²	21.70
$\lambda_{loc} \cdot \phi_{2,loc} \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc}$	N/mm ²	4.03	$\lambda_{glo} \cdot \phi_{2,glo} \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$	N/mm ²	13.45
$\lambda_{loc} \cdot \phi_{2,loc} \cdot \Delta\sigma_{Ed,loc} + \lambda_{glo} \cdot \phi_{2,glo} \cdot \Delta\sigma_{Ed,glo}$			N/mm ²		17.48
Verifica			soddisfatta		

Caratteristiche del profilo forato		
A_{NETTA}	m ²	0.102
$W_{x,NETTA}$	m ³	0.055
$W_{y,NETTA}$	m ³	0.007
Tensioni - treno		
N	KN	218
M_x	KNm	191
M_y	KNm	174
σ_N	N/mm ²	2.14
σ_{Mx}	N/mm ²	3.50
σ_{My}^*	N/mm ²	19.56
σ_{tot}	N/mm ²	25.20

In favore di sicurezza è stato assunto $\lambda_4 = 1$.

7.3 TRAVI PRINCIPALI E CONTROVENTI

7.3.1 Verifiche di resistenza e di instabilità delle travi principali



Le verifiche di resistenza degli elementi costituenti le pareti, e dei controventi risultano soddisfatte. Di seguito si riportano i coefficienti relativi ai tassi di lavoro massimi (“Ratio” <1), con la rispettiva combinazione associata, per tutti gli elementi costituenti le pareti della travata metallica:

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Italian NTC 2018						
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text
1	DIAGONALE	Brace	No Messages	0.523	PMM	SLU06-
3	DIAGONALE	Brace	No Messages	0.314	PMM	SLU08
5	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.316	PMM	SLU08-
7	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.450	PMM	SLU08-
9	DIAGONALE	Brace	No Messages	0.316	PMM	SLU08-
11	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.317	PMM	SLU08-
13	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.451	PMM	SLU08-
49	MONTANTI_0	Column	No Messages	0.840	PMM	SISMA02

50	MONTANTI	Column	No Messages	0.876	PMM	SISMA05
51	MONTANTI	Column	No Messages	0.682	PMM	SISMA05
53	MONTANTI	Column	No Messages	0.619	PMM	SISMA05
54	MONTANTI	Column	No Messages	0.664	PMM	SISMA05
55	MONTANTI	Column	No Messages	0.830	PMM	SISMA05
56	MONTANTI_0	Column	No Messages	0.795	PMM	SISMA02
97	DIAGONALE_0	Brace	No Messages	0.773	PMM	SLU08-
98	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.681	PMM	SLU08-
99	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.447	PMM	SLU08
100	DIAGONALE	Brace	No Messages	0.524	PMM	SLU08
101	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.449	PMM	SLU08-
102	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.683	PMM	SLU08-
103	DIAGONALE_0	Brace	No Messages	0.774	PMM	SLU08-
122	DIAGONALE	Brace	No Messages	0.532	PMM	SLU08-
123	DIAGONALE	Brace	No Messages	0.333	PMM	SLU06
124	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.339	PMM	SLU06-
125	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.491	PMM	SLU06-
126	DIAGONALE	Brace	No Messages	0.333	PMM	SLU06-
127	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.339	PMM	SLU06-
128	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.489	PMM	SLU06-
137	MONTANTI_0	Column	No Messages	0.834	PMM	SISMA05
138	MONTANTI	Column	No Messages	0.872	PMM	SISMA02
139	MONTANTI	Column	No Messages	0.655	PMM	SISMA02
140	MONTANTI	Column	No Messages	0.583	PMM	SISMA02
141	MONTANTI	Column	No Messages	0.636	PMM	SISMA02
142	MONTANTI	Column	No Messages	0.823	PMM	SISMA02
143	MONTANTI_0	Column	No Messages	0.790	PMM	SISMA05
145	DIAGONALE_0	Brace	No Messages	0.879	PMM	SLU06-
146	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.736	PMM	SLU06-
147	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.475	PMM	SLU06
148	DIAGONALE	Brace	No Messages	0.536	PMM	SLU08
149	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.474	PMM	SLU06-
150	DIAGONALE_1	Brace	No Messages	0.733	PMM	SLU06-
151	DIAGONALE_0	Brace	No Messages	0.870	PMM	SLU06-
60	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.426	PMM	SLU08-
61	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.412	PMM	SLU08-
62	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.568	PMM	SLU08-
63	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.578	PMM	SLU08-
64	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.586	PMM	SLU08-
65	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.593	PMM	SLU08-
66	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.609	PMM	SLU08-
67	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.611	PMM	SLU08-
68	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.570	PMM	SLU08-
69	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.568	PMM	SLU08-

70	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.527	PMM	SLU08-
72	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.522	PMM	SLU08-
73	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.300	PMM	SLU08-
75	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.311	PMM	SLU08-
84	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.520	PMM	SLU06-
85	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.507	PMM	SLU06-
86	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.644	PMM	SLU08-
87	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.652	PMM	SLU08-
91	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.700	PMM	SLU06-
92	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.704	PMM	SLU06-
93	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.754	PMM	SLU06-
94	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.755	PMM	SLU06-
95	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.703	PMM	SLU06-
96	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.704	PMM	SLU06-
105	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.641	PMM	SLU06-
106	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.641	PMM	SLU06-
107	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.484	PMM	SLU06
108	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.501	PMM	SLU06-
365	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.305	PMM	SLU08-
366	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.390	PMM	SLU06-
367	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.612	PMM	SISMA02
368	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.485	PMM	SISMA02
369	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.298	PMM	SLU06-
370	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.280	PMM	SLU06
371	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.262	PMM	SLU06-
372	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.250	PMM	SLU06-
373	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.392	PMM	SLU08-
374	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.445	PMM	SLU08-
375	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.401	PMM	SLU06-
376	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.414	PMM	SLU06-
377	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.236	PMM	SLU06-
378	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.230	PMM	SLU06-
379	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.414	PMM	SLU08-
380	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.405	PMM	SLU08-
381	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.358	PMM	SLU06-
382	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.351	PMM	SLU06-
383	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.328	PMM	SISMA02
384	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.321	PMM	SISMA02
385	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.457	PMM	SLU08-
386	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.452	PMM	SLU08-
387	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.275	PMM	SLU06
388	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.270	PMM	SLU06-
389	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.368	PMM	SLU06-
390	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.324	PMM	SLU06-

391	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.560	PMM	SLU08-
392	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.534	PMM	SLU08-
393	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.414	PMM	SLU08-
394	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.395	PMM	SLU08-
395	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.387	PMM	SLU08-
396	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.385	PMM	SLU08-
397	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.528	PMM	SLU08-
398	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.554	PMM	SLU08-
399	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.265	PMM	SISMA02
400	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.287	PMM	SLU08-
401	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.428	PMM	SLU06-
402	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.421	PMM	SLU06-
403	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.488	PMM	SLU08-
404	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.486	PMM	SLU08-
405	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.467	PMM	SLU08-
406	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.457	PMM	SLU08-
407	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.437	PMM	SLU08-
408	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.433	PMM	SLU08-
409	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.490	PMM	SLU08-
410	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.477	PMM	SLU08-
411	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.350	PMM	SLU08-
412	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.341	PMM	SLU08-
413	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.455	PMM	SLU06-
414	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.427	PMM	SLU06-
415	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.533	PMM	SLU08-
416	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.515	PMM	SLU08-
417	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.465	PMM	SLU08-
418	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.452	PMM	SLU08-
419	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.441	PMM	SLU08-
420	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.436	PMM	SLU08-
421	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.501	PMM	SLU08-
422	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.503	PMM	SLU08-
423	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.360	PMM	SLU08-
424	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.366	PMM	SLU08-
425	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.493	PMM	SLU06-
426	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.478	PMM	SLU06-
427	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.496	PMM	SLU08-
428	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.486	PMM	SLU08-
429	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.483	PMM	SLU08-
430	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.471	PMM	SLU08-
431	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.460	PMM	SLU08-
432	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.452	PMM	SLU08-
433	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.471	PMM	SLU08-
434	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.461	PMM	SLU08-

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
L_c=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	50 di 71

435	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.404	PMM	SLU08-
436	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.397	PMM	SLU08-
437	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.497	PMM	SLU06-
438	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.473	PMM	SLU06-
439	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.519	PMM	SLU06-
440	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.502	PMM	SLU08-
441	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.479	PMM	SLU08-
442	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.466	PMM	SLU08-
443	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.466	PMM	SLU08-
444	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.457	PMM	SLU08-
445	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.471	PMM	SLU08-
446	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.466	PMM	SLU08-
447	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.415	PMM	SLU08-
448	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.412	PMM	SLU08-
449	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.526	PMM	SLU06-
450	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.504	PMM	SLU06-
451	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.489	PMM	SLU06-
452	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.466	PMM	SLU06-
453	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.474	PMM	SLU08-
454	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.463	PMM	SLU08-
455	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.467	PMM	SLU08-
456	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.455	PMM	SLU08-
457	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.433	PMM	SLU08-
458	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.430	PMM	SLU08-
459	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.446	PMM	SLU08-
460	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.442	PMM	SLU08-
461	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.498	PMM	SLU06-
462	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.482	PMM	SLU06-
463	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.486	PMM	SLU06-
464	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.470	PMM	SLU06-
465	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.463	PMM	SLU08-
466	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.452	PMM	SLU08-
467	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.467	PMM	SLU06-
468	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.455	PMM	SLU08-
469	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.417	PMM	SLU08-
470	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.408	PMM	SLU08-
471	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.440	PMM	SLU08-
472	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.430	PMM	SLU08-
473	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.530	PMM	SLU06-
474	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.506	PMM	SLU06-
475	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.447	PMM	SLU06-
476	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.418	PMM	SLU06-
477	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.440	PMM	SLU08-
478	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.432	PMM	SLU08-

479	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.443	PMM	SLU06-
480	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.430	PMM	SLU08-
481	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.368	PMM	SLU08-
482	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.373	PMM	SLU08-
483	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.462	PMM	SLU08-
484	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.464	PMM	SLU08-
485	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.480	PMM	SLU06-
486	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.471	PMM	SLU06-
487	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.421	PMM	SLU06-
488	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.411	PMM	SLU06-
489	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.430	PMM	SLU08-
490	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.424	PMM	SLU08-
491	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.442	PMM	SLU06-
492	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.428	PMM	SLU08-
493	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.352	PMM	SLU08-
494	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.340	PMM	SLU08-
495	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.443	PMM	SLU08-
496	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.428	PMM	SLU08-
497	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.547	PMM	SLU06-
498	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.515	PMM	SLU06-
499	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.360	PMM	SLU06-
500	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.314	PMM	SLU06-
501	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.380	PMM	SLU08-
502	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.373	PMM	SLU08-
503	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.380	PMM	SLU08-
504	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.364	PMM	SLU06-
505	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.260	PMM	SLU08-
506	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.287	PMM	SLU08-
507	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.466	PMM	SLU08-
508	CONTROV_INF	Beam	No Messages	0.487	PMM	SLU08-
509	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.390	PMM	SLU06
510	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.386	PMM	SLU06
511	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.236	PMM	SLU06
512	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.233	PMM	SLU06
513	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.286	PMM	SISMA02
514	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.280	PMM	SISMA02
515	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.328	PMM	SLU06-
516	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.320	PMM	SLU06-
517	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.268	PMM	SLU06
518	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.263	PMM	SLU06
519	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.394	PMM	SLU06
520	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.379	PMM	SLU06
521	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.515	PMM	SISMA02
522	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.396	PMM	SISMA02

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
L_c=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	52 di 71

523	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.288	PMM	SLU08
524	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.374	PMM	SLU06
525	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.277	PMM	SLU06-
526	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.268	PMM	SLU06-
527	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.273	PMM	SLU06-
528	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.259	PMM	SLU06-
529	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.348	PMM	SLU06
530	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.355	PMM	SLU06
531	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.311	PMM	SLU08
532	CONTROV_INF_1	Beam	No Messages	0.343	PMM	SLU08
533	cv_sup	Brace	No Messages	0.741	PMM	SLU06-
534	cv_sup	Brace	No Messages	0.739	PMM	SLU06-
535	cv_sup	Brace	No Messages	0.565	PMM	SLU08-
536	cv_sup	Brace	No Messages	0.598	PMM	SLU08-
537	cv_sup	Brace	No Messages	0.911	PMM	SLU06-
538	cv_sup	Brace	No Messages	0.895	PMM	SLU06-
539	cv_sup	Brace	No Messages	0.768	PMM	SLU08-
540	cv_sup	Brace	No Messages	0.791	PMM	SLU08-
541	cv_sup	Brace	No Messages	0.847	PMM	SLU06-
542	cv_sup	Brace	No Messages	0.827	PMM	SLU06-
543	cv_sup	Brace	No Messages	0.775	PMM	SLU08-
544	cv_sup	Brace	No Messages	0.791	PMM	SLU08-
545	cv_sup	Brace	No Messages	0.802	PMM	SLU08-
546	cv_sup	Brace	No Messages	0.785	PMM	SLU08-
547	cv_sup	Brace	No Messages	0.811	PMM	SLU08-
548	cv_sup	Brace	No Messages	0.829	PMM	SLU06-
549	cv_sup	Brace	No Messages	0.799	PMM	SLU08-
550	cv_sup	Brace	No Messages	0.777	PMM	SLU08-
551	cv_sup	Brace	No Messages	0.880	PMM	SLU06-
552	cv_sup	Brace	No Messages	0.895	PMM	SLU06-
553	cv_sup	Brace	No Messages	0.603	PMM	SLU08-
554	cv_sup	Brace	No Messages	0.570	PMM	SLU08-
555	cv_sup	Brace	No Messages	0.729	PMM	SLU06-
556	cv_sup	Brace	No Messages	0.729	PMM	SLU06-
1167	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.507	PMM	SLU06-
1168	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.507	PMM	SLU06-
1169	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.736	PMM	SLU06-
1170	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.736	PMM	SLU06-
1171	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.740	PMM	SLU06-
1172	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.740	PMM	SLU06-
1173	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.739	PMM	SLU06-
1174	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.739	PMM	SLU06-
1175	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.733	PMM	SLU06-
1176	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.733	PMM	SLU06-

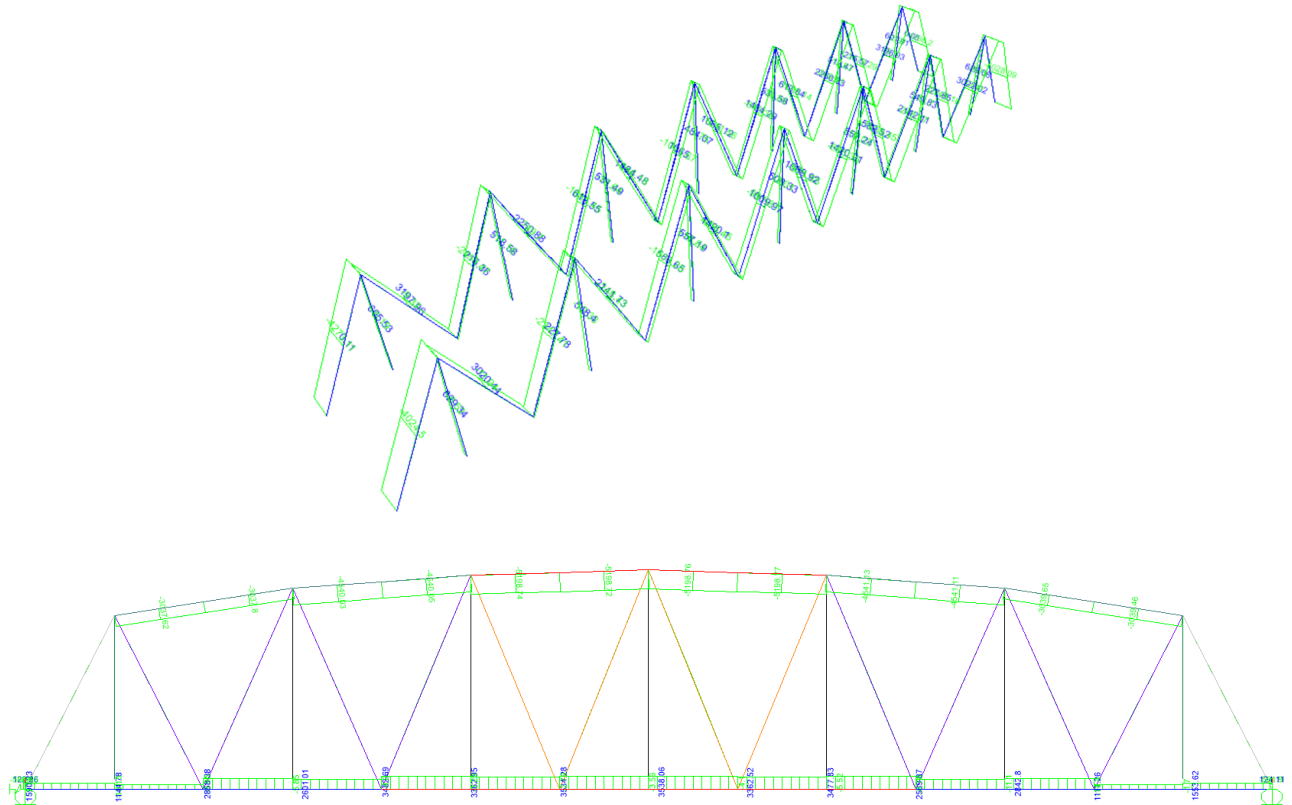
VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
L_c=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	53 di 71

1177	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.503	PMM	SLU06-
1178	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.503	PMM	SLU06-
1179	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.457	PMM	SLU08-
1180	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.457	PMM	SLU08-
1181	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.681	PMM	SLU08-
1182	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.681	PMM	SLU08-
1183	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.696	PMM	SLU08-
1184	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.696	PMM	SLU08-
1185	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.696	PMM	SLU08-
1186	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.696	PMM	SLU08-
1187	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.682	PMM	SLU08-
1188	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.682	PMM	SLU08-
1189	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.457	PMM	SLU08-
1190	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.458	PMM	SLU08-
1191	cv_sup	Beam	No Messages	0.178	PMM	SLU06-
1192	cv_sup	Beam	No Messages	0.178	PMM	SLU08-
1193	cv_sup	Beam	No Messages	0.170	PMM	SLU06
1194	cv_sup	Beam	No Messages	0.175	PMM	SLU06-
1195	cv_sup	Beam	No Messages	0.176	PMM	SISMA04
1196	cv_sup	Beam	No Messages	0.178	PMM	SLU06-
1197	cv_sup	Beam	No Messages	0.182	PMM	SISMA04
1198	cv_sup	Beam	No Messages	0.183	PMM	SISMA07
1199	cv_sup	Beam	No Messages	0.182	PMM	SISMA04
1200	cv_sup	Beam	No Messages	0.182	PMM	SISMA01
1201	cv_sup	Beam	No Messages	0.178	PMM	SLU06-
1202	cv_sup	Beam	No Messages	0.178	PMM	SLU08-

7.3.2 Verifiche a fatica

Di seguito gli andamenti dello sforzo assiale massimi e minimi, per gli elementi di parete, considerando i carichi accidentali amplificati con coefficiente dinamico:



Sforzo assiale FATICA

Si riportano le verifiche per le tensioni massime di ciascun elemento:

	Sezione giunto bullonato															
	spess	k_s	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ	γ_{mf}	A	A_{NETTA}	P	σ_N	$\Delta\sigma_c$	$\lambda \phi_2 \Delta\sigma_{ed}$	σ_{lim}	test
	mm								m^2	m^2	KN	MPa	MPa	MPa	MPa	$\sigma_{ed} < \sigma_{lim}$
diagonali	30	0.96	0.66	1.00	1.00	0.85	0.56	1.35	0.043	0.035	1484.5	42.9	90	24.14	63.70	ok
diagonali_1	45	0.86	0.66	1.00	1.00	0.85	0.56	1.35	0.072	0.057	3198.0	55.7	90	31.36	57.56	ok
diagonali_0	50	0.84	0.66	1.00	1.00	0.86	0.57	1.35	0.096	0.077	-4273.1	55.6	90	31.46	56.06	ok
briglia inf_1	25	1.00	0.62	1.00	1.00	0.85	0.53	1.35	0.086	0.069	2970.0	43.2	90	22.66	66.67	ok
briglia sup_2	35	0.92	0.62	1.00	1.00	0.84	0.52	1.35	0.096	0.077	3596.4	46.8	90	24.30	61.29	ok
briglia sup_1	25	1.00	0.62	1.00	1.00	0.85	0.53	1.35	0.083	0.066	-4742.6	71.4	90	37.62	66.67	ok
briglia sup_2	35	0.92	0.62	1.00	1.00	0.85	0.52	1.35	0.095	0.076	-5360.6	70.4	90	36.91	61.29	ok
controv_inf_1	30	0.96	0.62	1.00	1.00	0.88	0.55	1.35	0.015	0.012	375.8	30.5	90	16.64	63.70	ok
controv_inf_	25	1.00	0.62	1.00	1.00	0.87	0.54	1.35	0.013	0.010	444.7	43.4	90	23.44	66.67	ok
controv_sup_	35	0.92	0.62	1.00	1.00	0.84	0.52	1.35	0.025	0.020	-398.7	19.9	90	10.37	61.29	ok
Montanti_0	45	0.86	0.62	1.00	1.00	0.86	0.53	1.35	0.045	0.036	629.3	17.6	90	9.35	57.56	ok
Montanti	30	0.96	0.62	1.00	1.00	0.84	0.52	1.35	0.030	0.024	557.2	23.4	90	12.21	63.70	ok

Con riferimento ai diagonali, la valutazione del parametro λ tiene conto della seguente prescrizione:

PER STATI TENSIONALI PROVENIENTI DA SOLLECITAZIONI DI TAGLIO:			
		Per:	Luce L da considerare
6		una campata semplicemente appoggiata	la luce della campata L
		nelle sezioni di mezzeria (vedere Figura 2.7.1.2.1-1)	
7		una campata semplicemente appoggiata	0,4 × la luce della campata L
		nelle sezioni sugli appoggi (vedere Figura 2.7.1.2.1-1)	
8		campate continue	la luce della campata L _i considerata
		nelle sezioni di mezzeria (vedere Figura 2.7.1.2.1-1)	
9		campate continue	0,4 × la luce della campata L _i considerata
		nelle sezioni sugli appoggi (vedere Figura 2.7.1.2.1-1)	

Tab. 2.7.1.2.1-3 – Valutazione della luce L per stati tensionali provenienti da sollecitazioni di taglio

8 ANALISI MODALE

L'analisi modale effettuata con programma di calcolo Sap2000, fornisce le frequenze proprie di vibrare dell'impalcato in esame: la prima è traslazionale, la seconda torsionale.

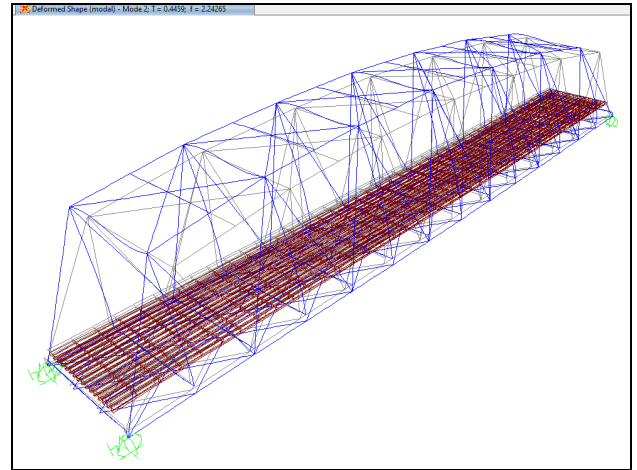
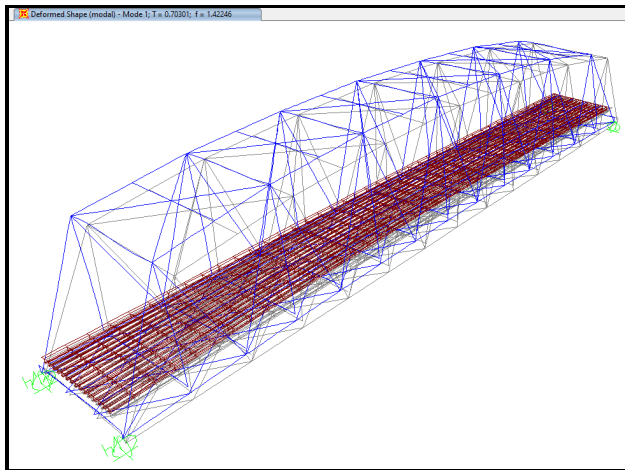
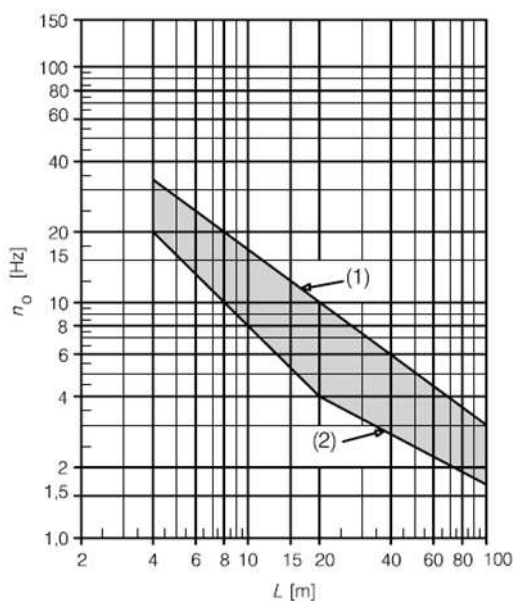


TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
modal	Mode	1	0.703005	0.0002	0.78605	0.00006956	0.0002	0.78605	0.00006956	0.13298	3.431E-08	0.0002	0.13298	3.431E-08	0.0002
modal	Mode	2	0.4459	0.00622	0.13162	0.0082	0.00642	0.91767	0.00827	0.46464	0.00007941	0.00018	0.59762	0.000007975	0.00038
modal	Mode	3	0.429079	0.27632	0.0035	0.56991	0.28274	0.92117	0.57817	0.0065	0.00042	0.00015	0.60412	0.00043	0.00053
modal	Mode	4	0.331964	0.69352	0.0001	0.22229	0.97626	0.92128	0.80046	0.00001384	0.00402	0.00958	0.60413	0.00445	0.01011
modal	Mode	5	0.296548	0.0084	0.00058	0.00136	0.98466	0.92185	0.80183	0.00046	0.00004438	0.88503	0.6046	0.00449	0.89515
modal	Mode	6	0.236424	0.00009863	0.01707	6.697E-07	0.98475	0.93892	0.80183	0.28631	0.00006259	0.00153	0.8909	0.0045	0.89668
modal	Mode	7	0.215449	0.00126	1.258E-07	0.00006211	0.98601	0.93893	0.80189	0.000001335	0.06166	6.411E-07	0.89091	0.06616	0.89668
modal	Mode	8	0.213689	3.938E-07	2.857E-08	0.00098	0.98601	0.93893	0.80287	4.022E-07	9.036E-08	4.265E-09	0.89091	0.06616	0.89668
modal	Mode	9	0.213055	0.00002869	5.072E-09	0.000001103	0.98604	0.93893	0.80287	6.959E-10	0.00104	0.000001896	0.89091	0.06719	0.89668
modal	Mode	10	0.212134	0.00008989	0.00002063	0.000002935	0.98613	0.93895	0.80288	0.00044	0.000007084	0.05591	0.89134	0.0672	0.95259
modal	Mode	11	0.212005	0.00001651	1.165E-07	0.000002296	0.98615	0.93895	0.80288	7.471E-08	1.234E-07	0.00009636	0.89134	0.0672	0.95269
modal	Mode	12	0.210748	0.00001509	1.493E-10	2.888E-07	0.98616	0.93895	0.80288	3.009E-08	0.00062	0.000000543	0.89134	0.06782	0.95269
modal	Mode	13	0.2091	0.00034	1.825E-07	0.00238	0.9865	0.93895	0.80526	0.000001144	0.000004277	0.00001158	0.89135	0.06782	0.9527
modal	Mode	14	0.178394	0.00447	0.000001941	0.00019	0.99097	0.93895	0.80545	0.00000198	0.45618	0.00003612	0.89135	0.524	0.95274
modal	Mode	15	0.157251	0.00012	0.05345	0.0000315	0.99108	0.9924	0.80548	0.00016	0.0000403	0.00000261	0.89151	0.52404	0.95274
modal	Mode	16	0.124338	0.00035	0.000005249	0.05193	0.99143	0.9924	0.85741	0.000001503	0.000002107	3.165E-08	0.89151	0.52404	0.95274
modal	Mode	17	0.122604	0.000002618	0.000002674	0.000001922	0.99143	0.99241	0.85742	0.000003363	2.247E-07	0.00295	0.89152	0.52404	0.95569
modal	Mode	18	0.117019	0.00002837	2.96E-08	0.000002569	0.99146	0.99241	0.85742	2.353E-09	0.02654	2.806E-10	0.89152	0.55058	0.95569
modal	Mode	19	0.116057	0.000003502	0.000001364	0.00308	0.99146	0.99241	0.8605	1.038E-07	4.034E-07	7.428E-10	0.89152	0.55058	0.95569
modal	Mode	20	0.115704	0.000000957	6.205E-10	0.000000139	0.99147	0.99241	0.8605	8.699E-11	0.00496	5.577E-07	0.89152	0.55554	0.95569
modal	Mode	21	0.115579	1.803E-07	0.000002889	0.00085	0.99147	0.99241	0.86135	2.379E-07	4.92E-08	1.05E-11	0.89152	0.55554	0.95569
modal	Mode	22	0.115397	1.037E-09	1.252E-11	1.675E-10	0.99147	0.99241	0.86135	2.321E-11	0.00058	1.886E-07	0.89152	0.55612	0.95569
modal	Mode	23	0.115332	1.897E-08	0.000001156	0.00014	0.99147	0.99241	0.86149	9.377E-08	1.991E-09	3.524E-11	0.89152	0.55612	0.95569
modal	Mode	24	0.115289	3.35E-08	1.412E-10	3.682E-09	0.99147	0.99241	0.86149	7.462E-12	0.00021	8.674E-08	0.89152	0.55633	0.95569
modal	Mode	25	0.115259	3.914E-08	2.709E-07	0.00002779	0.99147	0.99241	0.86152	2.216E-08	2.599E-09	2.296E-11	0.89152	0.55633	0.95569
modal	Mode	26	0.115241	1.355E-08	3.799E-11	1.412E-09	0.99147	0.99241	0.86152	7.24E-13	0.00002128	9.864E-09	0.89152	0.55635	0.95569
modal	Mode	27	0.115215	8.876E-09	1.741E-07	0.00001467	0.99147	0.99241	0.86154	1.406E-08	0.00008719	4.782E-08	0.89152	0.55644	0.95569
modal	Mode	28	0.115215	5.352E-07	3.485E-07	0.00003065	0.99147	0.99241	0.86157	3.265E-08	0.00003733	1.777E-08	0.89152	0.55648	0.95569
modal	Mode	29	0.115121	0.00000286	6.8E-10	0.000008055	0.99147	0.99241	0.86157	7.546E-10	2.288E-10	5.14E-10	0.89152	0.55648	0.95569
modal	Mode	30	0.11505	0.00000205	2.674E-09	0.000000124	0.99147	0.99241	0.86157	1.451E-10	0.00019	1.009E-09	0.89152	0.55667	0.95569

8.1 VERIFICA DELLA PRIMA FREQUENZA FLESSIONALE

Considerando la prima frequenza propria flessionale dell'impalcato, si valuta la necessità o meno di effettuare analisi dinamiche piuttosto che statiche, verificando che essa ricada nel fuso dei *Limiti della frequenza naturale del ponte* n_0 [Hz] in funzione di L [m]:



(1) Limite superiore della frequenza naturale

(2) Limite inferiore della frequenza naturale

Per un impalcato a trave semplicemente appoggiata risulta:

$$n_0 = \frac{17.75}{\sqrt{\delta_0}} = \frac{17.75}{\sqrt{45}} = 2.7 \text{ Hz}$$

Per $L=70$ m

1) $n_{0\text{sup}} = 3.95 \text{ Hz}$

2) $n_{0\text{inf}} = 1.91 \text{ Hz}$

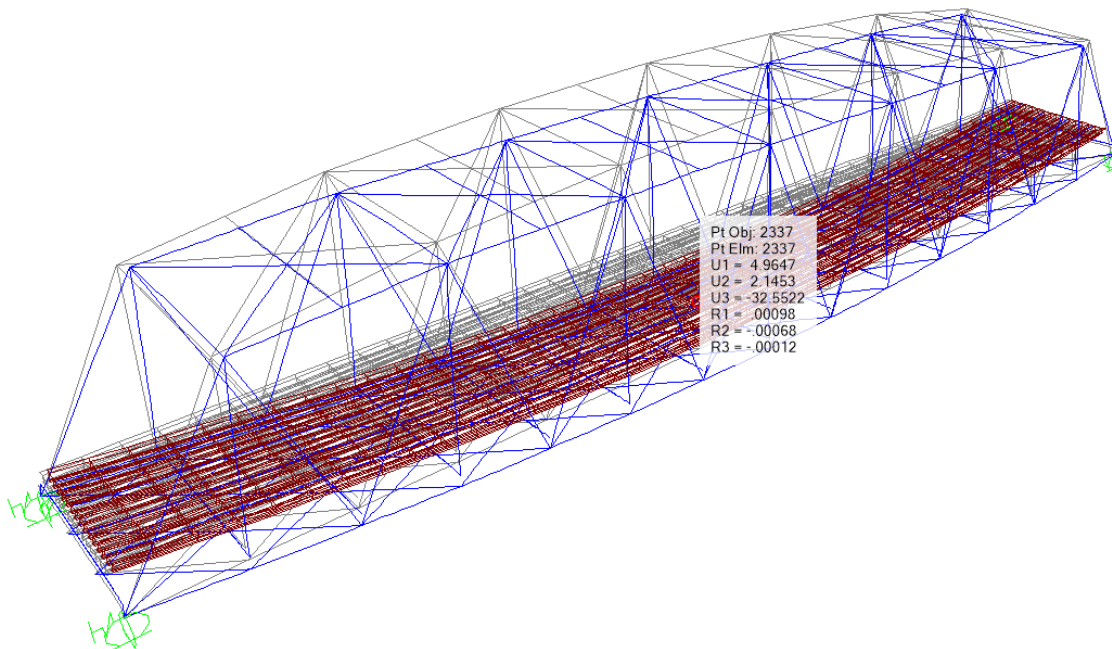
La frequenza n_0 risulta compresa tra i limiti del fuso. Non risulta pertanto necessaria l'analisi dinamica della struttura in oggetto.

9 VERIFICHE SLE

9.1 VERIFICA INFLESSIONE NEL PIANO VERTICALE DELL'IMPALCATO

È stata verificata l'inflessione nel piano verticale dell'impalcato.

Sono stati considerati agenti i treni di carico LM71 e SW2 incrementati con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α .



δ_v	L/600	Verifica
mm	mm	
33	117	OK

Inoltre si è verificato che lo spostamento orizzontale, conseguente all'inflessione per carichi verticali non risulti superiore a 8mm:

θ [rad]	θ_{lim} [rad]
0.0017	0.003

Le verifiche risultano soddisfatte.

Risultano soddisfatte anche le verifiche allo **stato limite per il comfort dei passeggeri**. Infatti considerando il transito del solo treno di carico LM71 si ha:

$$L/\delta_v = 70000/19 = 3684 > 1000$$

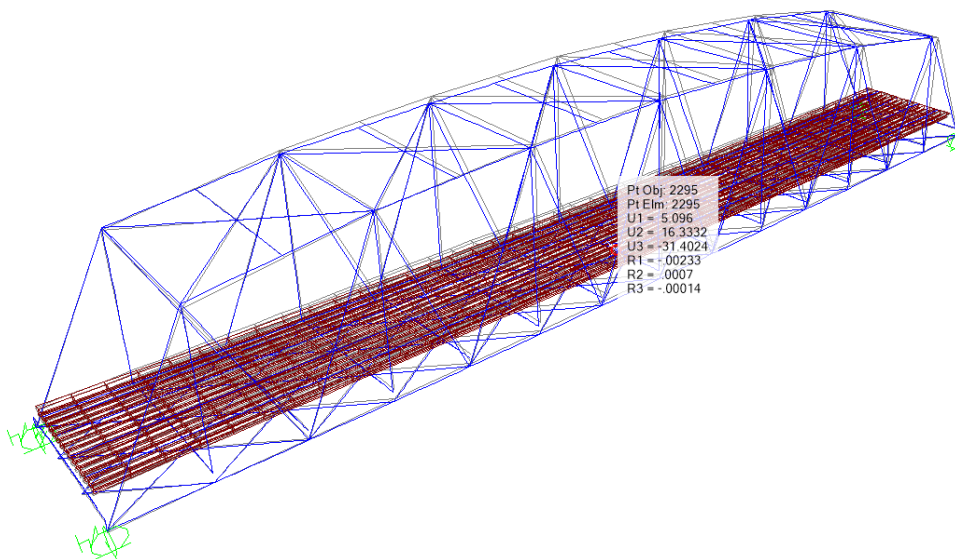
9.2 VERIFICA INFLESSIONE NEL PIANO ORIZZONTALE DELL'IMPALCATO

Considerando la presenza del treno di carico LM71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α , l'azione del vento, la forza laterale (serpeggio), la forza centrifuga e gli effetti della variazione di temperatura lineare fra i due lati dell'impalcato, l'inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato non deve produrre:

- una variazione angolare maggiore di quella fornita nella successiva Tab. 5.2.VIII;
- un raggio di curvatura orizzontale minore dei valori di cui alla citata tabella.

Tabella 5.2.VIII - Massima variazione angolare e minimo raggio di curvatura

Velocità [km/h]	Variazione Angolare massima	Raggio minimo di curvatura	
		Singola campata	Più campate
$V \leq 120$	0,0035 rd	1700 m	3500 m
$120 < V \leq 200$	0,0020 rd	6000 m	9500 m
$200 < V$	0,0015 rd	14000 m	17500 m



L	δ_h	R	var.ang.
m	mm	m	rad
70	16.3	37500	0.0005

Per una velocità di percorrenza pari a 145 km/h, è stato verificato che:

Raggio di curvatura: $R = \frac{L^2}{8 \cdot \delta_n}$

RAGGIO MINIMO DI CURVATURA: $R = 37500 \text{ m} > 6000 \text{ m}$

VARIAZIONE ANGOLARE MASSIMA: $0.0005 < 0.002 \text{ rad}$

Le verifiche risultano soddisfatte.

9.3 VERIFICA DELLO SGHEMBO

La torsione dell'impalcato del ponte è stata calcolata considerando il treno di carico LM71 o SW/2 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α . Per una velocità pari a 145 km/h il limite di sghembo è pari a 3mm/3m. Per il caso in esame essendo trascurabile la deformazione torsionale associata al passaggio dei convogli, tale verifica risulta abbondantemente soddisfatta.

SW2

int	s	3m/int
[mm]	[mm]	
4875	1500	0.615

	$\delta v A$	$\delta v B$	$\Delta \delta V$	ϕ	$\Delta \phi$	t/int	t/3m
	[mm]	[mm]	[mm]	[rad]	[rad]	[mm]	[mm]
1	-0.775	-0.465	0.31	0.000207	-		
2	-5.729	-5.723	0.01	0.000004	-0.000203	-0.30	-0.19
3	-9.681	-9.937	-0.256	-0.000171	-0.000175	-0.26	-0.16
4	-13.292	-13.896	-0.604	-0.000403	-0.000232	-0.35	-0.21
5	-15.765	-16.523	-0.758	-0.000505	-0.000103	-0.15	-0.09
6	-17.794	-18.767	-0.973	-0.000649	-0.000143	-0.22	-0.13
7	-18.616	-19.645	-1.029	-0.000686	-0.000037	-0.06	-0.03
8	-18.493	-19.583	-1.09	-0.000727	-0.000041	-0.06	-0.04
9	-18.619	-19.652	-1.033	-0.000689	0.000038	0.06	0.04
10	-17.803	-18.787	-0.984	-0.000656	0.000033	0.05	0.03
11	-15.776	-16.55	-0.774	-0.000516	0.000140	0.21	0.13
12	-13.304	-13.928	-0.624	-0.000416	0.000100	0.15	0.09
13	-9.69	-9.964	-0.274	-0.000183	0.000233	0.35	0.22
14	-5.747	-5.752	-0.005	-0.000003	0.000179	0.27	0.17
15	-0.776	-0.466	0.31	0.000207	0.000210	0.32	0.19

LM71

int	s	3m/int
[mm]	[mm]	
4875	1500	0.615

	$\delta v A$	$\delta v B$	$\Delta \delta V$	ϕ	$\Delta \phi$	t/int	t/3m
	[mm]	[mm]	[mm]	[rad]	[rad]	[mm]	[mm]
1	-1.065	-1.978	-0.913	-0.000609	-		
2	-5.073	-5.231	-0.16	-0.000105	0.000503	0.76	0.46
3	-8.466	-8.406	0.06	0.000040	0.000145	0.22	0.13
4	-11.947	-11.532	0.415	0.000277	0.000237	0.36	0.22
5	-14.218	-13.672	0.546	0.000364	0.000087	0.13	0.08
6	-16.383	-15.595	0.788	0.000525	0.000161	0.24	0.15
7	-17.392	-16.558	0.834	0.000556	0.000031	0.05	0.03
8	-18.025	-17.082	0.943	0.000629	0.000073	0.11	0.07
9	-17.403	-16.563	0.84	0.000560	-0.000069	-0.10	-0.06
10	-16.406	-15.605	0.801	0.000534	-0.000026	-0.04	-0.02
11	-14.247	-13.685	0.562	0.000375	-0.000159	-0.24	-0.15
12	-11.982	-11.55	0.432	0.000288	-0.000087	-0.13	-0.08
13	-8.497	-8.421	0.076	0.000051	-0.000237	-0.36	-0.22
14	-5.092	-5.236	-0.144	-0.000096	-0.000147	-0.22	-0.14
15	-1.064	-1.977	-0.913	-0.000609	-0.000513	-0.77	-0.47

10 REAZIONI VINCOLARI

Lo schema dei vincoli della travata metallica è il seguente:



Riepilogo dei risultati:

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
9	SLU01	Combination	Max	-56.55	0	8863.254	0	0	0
9	SLU01	Combination	Min	-539.491	0	6897.968	0	0	0
9	SLU02	Combination	Max	-56.55	0	8863.254	0	0	0
9	SLU02	Combination	Min	-539.491	0	6897.968	0	0	0
9	SLU03	Combination	Max	892.704	0	9046.762	0	0	0
9	SLU03	Combination	Min	442.484	0	7098.541	0	0	0
9	SLU04	Combination	Max	892.704	0	9046.762	0	0	0
9	SLU04	Combination	Min	442.484	0	7098.541	0	0	0
9	SLU05	Combination	Max	327.676	0	12235.38	0	0	0
9	SLU05	Combination	Min	-598.149	0	6527.056	0	0	0
9	SLU06	Combination	Max	327.676	0	12235.38	0	0	0
9	SLU06	Combination	Min	-598.149	0	6527.056	0	0	0
9	SLU07	Combination	Max	1877.279	0	12595.771	0	0	0
9	SLU07	Combination	Min	1020.025	0	6923.293	0	0	0
9	SLU08	Combination	Max	1877.279	0	12595.771	0	0	0
9	SLU08	Combination	Min	1020.025	0	6923.293	0	0	0
9	SLU09	Combination	Max	-499.883	0	7216.528	0	0	0
9	SLU09	Combination	Min	-499.883	0	7216.528	0	0	0
9	SLU10	Combination	Max	-499.883	0	7216.528	0	0	0
9	SLU10	Combination	Min	-499.883	0	7216.528	0	0	0
9	SLU11	Combination	Max	-143.797	0	8534.713	0	0	0
9	SLU11	Combination	Min	-530.15	0	6962.484	0	0	0
9	SLU12	Combination	Max	615.606	0	8681.519	0	0	0
9	SLU12	Combination	Min	255.43	0	7122.942	0	0	0

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
 L_c=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	62 di 71

9	SLU13	Combination	Max	163.584	0	11232.413	0	0	0
9	SLU13	Combination	Min	-577.076	0	6665.754	0	0	0
9	SLU14	Combination	Max	1403.266	0	11520.726	0	0	0
9	SLU14	Combination	Min	717.463	0	6982.744	0	0	0
9	SLU15	Combination	Max	-299.93	0	7399.247	0	0	0
9	SLU15	Combination	Min	-299.93	0	7399.247	0	0	0
9	SISMA01	Combination	Max	3911.031	0	7607.549	0	0	0
9	SISMA01	Combination	Min	-3925.257	0	4585.184	0	0	0
9	SISMA02	Combination	Max	2566.535	0	7558.054	0	0	0
9	SISMA02	Combination	Min	-2580.762	0	4634.679	0	0	0
9	SISMA03	Combination	Max	1706.437	0	6904.153	0	0	0
9	SISMA03	Combination	Min	-1720.664	0	5288.58	0	0	0
9	SISMA04	Combination	Max	4136.072	0	7526.354	0	0	0
9	SISMA04	Combination	Min	-3718.232	0	4494.572	0	0	0
9	SISMA05	Combination	Max	2791.577	0	7476.86	0	0	0
9	SISMA05	Combination	Min	-2373.737	0	4544.067	0	0	0
9	SISMA06	Combination	Max	1931.479	0	6822.958	0	0	0
9	SISMA06	Combination	Min	-1513.639	0	5197.968	0	0	0
9	SLU01-	Combination	Max	-1612.285	0	8810.875	0	0	0
9	SLU01-	Combination	Min	-2095.226	0	6845.589	0	0	0
9	SLU02-	Combination	Max	-1612.285	0	8810.875	0	0	0
9	SLU02-	Combination	Min	-2095.226	0	6845.589	0	0	0
9	SLU03-	Combination	Max	-2218.766	0	8942.003	0	0	0
9	SLU03-	Combination	Min	-2668.985	0	6993.782	0	0	0
9	SLU04-	Combination	Max	-2218.766	0	8942.003	0	0	0
9	SLU04-	Combination	Min	-2668.985	0	6993.782	0	0	0
9	SLU05-	Combination	Max	-2038.205	0	12169.389	0	0	0
9	SLU05-	Combination	Min	-2964.031	0	6461.066	0	0	0
9	SLU06-	Combination	Max	-2038.205	0	12169.389	0	0	0
9	SLU06-	Combination	Min	-2964.031	0	6461.066	0	0	0
9	SLU07-	Combination	Max	-2854.483	0	12463.79	0	0	0
9	SLU07-	Combination	Min	-3711.738	0	6791.312	0	0	0
9	SLU08-	Combination	Max	-2854.483	0	12463.79	0	0	0
9	SLU08-	Combination	Min	-3711.738	0	6791.312	0	0	0
9	SLU09-	Combination	Max	-499.883	0	7216.528	0	0	0
9	SLU09-	Combination	Min	-499.883	0	7216.528	0	0	0
9	SLU10-	Combination	Max	-499.883	0	7216.528	0	0	0
9	SLU10-	Combination	Min	-499.883	0	7216.528	0	0	0
9	SLU11-	Combination	Max	-1388.385	0	8492.809	0	0	0
9	SLU11-	Combination	Min	-1774.738	0	6920.581	0	0	0
9	SLU12-	Combination	Max	-1873.569	0	8597.712	0	0	0
9	SLU12-	Combination	Min	-2233.745	0	7039.135	0	0	0
9	SLU13-	Combination	Max	-1729.121	0	11179.621	0	0	0
9	SLU13-	Combination	Min	-2469.781	0	6612.962	0	0	0

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
L_e=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	63 di 71

9	SLU14-	Combination	Max	-2382.143	0	11415.142	0	0	0
9	SLU14-	Combination	Min	-3067.947	0	6877.159	0	0	0
9	SLU15-	Combination	Max	-299.93	0	7399.247	0	0	0
9	SLU15-	Combination	Min	-299.93	0	7399.247	0	0	0
9	SISMA07	Combination	Max	3918.144	0	6877.585	0	0	0
9	SISMA07	Combination	Min	-3918.144	0	3855.221	0	0	0
9	SISMA08	Combination	Max	2573.649	0	6828.091	0	0	0
9	SISMA08	Combination	Min	-2573.649	0	3904.715	0	0	0
9	SISMA09	Combination	Max	1713.55	0	6174.189	0	0	0
9	SISMA09	Combination	Min	-1713.55	0	4558.617	0	0	0
15	SLU01	Combination	Max	0	0	8901.099	0	0	0
15	SLU01	Combination	Min	0	0	6906.997	0	0	0
15	SLU02	Combination	Max	0	0	8901.099	0	0	0
15	SLU02	Combination	Min	0	0	6906.997	0	0	0
15	SLU03	Combination	Max	0	0	9019.359	0	0	0
15	SLU03	Combination	Min	0	0	7042.322	0	0	0
15	SLU04	Combination	Max	0	0	9019.359	0	0	0
15	SLU04	Combination	Min	0	0	7042.322	0	0	0
15	SLU05	Combination	Max	0	0	12264.73	0	0	0
15	SLU05	Combination	Min	0	0	6551.739	0	0	0
15	SLU06	Combination	Max	0	0	12264.73	0	0	0
15	SLU06	Combination	Min	0	0	6551.739	0	0	0
15	SLU07	Combination	Max	0	0	12531.63	0	0	0
15	SLU07	Combination	Min	0	0	6854.485	0	0	0
15	SLU08	Combination	Max	0	0	12531.63	0	0	0
15	SLU08	Combination	Min	0	0	6854.485	0	0	0
15	SLU09	Combination	Max	0	0	7252.713	0	0	0
15	SLU09	Combination	Min	0	0	7252.713	0	0	0
15	SLU10	Combination	Max	0	0	7252.713	0	0	0
15	SLU10	Combination	Min	0	0	7252.713	0	0	0
15	SLU11	Combination	Max	0	0	8572.123	0	0	0
15	SLU11	Combination	Min	0	0	6976.841	0	0	0
15	SLU12	Combination	Max	0	0	8666.731	0	0	0
15	SLU12	Combination	Min	0	0	7085.101	0	0	0
15	SLU13	Combination	Max	0	0	11263.028	0	0	0
15	SLU13	Combination	Min	0	0	6692.635	0	0	0
15	SLU14	Combination	Max	0	0	11476.548	0	0	0
15	SLU14	Combination	Min	0	0	6934.832	0	0	0
15	SLU15	Combination	Max	0	0	7420.958	0	0	0
15	SLU15	Combination	Min	0	0	7420.958	0	0	0
15	SISMA01	Combination	Max	0	0	7589.912	0	0	0
15	SISMA01	Combination	Min	0	0	4603.85	0	0	0
15	SISMA02	Combination	Max	0	0	7479.568	0	0	0
15	SISMA02	Combination	Min	0	0	4714.195	0	0	0

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
L_c=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	64 di 71

15	SISMA03	Combination	Max	0	0	6885.098	0	0	0
15	SISMA03	Combination	Min	0	0	5308.664	0	0	0
15	SISMA04	Combination	Max	0	0	7498.098	0	0	0
15	SISMA04	Combination	Min	0	0	4502.619	0	0	0
15	SISMA05	Combination	Max	0	0	7387.753	0	0	0
15	SISMA05	Combination	Min	0	0	4612.963	0	0	0
15	SISMA06	Combination	Max	0	0	6793.284	0	0	0
15	SISMA06	Combination	Min	0	0	5207.432	0	0	0
15	SLU01-	Combination	Max	0	0	8953.478	0	0	0
15	SLU01-	Combination	Min	0	0	6959.376	0	0	0
15	SLU02-	Combination	Max	0	0	8953.478	0	0	0
15	SLU02-	Combination	Min	0	0	6959.376	0	0	0
15	SLU03-	Combination	Max	0	0	9124.118	0	0	0
15	SLU03-	Combination	Min	0	0	7147.081	0	0	0
15	SLU04-	Combination	Max	0	0	9124.118	0	0	0
15	SLU04-	Combination	Min	0	0	7147.081	0	0	0
15	SLU05-	Combination	Max	0	0	12330.721	0	0	0
15	SLU05-	Combination	Min	0	0	6617.73	0	0	0
15	SLU06-	Combination	Max	0	0	12330.721	0	0	0
15	SLU06-	Combination	Min	0	0	6617.73	0	0	0
15	SLU07-	Combination	Max	0	0	12663.611	0	0	0
15	SLU07-	Combination	Min	0	0	6986.466	0	0	0
15	SLU08-	Combination	Max	0	0	12663.611	0	0	0
15	SLU08-	Combination	Min	0	0	6986.466	0	0	0
15	SLU09-	Combination	Max	0	0	7252.713	0	0	0
15	SLU09-	Combination	Min	0	0	7252.713	0	0	0
15	SLU10-	Combination	Max	0	0	7252.713	0	0	0
15	SLU10-	Combination	Min	0	0	7252.713	0	0	0
15	SLU11-	Combination	Max	0	0	8614.026	0	0	0
15	SLU11-	Combination	Min	0	0	7018.745	0	0	0
15	SLU12-	Combination	Max	0	0	8750.538	0	0	0
15	SLU12-	Combination	Min	0	0	7168.908	0	0	0
15	SLU13-	Combination	Max	0	0	11315.821	0	0	0
15	SLU13-	Combination	Min	0	0	6745.428	0	0	0
15	SLU14-	Combination	Max	0	0	11582.133	0	0	0
15	SLU14-	Combination	Min	0	0	7040.417	0	0	0
15	SLU15-	Combination	Max	0	0	7420.958	0	0	0
15	SLU15-	Combination	Min	0	0	7420.958	0	0	0
15	SISMA07	Combination	Max	0	0	6859.434	0	0	0
15	SISMA07	Combination	Min	0	0	3873.372	0	0	0
15	SISMA08	Combination	Max	0	0	6749.09	0	0	0
15	SISMA08	Combination	Min	0	0	3983.716	0	0	0
15	SISMA09	Combination	Max	0	0	6154.62	0	0	0
15	SISMA09	Combination	Min	0	0	4578.186	0	0	0

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
L_e=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	65 di 71

80	SLU01	Combination	Max	2122.891	-1491.142	12891.22	0	0	0
80	SLU01	Combination	Min	1639.95	-1693.231	8454.453	0	0	0
80	SLU02	Combination	Max	2122.891	-1491.142	12891.22	0	0	0
80	SLU02	Combination	Min	1639.95	-1693.231	8454.453	0	0	0
80	SLU03	Combination	Max	2724.316	-1133.415	12730.552	0	0	0
80	SLU03	Combination	Min	2274.096	-1264.863	8310.849	0	0	0
80	SLU04	Combination	Max	2724.316	-1133.415	12730.552	0	0	0
80	SLU04	Combination	Min	2274.096	-1264.863	8310.849	0	0	0
80	SLU05	Combination	Max	2987.104	-2140.437	14869.708	0	0	0
80	SLU05	Combination	Min	2061.279	-2552.083	8807.808	0	0	0
80	SLU06	Combination	Max	2987.104	-2140.437	14869.708	0	0	0
80	SLU06	Combination	Min	2061.279	-2552.083	8807.808	0	0	0
80	SLU07	Combination	Max	3757.885	-1465.691	14533.677	0	0	0
80	SLU07	Combination	Min	2900.631	-1728.946	8507.622	0	0	0
80	SLU08	Combination	Max	3757.885	-1465.691	14533.677	0	0	0
80	SLU08	Combination	Min	2900.631	-1728.946	8507.622	0	0	0
80	SLU09	Combination	Max	499.883	-953.987	8130.122	0	0	0
80	SLU09	Combination	Min	499.883	-953.987	8130.122	0	0	0
80	SLU10	Combination	Max	499.883	-953.987	8130.122	0	0	0
80	SLU10	Combination	Min	499.883	-953.987	8130.122	0	0	0
80	SLU11	Combination	Max	1796.87	-1374.435	11938.197	0	0	0
80	SLU11	Combination	Min	1410.517	-1536.106	8388.783	0	0	0
80	SLU12	Combination	Max	2278.01	-1088.253	11809.662	0	0	0
80	SLU12	Combination	Min	1917.834	-1193.411	8273.899	0	0	0
80	SLU13	Combination	Max	2488.24	-1893.871	13520.987	0	0	0
80	SLU13	Combination	Min	1747.58	-2223.187	8671.467	0	0	0
80	SLU14	Combination	Max	3104.864	-1354.074	13252.162	0	0	0
80	SLU14	Combination	Min	2419.061	-1564.678	8431.318	0	0	0
80	SLU15	Combination	Max	299.93	-572.392	7947.403	0	0	0
80	SLU15	Combination	Min	299.93	-572.392	7947.403	0	0	0
80	SISMA01	Combination	Max	4037.83	1048.179	7650.251	0	0	0
80	SISMA01	Combination	Min	-4023.604	-1050.251	4622.899	0	0	0
80	SISMA02	Combination	Max	2546.365	2823.419	7624.796	0	0	0
80	SISMA02	Combination	Min	-2532.139	-2825.491	4648.354	0	0	0
80	SISMA03	Combination	Max	1748.891	906.513	6952.943	0	0	0
80	SISMA03	Combination	Min	-1734.665	-908.585	5320.207	0	0	0
80	SISMA04	Combination	Max	4489.828	873.594	7757.471	0	0	0
80	SISMA04	Combination	Min	-3589.624	-1263.822	4720.701	0	0	0
80	SISMA05	Combination	Max	2998.363	2648.834	7732.016	0	0	0
80	SISMA05	Combination	Min	-2098.159	-3039.062	4746.156	0	0	0
80	SISMA06	Combination	Max	2200.888	731.928	7060.162	0	0	0
80	SISMA06	Combination	Min	-1300.684	-1122.155	5418.009	0	0	0
80	SLU01-	Combination	Max	511.826	-1578.976	12863.791	0	0	0
80	SLU01-	Combination	Min	28.885	-1781.065	8427.024	0	0	0

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
L_c=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	66 di 71

80	SLU02-	Combination	Max	511.826	-1578.976	12863.791	0	0	0
80	SLU02-	Combination	Min	28.885	-1781.065	8427.024	0	0	0
80	SLU03-	Combination	Max	-497.815	-1309.082	12675.694	0	0	0
80	SLU03-	Combination	Min	-948.034	-1440.53	8255.991	0	0	0
80	SLU04-	Combination	Max	-497.815	-1309.082	12675.694	0	0	0
80	SLU04-	Combination	Min	-948.034	-1440.53	8255.991	0	0	0
80	SLU05-	Combination	Max	575.076	-2182.205	14815.288	0	0	0
80	SLU05-	Combination	Min	-350.75	-2593.85	8753.388	0	0	0
80	SLU06-	Combination	Max	575.076	-2182.205	14815.288	0	0	0
80	SLU06-	Combination	Min	-350.75	-2593.85	8753.388	0	0	0
80	SLU07-	Combination	Max	-1066.172	-1549.225	14424.837	0	0	0
80	SLU07-	Combination	Min	-1923.426	-1812.48	8398.782	0	0	0
80	SLU08-	Combination	Max	-1066.172	-1549.225	14424.837	0	0	0
80	SLU08-	Combination	Min	-1923.426	-1812.48	8398.782	0	0	0
80	SLU09-	Combination	Max	499.883	-953.987	8130.122	0	0	0
80	SLU09-	Combination	Min	499.883	-953.987	8130.122	0	0	0
80	SLU10-	Combination	Max	499.883	-953.987	8130.122	0	0	0
80	SLU10-	Combination	Min	499.883	-953.987	8130.122	0	0	0
80	SLU11-	Combination	Max	508.018	-1444.701	11916.254	0	0	0
80	SLU11-	Combination	Min	121.665	-1606.373	8366.84	0	0	0
80	SLU12-	Combination	Max	-299.695	-1228.787	11765.776	0	0	0
80	SLU12-	Combination	Min	-659.871	-1333.945	8230.014	0	0	0
80	SLU13-	Combination	Max	558.617	-1927.285	13477.451	0	0	0
80	SLU13-	Combination	Min	-182.043	-2256.601	8627.931	0	0	0
80	SLU14-	Combination	Max	-754.381	-1420.901	13165.09	0	0	0
80	SLU14-	Combination	Min	-1440.184	-1631.505	8344.246	0	0	0
80	SLU15-	Combination	Max	299.93	-572.392	7947.403	0	0	0
80	SLU15-	Combination	Min	299.93	-572.392	7947.403	0	0	0
80	SISMA07	Combination	Max	4030.717	1049.215	6880.079	0	0	0
80	SISMA07	Combination	Min	-4030.717	-1049.215	3852.727	0	0	0
80	SISMA08	Combination	Max	2539.252	2824.455	6854.624	0	0	0
80	SISMA08	Combination	Min	-2539.252	-2824.455	3878.182	0	0	0
80	SISMA09	Combination	Max	1741.778	907.549	6182.771	0	0	0
80	SISMA09	Combination	Min	-1741.778	-907.549	4550.035	0	0	0
86	SLU01	Combination	Max	0	-1271.404	12773.568	0	0	0
86	SLU01	Combination	Min	0	-1473.494	8365.617	0	0	0
86	SLU02	Combination	Max	0	-1271.404	12773.568	0	0	0
86	SLU02	Combination	Min	0	-1473.494	8365.617	0	0	0
86	SLU03	Combination	Max	0	-1053.291	12598.338	0	0	0
86	SLU03	Combination	Min	0	-1184.738	8207.452	0	0	0
86	SLU04	Combination	Max	0	-1053.291	12598.338	0	0	0
86	SLU04	Combination	Min	0	-1184.738	8207.452	0	0	0
86	SLU05	Combination	Max	0	-1810.498	14718.083	0	0	0
86	SLU05	Combination	Min	0	-2222.143	8662.732	0	0	0

VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast
L_r=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV..	FOGLIO
NM25	03	D 09 CL	VI01 09 001	A	67 di 71


86	SLU06	Combination	Max	0	-1810.498	14718.083	0	0	0
86	SLU06	Combination	Min	0	-2222.143	8662.732	0	0	0
86	SLU07	Combination	Max	0	-1288.18	14355.133	0	0	0
86	SLU07	Combination	Min	0	-1551.435	8335.628	0	0	0
86	SLU08	Combination	Max	0	-1288.18	14355.133	0	0	0
86	SLU08	Combination	Min	0	-1551.435	8335.628	0	0	0
86	SLU09	Combination	Max	0	-808.38	8093.937	0	0	0
86	SLU09	Combination	Min	0	-808.38	8093.937	0	0	0
86	SLU10	Combination	Max	0	-808.38	8093.937	0	0	0
86	SLU10	Combination	Min	0	-808.38	8093.937	0	0	0
86	SLU11	Combination	Max	0	-1169.937	11836.94	0	0	0
86	SLU11	Combination	Min	0	-1331.608	8310.58	0	0	0
86	SLU12	Combination	Max	0	-995.446	11696.757	0	0	0
86	SLU12	Combination	Min	0	-1100.603	8184.048	0	0	0
86	SLU13	Combination	Max	0	-1601.211	13392.553	0	0	0
86	SLU13	Combination	Min	0	-1930.528	8548.272	0	0	0
86	SLU14	Combination	Max	0	-1183.357	13102.192	0	0	0
86	SLU14	Combination	Min	0	-1393.961	8286.588	0	0	0
86	SLU15	Combination	Max	0	-485.028	7925.692	0	0	0
86	SLU15	Combination	Min	0	-485.028	7925.692	0	0	0
86	SISMA01	Combination	Max	0	960.78	7620.591	0	0	0
86	SISMA01	Combination	Min	0	-958.709	4651.528	0	0	0
86	SISMA02	Combination	Max	0	2381.211	7544.917	0	0	0
86	SISMA02	Combination	Min	0	-2379.139	4727.203	0	0	0
86	SISMA03	Combination	Max	0	788.148	6930.087	0	0	0
86	SISMA03	Combination	Min	0	-786.076	5342.032	0	0	0
86	SISMA04	Combination	Max	0	805.191	7705.215	0	0	0
86	SISMA04	Combination	Min	0	-1153.284	4726.735	0	0	0
86	SISMA05	Combination	Max	0	2225.621	7629.541	0	0	0
86	SISMA05	Combination	Min	0	-2573.714	4802.409	0	0	0
86	SISMA06	Combination	Max	0	632.558	7014.711	0	0	0
86	SISMA06	Combination	Min	0	-980.651	5417.238	0	0	0
86	SLU01-	Combination	Max	0	-1183.571	12800.996	0	0	0
86	SLU01-	Combination	Min	0	-1385.66	8393.046	0	0	0
86	SLU02-	Combination	Max	0	-1183.571	12800.996	0	0	0
86	SLU02-	Combination	Min	0	-1385.66	8393.046	0	0	0
86	SLU03-	Combination	Max	0	-877.624	12653.196	0	0	0
86	SLU03-	Combination	Min	0	-1009.071	8262.31	0	0	0
86	SLU04-	Combination	Max	0	-877.624	12653.196	0	0	0
86	SLU04-	Combination	Min	0	-1009.071	8262.31	0	0	0
86	SLU05-	Combination	Max	0	-1768.731	14772.503	0	0	0
86	SLU05-	Combination	Min	0	-2180.376	8717.152	0	0	0
86	SLU06-	Combination	Max	0	-1768.731	14772.503	0	0	0
86	SLU06-	Combination	Min	0	-2180.376	8717.152	0	0	0

86	SLU07-	Combination	Max	0	-1204.646	14463.973	0	0	0
86	SLU07-	Combination	Min	0	-1467.901	8444.467	0	0	0
86	SLU08-	Combination	Max	0	-1204.646	14463.973	0	0	0
86	SLU08-	Combination	Min	0	-1467.901	8444.467	0	0	0
86	SLU09-	Combination	Max	0	-808.38	8093.937	0	0	0
86	SLU09-	Combination	Min	0	-808.38	8093.937	0	0	0
86	SLU10-	Combination	Max	0	-808.38	8093.937	0	0	0
86	SLU10-	Combination	Min	0	-808.38	8093.937	0	0	0
86	SLU11-	Combination	Max	0	-1099.67	11858.883	0	0	0
86	SLU11-	Combination	Min	0	-1261.341	8332.523	0	0	0
86	SLU12-	Combination	Max	0	-854.912	11740.643	0	0	0
86	SLU12-	Combination	Min	0	-960.07	8227.934	0	0	0
86	SLU13-	Combination	Max	0	-1567.798	13436.089	0	0	0
86	SLU13-	Combination	Min	0	-1897.114	8591.808	0	0	0
86	SLU14-	Combination	Max	0	-1116.53	13189.264	0	0	0
86	SLU14-	Combination	Min	0	-1327.134	8373.66	0	0	0
86	SLU15-	Combination	Max	0	-485.028	7925.692	0	0	0
86	SLU15-	Combination	Min	0	-485.028	7925.692	0	0	0
86	SISMA07	Combination	Max	0	959.745	6850.934	0	0	0
86	SISMA07	Combination	Min	0	-959.745	3881.872	0	0	0
86	SISMA08	Combination	Max	0	2380.175	6775.26	0	0	0
86	SISMA08	Combination	Min	0	-2380.175	3957.546	0	0	0
86	SISMA09	Combination	Max	0	787.112	6160.431	0	0	0
86	SISMA09	Combination	Min	0	-787.112	4572.376	0	0	0

I carichi massimi, verticali ed orizzontali, si riportano sinteticamente nella tabella di seguito.

MAX COMPONENTE ORIZZONTALE	
SISMA 04	$(F1^2+F2^2)^{0.5}$
	4600

carico VERTICALE appoggi MAX	14900	kN
carico ORIZZONTALE appoggi MAX (sismica)	4600	kN

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA TRATTA PIADENA – MANTOVA</p>					
<p>VI01 – Impalcato metallico reticolare con vasca portaballast L_e=68,25m doppio binario: Relazione di calcolo</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI01 09 001</p>	<p>REV.. A</p>	<p>FOGLIO 69 di 71</p>

11 APPENDICE

11.1 VALIDAZIONE MODELLO

Si riportano i controlli effettuati confrontando modelli semplificati analitici di calcolo e risultati ottenuti dalle analisi FEM, in accordo a quanto prescritto al paragrafo 10.2 del “DM. 14/01/2018”, di seguito riportato:

▪ *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.*

Spetta al progettista il compito di sottoporre i risultati delle elaborazioni a controlli che ne comprovino l’attendibilità.

[...]

Nella relazione devono essere elencati e sinteticamente illustrati i controlli svolti, quali verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.

Carichi elementari

Si considerano tre condizioni di carico elementare, due permanenti e un accidentale.

G1:

Peso proprio della struttura in acciaio = **10034** KN

G2:

Ballast+Armamento+imperme. = $8.1 \text{ m} \cdot 0.8 \text{ m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 130 \text{ kN/m}$
= 16 KN/m^2
= $16 \cdot 4.875 \cdot (8.1/9.94) = \mathbf{64} \text{ KN/m}$ (carico ripartito sui traversi)

Barriere antirumore = $2 \cdot 4 \text{ m} \cdot 4 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{32} \text{ kN/m}$

Velette = **5** kN/m

Permanenti portati complessivi = $(5+32) \cdot 68.25 + 64 \cdot 9.94 \cdot 14 = \mathbf{11432} \text{ KN}$

TRENO DI CARICO SW2

Per una portata teorica pari a 68.25 m i carichi equivalenti flettenti risultano i seguenti:

SW2: 117.2 kN/m

Carico totale SW2 equivalente: $117.2 \cdot 68.25 = 8000$ kN

Il carico complessivo calcolato manualmente direttamente dall'analisi dei carichi, risulterà pertanto:

$$G1+G2+SW2 = \underline{29466} \text{ KN}$$

Output reazioni modello di calcolo

Considerando sul modello di calcolo una condizione di carico pari alla somma di G1+G2+SW2 equivalente (dinamizzato) è risultato quanto segue:

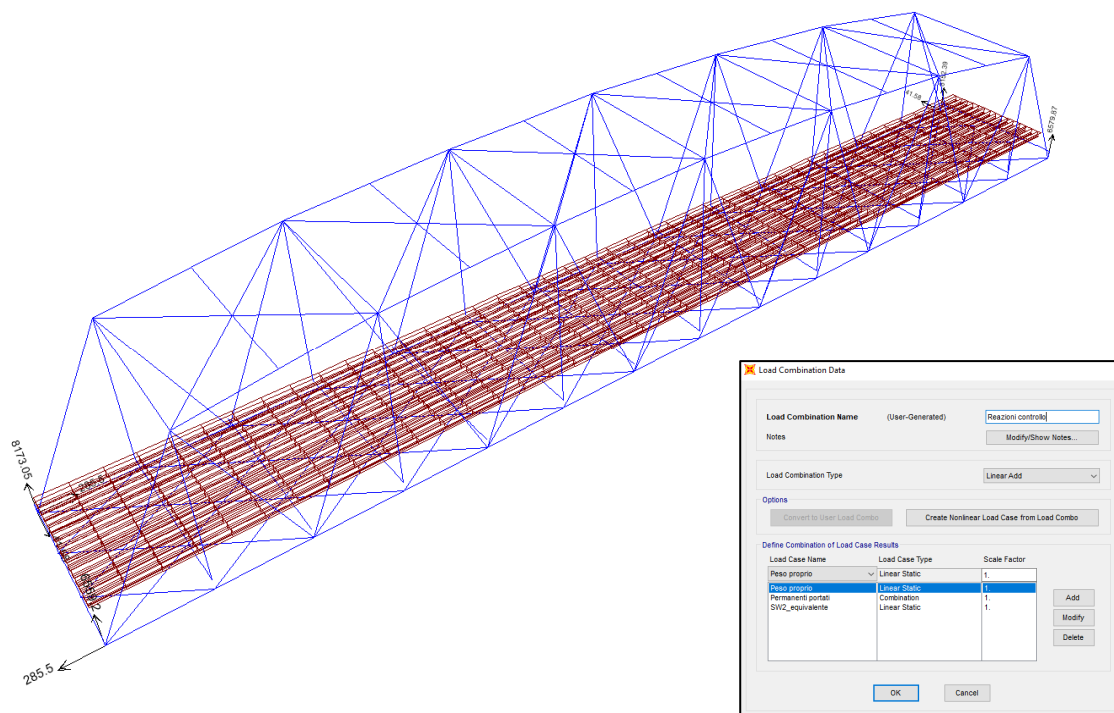


TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3	
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
9	Reazioni controllo	Combination	-285.504	0	6559.204	0	0	0	
15	Reazioni controllo	Combination	0	0	6579.871	0	0	0	
80	Reazioni controllo	Combination	285.504	-41.581	8173.052	0	0	0	
86	Reazioni controllo	Combination	0	41.581	8152.385	0	0	0	
					Totale	29465 KN			

12 IPOTESI DI VARO CON AVAMBECCO

Si ipotizza un varo di punta con avambecco. Successivamente alle fasi di montaggio della travata si procederà con il montaggio dell'avambecco e con la predisposizione di tutti i dispositivi necessari alla movimentazione del sistema travata+avambecco. Si prevedono degli organi di movimentazione ridondanti per far fronte ad ogni tipo di emergenza durante la movimentazione (es. eventuale bloccaggio). Si prevede pertanto un argano di spinta, un argano di trattenuta (che eventualmente può funzionare anche per la spinta del sistema), ed un ulteriore argano di tiro di sicurezza.