

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J34H16000620009

U.O. Coordinamento Territoriale Nord

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

LOTTO 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Opere civili - Strutture

Ponte su via Ronchi-Relazione di predimensionamento ponte su via Ronchi

SCALA:

-

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

I Z 0 4 3 0 R 2 6 C L V I 0 2 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P.Luciani	Giugno 2021	C. Laporta	Giugno 2021	S. Lo Presti	Giugno 2021	A.Perego Luglio 2021
B	Revisione a seguito osservazioni RFI SECUTIVA			C. Laporta	Luglio 2021	S. Lo Presti	Luglio 2021	



File: IZ0430R26CLVI02000001B.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
5	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	7
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	9
6.1	CALCESTRUZZO.....	9
6.1.1	FONDAZIONI – PALI.....	9
6.1.2	ELEVAZIONE SOTTOSTRUTTURE.....	9
6.1.3	MURI.....	10
6.1.4	SOLETTA IMPALCATO.....	11
6.2	ACCIAIO DA CARPENTERIA.....	13
6.2.1	TRAVI PRINCIPALI E ORDITURE SECONDARIE.....	13
6.2.2	BULLONATURE.....	14
6.2.3	PIOLATURE.....	14
6.2.4	SALDATURE.....	14
6.3	ACCIAIO PER ARMATURE.....	15
6.4	COPRIFERRI MINIMI.....	15
7	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	16
7.1	TERRENO DI RINFIANCO.....	16
8	ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO.....	17
8.1	PESO DELL'IMPALCATO METALLICO: G1.....	17
8.2	PESO VASCA PORTA BALLAST E TRASVERSI IN ACCIAIO: G2.....	17
8.3	MASSICCIATA + ARMAMENTO + IMPERMEABILIZZAZIONE: G3.....	18
8.4	AZIONI VARIABILI VERTICALI.....	20



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	3 di 46

8.5	AZIONI LATERALE DI SERPEGGIO	22
8.6	AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA.....	23
8.7	AZIONE DEL VENTO	24
8.8	AZIONI DELLA TEMPERATURA	30
8.9	RESISTENZE PASSIVE DEI VINCOLI	31
8.10	AZIONI SISMICHE Q6	31
9	COMBINAZIONI DI CARICO	32
10	CRITERI DI MODELLAZIONE	36
11	ANALISI DEI RISULTATI, SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	37
12	VERIFICHE STRUTTURALI	41
12.1	VERIFICA A FLESSIONE IN CAMPATA SLE (SLE G1).....	41
12.2	VERIFICA A FLESSIONE IN CAMPATA SLU (SLU G1).....	43
12.3	VERIFICA DI IMBOZZAMENTO DEL PANNELLO D’ANIMA.....	46



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	4 di 46

1 PREMESSA

RFI, sulla scorta della previsione di incremento dei traffici ferroviari sia passeggeri che merci, ha intrapreso il potenziamento e la velocizzazione della linea tra Venezia e Trieste.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

In questo documento viene sviluppato il predimensionamento strutturale del ponte ferroviario su via Ronchi (WBS VI02) che è oggetto di appalto RFI in corso per la realizzazione di un sottovia con annesse rampe. La nuova struttura VI02 si inquadra nella variante di tracciato di Portogruaro (Lotto 3) che consente di elevare la velocità della linea ferroviaria Venezia-Trieste in questo tratto.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

I documenti correlati con la presente relazione sono rappresentati dagli elaborati del progetto ed in particolare il documento IZ0430R26BZVI0200001 (Ponte su via Ronchi -Carpenteria impalcato e spalle).

Ad esso si dovrà fare riferimento per approfondimenti e maggiori dettagli.

4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'analisi delle opere e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo con le vigenti disposizioni legislative e in particolare con le seguenti norme e circolari:

- **RFI DTC SI PS MA IFS 001 E – Dicembre 2020:** *Manuale di progettazione delle Opere Civili - Emissione per applicazione*
- **RFI DTC SI PS SP IFS 001 E – Dicembre 2020:** *Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio - Emissione per applicazione;*
- **D.M. del 17 gennaio 2018:** *Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;*
- **C.M. 21/01/2019 n.7:** *Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018;*
- **Legge 05/01/1971 n°1086:** *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;*



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	5 di 46

- **Legge 02/02/1974 n°64:** *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*

Nella redazione dei progetti e nelle verifiche strutturali si è inoltre fatto riferimento alla normativa Europea di seguito specificata:

- **UNI EN 1990: 2006:** *Eurocodice 0: Criteri generali di progettazione strutturale;*
- **UNI EN 1991-1-1:2004:** *Eurocodice 1 –Azioni in generale– Parte 1-1: Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi variabili;*
- **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 1997-1: 2005:** *Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.*
- **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;*
- **UNI EN 1998-2:2006:** *Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;*
- **UNI EN 1998-5:2005:** *Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;*
- **STI 2014 – REGOLAMENTO UE N.1299/2014** *della commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema*



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	6 di 46

“infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

- **UNI EN 206-1-2016** - Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- **UNI 11104/2016** - Calcestruzzo Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1

5 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura dell'impalcato è costituita da un cassone aperto in acciaio rivestito da un getto di cls collaborante avente lo scopo di sagomare la vasca porta ballast e di conferire una sufficiente rigidezza al sistema evitando fenomeni di instabilità locale.

La tipologia dell'impalcato progettato consente il contenimento dell'altezza dell'impalcato (1.10m da piano ferro con franco rispetto alla strada di 5.80m circa), la manutenzione agevole del binario, la riduzione del livello di rumorosità e di vibrazione, la realizzazione in continuità del ballast in corrispondenza delle spalle. Questa soluzione consente di porre velocemente in opera l'impalcato riducendo i tempi di interruzione della circolazione sulle strade sottostanti. Il ridotto spessore dell'impalcato consente di garantire i franchi stradali. Ai lati della vasca vengono posizionati a sbalzo gli spazi per i sentieri di manutenzione. La luce di tali impalcati è pari 16.18m.

Il cassone in acciaio, dal punto di vista strutturale, può essere schematizzato come due travi a doppio T ad anime inclinate e ala inferiore disassata. Le due anime disassate si uniscono al centro dell'impalcato e formano la piattabanda inferiore del cassone.

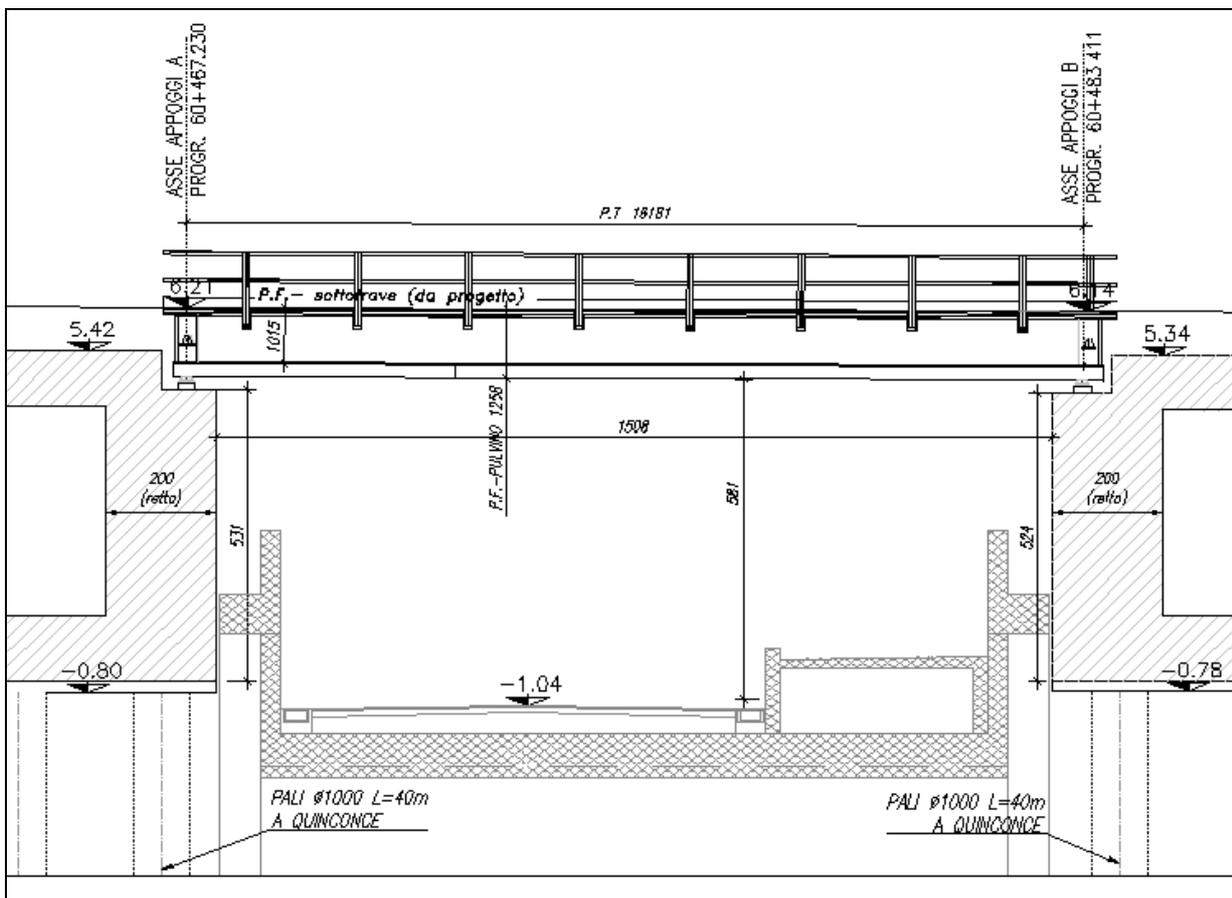


Figura 1: Prospetto longitudinale

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	8 di 46

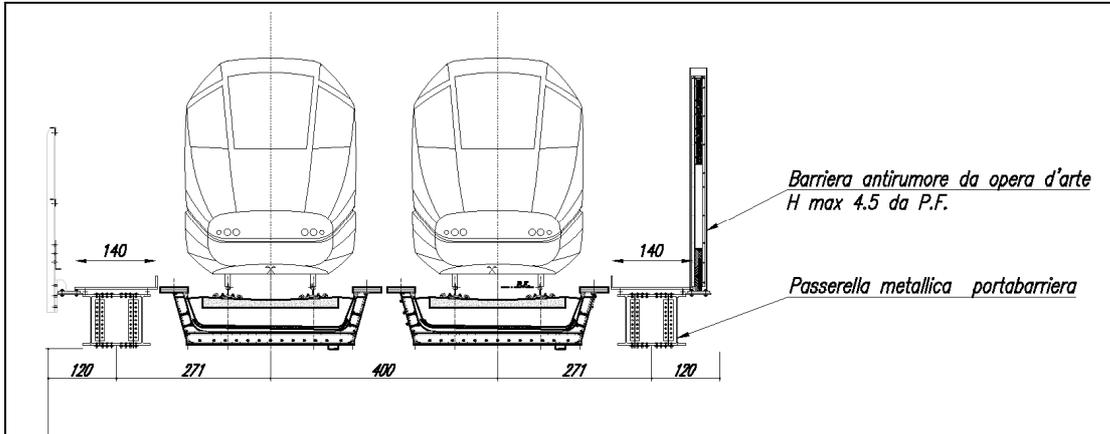


Figura 2: Sezione trasversale

Le due travi sono collegate trasversalmente da nervature, con funzione di trasversi, costituite profilati HEM 340 privati di un ala e saldati in anima alla piattabanda inferiore. L'anima del profilato HEM 340 è forata per alloggiare le armature longitudinali inferiori della soletta in cls di impalcato.

L'impalcato è stato studiato mediante il sw di calcolo MIDAS Civil software specifico per l'analisi di impalcati da ponte.

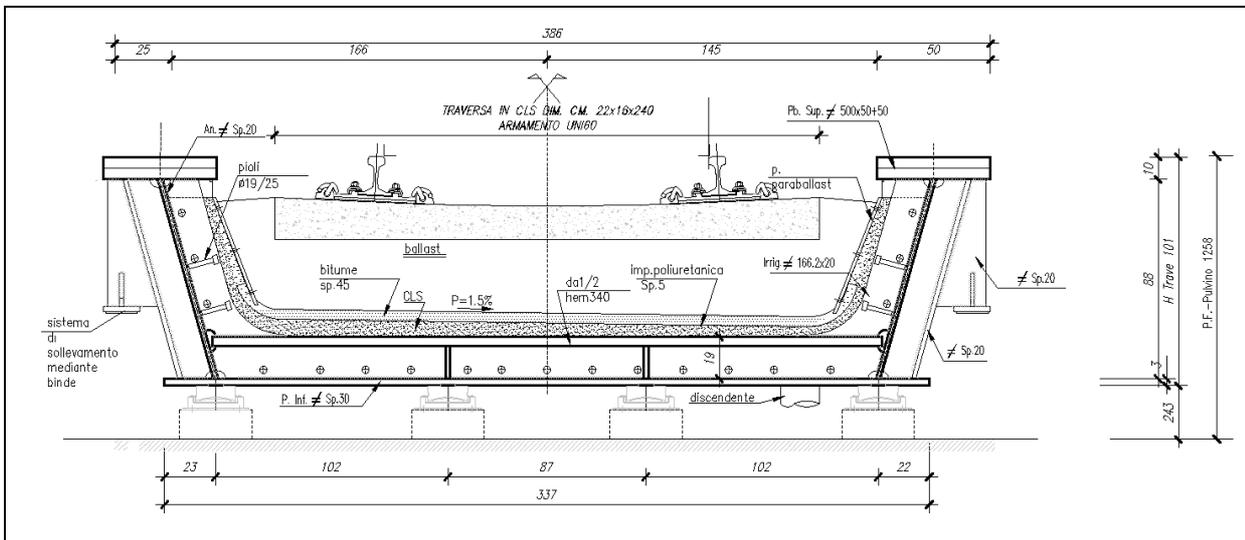


Figura 3: Sezione tipo

La luce di calcolo è pari a 16.18m (asse appoggi).

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

6.1 Calcestruzzo

6.1.1 FONDAZIONI – PALI

Per le strutture in fondazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30: $f_{ck} \geq 25$ MPa $R_{ck} \geq 30$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	30	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24,90	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32,90	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16,60	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14,11	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	2,56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1,79	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,07	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,19	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm ²

6.1.2 ELEVAZIONE SOTTOSTRUTTURE

Per le strutture in elevazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	10 di 46

Classe d'esposizione: XC4+XF1

C32/40: $f_{ck} \geq 32$ MPa $R_{ck} \geq 40$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33,20	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22,13	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18,81	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,72	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm ²

6.1.3 MURI

Classe d'esposizione: XC4

C32/40: $f_{ck} \geq 32$ MPa $R_{ck} \geq 40$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33,20	N/mm ²

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	11 di 46

Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22,13	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18,81	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,72	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm ²

6.1.4 SOLETTA IMPALCATO

Per il getto in opera della soletta di impalcato si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4 – XF4

C32/40: $f_{ck} \geq 32 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33,20	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22,13	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18,81	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3,10	N/mm ²



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	12 di 46

Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk\ 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,72	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk\ 0,05} / 1.5$	1,45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm ²



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	13 di 46

6.2 ACCIAIO DA CARPENTERIA

6.2.1 TRAVI PRINCIPALI E ORDITURE SECONDARIE

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio autopatinante tipo CORTEN, conforme alle prescrizioni delle NTC 2018 e della EN 10025 e dovranno essere collaudati nel rispetto dell'Istruzione RFI 44 M.

In particolare si utilizzerà:

- Acciaio S355J2G3 per elementi saldati in acciaio ($S < 40\text{mm}$)
- Acciaio S355K2G3 per elementi saldati in acciaio ($S > 40\text{mm}$)
- Acciaio S355J0 per elementi non saldati e piastre sciolte,

con le seguenti caratteristiche:

- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 510 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento ($t \leq 40\text{mm}$) $f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento ($t > 40\text{mm}$) $f_{yk} \geq 335 \text{ MPa}$
- allungamento $\epsilon_t \geq 21\%$
- tensione di calcolo ($t \leq 40\text{mm}$) $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 338 \text{ MPa}$
- (verifiche di resistenza) $\gamma_{M0} = 1.05$
- tensione di calcolo ($t > 40\text{mm}$) $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 319 \text{ MPa}$
- (verifiche di resistenza) $\gamma_{M0} = 1.05$
- tensione di calcolo ($t \leq 40\text{mm}$) $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 322 \text{ MPa}$
- (per le verifiche di stabilità delle membrature) $\gamma_{M1} = 1.10$
- tensione di calcolo ($t \leq 40\text{mm}$) $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 305 \text{ MPa}$
- (per le verifiche di stabilità delle membrature) $\gamma_{M1} = 1.10$

Tutte le giunzioni per l'assemblaggio dei conci delle travi portanti, sia quelle da eseguire in officina che quelle in cantiere, saranno di tipo saldato a completa penetrazione. I traversi intermedi, di pila e di spalla saranno collegati alle travi principali attraverso giunzioni bullonate.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	14 di 46

6.2.2 BULLONATURE

Le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloni ad alta resistenza aventi le seguenti caratteristiche (UNI EN 20898):

- giunzioni ad attrito $i = 0.45$
- vite classe 10.9 (UNI 5712)
- tensione di rottura a trazione $f_t \geq 1000 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento $f_y \geq 900 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica $f_{k,N} \geq 700 \text{ MPa}$
- dado classe 10 (UNI 5713)
- rosetta acciaio C50 UNI EN 10083
- forza di serraggio $N_s = 0,8 f_{k,N} A_{res}$
- coppia di serraggio $T_s = 0,2 N_s d$
-

6.2.3 PIOLATURE

L'acciaio costituente il piolo deve essere compatibile per la saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli; esso dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche risultanti dal prodotto secondo UNI EN ISO 13918 qualità S235 J2 G3 + C 450 (ex ST37-3K DIN 20049)

- materiale base Acciaio S235J2G3+C450 (ex ST37-3K)
- tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} > 350 \text{ MPa}$
- tensione di rottura a trazione $f_{tk} > 510 \text{ MPa}$

6.2.4 SALDATURE

Le saldature dovranno essere realizzate secondo le indicazioni della normativa vigente, NTC 2018, ISO 4063, EN 1011, EN 29692 e EN 12062

Tutte le giunzioni per l'unione dei conci delle travi principali e dei traversi saranno eseguite con saldature testa a testa a completa penetrazione di 1^a classe.

Tutte le saldature dovranno essere realizzate e collaudate nel rispetto dell'istruzione RFI 44 S.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	15 di 46

6.3 Acciaio per armature

Tipo B450C saldabile, per diametri compresi tra 6 e 40 mm:

$$f_{ynom} = 450 \text{ MPa}$$

$$f_{tnom} = 540 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} \geq f_{ynom} \text{ frattile } 5\%$$

$$f_{tk} \geq f_{tnom} \text{ frattile } 5\%$$

$$1.15 \leq (f_t/f_y)k \leq 1.35 \text{ frattile } 10\%$$

$$(f_y/f_{ynom})k \leq 1.25 \text{ frattile } 10\%$$

$$\text{Allungamento } (A_{gt})k \geq 7.5\% \text{ frattile } 10\%$$

Reti e tralicci elettrosaldati:

$$f_{yk} \geq 390 \text{ MPa}$$

$$f_{tk} \geq 440 \text{ MPa}$$

$$(f_{tk}/f_{yk}) \geq 1.10$$

6.4 COPRIFERRI MINIMI

Si riportano di seguito i copriferri minimi per le strutture in calcestruzzo armato:

Soletta impalcato 4.5 cm

Elevazione pile e spalle 4.5 cm

Fondazione pile e spalle 5.0 cm

Pali 6.0 cm



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	16 di 46

7 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

7.1 Terreno di rinfianco

Sono riassunte nel prospetto riportato di seguito le caratteristiche del terreno di rinfianco (con γ pari al peso specifico del terreno; γ_{sat} pari al peso specifico saturo del terreno; c' pari alla coesione; φ' pari all'angolo di attrito; K_0 coefficiente di spinta a riposo):

Parametri del terreno				
γ	γ_{sat}	c'	φ'	K_0
(kN/m ³)	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(-)
20.00	20.00	0.0	35.0	0.426

1.

Figura 4: Parametri geotecnici del terreno di rinfianco

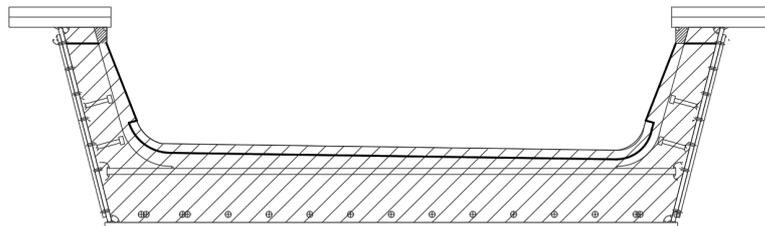
8 ANALISI DEI CARICHI E CONDIZIONI DI CARICO

8.1 Peso dell'impalcato metallico: g1

La sezione trasversale resistente dell'impalcato è una sezione a cassone aperto in acciaio le cui caratteristiche di peso resistenza e rigidità sono considerate intrinsecamente nel modello sulla base della definizione della sezione trasversale di acciaio.

8.2 Peso vasca porta ballast e trasversi in acciaio: g2

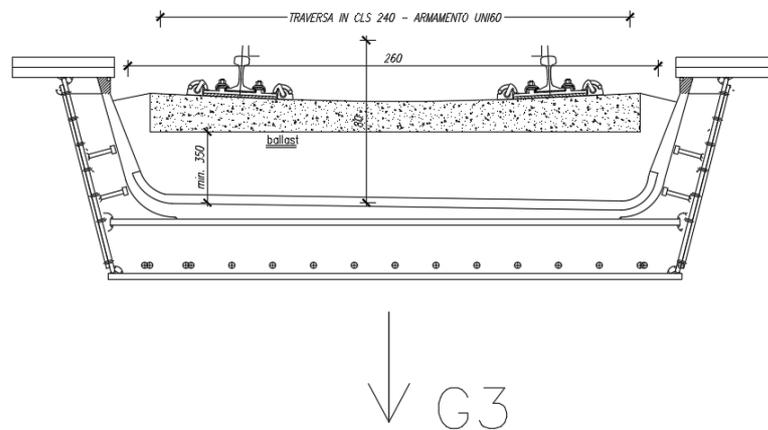
Il peso della soletta in cls e delle nervature in essa inglobate è stato valutato sulla base del volume per unità di sviluppo longitudinale assumendo per essa un peso dell'unità di volume pari a 25 kN/m³.



Area soletta	A	1.30	m ²
Peso dell'unità di volume del cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Carico applicato	g ₂	32.5	kN/m

8.3 Massicciata + armamento + impermeabilizzazione: g3

Per la determinazione dei carichi permanenti portati, relativi al peso della massicciata, dell'armamento e dell'impermeabilizzazione si assume convenzionalmente un peso di unità di volume pari a 18 kN/m^3 applicato su tutta la larghezza media della vasca porta ballast per una altezza media fra piano del ferro ed estradosso vasca porta ballast pari a 80cm.



Area massicciata + armamento	A	2.08	m^2
Peso dell'unità di volume del cls	γ_{cls}	18	kN/m^3
Carico applicato	g_2	37.44	kN/m

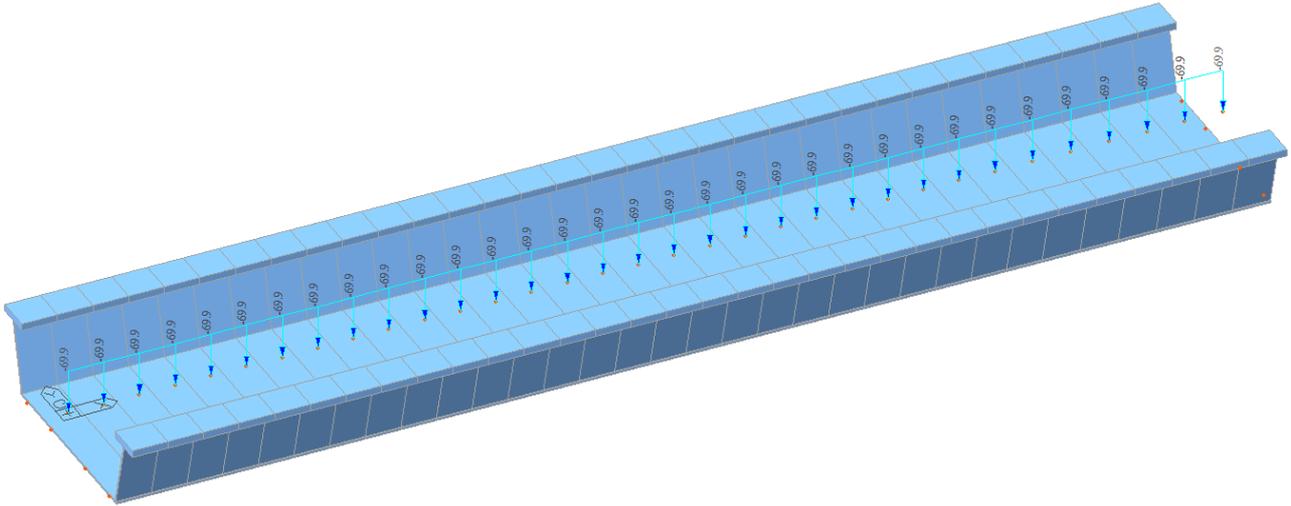
Il totale dei carichi permanenti è pari a:

$$g_{2-4} = 32.5 + 37.44 = 69.94 \text{ kN/m}$$

Tale carico è stato applicato al modello come un carico uniformemente distribuito sulla luce dell'impalcato.

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	19 di 46



8.4 Azioni variabili verticali

I carichi da traffico ferroviario sono stati definiti, secondo quanto previsto nel DM 17/01/2018, per mezzo di due modelli di carico: il primo rappresentativo del traffico normale (Treno di carico LM 71), il secondo rappresentativo del traffico pesante (Treno di carico SW). Sono state considerate tre tipologie di carico i cui valori caratteristici LM 71, SW/0 e SW/2 sono definiti nel seguito.

I valori dei suddetti carichi dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento $\alpha = 1.1$

Treno di carico LM71

Questo treno di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale e risulta costituito come riportato nella figura seguente.

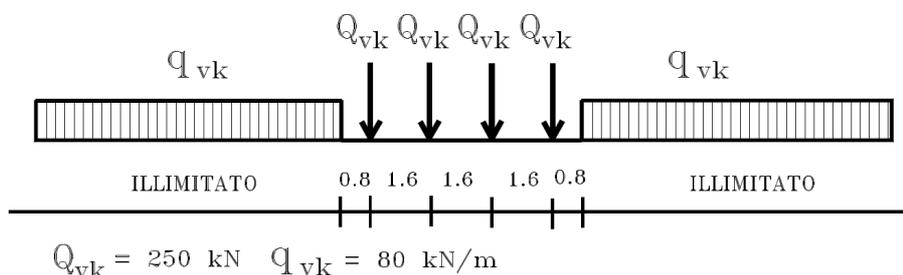
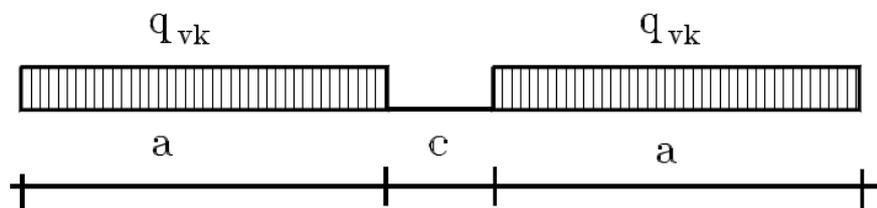


Figura 5: Treno di carico LM71



Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Figura 6: Treni di carico SW/2 - SW0

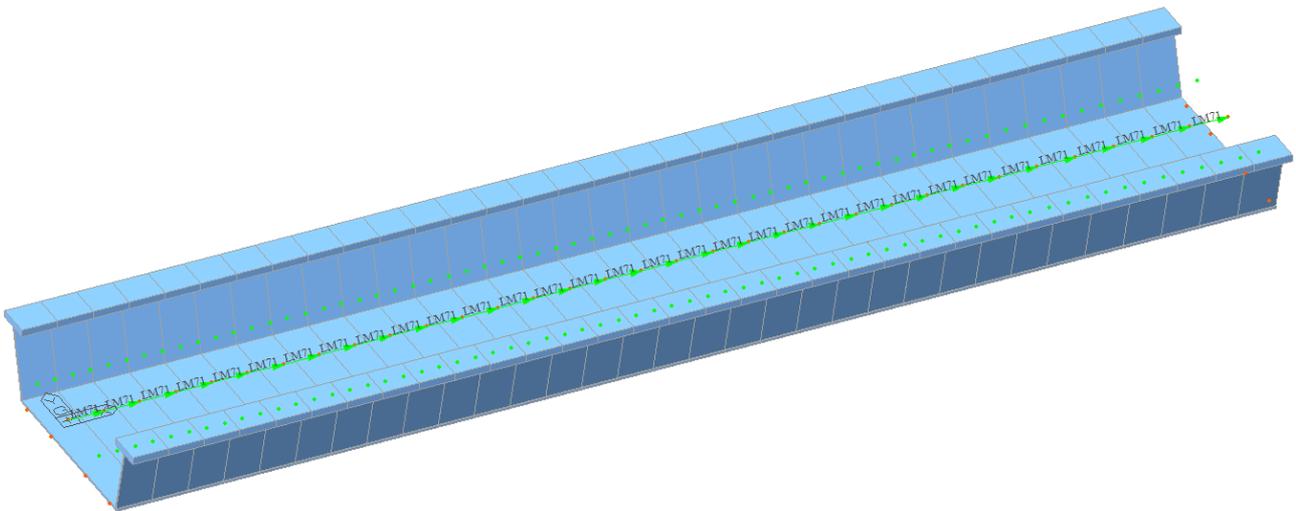
Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

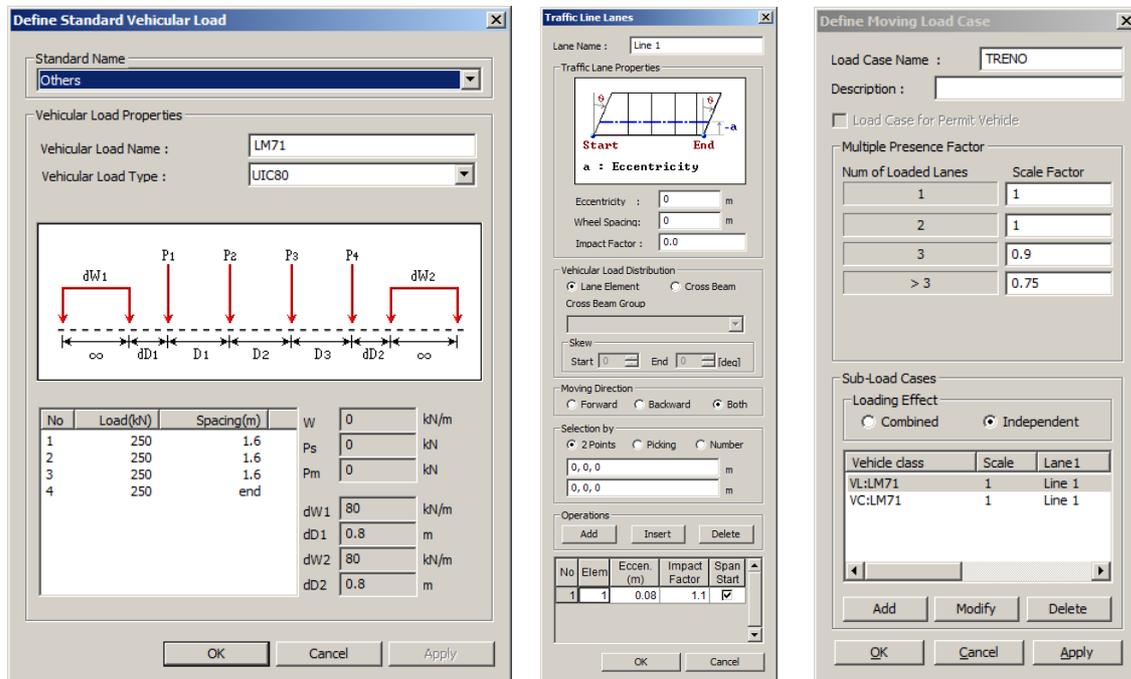
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	21 di 46

Per questi modelli di carico è prevista una eccentricità nella direzione più sfavorevole del carico rispetto all'asse del binario, dipendente dallo scartamento s per tenere conto dello spostamento dei carichi. Tale eccentricità è pari a $s/18$ che con $s= 1435$ mm vale $1435/18 = 80$ mm.

Talle figure precedenti è evidente che per impalcati di luci modeste come l'impalcato in esame il treno di carico più gravoso è l'LM71, pertanto nelle analisi è stato considerato solo quest'ultimo.

Nel modello di calcolo è stato implementato il treno di carico LM71 come un carico mobile viaggiante lungo un asse (line). Da esso scaturisce la condizione di carico "Treno" che corrisponde a tutte le possibili posizioni del convoglio che massimizzano le sollecitazioni sull'impalcato.





8.4.1.1 Effetti dinamici e coefficiente di adattamento

Le sollecitazioni e gli spostamenti determinati sulle strutture del ponte dall'applicazione statica dei treni di carico sono state incrementate per tener conto della natura dinamica del transito dei convogli.

Il coefficiente di incremento dinamico per linee con ridotto standard manutentivo e luce pari a $L_0=16.18\text{m}$ vale:

$$\Phi_3 = 2.16 / ((L_0 - 0.2))^{0.5} + 0.73 = 2.16 / ((16.18 - 0.2))^{0.5} + 0.73 = 1.27$$

8.5 Azioni laterale di serpeggio

E' stata considerata la forza laterale indotta dal serpeggio considerata come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a $Q_{sk}=100\text{ kN}$. Tale valore deve essere moltiplicato per α , , ma non per il coefficiente dinamico Φ .

Questa forza laterale è stata applicata al modello come una forza concentrata di intensità $F=1.1 \cdot 100 = 110 \text{ kN}$ sia in mezzeria dell'impalcato che all'appoggio.

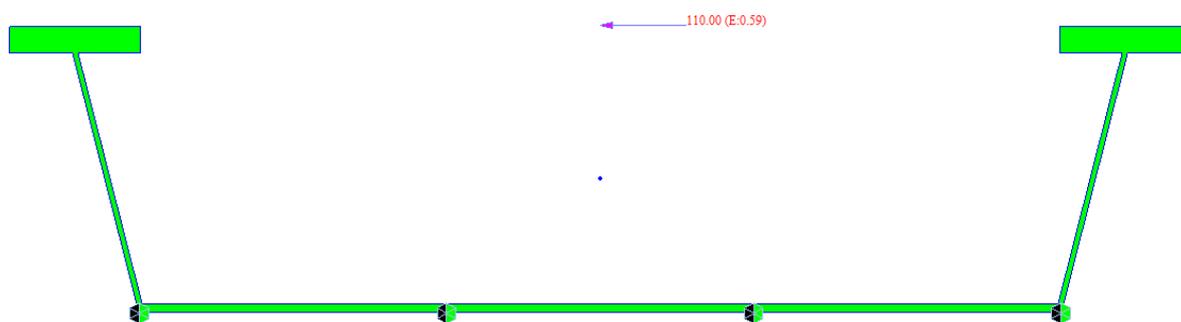


Figura 7: Forza di serpeggio

8.6 Azioni di avviamento e frenatura

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione

longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

I valori caratteristici considerati sono i seguenti:

$$q_{la,k} = 33 \text{ kN/m}$$

per una azione complessiva di $Q_{la,k} = 33 \cdot L = 33 \cdot 16.18 = 533.94 \text{ kN}$

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	24 di 46

8.7 Azione del vento

L'intensità della pressione cinetica è stata calcolata come da normativa NTC2018.

AZIONE DEL VENTO PAR. 3.3 NTC18

DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

1) Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)



Classe di rugosità del terreno:

A) Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

 a_g (altitudine sul livello del mare della costruzione):

130	[m]
-----	-----

Distanza dalla costa

180	[km]
-----	------

 T_R (Tempo di ritorno):

105	[anni]
-----	--------

Categoria di esposizione

V

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	500m	750m		
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
 Categoria III in zona 5
 ** Categoria III in zona 2,3,4,5
 Categoria IV in zona 1

ZONA 6					
	costa	mare	500m		
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

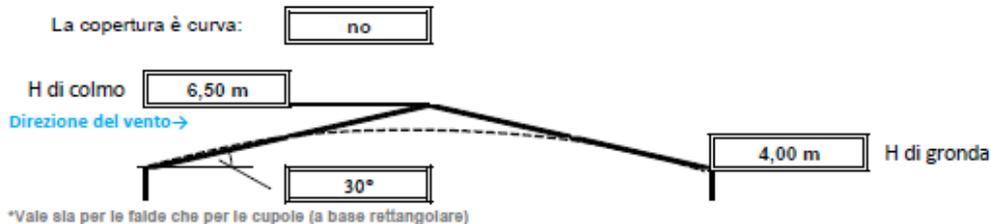
ZONE 7,8		
	mare	costa
	1.5 km	0.5 km
A	--	IV
B	--	IV
C	--	III
D	I	II

* Categoria II in zona 8

ZONA 9	
	costa
	mare
A	I
B	I
C	I
D	I

Altezza del colmo della copertura, rispetto al suolo e inclinazione della falda sopravvento

E' consigliabile calcolare la pressione del vento per ogni facciata del fabbricato modificando i parametri per ogni caso. Nel caso di studio su prospetto di timpano, la valutazione della pressione del vento si conduce come se la copertura fosse piana e la parete alta fino alla linea di colmo. Nel caso di coperture a padiglione, la valutazione delle pressioni si esegue su ogni facciata del fabbricato utilizzando di volta in volta l'angolo della falda investito dal vento. Nel caso di coperture curve, si deve inserire l'angolo della retta tangente al bordo della copertura, in sostanza l'angolo di attacco della copertura. (per cupole a tutto sesto l'angolo è di 90°, per cupole a sesto ribassato è minore di 90°). Nel caso di studio su prospetto piano l'analisi si conduce come su prospetto di timpano. Si osserva che oltre alle pressioni andrebbe considerata anche la forza tangenziale esercitata dal vento sul fabbricato. Generalmente essa si trascura, è necessaria modellarla solo per grandi coperture piane ad esempio: coperture di grandi capannoni industriali. Il foglio di calcolo è utilizzabile per fabbricati a base rettangolare.



CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_a
1	25	1000	0,4	1,000

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$
 $c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità base di riferimento) 25,00 m/s

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

c_r coefficiente di ritorno 1,04
 v_r (velocità di riferimento) 26,05 m/s

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

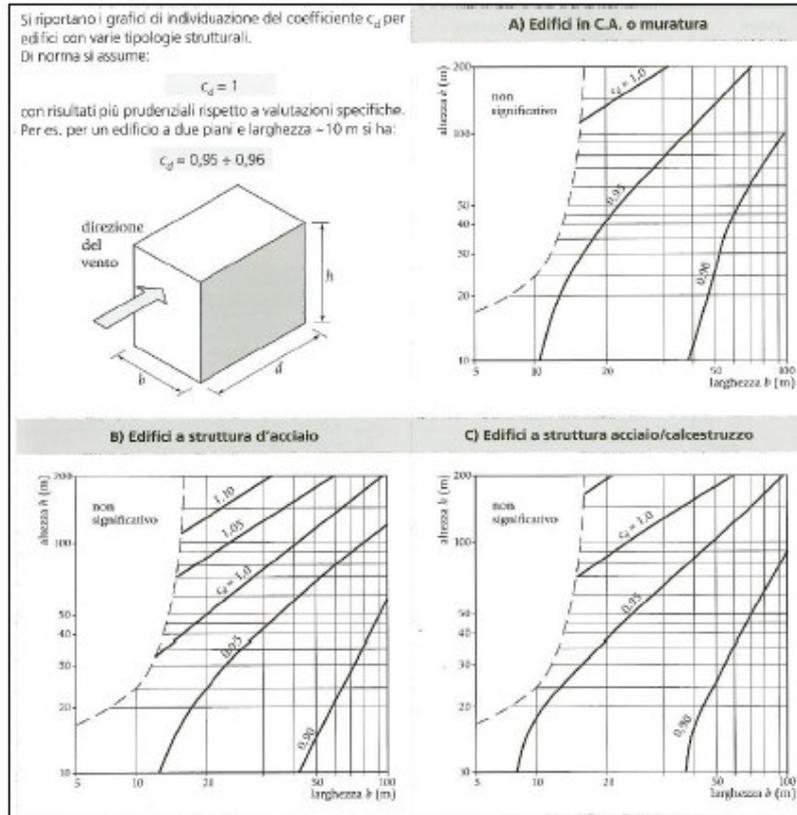
Pressione cinetica di riferimento q_r 424,04 [N/m²]

CALCOLO DEI COEFFICIENTI

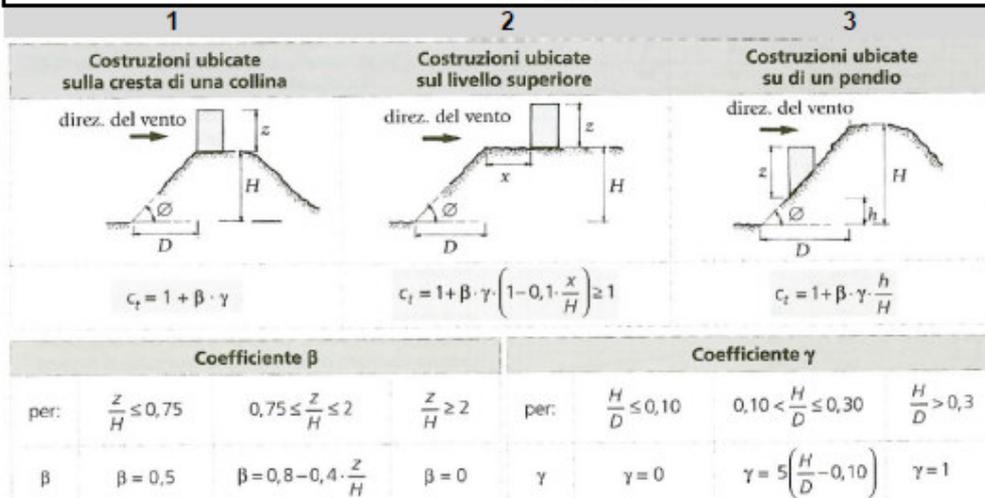
Coefficiente dinamico [§3.3.8]

c_d

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.


Coefficiente Topografico (Orografico)

Il coefficiente topografico si assume di norma uguale ad 1, sia per zone pianeggianti, ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni che sorgono presso la sommità di colline o pendii isolati si procede nel modo seguente:


Caso selezionato:
Condizione non isolata

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	27 di 46

 Il coefficiente topografico vale: c_t 1,00

Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze non maggiori di $z=200\text{m}$ valgono le seguenti espressioni

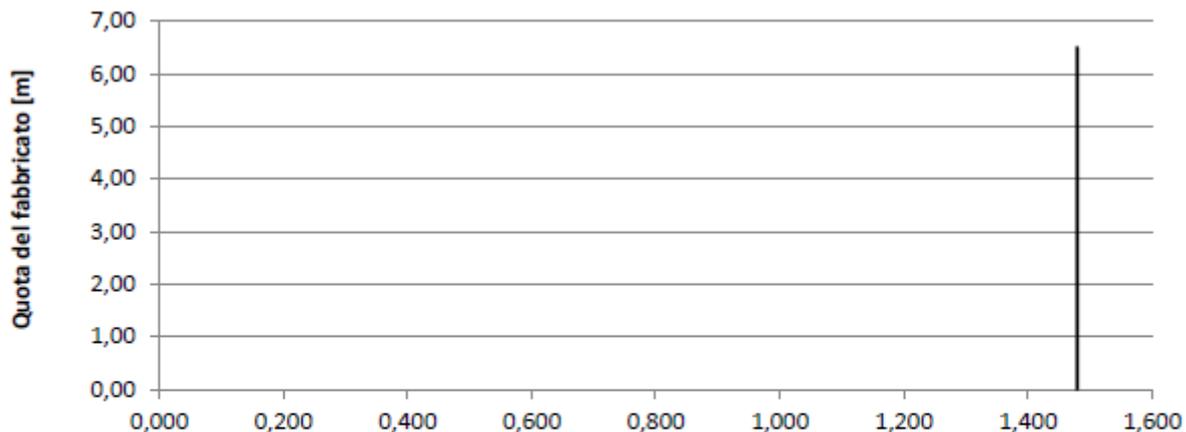
$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0,23	0,70	12,00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,\min}$	1,48	$z < 12,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,\text{gronda}}$	1,48	$z = 4,00$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,\text{colmo}}$	1,48	$z = 6,50$

Andamento Coefficiente di Esposizione


Coefficiente di forma

Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde, inclinate, curve

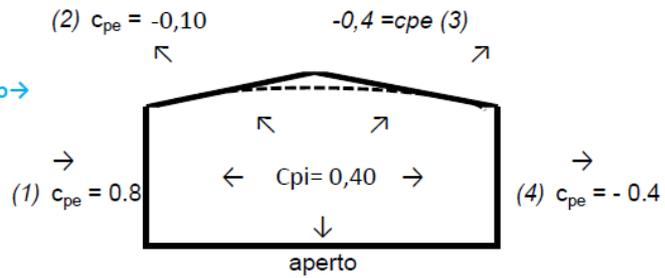
E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Costruzioni che presentano su due pareti opposte, normali alla direzione del vento, aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale

Configurazione più svantaggiosa

(1) parete sopravento	c_p	0,40
(2) copertura sopravento	c_p	-0,50
(3) copertura sottovento	c_p	-0,80
(4) parete sottovento	c_p	-0,80

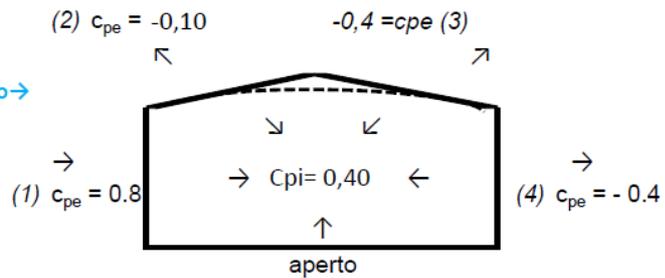
Direzione del vento →



Configurazione A

(1) parete sopravento	c_p	1,20
(2) copertura sopravento	c_p	0,30
(3) copertura sottovento	c_p	0,00
(4) parete sottovento	c_p	0,00

Direzione del vento →



Configurazione B

PRESSIONI DEL VENTO

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p$$

c_d (coefficiente dinamico)

c_t (coefficiente topografico)

c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	c_d	c_t	c_e	c_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravent.	0,424	1,00	1,00	1,479	0,40	0,25
(2) cop. sopravent.	0,424	1,00	1,00	1,479	-0,50	-0,31
(3) cop. Sottovent.	0,424	1,00	1,00	1,479	-0,80	-0,50
(4) par. sottovent.	0,424	1,00	1,00	1,479	-0,80	-0,50

(2) copertura sopravento
-0,31 kN/mq

(3) copertura sottovento
-0,50 kN/mq

→

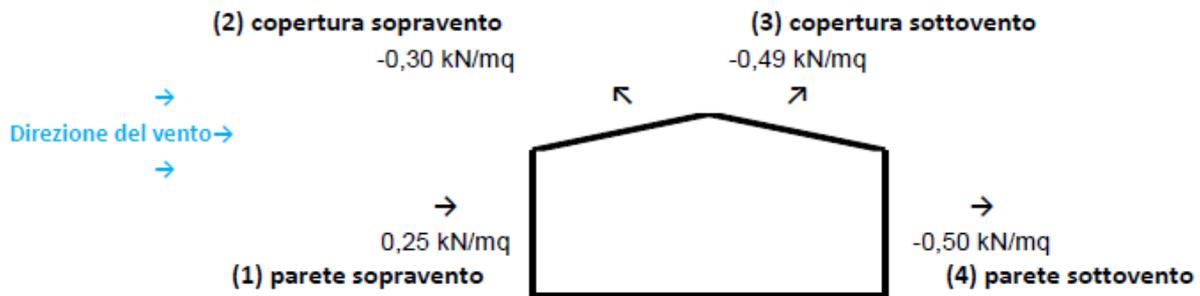
↖

↗

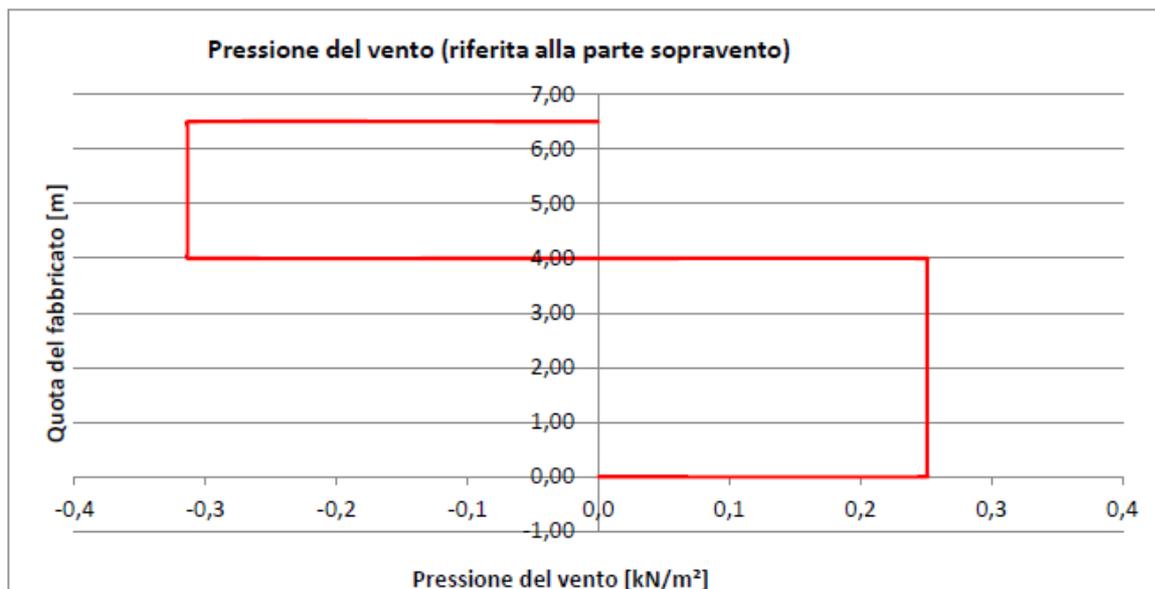
Direzione del vento →



Valori medi della pressione per ogni elemento (da utilizzare per caricare il modello FEM)



Andamento delle pressioni più svataggiose



Il treno viene individuato come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4 m dal P.F..

L'azione del vento, che interessa anche la struttura dell'impalcato viene quindi ad esplicarsi su di una superficie di 5.10m di altezza, avente una risultante dell'azione per metro lineare pari a $0.5 * 5.1 = 2.55 \text{ kN/m}$ che si esercita a 2.01m dal baricentro del cassone di acciaio.

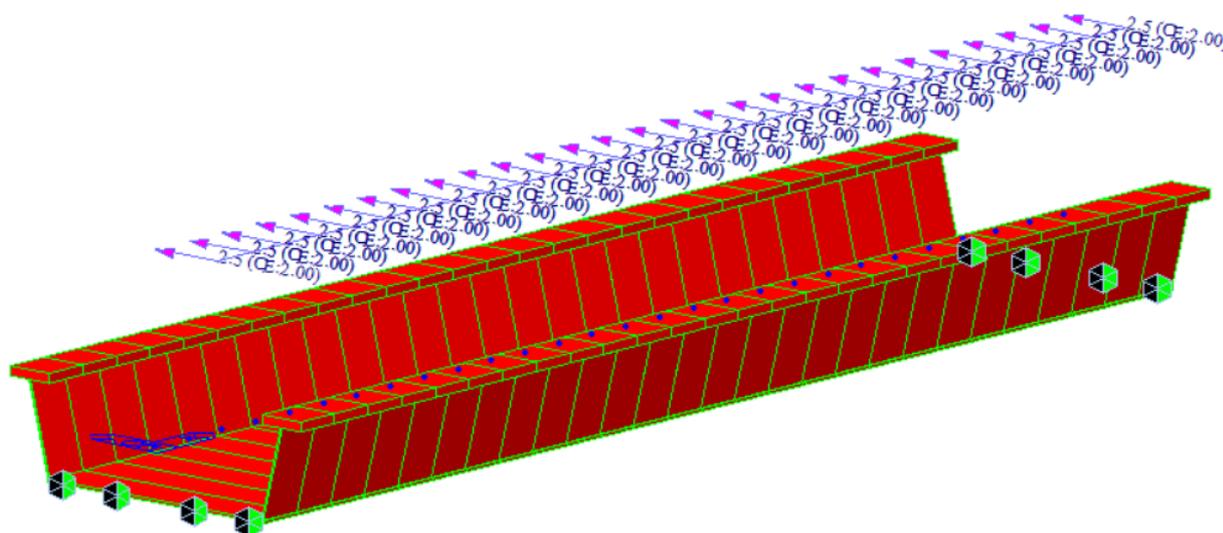


Figura 8: Pressione del vento

8.8 Azioni della temperatura

E' stata considerata una variazione uniforme della temperatura rispetto alla temperatura media dal sito pari a $\pm 20^\circ\text{C}$. Tale azione che per il calcolo della ampiezza dei giunti e degli apparecchi di appoggio è stata amplificata del 50% portandola a $\pm 30^\circ\text{C}$

In aggiunta alla variazione termica uniforme, è stato considerato un gradiente di temperatura di 5°C fra estradosso ed intradosso impalcato con verso da determinare le sollecitazioni più gravose.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	31 di 46

8.9 Resistenze passive dei vincoli

Le resistenze passive sono valutate pari al 3% del peso dell'impalcato

$$R_{\text{tot}} = 0.03 \cdot (216 + 92.78 \cdot 11.4) \text{ kN} = 0.03 \cdot (216 \cdot 1058) = 38.22 \text{ kN}$$

8.10 AZIONI SISMiche Q6

L'azione sismica non è stata presa in considerazione per l'analisi dell'impalcato.



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	32 di 46

9 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni delle azioni sono state definite in accordo con quanto riportato al par. 2.5.3 del DM 17.1.2018:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} e quelli dei coefficienti di combinazione Ψ_{ij} sono stati desunti dal par. 5.2.3.2.1 del DM 17.1.2018, relativo al capitolo sui 'Ponti ferroviari'. Di seguito si riportano le Tabelle di riferimento.

Per quanto riguarda il coefficiente di combinazione Ψ_{2j} relativo ai carichi dovuti al transito dei treni, questo si assume pari a 0,2 nelle combinazioni sismiche, conformemente a quanto prescritto nel par. 5.2.2.8 del DM 17.1.2018.

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico g_r della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Figura 9: Valori dei coefficienti parziali di sicurezza – Tabella 5.2.V del DM 17.1.2018

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	g_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	g_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Figura 10: Valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VI del DM 17.1.2018

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	(1)	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	(2) ⁽³⁾	(2)	(2)
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Figura 11: Ulteriori valori dei coefficienti di combinazione – Tabella 5.2.VII del DM 17.1.2018

Conformemente con quanto prescritto al par.5.2.3.1.3 del DM 17.1.2018, gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella Tabella 5.2.IV del DM 17.1.2018, riportata di seguito.

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc...)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Figura 12: Valutazione dei carichi da traffico – Tabella 5.2.IV del DM 17.1.2018



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	35 di 46

Le combinazioni di carico scaturenti e dimensionanti sono le seguenti.

No	Name	PP(ST)	PERM(ST)	AVV/FR(ST)	SRP_A(ST)	WND(ST)	TMP(ST)	SP_SISMA LONG(RS)	SP_SISMA TRASV(RS)	AP_SISMA LONG(RS)	AP_SISMA TRASV(RS)	TRENO(MV)	G1(CB)	G3(CB)
1	G1			0.5000	1.0000							1.0000		
2	G3			1.0000	0.5000							1.0000		
3	SLU G1	1.3500	1.5000			0.9000	0.9000						1.4500	
4	SLU G3	1.3500	1.5000			0.9000	0.9000							1.4500
5	SLE G1	1.0000	1.0000			0.6000	0.6000						1.0000	
6	SLE G3	1.0000	1.0000			0.6000	0.6000							1.0000
7	SP SIS	1.0000	1.0000					1.0000						
8	SP SIS	1.0000	1.0000						1.0000					
9	AP SIS	1.0000	1.0000							1.0000				
10	AP SIS	1.0000	1.0000								1.0000			
11	PERM	1.0000	1.0000											

Ulteriori combinazioni sono state poi definite in sede di verifiche locali o specifiche.

10 CRITERI DI MODELLAZIONE

L'impalcato è stato modellato mediante il Software di calcolo Midas Civil V7.6.1, programma dedicato alla modellazione e all'analisi di ponti.

E' stata condotta una modellazione unifilare dell'impalcato per cogliere il comportamento di insieme sotto i carichi di esercizio.

Sono stati applicati al modello unifilare dell'impalcato tutte le azioni dimensionanti previste dalle norma. In particolare, la determinazione delle massime azioni sulle membrature è stata ottenuta mediante l'adozione dei carichi mobili di normativa considerati viaggianti sull'impalcato.

Il collegamento dell'impalcato alle spalle è stato modellato con link rigidi per localizzare le reazioni vincolari nella loro reale posizione.

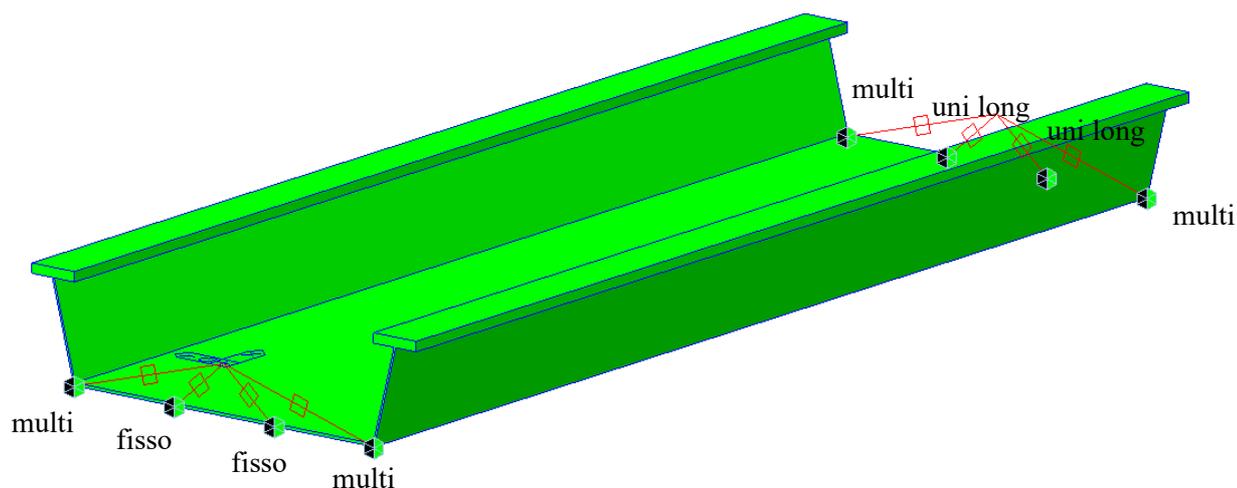


Figura 13: Modello di calcolo

In particolare il schema degli appoggi è riportato in Figura 13



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

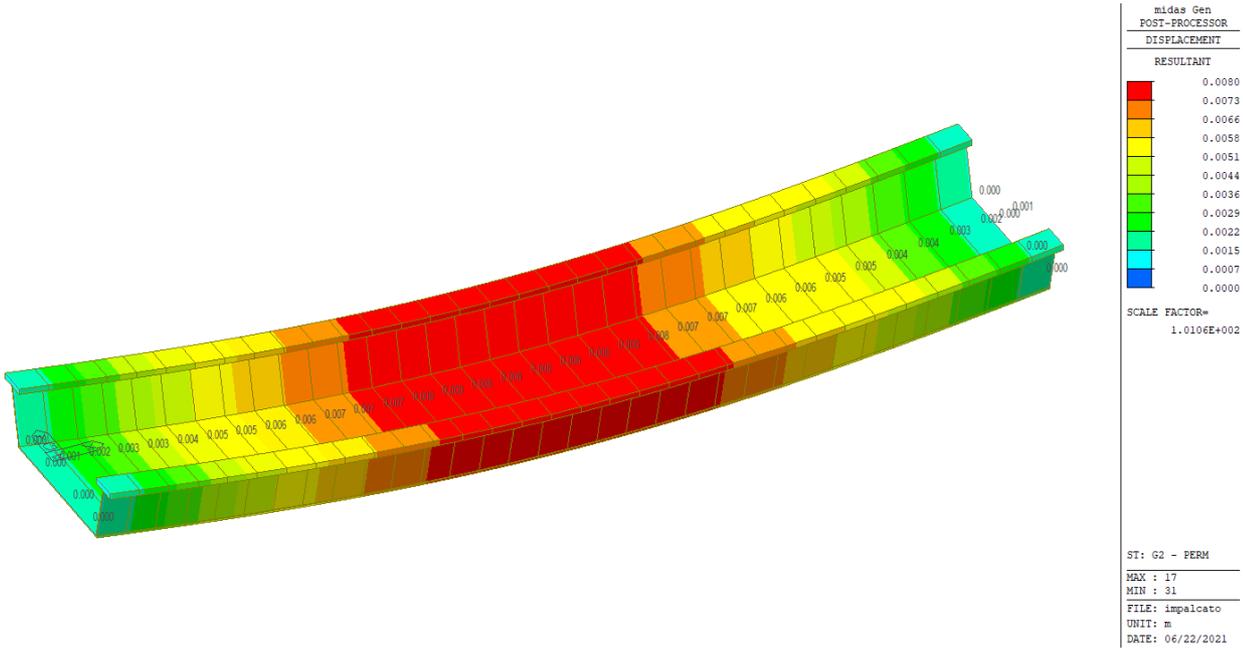
Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

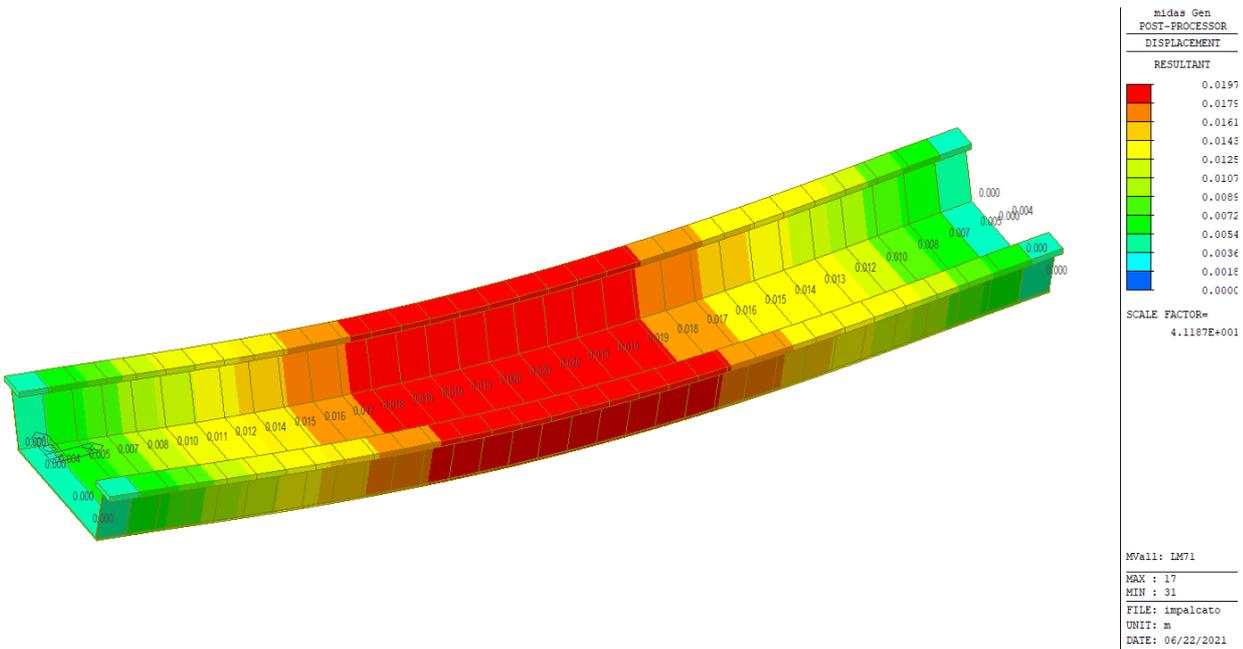
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	37 di 46

11 ANALISI DEI RISULTATI, SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Deformata da peso proprio + permanenti portati



Deformata dovuta al carico mobile





POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

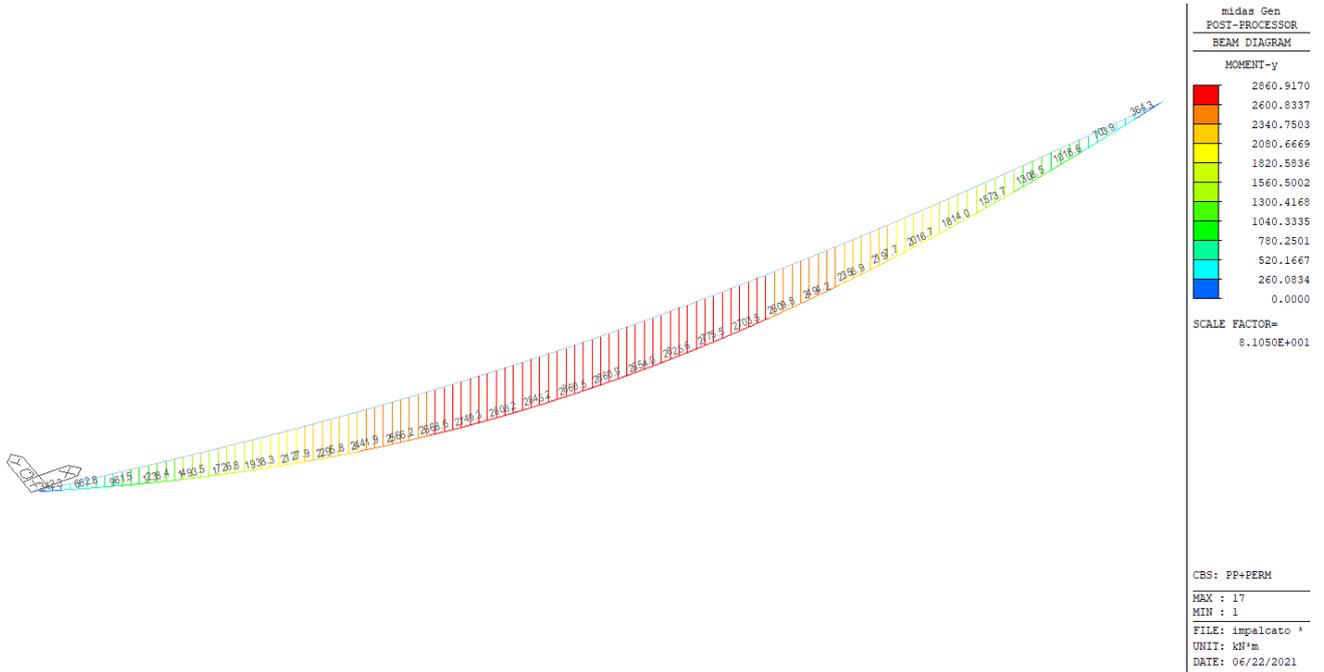
Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

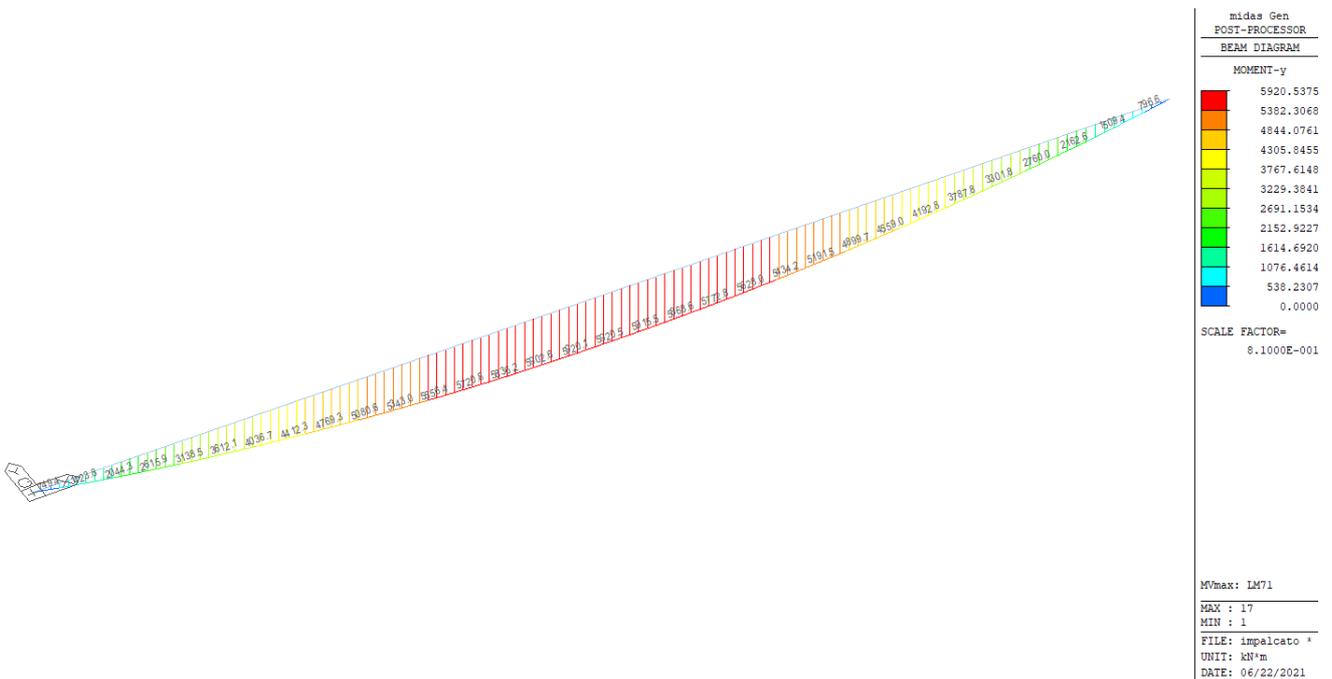
Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	38 di 46

Momenti da peso proprio + permanenti portati



Momenti da carico mobile





POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

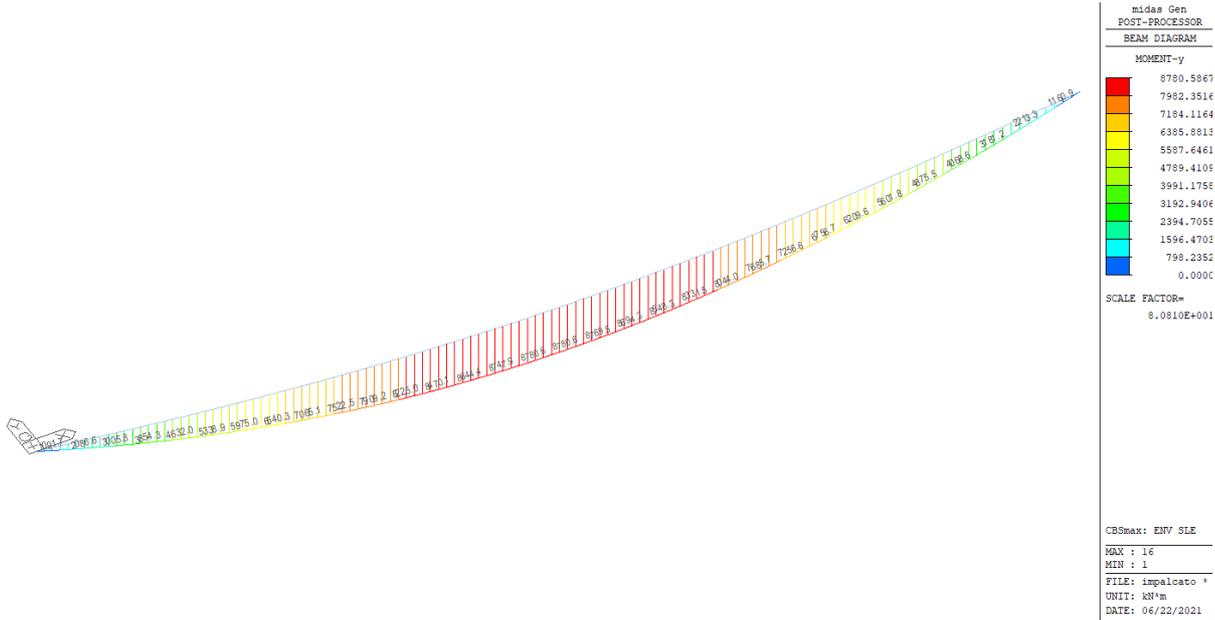
Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

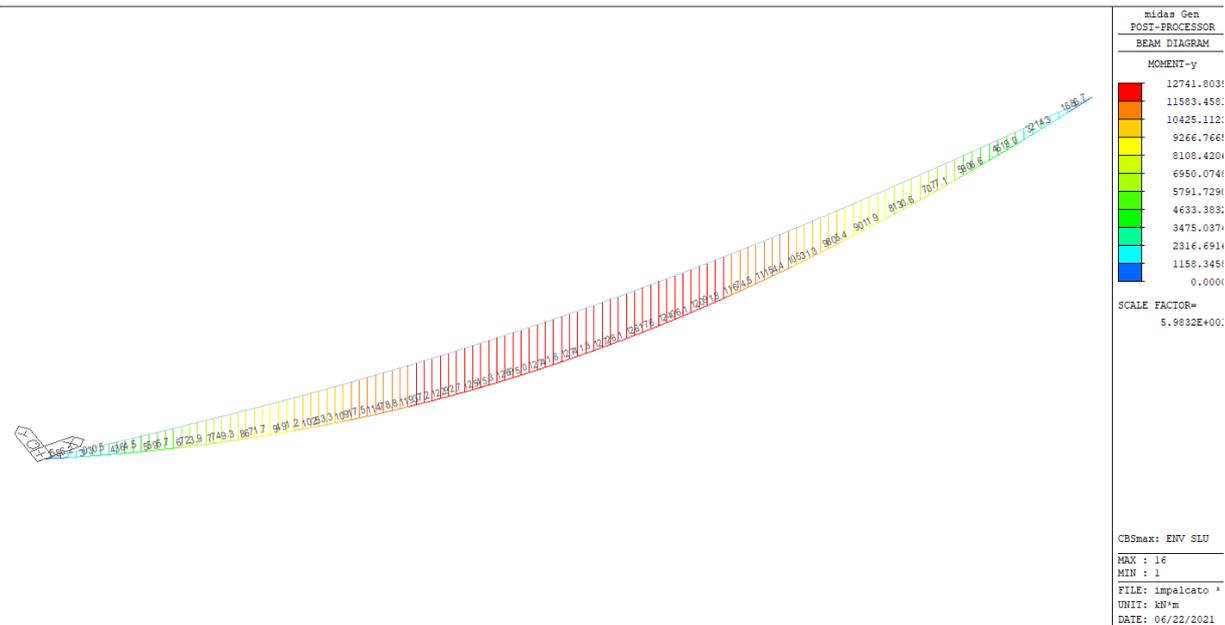
Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
I204	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	39 di 46

Momenti massimi in condizioni di sle (SLE G1)



Momenti massimi in condizioni di slU (SLU G1)





POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

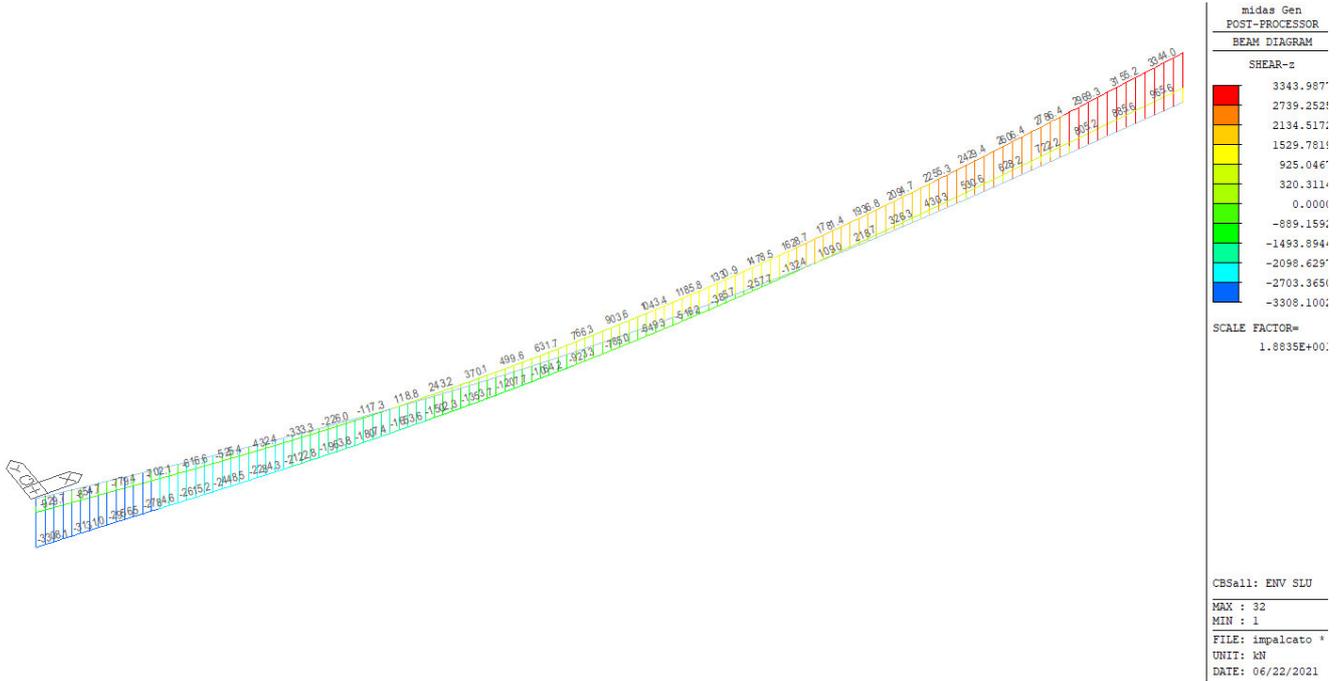
Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
I204	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	40 di 46

Tagli massimi in condizioni di slu (SLU G1)



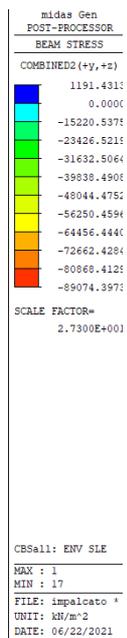
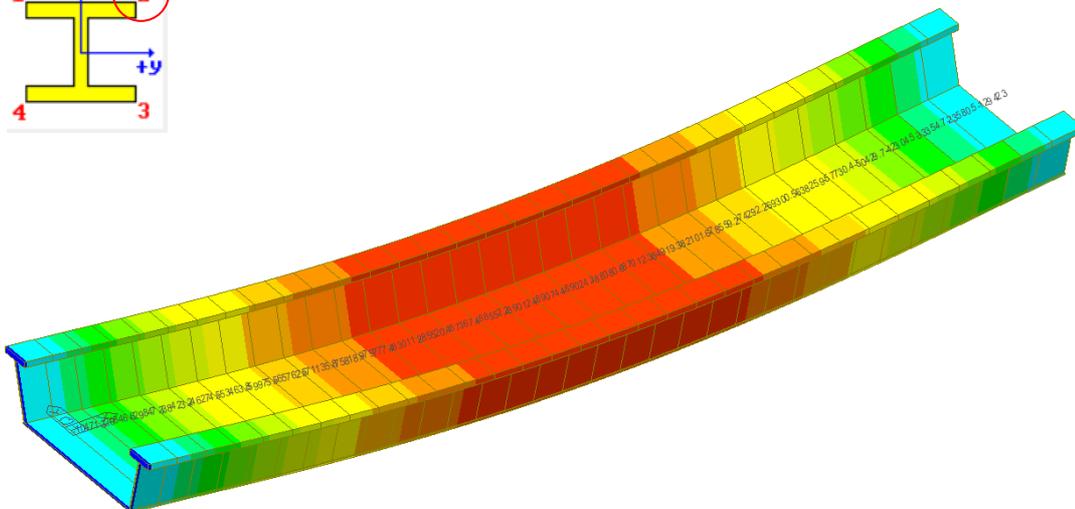
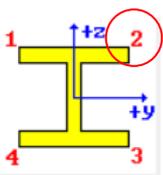
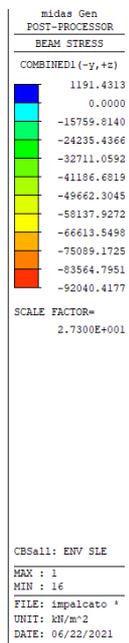
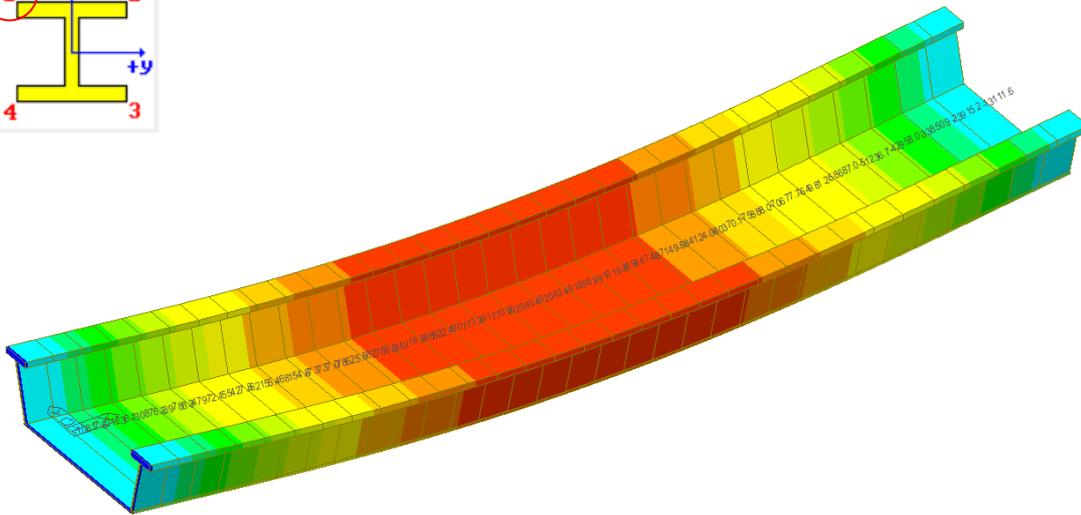
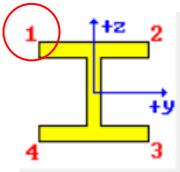
Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	41 di 46

12 VERIFICHE STRUTTURALI

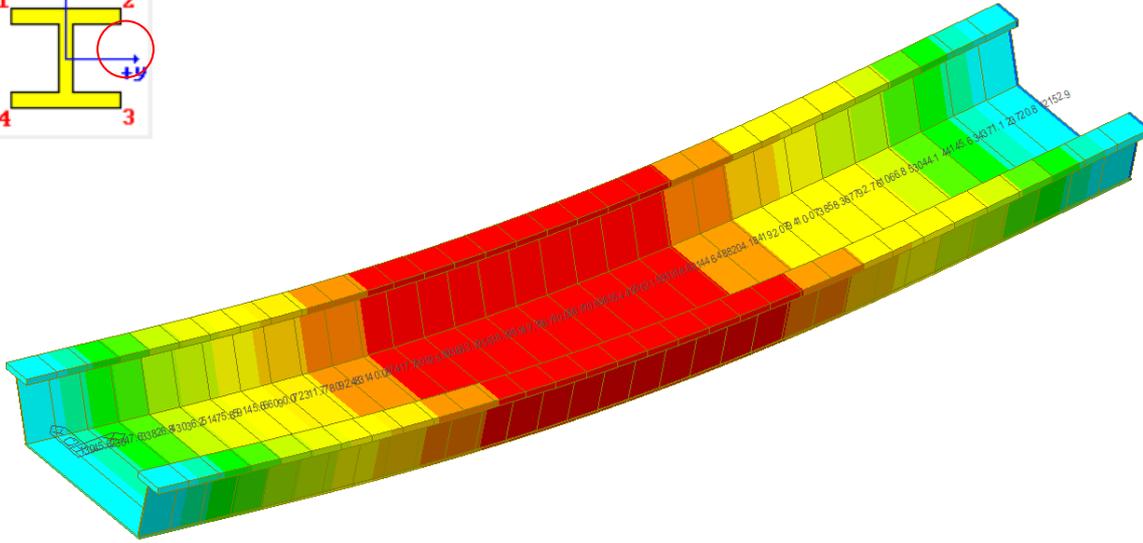
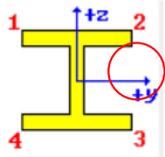
12.1 Verifica a flessione in campata SLE (SLE G1)

Di seguito si allega lo stato tensionale per il punto considerato.



Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	42 di 46



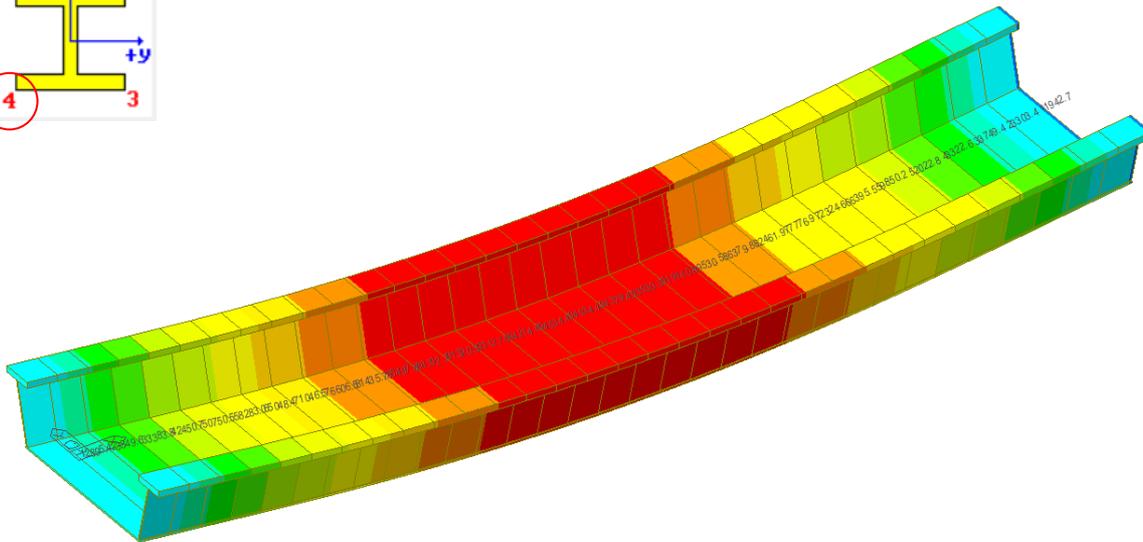
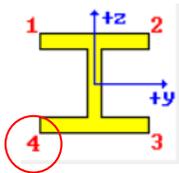
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM STRESS

COMBINED3 (+y, -z)

96790.5597
87883.1060
78975.6521
70068.1985
61160.7448
52253.2911
43345.8373
34438.3836
25530.9295
16623.4761
0.0000
-1191.4311

SCALE FACTOR=
2.7300E+001

CBSall: ENV SLE
MAX : 16
MIN : 32
FILE: impalcato *
UNIT: kN/m²
DATE: 06/22/2021



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM STRESS

COMBINED4 (-y, -z)

94534.4341
85832.0821
77129.7311
68427.3791
59725.0281
51022.6771
42320.3251
33617.9741
24915.6221
16213.2711
0.0000
-1191.4311

SCALE FACTOR=
2.7300E+001

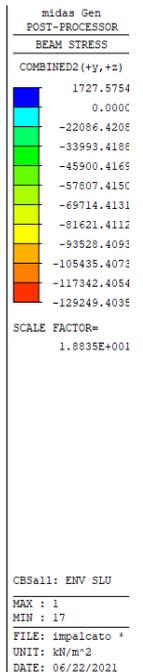
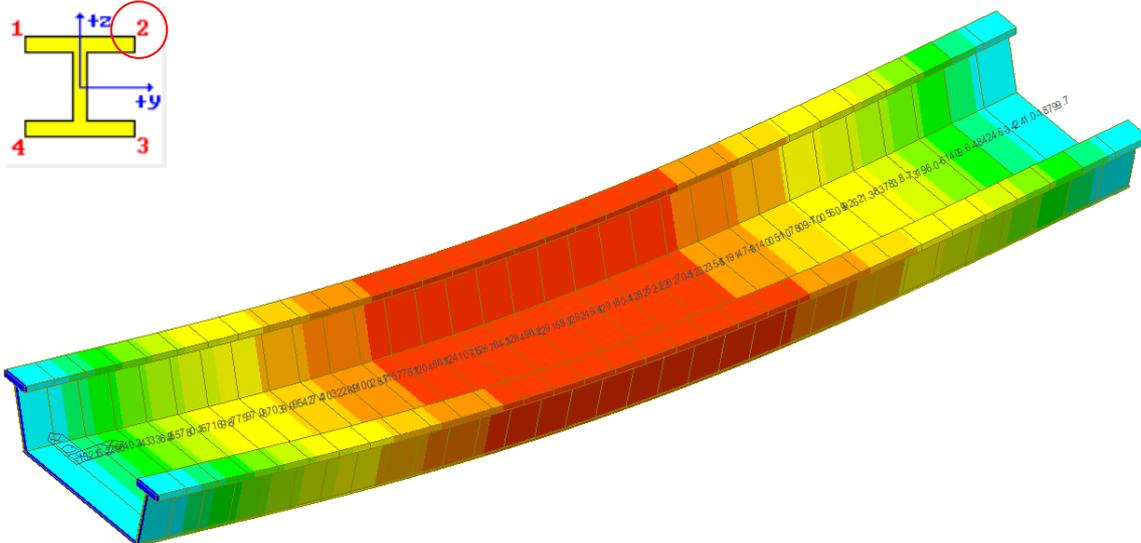
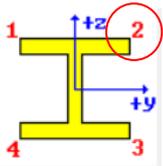
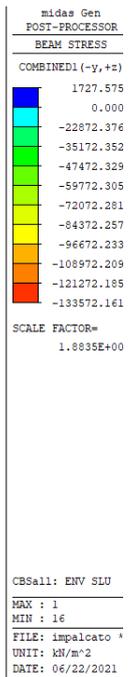
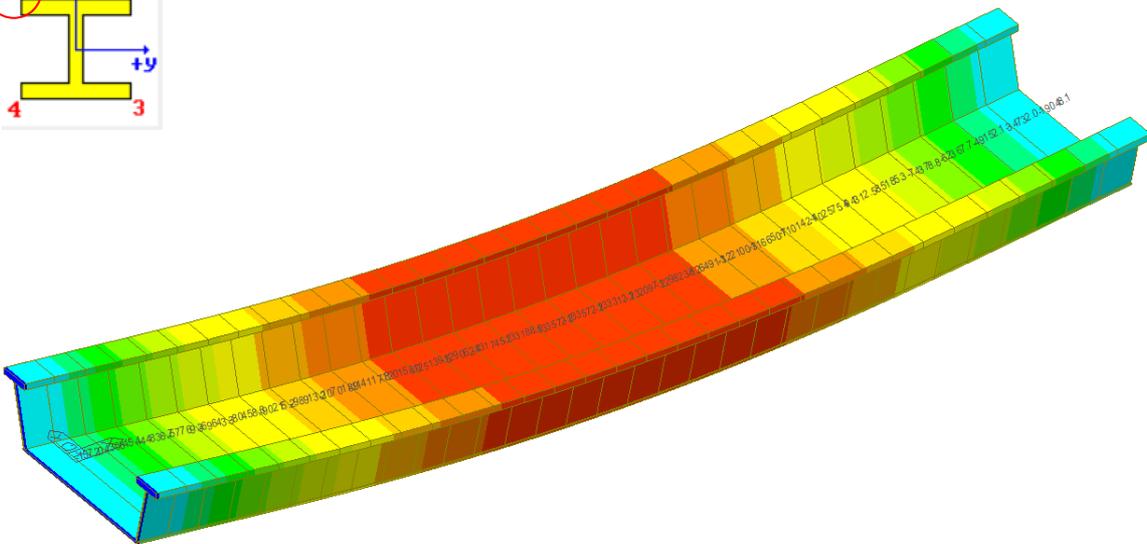
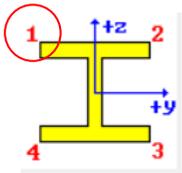
CBSall: ENV SLE
MAX : 16
MIN : 32
FILE: impalcato *
UNIT: kN/m²
DATE: 06/22/2021

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	43 di 46

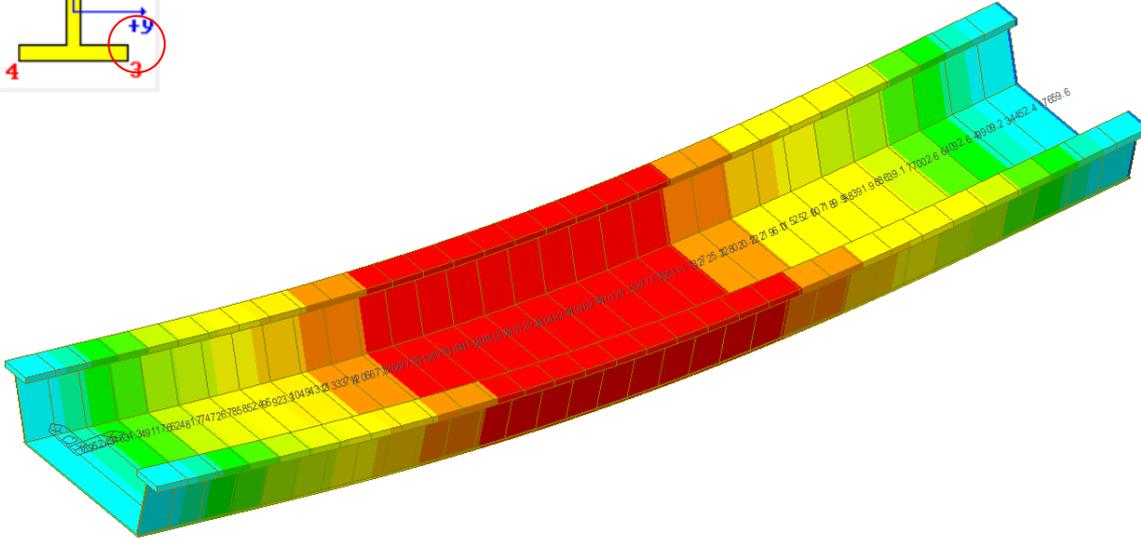
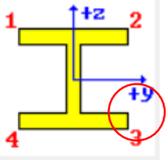
12.2 Verifica a flessione in campata SLU (SLU G1)

Di seguito si allega lo stato tensionale per il punto considerato.



Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	44 di 46



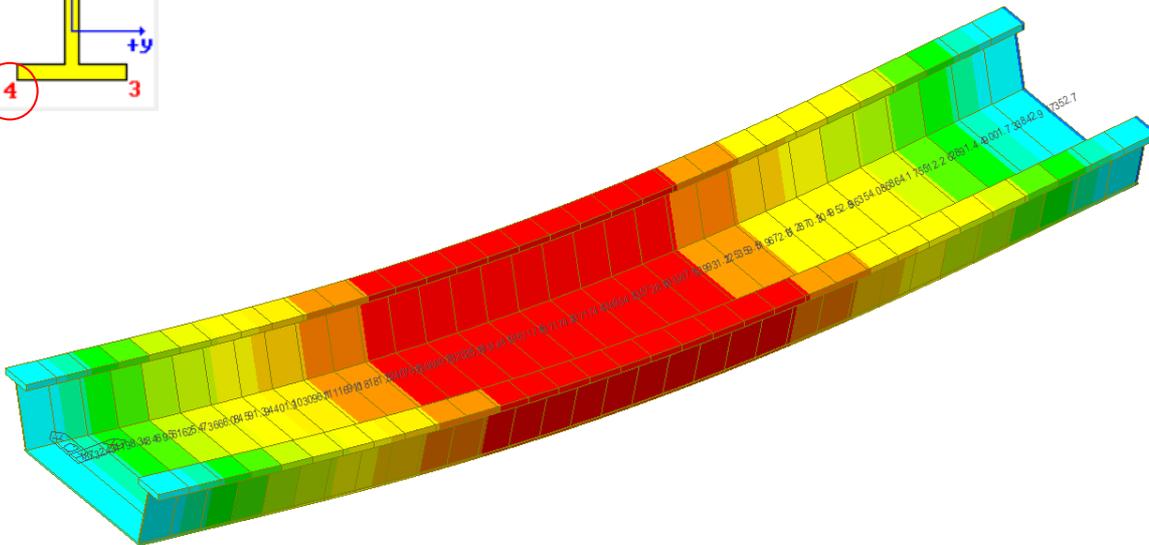
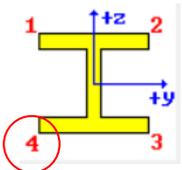
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM STRESS

COMBINED3 (+y, -z)

140462.9250
127536.5154
114610.1067
101683.6974
88757.2881
75830.8794
62904.4702
49978.0611
37051.6520
24125.2428
0.0000
-1727.5754

SCALE FACTOR=
1.8835E+001

CBSall: ENV SIU
MAX : 16
MIN : 32
FILE: impalcato *
UNIT: kN/m²
DATE: 06/22/2021



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM STRESS

COMBINED4 (-y, -z)

137174.4381
124546.9821
111919.5270
99292.0711
86664.6154
74037.1594
61409.7031
48782.2471
36154.7921
23527.3362
0.0000
-1727.5754

SCALE FACTOR=
1.8835E+001

CBSall: ENV SIU
MAX : 16
MIN : 32
FILE: impalcato *
UNIT: kN/m²
DATE: 06/22/2021



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	45 di 46

Di seguito si riporta la tabella con le tensioni combinate per flessione e taglio per lo stato limite di esercizio e ultimo.

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
16	ENV SLU	I[16]	28.71	-31.85	631.66	-391.09	12695.02	-363.97
16	ENV SLU	2/4	16.75	-32.43	698.67	-389.94	12731.28	-355.93
16	ENV SLU	J[17]	4.79	-33.00	766.32	-388.79	12741.80	-347.76

Elem	Load	Part	Axial (kN/m ²)	Shear-y (kN/m ²)	Shear-z (kN/m ²)	Bend(+y) (kN/m ²)	Bend(-y) (kN/m ²)	Bend(+z) (kN/m ²)	Bend(-z) (kN/m ²)	Cb(min/max) (kN/m ²)	Cb1(-y+z) (kN/m ²)	Cb2(+y+z) (kN/m ²)	Cb3(+y-z) (kN/m ²)	Cb4(-y-z) (kN/m ²)
16	ENV SLU	I[16]	1.28e+002	-3.63e+002	1.53e+004	2.97e+003	-1.66e+003	-3.94e+004	1.38e+005	1.40e+005	-4.09e+004	-3.64e+004	1.40e+005	1.37e+005
16	ENV SLU	2/4	7.46e+001	-3.70e+002	1.69e+004	2.90e+003	-1.62e+003	-3.96e+004	1.38e+005	1.40e+005	-4.11e+004	-3.66e+004	1.40e+005	1.37e+005
16	ENV SLU	J[17]	2.13e+001	-3.76e+002	1.85e+004	2.82e+003	-1.58e+003	-3.96e+004	1.38e+005	1.40e+005	-4.12e+004	-3.68e+004	1.40e+005	1.37e+005

La massima tensione agente pari a 140 Mpa risulta inferiore a quella limite pari a $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 319 \text{ MPa}$



POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

Lotto 3: Variante di tracciato a Portogruaro

Struttura per sede ferroviaria – Relazione di
predimensionamento

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	30	R 26 CL	VI 02 00 001	B	46 di 46

12.3 Verifica di imbozzamento del pannello d'anima

Non si rende necessaria la verifica all'imbozzamento del pannello d'anima in quanto la parete verticale in c.a. della vasca porta ballast sarà piolata alla lamiera verticale conferendole la necessaria rigidità nei confronti di fenomeni di instabilità