

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Prof. Ing. Marco PETRANGELI	Ing. Piergiorgio GRASSO
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

VI02 – Ponte a campata singola al km 17+638 (dal km 17+634 al km 17+656)
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Sabino Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO 24/02/2020		-

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	V	I	0	2	0	7	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	I. Lardani 	24/02/2020	G. Usai 	24/02/2020	P. Grasso 	24/02/2020	M. Petrangeli 24/02/2020

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0207 001</td> <td>A</td> <td>2 di 65</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	2 di 65
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	2 di 65								

Indice

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	NORMATIVE.....	5
2.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	6
3	MATERIALI.....	7
3.1	CALCESTRUZZO PER IMPALCATO	7
3.2	ACCIAIO PER PROFILATI E LAMIERE	8
3.3	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA.....	8
4	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	9
5	CRITERI DI CALCOLO.....	11
6	ANALISI DEI CARICHI	12
6.1	PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	12
6.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2).....	12
6.2.1	BALLAST (G21).....	12
6.2.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI GENERICI (G22).....	13
6.2.1	TOTALE PERMANENTI NON STRUTTURALI	13
6.3	CARICHI DA TRAFFICO	14
6.3.1	CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (Q11)	14
6.3.2	CARICHI SUI MARCIAPIEDI	16
6.3.3	AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA (Q2).....	16
6.3.4	FORZA CENTRIFUGA (Q3).....	17
6.3.1	SERPEGGIO (Q4)	17
6.3.1	DERAGLIAMENTO	18
6.3.2	GRUPPI DI CARICO	19
6.4	CARICHI VARIABILI (Q5)	20
6.4.1	AZIONI DEL VENTO (Q5.1).....	20
6.4.1	AZIONI AERODINAMICHE INDOTTE DAL TRANSITO DEI CONVOGLI.....	24
6.4.2	AZIONI TERMICHE (Q5.2).....	25
6.4.3	AZIONI DA NEVE (Q5.3).....	25
6.5	AZIONI INDIRETTE (Q6)	26

6.5.1	RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI (Q6.1).....	26
6.6	AZIONI SISMICHE (E)	27
6.6.1	SPETTRI DI PROGETTO ALLO SLV	27
7	COMBINAZIONI DI CARICO	29
8	ANALISI E SOLLECITAZIONI.....	33
8.1	SOLLECITAZIONI SULLA FASCIA DI 4M	33
8.2	SOLLECITAZIONI SULLA TRAVE DI BORDO DELLA FASCIA DI 4M	36
8.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI TRAVE DI BORDO FASCIA	40
9	VERIFICHE DELLE TRAVI.....	42
9.1	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	42
9.2	VERIFICHE DI DEFORMABILITA'	43
9.2.1	PRIMA FREQUENZA PROPRIA DELL'IMPALCATO	44
9.2.2	FRECCIA SOTTO I CARICHI ACCIDENTALI DINAMIZZATI LM71	45
9.2.3	COMFORT DEI PASSEGGERI.....	45
9.2.4	ROTAZIONE DEGLI APPOGGI.....	45
9.2.5	SGHEMBO	46
10	VERIFICA DELLO SBALZO TRASVERSALE	48
10.1	VERIFICA A FLESSIONE.....	50
10.2	VERIFICA A TAGLIO	51
10.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	52
11	AZIONI SUGLI APPOGGI.....	53
11.1	RIEPILOGO SCARICHI APPOGGI	62
12	INCIDENZA.....	65

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0207 001</td> <td>A</td> <td>4 di 65</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	4 di 65
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	4 di 65								

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'*Itinerario Napoli-Bari* si inserisce il *Raddoppio della Tratta Cancello – Benevento - 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino - Vitulano* oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Oggetto della presente relazione sono le analisi e le verifiche dell'impalcato a travi doppio T incorporate di luce pari a 22.0m, previsto in corrispondenza della campata singola, compresa tra spalla S1 e spalla S2 del *Viadotto VI02*.

Nella presente relazione sono riportati in forma sintetica i risultati delle sollecitazioni e delle verifiche strutturali della struttura in oggetto.

Nel seguito si procede al calcolo dello stato di sollecitazione ed alle verifiche dei vari elementi costituenti la struttura in elevazione, nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione e taglio e gli Stati limite di Esercizio di fessurazione e tensionale.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0207 001</td> <td>A</td> <td>5 di 65</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	5 di 65
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	5 di 65								

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVE

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario*
- [4] *Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie*
- [5] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria*
- [6] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari*
- [7] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo*
- [8] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia*
- [9] *Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)*
- [10] *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*

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0207 001	REV. A	FOGLIO 6 di 65

2.2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

3 MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO PER IMPALCATO

Classe C32/40

$R_{ck} =$	40.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	33.20	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	18.81	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	3.10	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.72	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	2.17	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	18.26	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	13.28	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	33643.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	14018.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Debolmente aggressive		
Classe di esposizione =	XC4		
$c =$	4.00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0.20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

3.2 ACCIAIO PER PROFILATI E LAMIERE

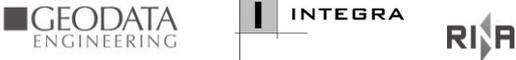
S355 J0

$f_{yk} \geq$	355.00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	510.00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
γ_{m0}	1.05	-	
γ_{m1}	1.10	-	
$\gamma_{m2} =$	1.25	-	
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{s} =$	338.1	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000.00	MPa	Modulo elastico di progetto

3.3 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

B450C

$f_{yk} \geq$	450.00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540.00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t / f_y)_k \geq$	1.15		
$(f_t / f_y)_k <$	1.35		
$\gamma_s =$	1.15	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391.30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0.20	%	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7.50	%	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337.50	MPa	Tensione in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0207 001	REV. A	FOGLIO 9 di 65

4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il viadotto in esame (VI02) è costituito da una campata singola di luce pari a 22.00 m.

L'impalcato oggetto della seguente relazione è costituito da 18 travi metalliche incorporate da un getto di completamento in c.a. che realizza anche gli aggetti laterali. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m su cui gravano 2 binari posti ad interasse pari a 4.00 m, in maniera simmetrica rispetto alla mezzeria del viadotto.

Le sottostrutture consistono in due spalle con fondazioni di tipo profondo su pali. La spalla indicata con "S1" è la spalla mobile mentre quella indicata con "S2" è la spalla fissa.

L'armamento è di tipo convenzionale su ballast. Il manufatto si inserisce nell'ambito di una tratta a doppio binario ed è in grado di ospitare il nuovo tipologico di B.A. previsto per il viadotto. Nell'analisi dei carichi sarà pertanto previsto il posizionamento di tale tipologia di barriere.

L'opera in oggetto è progettata per una Vita Nominale di 75 anni e una Classe d'uso III ($C_u = 1.5$), pertanto il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni.

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche del tracciato e dell'impalcato.

Raggio di curvatura	Rettilineo
Velocità di progetto	$V_1 = 180$ km/h
Sopraelevazione	-
Ponte di categoria	Cat A
Numero binari	$n_b = 2$
Lunghezza dell'impalcato di progetto	$L_{imp} = 22.0$ m
Larghezza strutturale dell'impalcato:	$B_i = 10.41$ m
Larghezza del ballast	$B_b = 830$ cm
Spessore medio del ballast	$S_b = 80$ cm
Larghezza di ripartizione per verifiche	$B_{rs} = 4.0$ m
Spessori dell'impalcato (min - max)	$S_{sn} = 120.3$ cm - $S_{sm} = 126.3$ cm
Profilo delle travi in acciaio	HL1000M
Interasse delle travi	$l_p = 57.7$ cm
Numero totale travi	$n_{pt} = 18$

A seguire si riportano delle immagini che illustrano la geometria della struttura e della fondazione (vista in pianta).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0207 001</td> <td>A</td> <td>11 di 65</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	11 di 65
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	11 di 65								

5 CRITERI DI CALCOLO

Secondo la specifica *RFI DTC SICS MA SP IFS 001 A*, per una luce di calcolo maggiore di 9 m, l'impalcato rientra nelle specifiche del Tipologico 2, pertanto ai fini delle verifiche di resistenza e deformabilità i carichi vengono ripartiti sulla larghezza:

$$\mathbf{Brs = 4.0 \text{ m.}}$$

Il numero di travi comprese in tale fascia è:

$$\mathbf{Nps = Brs/lp = 4.0/0.577 \approx 7}$$

Le azioni vengono combinate in modo da determinare le massime sollecitazioni negli elementi strutturali.

È stata tuttavia condotta, parallelamente, una analisi globale dell'intero impalcato per la determinazione degli scarichi sugli apparecchi di appoggio.

6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi agenti sull'impalcato.

6.1 PERMANENTI STRUTTURALI (G1)

Impalcato

y cls	25	kN/m ³	peso specifico calcestruzzo armato
A cls	14.58	m ²	
p trave acc	4.33	kN/m	peso al metro lineare di una trave (HL 1100 M)
A 1 trave	0.055	m ²	
n travi	18	-	
interasse travi	0.577	m	
n travi 4 m	7	-	
A cls, netta	13.59	m ²	
P tot travi	77.94	kN/m	
P soletta cls	339.75	kN/m	
g1 tot	417.7	kN/m	

6.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

I carichi permanenti non strutturali sono costituiti dal peso della massicciata, dal peso delle barriere antirumore e dal peso delle canalette portacavi.

Secondo il §2.5.1.3.2 [3], ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata, armamento e dell'impermeabilizzazione potrà effettuarsi assumendo convenzionalmente, per linea in rettilineo, un peso di volume pari a 18,00 kN/m³, applicato su tutta la larghezza media compresa fra i muretti paraballast, per un'altezza media fra p.f. ed estradosso impalcato pari a 0,80 m.

6.2.1 BALLAST (G21)

Ballast/Armamento

y armam.	18	kN/m ³
L trasv	8.3	m
sp. max	0.8	m
g2.1	119.5	kN/m

6.2.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI GENERICI (G22)

Impermeabilizzazione e massetto

y mass.	21	kN/m ³
L trasv	12.1	m
sp. max	0.05	m
g2.2a	12.7	kN/m

Canalette portacavi

peso canaletta	2.5	kN/m
num canalette	2	-
g2.2b	5.0	kN/m

Velette

peso veletta	1.5	kN/m
num velette	2	-
g2.2c	3.0	kN/m

Secondo il §2.5.1.3.2 [3], nella progettazione di nuovi ponti ferroviari dovranno essere sempre considerati i pesi le azioni e gli ingombri associati all'introduzione delle barriere antirumore, anche nei casi in cui non ne sia originariamente prevista la realizzazione, assumendo un peso pari a 4.00 kN/m² ed un'altezza minima di 4.00 m misurata dall'estradosso della soletta. Cautelativamente si considerano presenti barriere di altezza 5.05m ad entrambe le estremità dell'impalcato.

Barriere antirumore

p barriera	4	kN/m ²
h barriera	5.05	m
num barriere	2	-
g2.5	40.4	kN/m

6.2.1 TOTALE PERMANENTI NON STRUTTURALI

g2.1 ballast	119.5	kN/m
g2.2	61.1	kN/m

6.3 CARICHI DA TRAFFICO

Per i sovraccarichi mobili si considerano gli effetti prodotti dai modelli di carico rappresentativi del traffico normale (LM71) e pesante (SW/2). Tali effetti sono amplificati per il coefficiente di adattamento α e per il coefficiente dinamico ϕ_3 . Per il solo modello di carico LM71 si considera, inoltre, un'eccentricità e di carico rispetto l'asse del binario pari a $e = 143.5/18 = 8$ cm.

Sono inoltre portate in conto le azioni di frenatura ed avviamento, di serpeggio, di vento sul treno e l'effetto della sopraelevazione delle rotaie.

6.3.1 CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (Q11)

Le azioni verticali associate ai convogli ferroviari si schematizzano mediante i modelli di carico teorici LM71 e SW/2.

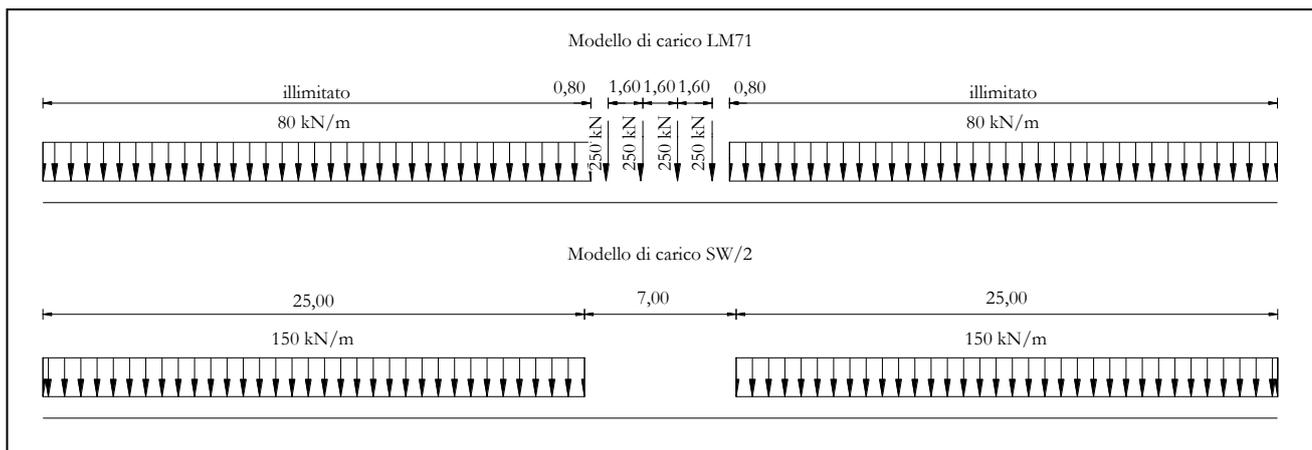


Figura 3 – Modelli di carico teorici LM71 e SW/2

Le differenti disposizioni degli assi e delle stese di carico considerate sono state definite in modo tale da massimizzare le sollecitazioni sulla struttura.

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per il coefficiente α che deve assumersi come da tabella seguente:

Modello di carico	Coefficiente α
LM71	1,10
SW/2	1,00

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per coefficienti che tengono conto dell'amplificazione dinamica. I coefficienti di amplificazione dinamica Φ si assumono pari a Φ_2 o Φ_3 in dipendenza dal livello di manutenzione della linea. In particolare si assumerà:

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	15 di 65

- per linee con elevato standard manutentivo:
 $\Phi_2 = 1,44/(\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,82$ con limitazione $1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$
- per linee con normale standard manutentivo:
 $\Phi_3 = 2,16/(\sqrt{L_\Phi - 0,2}) + 0,73$ con limitazione $1,00 \leq \Phi_2 \leq 2,00$

Per il caso in oggetto si ha:

L_Φ	21.1	m	L_c = luce travi
ϕ_3	1.22	-	

Alcuni scenari di carico prevedono l'impiego del treno scarico, convenzionalmente costituito da un carico uniformemente distribuito pari a 10.00 kN/m. Tale carico non è dimensionante per il manufatto in oggetto.

Si sono considerati i carichi equivalenti (taglianti e flettenti) previsti dalle norme ferroviarie *RFI DTC SI PS MA IFS 001 A* in funzione della luce di impalcato netta. Tali carichi sono comprensivi del coefficiente di adattamento α .

LM71

α	1.1	-	
L_c	21.1	m	
L_q	14.7	m	
L_Q	6.4	m	
$q(LM71)$	80	kN/m	
$Q(LM71)$	250	kN	
LM71 equiv. flettente	119.2	kN/m	
LM71 equiv. tagliante	126.7	kN/m	
LM71 equiv. flettente	131.2	kN/m	considerando il coeff. α
LM71 equiv. tagliante	139.4	kN/m	considerando il coeff. α

SW/2

α	1	-	
L_c	21.1	m	
L_q	14.1	m	
$L_{\text{senza carico}}$	7	m	
$q(LM71)$	150	kN/m	
$Q(LM71)$	0	kN	
LM71 equiv. flettente	150.0	kN/m	
LM71 equiv. tagliante	150.0	kN/m	
LM71 equiv. flettente	150.0	kN/m	considerando il coeff. α
LM71 equiv. tagliante	150.0	kN/m	considerando il coeff. α

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0207 001</td> <td>A</td> <td>16 di 65</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	16 di 65
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	16 di 65								

I carichi considerati nelle analisi e nelle verifiche successive sono i seguenti (i carichi sono già moltiplicati per α e ϕ_3):

Q1.1	170.3	kN/m	1 solo binario LM71
Q1.2	150.0	kN/m	1 solo binario SW/2
Q1.3	320.3	kN/m	2 binari: LM71+SW/2
Q1.4	340.6	kN/m	2 binari LM71

6.3.2 CARICHI SUI MARCIAPIEDI

La normativa prevede uno schema di carico “folla” sui marciapiedi, qualora questi (non aperti al pubblico) siano utilizzati dal personale autorizzato per attività di manutenzione e controllo.

Tali carichi accidentali sono schematizzati da un carico uniformemente ripartito del valore di 10 kN/mq.

Questo carico non deve considerarsi contemporaneo al transito dei convogli ferroviari e deve essere applicato sopra i marciapiedi in modo da dare luogo agli effetti locali più sfavorevoli. Per questo tipo di carico distribuito non deve applicarsi l'incremento dinamico.

6.3.3 AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA (Q2)

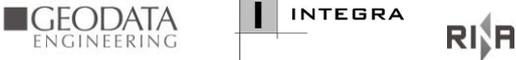
Le azioni di frenatura e avviamento sono costituite da forze uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- avviamento: $Q_{1a,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71,SW/2
- frenatura: $Q_{1b,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71
 $Q_{1b,k} = 35 \text{ kN/m}$ per i modelli di carico SW/2

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per α e **non** devono essere moltiplicati per Φ . Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento e l'altro in fase di frenatura.

Si ottiene, pertanto:

L binario	22.00	m	
Q1a,k	726	kN	avviamento
Q1b,k_LM71	440.0	kN	frenatura LM71
Q1b,k_SW/2	770.0	kN	frenatura SW/2
Q2.1	1210	kN	avv+frenat LM71 (valori moltiplicati per α)
Q2.2	1569	kN	avv+frenat SW/2 (valori moltiplicati per α)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0207 001	REV. A	FOGLIO 17 di 65

6.3.4 FORZA CENTRIFUGA (Q3)

L'azione centrifuga è schematizzata come una forza agente in direzione orizzontale perpendicolarmente al binario e verso l'esterno della curva, applicata ad 1,80 m al di sopra del p.f.. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = \frac{V^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{V^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

dove V velocità di progetto espressa in km/h
 Q_{vk} q_{vk} valore caratteristico dei carichi verticali
 R raggio di curvatura in m
 f fattore di riduzione

$$f = \left[1 - \frac{V - 120}{1000} \left(\frac{814}{V} + 1,75 \right) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right]$$

L_f lunghezza di influenza, in metri, della parte curva di binario carico sul ponte (la più sfavorevole per il progetto del generico elemento strutturale)

Per il modello di carico LM71 e per velocità di progetto superiori a 120 km/h, si considerano i seguenti 2 casi:

- modello di carico LM71 e forza centrifuga per $V = 120$ km/h e $f = 1$;
- modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata per la massima velocità di progetto.

Per i modelli di carico SW si assume una velocità massima di 100 km/h,
 La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

L'opera in esame è situata in corrispondenza di un tratto del tracciato in rettilineo, pertanto l'azione centrifuga è nulla.

6.3.1 SERPEGGIO (Q4)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore caratteristico di tale forza è assunto pari a 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per α ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica.

6.3.1 DERAGLIAMENTO

In alternativa ai modelli di carico verticale da traffico ferroviario, ai fini della verifica della struttura si dovrà tenere conto della possibilità che un locomotore o un carro pesante deragli. La normativa propone due diverse situazioni di progetto:

Caso 1

Si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60 \text{ kN/m}$ (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Trasversalmente i carichi distano fra loro di s (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati in Fig. 5.2.12.

Per questa condizione sono tollerati danni locali, purché possano essere facilmente riparati, mentre sono da evitare danneggiamenti delle strutture portanti principali.

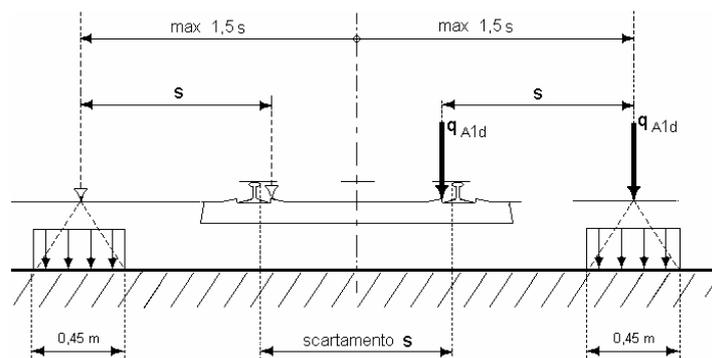


Figura 11 – posizione azioni da deragliamento – caso 1

Caso 2

Si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \times 1,4 \text{ kN/m}$ esteso per 20 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di $1,5 s$ rispetto all'asse del binario. Tale caso deve essere applicato solo per effetti globali.

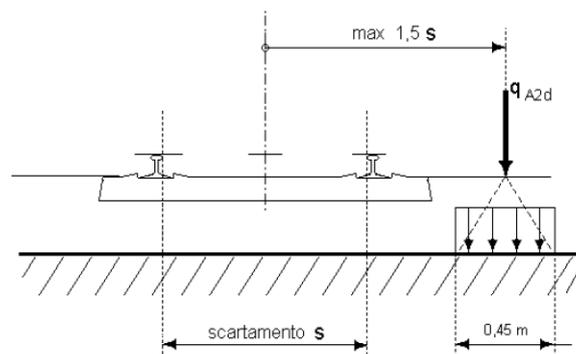


Figura 12 – posizione azioni da deragliamento – caso 2

La posizione dei carichi non determina scenari che vedono coinvolti elementi sensibili a rotture localizzate (mensole, muretti, elementi puntuali, ecc.). Inoltre, sia la posizione che l'entità dei carichi (molto inferiori rispetto ai carichi da traffico considerati in progetto), unitamente al fatto che i relativi effetti devono essere considerati nell'ambito delle

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0207 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">19 di 65</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	19 di 65
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	19 di 65								

combinazioni eccezionali (con valori dei coefficienti parziali sensibilmente meno gravosi di quelli considerate nelle combinazioni caratteristiche) portano a concludere che le azioni da deragliamento non sono significative per le verifiche degli elementi strutturali del manufatto e non determinano scenari più gravosi di quelli effettivamente considerati nei confronti della stabilità globale del manufatto.

6.3.2 GRUPPI DI CARICO

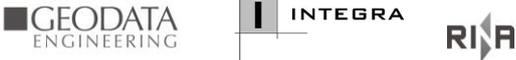
I carichi da traffico ferroviario verranno assemblati tra di loro secondo 3 gruppi di carico: il gruppo 1, 3 e 4.

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

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.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0207 001	REV. A	FOGLIO 20 di 65

6.4 CARICHI VARIABILI (Q5)

6.4.1 AZIONI DEL VENTO (Q5.1)

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

- dove
- q_b pressione cinetica di riferimento
 - C_e coefficiente di esposizione
 - C_p coefficiente di forma
 - C_d coefficiente dinamico, posto generalmente pari a 1

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo di tali fattori per l'opera in oggetto.

6.4.1.1 PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento si determina mediante l'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \text{ (in N/m}^2\text{)}$$

- dove
- v_b velocità di riferimento
 - ρ densità dell'aria, convenzionalmente posta pari a 1,25 kg/m³

Di seguito si determina la pressione di riferimento sulla base dei parametri caratteristici del sito e il tempo di ritorno dell'opera in oggetto:

Parametri dipendenti dal sito

Zona =	3	
$v_{b,0}$ =	27.00	m/s
a_0 =	500.00	m
k_a =	0.02	1/s

Altitudine del sito

a_s =	40.00	m s,l,m,
v_b =	27.00	m/s

Tempo di ritorno

TR =	75	anni
$\alpha_R(TR) =$	1.023	
$v_b(TR) =$	27.63	m/s

Pressione di riferimento

qb =	477.3	N/m ²
------	-------	------------------

Dove:

$$\alpha_R = 0,75 \cdot [1 - 0,2 \cdot \ln(-\ln(1 - 1/TR))]^{0,5}$$

$$v_b(TR) = \alpha_R \cdot v_b$$

6.4.1.2 COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito e si determina mediante l'espressione:

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

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

dove k_r, z_0, z_{min} sono parametri che dipendono dalla categoria di esposizione del sito;

c_t è il coefficiente di topografia, posto generalmente pari a 1

Di seguito si determina il coefficiente di esposizione sulla base della classe d'esposizione e l'altezza z del punto considerato, posta pari alla massima quota del complesso impalcato, barriere antirumore, sagoma del treno. A tal proposito il §2.5.1.4.4.2 [3] impone di considerare il treno come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4.00 m sul p.f.. Cautelativamente si considerano presenti barriere H4 ad entrambe le estremità dell'impalcato.

Categoria di esposizione

Classe di rugosità =	D
Distanza dalla costa =	> 30 km

Categoria di esposizione =	II
$k_r =$	0.19
$z_0 =$	0.05 m
$z_{min} =$	4.00 m

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	22 di 65

Quota di riferimento z

H struttura fino a p.f. =	5.60	m
H b.a. su p.f. =	5.05	m
H treno su p.f. =	4.00	m
z di riferimento =	12.71	m

Coefficiente di esposizione

ce =	2.51
------	------

6.4.1.3 COEFFICIENTE DI FORMA DELL'IMPALCATO

Il coefficiente di forma dell'impalcato e l'area di riferimento per il calcolo della forza risultante si determinano in base ai criteri enunciati nel §8.3.1 [9].

A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma c_p al coefficiente di forza $c_{fx,0}$, Il coefficiente di forza $c_{fx,0}$ si determina in base al rapporto tra larghezza b e altezza totale dell'impalcato d_{tot} .

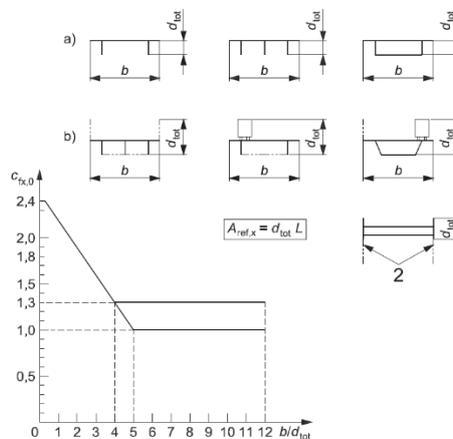


Figura 4 – Correlazione tra il rapporto b/d_{tot} e coefficiente di forma c_{fx0} (figura 8,3 EC1-4)

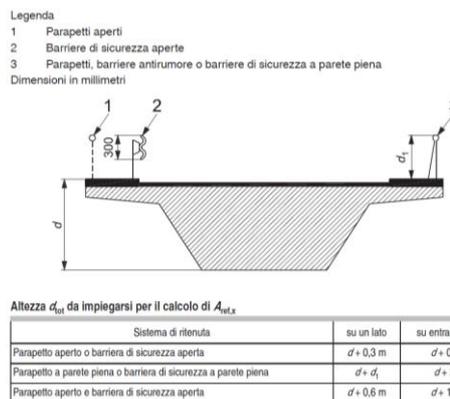


Figura 5 – Criteri per la determinazione dell'area di riferimento (figura 8,5 EC1-4)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0207 001</td> <td>A</td> <td>23 di 65</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	23 di 65
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	23 di 65								

L'area da considerare per il calcolo della risultante di forza si definisce come la somma di tutte le superfici proiettate dall'impalcato nel piano longitudinale, comprese le barriere e la sagoma dei veicoli.

Per il caso in esame si ha:

Caratteristiche geometriche dell'impalcato

b =	13.70	m
H b.a. su p.f. =	5.05	m
H imp. fino a p.f.	2.06	m
dtot max =	11.11	m
b/dtot =	1.23	
cp, max =	2.07	

6.4.1.4 AZIONE DEL VENTO DA IMPALCATO

Di seguito si procede al calcolo dell'azione del vento agente sull'impalcato in relazione ai parametri determinati nei paragrafi precedenti.

Pressione del vento

qb =	477.3	N/m ²
ce =	2.51	
cp =	2.07	
cd =	1.00	
p = qb · ce · cp · cd =	2.48	kN/m²

6.4.1 AZIONI AERODINAMICHE INDOTTE DAL TRANSITO DEI CONVOGLI

Per la valutazione delle azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli si è fatto riferimento a quanto riportato al punto 2.5.1.4.6 delle istruzioni RFI [RFI DTC SICS MA IFS 001 con riferimento al caso di “Superfici verticali parallele al binario”].

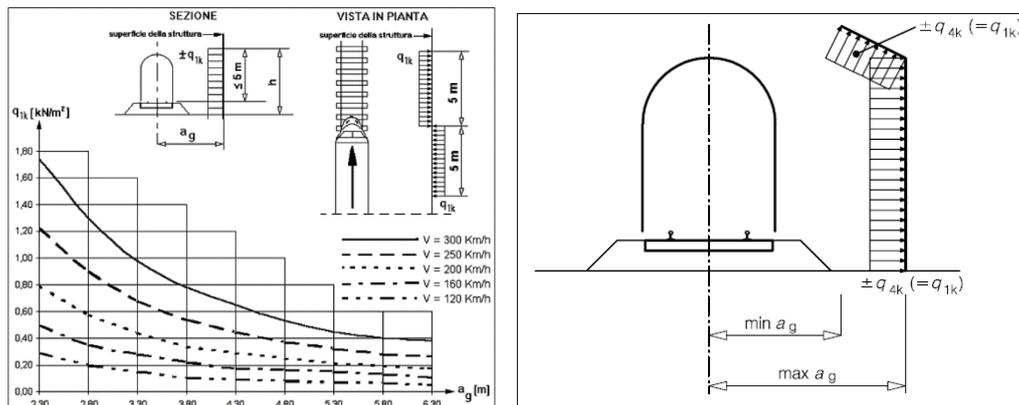


Figura 6 – Valori caratteristici delle azioni e definizione della distanza minima e massima della barriera dal convoglio [NTC – Fig. 5.2.8 e 5.2.11]

Per la linea in esame è possibile considerare, cautelativamente, convogli con forme aerodinamiche sfavorevoli e aventi velocità di linea pari a 180 km/h. Pertanto si ha:

a_g	4.45	m	distanza barriera asse binario
V	180	km/h	
q_{ak}	0.25	kN/m ²	dal grafico
L_b	22.0	m	lunghezza barriera
h_b	5.05	m	altezza barriera
y_b	1.37	m	distanza attacco barriera da intradosso trave
y_{Gb}	3.895	m	baricentro barriera da intradosso impalcato

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0207 001</td> <td>A</td> <td>25 di 65</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	25 di 65
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	25 di 65								

6.4.2 AZIONI TERMICHE (Q5.2)

6.4.2.1 VARIAZIONE TERMICA UNIFORME

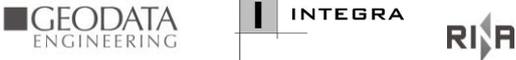
È stata considerata una variazione termica uniforme della struttura pari a $\pm 25^{\circ}\text{C}$.

6.4.2.2 VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE

È stata considerata una differenza di temperatura tra estradosso e intradosso della soletta superiore pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

6.4.3 AZIONI DA NEVE (Q5.3)

Il carico da neve sulla piattaforma ferroviaria non può essere contemporaneo al traffico ferroviario.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0207 001	REV. A	FOGLIO 26 di 65

6.5 AZIONI INDIRETTE (Q6)

6.5.1 RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI (Q6.1)

Per la valutazione delle coazioni generate dallo scorrimento dei vincoli, è stato considerato un coefficiente d'attrito f pari a 0,06, applicato alle azioni verticali agenti sugli apparecchi d'appoggio.

La forza agente sulla spalla mobile per impalcato a travate isostatiche si considera pari a:

$$F_a = f (V_G + V_Q)$$

dove V_G reazione verticale massima associata ai carichi permanenti

V_Q reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati

Reazioni verticali massime

$$V(G1+G2) = 6581 \quad \text{kN}$$

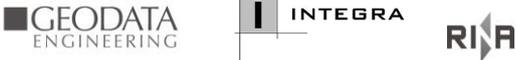
$$V(Q1\text{max}) = 3747 \quad \text{kN}$$

Forza d'attrito risultante per il singolo impalcato

$$f = 0.06$$

$$F_long_spalla = 620 \quad \text{kN}$$

Nel caso in esame la fila di appoggi fissi è posizionata sulla spalla 2, mentre la spalla 1 è mobile.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0207 001	REV. A	FOGLIO 27 di 65

6.6 AZIONI SISMICHE (E)

L'azione sismica di progetto è rappresentata da spettri di risposta definiti in base alla pericolosità sismica di base del sito ove sorge l'opera in oggetto, la vita di riferimento e le caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri di input utilizzati per la definizione degli spettri di progetto orizzontali e verticali e i grafici degli stessi.

6.6.1 SPETTRI DI PROGETTO ALLO SLV

Coordinate geografiche del sito:

Latitudine [°]	Longitudine [°]
41,155	14,465

Strategia di progettazione

Vita nominale VN =	75	anni
Coefficiente d'uso cu =	1.5	
Vita di riferimento VR =	112.5	anni
Categoria di sottosuolo =	B	
Categoria topografica =	T1	

Per la definizione della categoria di suolo si rimanda all'elaborato progettuale "VI02 - Ponte km 17+638 - Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni" IF2612EZZCLVI0203002A.

6.6.1.1 PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLO SPETTRO ORIZZONTALE

Tr	1068	anni
ag	0.275	g
Fo	2.350	-
S	1.142	-
TB	0.182	sec
TC	0.547	sec
TD	2.699	sec

6.6.1.2 PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLO SPETTRO VERTICALE

Tr	1068	anni
agv	0.195	g
Fv	1.663	-
S	1.000	-
TB	0.050	sec
TC	0.150	sec
TD	1.000	sec

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

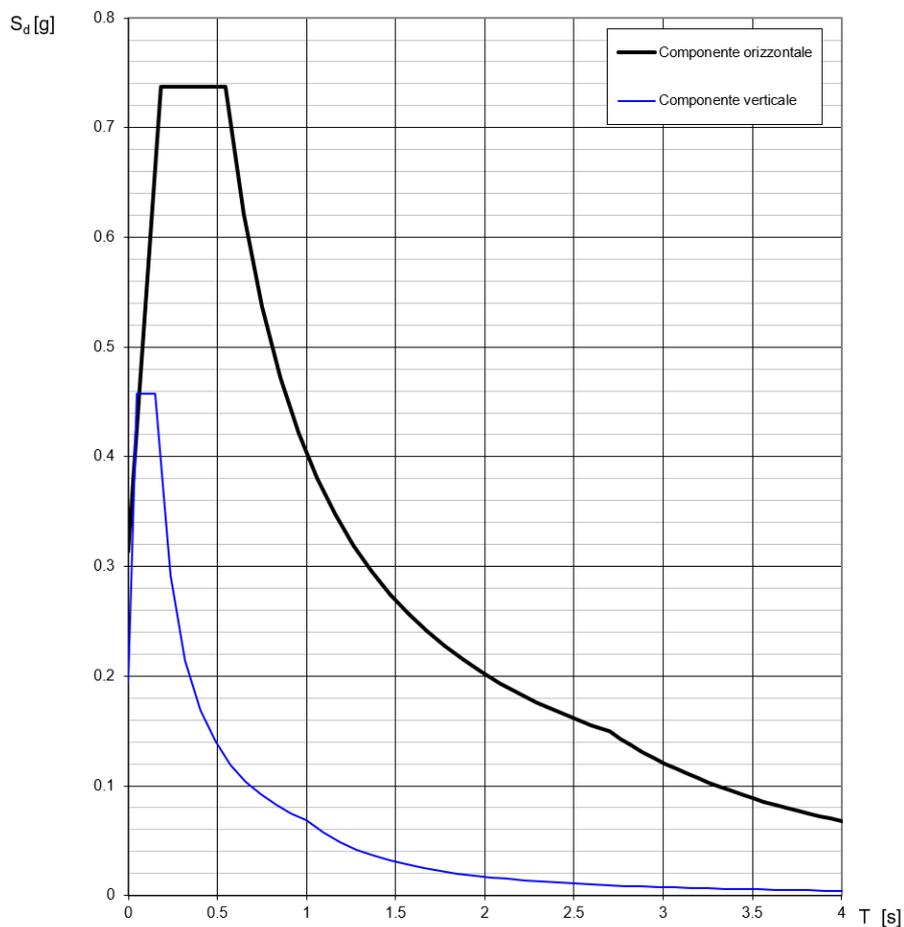
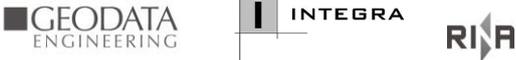


Figura 7 – Spettro elastico allo SLV – Componente orizzontale e verticale

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Impalcato a travi incorporate per doppio binario L=22,00m - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0207 001	REV. A	FOGLIO 29 di 65

7 COMBINAZIONI DI CARICO

La determinazione delle Sollecitazioni di Progetto utili al dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere oggetto del presente documento, è stata condotta utilizzando il metodo agli stati limite, secondo quanto specificato a riguardo al paragrafo 2.6 del DM 14.01.08, con riferimento all'Approccio 2.

Per la definizione dei criteri di combinazione degli effetti prodotti dalle singole condizioni elementari di carico previste sull'opera, si è fatto inoltre riferimento a quanto prescritto al prg 2.5.3 dello stesso DM, di seguito riproposto per completezza:

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- 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):

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

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Trattandosi nel caso in esame di opere ferroviarie, la definizione dei coefficienti parziali di combinazione (γ) e di partecipazione (ψ) è stata effettuata seguendo a riguardo le specifiche di cui al paragrafo 5.2.3 del DM 14.01.08 nonché quanto indicato nel relativo manuale di progettazione RFI già citato al paragrafo dei documenti di riferimento; nel seguito un estratto significativo sul tema dei documenti citati.

		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 gr 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

Tabella 1 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni agli SLU

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	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_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.

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.

Tabella 2 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

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.

Tabella 3 – Definizione dei gruppi di carico

Di seguito vengono riportate le tabelle che riepilogano le condizioni di carico elementari (C.C.E.) considerate.

	C.C.E.	Descrizione
G - Permanenti	G1	Pesi propri
	G21	Ballast
	G22, G23, G24	Permanenti non strutturali
Q1 - Variabili verticali	Q1	Carichi verticali da traffico
Q2 - Avviamento e frenatura	Q2	Avviamento e frenatura
Q3 - Centrifuga	Q3	Centrifuga
Q4 - Serpeggio	Q4	Serpeggio

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	32 di 65

Q5 - Variabili	Q51	Vento
	Q52	Termiche
Q6 - Azioni interne	Q61	Resistenza parassite nei vincoli
E - Azioni sismiche	E1	Sisma x
	E2	Sisma y
	E3	Sisma z

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei coefficienti di combinazione utilizzati per le verifiche delle travi.

	Coefficienti combinazione			
	γ	γ_{gr1}	ψ_{01}	coeff
Azione				
Peso proprio	1.35	-	-	1.35
Sovraccarichi permanenti	1.5	-	-	1.5
LM71 dinamizzato	1.45	1	-	1.45
Eccentricità del carico LM71	1.45	1	-	1.45
Effetto della sopraelevazione	1.45	1	-	1.45
Frenatura/Avviamento	1.45	0.5	-	0.725
Centrifuga	1.45	1	-	1.45
Serpeggio	1.45	1	-	1.45
Vento	1.5	-	0.6	0.9

8 ANALISI E SOLLECITAZIONI

8.1 SOLLECITAZIONI SULLA FASCIA DI 4M

Nei seguenti paragrafi si valutano le azioni flettenti, taglianti e torcenti agenti sulla fascia resistente di larghezza pari a 4.0 m in cui sono presenti 7 travi.

Le azioni verticali prodotte da permanenti e accidentali e quelle prodotte dalla frenatura/avviamento sono ugualmente ripartite sulle diverse travi contenute all'interno della fascia resistente di 4,0 m. Le azioni orizzontali, invece, riportate al baricentro delle travi, producono delle coppie torcenti lungo l'asse dell'impalcato che hanno come effetto quello di caricare maggiormente le travi più esterne della fascia considerata. Analogo effetto hanno l'eccentricità di carico del treno LM e l'effetto della sopraelevazione.

MOMENTO FLETTENTE E TAGLIO

Peso proprio

	q [kN/m]	l [m]	n_tr	n_tr_4m		
M1,1	417.7	21.10	18	7	9040	kNm
V1,1	417.7	21.10	18	7	1714	kN
R1,1	417.7	21.10	18	7	1714	kN

Sovraccarichi permanenti

	q [kN/m]	l [m]	num travi tot	n_tr_4m		
M1,2	180.6	21.10	18	7	3909	kNm
V1,2	180.6	21.10	18	7	741	kN
R1,2	180.6	21.10	18	7	741	kN

Variabili ferroviari

<u>LM71</u>	ψ	αq [kN/m]	l [m]	num travi tot	n_tr_4m		
M2 (conf. 1)	1.222	131.2	21.10	18	7	8917	kNm
V2 (conf. 2)	1.222	139.4	21.10	18	7	1797	kN
R2 (conf. 2)	1.222	139.4	21.10	18	7	1797	kN

<u>SW/2</u>	ψ	αq [kN/m]	l [m]	num travi tot	n_tr_4m		
M2	1.222	150.0	21.10	18	7	10198	kNm
V2	1.222	150.0	21.10	18	7	1933	kN
R2	1.222	150.0	21.10	18	7	1933	kN

Frenatura

<u>LM71</u>	αQ [kN]	z [m]	l [m]		
R4,max	484.0	2.06	21.10	47	kN
M4,app	484.0	1.50		726	kNm
M4,mezz				363	kNm

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	34 di 65

<u>SW/2</u>	α Q [kN]	z [m]	l [m]		
R4,max	770.0	2.06	21.10	75	kN
M4,app	770.0	1.50		1155	kNm
M4,mezz				578	kNm

Avviamento

<u>LM71</u>	α Q [kN]	z [m]	l [m]		
R4,max	798.6	2.06	21.10	78	kN
M4,app	798.6	1.50		1198	kNm
M4,mezz				599	kNm

<u>SW/2</u>	α Q [kN]	z [m]	l [m]		
R4,max	726	2.06	21.10	71	kN
M4,app	726	1.50		1089	kNm
M4,mezz				545	kNm

COPPIE TORCENTI A METRO LINEARE DI IMPALCATO

Centrifuga

<u>LM71</u>	α q [kN/m]	z [m]			
mt5,flettenti	0.0	1.50		0.0	kNm/m
mt5,taglianti	0.0	2.06		0.0	kNm/m

<u>SW/2</u>	α q [kN/m]	z [m]			
mt5,flettenti	0.0	1.50		0.0	kNm/m
mt5,taglianti	0.0	2.06		0.0	kNm/m

Eccentricità del carico LM71

	q [kN/m]	z [m]			
mt6,flettenti	131.2	0.08		10.5	kNm/m
mt6,taglianti	139.4	0.08		11.1	kNm/m

Effetto della sopraelevazione

		s [m]			
es=180xs/143.5=	180	0.00	143.5	0.00	m

<u>LM71</u>	q [kN/m]	es [m]			
mt7,flettenti	131.2	0.00		0.00	kNm/m
mt7,taglianti	139.4	0.00		0.00	kNm/m

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	35 di 65

<u>SW/2</u>	q [kN/m]	es [m]		
mt7,flettenti	150.0	0.00	0.00	kNm/m
mt7,taglianti	150.0	0.00	0.00	kNm/m

Vento

vento su barriera a.r. (senza traffico)

	Fw [kN]	Li [m]	zFw [m]	
mt8=Fw/Li x zFw	387	21.10	3.00	55.0 kNm/m

vento su treno

	Fw [kN]	Li [m]	zFw [m]	
mt8=Fw/Li x zFw	387	21.10	2.47	45.3 kNm/m

Serpeggio (azione laterale)

<u>LM71</u>	qs [kN/m]	zs [m]		
mt9=qsxzs	110	1.50	165.0	kNm/m

<u>SW/2</u>	qs [kN/m]	zs [m]		
mt9=qsxzs	100	1.50	150.0	kNm/m

8.2 SOLLECITAZIONI SULLA TRAVE DI BORDO DELLA FASCIA DI 4M

Di seguito si riportano le azioni flettenti, taglianti e torcenti agenti sulla trave di bordo della fascia resistente. In particolare gli effetti delle coppie torcenti "mt" si traducono un incremento di carico verticale Δq sulla trave di bordo. Le sollecitazioni flettenti e taglianti sono invece equamente suddivise tra le travi appartenenti alla fascia resistente.

L'incremento di carico verticale prodotto sulla trave di bordo dalle coppie torcenti si valuta, in prima approssimazione, considerando la flessione su una striscia unitaria trasversale di impalcato avente sezione $Brs \cdot h$:

$$\Delta p = \alpha \cdot mt$$

Dove:

$i =$	0.577	m	interasse travi
d	2.02	m	braccio trave di bordo
$B_{rip.} =$	4	m	larghezza di ripartizione
h	1.108	m	altezza travi
$J = h \times B_{rip.}^3 / 12 =$	5.33	m ⁴	inerzia striscia unitaria trasversale di impalcato di altezza=Brs
$\alpha = d \times i / J =$	0.219	1/mq	

AZIONI VERTICALI

Peso proprio

		n_tr_4m		
$M'_{1,1} = M_{1,1}/n$	9040	7	1291 kNm	Momento mezzeria
$V'_{1,1} = V_{1,1}/n$	1714	7	245 kN	Taglio all'appoggio
$R'_{1,1} = R_{1,1}/n$	1714	7	245 kN	Reazione vincolare

Sovraccarichi permanenti

		n_tr_4m		
$M'_{1,2} = M_{1,2}/n$	3909	7	558 kNm	Momento mezzeria
$V'_{1,2} = V_{1,2}/n$	741	7	106 kN	Taglio all'appoggio
$R'_{1,2} = R_{1,2}/n$	741	7	106 kN	Reazione vincolare

Variabili ferroviari

		n_tr_4m		
<u>LM71</u>				
$M'_{2} = M_{2}/n$	8917	7	1274 kNm	Momento mezzeria (conf. 1)
$V'_{2} = V_{2}/n$	1797	7	257 kN	Taglio all'appoggio (conf. 2)
$R'_{2} = R_{2}/n$	1797	7	257 kN	Reazione vincolare (conf. 2)

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	37 di 65

<u>SW/2</u>		n_tr_4m		
M'2 = M2/n	10198	7	1457 kNm	Momento mezzeria
V'2 = V2/n	1933	7	276 kN	Taglio all'appoggio
R'2 = R2/n	1933	7	276 kN	Reazione vincolare

Frenatura

<u>LM71</u>		n_tr_4m		
M'4 = M4,mezz/n	363	7	52 kN	Momento mezzeria
V'4 = R4/n	47	7	7 kNm	Taglio all'appoggio
N'4 = Ql/n	484	7	69 kN	Sforzo normale

<u>SW/2</u>		n_tr_4m		
M'4 = M4,mezz/n	578	7	83 kN	Momento mezzeria
V'4 = R4/n	75	7	11 kNm	Taglio all'appoggio
N'4 = Ql/n	770	7	110 kN	Sforzo normale

Avviamento

<u>LM71</u>		n_tr_4m		
M'4 = M4,mezz/n	599	7	86 kN	Momento mezzeria
V'4 = R4/n	78	7	11 kNm	Taglio all'appoggio
N'4 = Ql/n	799	7	114 kN	Sforzo normale

<u>SW/2</u>		n_tr_4m		
M'4 = M4,mezz/n	545	7	78 kN	Momento mezzeria
V'4 = R4/n	71	7	10 kNm	Taglio all'appoggio
N'4 = Ql/n	726	7	104 kN	Sforzo normale

AZIONI ORIZZONTALI

Centrifuga

<u>LM71</u>	α	mt5 [kNm/m]		
$\Delta p5, flettenti = \alpha \times mt5$	0.219	0.0	0.00 kNm/m	
$\Delta p5, taglianti = \alpha \times mt5$	0.219	0.0	0.00 kNm/m	
	$\Delta p5$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M5 = \Delta p5 \times Lc^2 / 8$	0.00	21.10	0 kNm	momento in mezzeria
$V5 = \Delta p5 \times Lc / 2$	0.00	21.10	0 kNm	taglio all'appoggio

<u>SW/2</u>	α	mt5 [kNm/m]		
$\Delta p5, flettenti = \alpha \times mt5$	0.219	0.0	0.00 kNm/m	
$\Delta p5, taglianti = \alpha \times mt5$	0.219	0.0	0.00 kNm/m	

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	38 di 65

	$\Delta p5$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M5 = \Delta p5 \times Lc^2 / 8$	0.00	21.10	0 kNm	momento in mezzeria
$V5 = \Delta p5 \times Lc / 2$	0.00	21.10	0 kNm	taglio all'appoggio

Eccentricità del carico LM71

	α	mt6 [kNm/m]		
$\Delta p6, \text{flettenti} = \alpha \times mt6$	0.219	10.5	2.29 kNm/m	
$\Delta p6, \text{taglianti} = \alpha \times mt6$	0.219	11.1	2.43 kNm/m	

	$\Delta p6$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M6 = \Delta p6 \times Lc^2 / 8$	2.29	21.10	127 kNm	momento in mezzeria
$V6 = \Delta p6 \times Lc / 2$	2.43	21.10	26 kNm	taglio all'appoggio

Effetto della sopraelevazione

LM71

	α	mt7 [kNm/m]		
$\Delta p7, \text{flettenti} = \alpha \times mt7$	-0.219	0.0	0.00 kNm/m	
$\Delta p7, \text{taglianti} = \alpha \times mt7$	-0.219	0.0	0.00 kNm/m	

	$\Delta p7$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M7 = \Delta p7 \times Lc^2 / 8$	0.00	21.10	0 kNm	momento in mezzeria
$V7 = \Delta p7 \times Lc / 2$	0.00	21.10	0 kNm	taglio all'appoggio

SW/2

	α	mt7 [kNm/m]		
$\Delta p7, \text{flettenti} = \alpha \times mt7$	-0.219	0.0	0.00 kNm/m	
$\Delta p7, \text{taglianti} = \alpha \times mt7$	-0.219	0.0	0.00 kNm/m	

	$\Delta p7$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M7 = \Delta p7 \times Lc^2 / 8$	0.00	21.10	0 kNm	momento in mezzeria
$V7 = \Delta p7 \times Lc / 2$	0.00	21.10	0 kNm	taglio all'appoggio

Vento

vento su barriera a.r. (senza traffico)

	α	mt8 [kNm/m]		
$\Delta p8 = \alpha \times mt8$	0.219	55.0	12.02 kNm/m	

	$\Delta p8$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M8 = \Delta p8 \times Lc^2 / 8$	12.02	21.10	669 kNm	momento in mezzeria
$V8 = \Delta p8 \times Lc / 2$	12.02	21.10	127 kNm	taglio all'appoggio

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	39 di 65

vento su treno

	α	mt8 [kNm/m]		
$\Delta p8 = \alpha \times mt8$	0.219	45.3	9.91	kNm/m
	$\Delta p8$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M8 = \Delta p8 \times Lc^2 / 8$	9.91	21.10	551	kNm momento in mezzeria
$V8 = \Delta p8 \times Lc / 2$	9.91	21.10	105	kNm taglio all'appoggio

Serpeggio (azione laterale)

	α	mt9 [kNm/m]		
<u>LM71</u>				
$\Delta p9 = \alpha \times mt9$	0.219	165.0	36.06	kNm/m
	$\Delta p9$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M9 = \Delta p9 \times Lc / 4$	36.06	21.10	190	kNm momento in mezzeria
$V9 = \Delta p9$	36.06		36	kNm taglio all'appoggio

SW/2

	α	mt9 [kNm/m]		
$\Delta p9 = \alpha \times mt9$	0.219	150.0	32.78	kNm/m
	$\Delta p9$ [kNm/m]	Lc [m]		
$M9 = \Delta p9 \times Lc / 4$	32.78	21.10	173	kNm momento in mezzeria
$V9 = \Delta p9$	32.78		33	kNm taglio all'appoggio

8.3 RIEPILOGO SOLLECITAZIONI TRAVE DI BORDO FASCIA

Le sollecitazioni di pressoflessione e taglio agenti nella trave maggiormente sollecitata sono riportate nella sottostante tabelle suddivise per condizioni elementari di carico e relative ai modelli di carico ferroviario LM/71 e SW/2. Sono inoltre riportate le sollecitazioni di calcolo, ottenute considerando i coefficienti di combinazione previsti dalla normativa, inclusi quelli per la definizione dei gruppi di carico da traffico:

Caso di carico 1 - LM71

Azione	Sollecitazioni caratteristiche			Coefficienti combinazione				Sollecitazioni SLU		
	M mezzeria	V appoggio	N	γ	γ_{gr1}	ψ_{01}	coeff	M mezzeria	V appoggio	N
	[kNm]	[kN]	[kN]					[kNm]	[kN]	[kN]
Peso proprio	1291	245	0	1.35	-	-	1.35	1743	330	0
Sovraccarichi permanenti	558	106	0	1.5	-	-	1.5	838	159	0
LM71 dinamizzato	1274	257	0	1.45	1	-	1.45	1847	372	0
Eccentricità del carico LM71	127	26	0	1.45	1	-	1.45	184	37	0
Effetto della sopraelevazione	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Frenatura/Avviamento	52	7	69	1.45	0.5	-	0.725	38	5	50
Centrifuga	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Serpeggio	190	36	0	1.45	1	-	1.45	276	52	0
Vento	669	127	0	1.5	-	0.6	0.9	602	114	0

Σ	5528	1070	50
----------	------	------	----

Caso di carico 2 - SW/2

Azione	Sollecitazioni caratteristiche			Coefficienti combinazione				Sollecitazioni SLU		
	M mezzeria	V appoggio	N	γ	γ_{gr1}	ψ_{01}	coeff	M mezzeria	V appoggio	N
	[kNm]	[kN]	[kN]					[kNm]	[kN]	[kN]
Peso proprio	1291	245	0	1.35	-	-	1.35	1743	330	0
Sovraccarichi permanenti	558	106	0	1.5	-	-	1.5	838	159	0
SW/2 dinamizzato	1457	276	0	1.45	1	-	1.45	2112	400	0
Eccentricità del carico SW/2	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Effetto della sopraelevazione	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Frenatura/Avviamento	83	11	110	1.45	0.5	-	0.725	60	8	80
Centrifuga	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Serpeggio	173	33	0	1.45	1	-	1.45	251	48	0
Vento	669	127	0	1.5	-	0.6	0.9	602	114	0

Σ	5606	1059	80
----------	------	------	----

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	41 di 65

Caso di carico 3 - scarico

Azione	Sollecitazioni caratteristiche			Coefficienti combinazione				Sollecitazioni SLU		
	M mezzeria [kNm]	V appoggio [kN]	N [kN]	γ	γ_{gr1}	ψ_{01}	coeff	M mezzeria [kNm]	V appoggio [kN]	N [kN]
Peso proprio	1291	245	0	1.35	-	-	1.35	1743	330	0
Sovraccarichi permanenti	558	106	0	1.5	-	-	1.5	838	159	0
Treno dinamizzato	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Eccentricità del carico	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Effetto della sopraelevazione	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Frenatura/Avviamento	0	0	0	1.45	0.5	-	0.725	0	0	0
Centrifuga	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Serpeggio	0	0	0	1.45	1	-	1.45	0	0	0
Vento	669	127	0	1.5	-	0.6	0.9	602	114	0

Σ	3183	603	0
----------	------	-----	---

M mezzeria	5606	kNm
N mezzeria	80	kN
V appoggio	1070	kN

9 VERIFICHE DELLE TRAVI

9.1 VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche di resistenza allo SLU vengono eseguite per la trave di bordo in funzione delle sollecitazioni massime tra i modelli di carico considerati.

Il calcestruzzo è considerato non collaborante e pertanto la resistenza è affidata alle sole n travi in acciaio comprese all'interno della zona di ripartizione del carico pari a 4.0m.

PROFILO

A	55100	mm ²
W	2.04E+07	mm ³
S	1.53E+07	mm ³
J	1.13E+10	mm ⁴
tw	22	mm
yg*	554	mm

MATERIALE

f _{yk}	355	MPa
γ _{M0}	1.05	-
f _{yd}	338.1	MPa

SOLLECITAZIONI

M	5606	kNm
N	80	kN
V	1070	kN

TENSIONI

$\sigma = N/A + M/W =$	276	MPa
$\tau = V \times S/(J \times tw) =$	66	MPa

FS

$\sigma / f_{yd} =$	0.82	OK
$\tau / (f_{yd} * \sqrt{3}) =$	0.34	OK

La verifica è soddisfatta.

9.2 VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

Le verifiche di deformabilità sono condotte agli stati limite di servizio considerando la combinazione rara delle azioni e prendendo in esame le seguenti grandezze:

- inflessione nel piano verticale dell'impalcato (rotazione agli appoggi)
- deformazioni torsionali dell'impalcato (fenomeno dello sghebo)
- stato limite per il comfort passeggeri (freccia sotto il treno di carico LM71 dinamizzato)

Le verifiche sono condotte con il treno di carico LM71 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico ϕ_3 . Per l'inflessione si tiene in conto anche una variazione lineare di temperatura di 10° lungo l'altezza dell'impalcato.

Il calcestruzzo è considerato interamente reagente ai fini della determinazione dell'inerzia flessionale dell'impalcato e della ripartizione trasversale dei carichi mobili con coefficiente di omogeneizzazione pari a $n = 6$. Nelle verifiche la fascia di impalcato reagente ha una larghezza $b = 4.0m$.

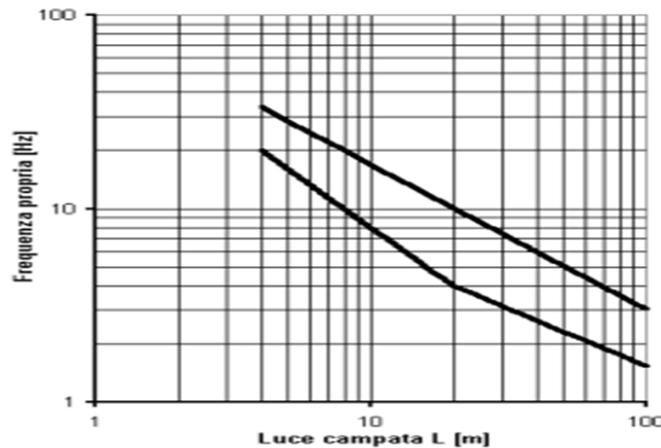
Le caratteristiche della sezione reagente omogeneizzata in cls sono di seguito riportate:

Brip. =	4	m	larghezza di ripartizione
Htravi =	1.108	m	altezza travi acciaio
sp. soletta superiore	0.125	m	spessore medio soletta sopra le ali superiori delle travi
Htot =	1.233	m	altezza totale impalcato
Htot,cls =	1.233	m	altezza totale cls
ntravi,B,rip. =	7	-	numero travi zona ripartizione
yG,travi =	0.554	m	quota baricentro travi
yG,cls =	0.62	m	quota baricentro cls
n	6	-	coeff. di omogeneizzazione
Atrave =	55100	mm ²	Area trave
Atravi =	385700	mm ²	Area travi nella zona di ripartizione
Acls,lorda =	4.932	m ²	Area lorda cls
Acls,netta =	4.546	m ²	Area netta cls
Jtrave =	1.13E+10	mm ⁴	momento d'inerzia trave
Jtravi =	7.91E+10	mm ⁴	momento d'inerzia travi (rispetto a yG,travi)
Jcls =	0.625	m ⁴	momento d'inerzia cls (rispetto a yG,cls)
A_om_cls =	6.86	m ²	area soletta + travi omogeneizzate a cls
yG_om_cls =	0.595	m	quota baricentro soletta + travi omogeneizzate
J'soletta =	1.105	m ⁴	inerzia soletta + travi omogeneizzate a cls
Ecm =	33643	MPa	Modulo elastico di progetto

9.2.1 PRIMA FREQUENZA PROPRIA DELL'IMPALCATO

Per controllare l'affidabilità del coefficiente di incremento dinamico ϕ_3 assunto nei calcoli si vuole accertare che la frequenza propria n_0 dell'impalcato sia contenuta all'interno del fuso in fig. 5.2.7 della NTC2008 e che si riporta di seguito per chiarezza espositiva:

Figura 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_0 in Hz in funzione della luce della campata



un limite superiore pari a:

$$n_0 = 94,76 \cdot L^{-0,748} \quad (5.2.2)$$

un limite inferiore pari a:

$$n_0 = 80/L \quad \text{per } 4 \text{ m} \leq L \leq 20 \text{ m} \quad (5.2.3)$$

$$n_0 = 23,58 \cdot L^{-0,592} \quad \text{per } 20 \text{ m} \leq L \leq 100 \text{ m} \quad (5.2.4)$$

p1,g1	417.7 kN/m	peso proprio (intero impalcato)
p1,g2	180.6 kN/m	carichi permanenti (intero impalcato)
p1	598.3 kN/m	totale pp+perm. (intero impalcato)
ntravi,B,rip. =	7 -	numero travi nella zona di ripartizione
ntravi =	18 -	numero totale travi
p'1	232.7 kN/m	totale pp+perm. (su Brip.)
Lc =	21.10 m	luce impalcato (asse appoggi)
$\delta_0 = 5/384 \times p'1 \times L^4 / EJ =$	16.15 mm	freccia massima per p'1,perm
$n_0 = 17.75 / \sqrt{\delta_0} =$	4.42 Hz	stima prima frequenza flessionale
$n_0, \text{inf} = 23.58 \times L_c^{-0.592} =$	3.88 Hz	frequenza limite inferiore per L=Lc
$n_0, \text{sup} = 94.76 \times L_c^{-0.748} =$	9.68 Hz	frequenza limite superiore per L=Lc
test	OK	$n_0, \text{inf} < n_0 < n_0, \text{sup}$

9.2.2 FRECCIA SOTTO I CARICHI ACCIDENTALI DINAMIZZATI LM71

Di seguito si riporta la valutazione della freccia massima per effetto del carico LM71 dinamizzato.

$p2,eq.flett =$	281.2 kN/m	eq. Flettente LM71+SW/2 (2 binari)
$\phi3 =$	1.222 -	coeff. dinamico
$p'2,eq.flett =$	343.5 kN/m	$\phi3 \times p2,eq.flett$
$\delta LM71+SW/2 (2 binari) =$	19.51 mm	freccia in mezzeria
$\delta LIM =$	35.2 mm	freccia limite (L/600)
$\delta < \delta LIM$	OK -	verifica soddisfatta
$\delta / \delta LIM =$	0.55 -	

9.2.3 COMFORT DEI PASSEGGERI

Si esegue la verifica al comfort dei passeggeri:

$p2,eq.flett =$	131.2 kN/m	eq. Flettente LM71 (1 binario)
$\phi3 =$	1.222 -	coeff. dinamico
$p'2,eq.flett =$	160.2 kN/m	$\phi3 \times p2,eq.flett$
$\delta LM71 (1 binario) =$	9.10 mm	freccia in mezzeria
$\delta LIM comfort =$	21.1 mm	freccia limite (L/1000)
$\delta < \delta LIM comfort$	OK -	verifica soddisfatta
$\delta / \delta LIM comfort =$	0.43 -	

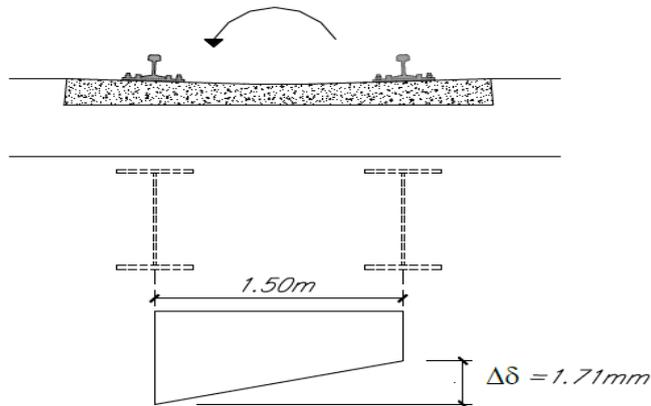
9.2.4 ROTAZIONE DEGLI APPOGGI

Di seguito si riporta la valutazione della rotazione massima degli appoggi.

$\theta_{LM71} = 1/24 \times p \times L^3 / EJ$	0.0017 rad	rotazione per LM71 dinamizzato
ΔT	10 °C	variazione termica lineare nello spessore
α	1.20E-05 1/°C	coeff. di dilatazione termica dell'acciaio
SSn	1.203 m	altezza impalcato minima
$\theta_{\Delta T} = (\alpha \times \Delta T / SSn) \times L/2$	0.0011 rad	rotazione per variazione termica
$\theta_{tot} =$	0.0027 rad	rotazione totale
$H =$	1233 mm	altezza del piano di regolamento del ballast rispetto al centro di rotazione degli apparecchi di appoggio
$\theta_{LIM} =$	0.0065 rad	rotazione limite ($8/H$ rad, con H in [mm])
$\theta < \theta_{LIM}$	OK -	verifica soddisfatta
$\theta / \theta_{LIM} =$	0.42 -	

9.2.5 SGHEMBO

La verifica si effettua ipotizzando la presenza di un profilo metallico in corrispondenza di ciascuna rotaia e calcolando la differenza di abbassamento tra i due profili in corrispondenza della sezione posta a 3.00m dall'appoggio considerando una distribuzione trasversale degli abbassamenti di tipo lineare.



L'incremento e decremento Δp del carico prodotti sulle due travi considerate da tali effetti si valuta ipotizzando la flessione su una striscia unitaria trasversale di impalcato avente sezione $b \times h$ e momento d'inerzia J' .

$i =$	0.577 m	interasse travi
$d = 1.5/2 =$	0.75 m	braccio trave di bordo
Brip. =	4 m	larghezza di ripartizione
h	1.108 m	altezza travi
$J = h \times \text{Brip.}^3 / 12 =$	5.91 m ⁴	inerzia
$\alpha = d \times i / J =$	0.073 1/mq	

$$\Delta p = \alpha \times m t$$

Centrifuga

$\Delta p_5 = \alpha \times m t_5 =$	0.073	0.0	0.0 kN/m	effetto flettente
--------------------------------------	-------	-----	----------	-------------------

Eccentricità del carico LM71

$\Delta p_6 = \alpha \times \phi_3 \times m t_6 =$	0.089	10.5	0.9 kN/m	effetto flettente
--	-------	------	----------	-------------------

Effetto della sopraelevazione

$\Delta p_7 = \alpha \times m t_7 =$	-0.073	0.0	0.0 kN/m	effetto flettente
--------------------------------------	--------	-----	----------	-------------------

Vento su treno

$\Delta p_8 = \alpha \times m t_8 =$	0.073	45.3	3.3 kN/m	eff. flett. e tagl.
--------------------------------------	-------	------	----------	---------------------

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	47 di 65

Serpeggio

$\Delta p_9 = \alpha/L \times mt_9 =$ 0.003 165.0 0.6 kN/m eff. flett. e tagli.

$\Delta p_{tot} =$ 4.8 kN/m

$\beta = a \times b / L^2 (1 + a \times b / L^2) =$	0.137 -	coeff. per la valutazione dell'abbassamento della trave di bordo
$a =$	3.00 m	distanza punto di controllo dall'appoggio
$b =$	18.10 m	distanza punto di controllo dall'appoggio opposto
$L =$	21.10 m	luce impalcato (asse appoggi)
$J = J_{soletta} / n_{travi, B, rip.} =$	0.158 m ⁴	inerzia della trave di bordo (incluso cls)
$\delta_0 = 1/24 \times \Delta p \times L^4 / EJ \times \beta =$	1.03 mm	freccia massima per Δp_{tot}

$t = 2 \times \delta_0 =$	2.05 mm	sghembo massimo
$t_{lim} =$	3.0 mm	valore limite secondo 1.8.3.2.2.2
$t / t_{lim} =$	0.68	verifica soddisfatta

OK

10 VERIFICA DELLO SBALZO TRASVERSALE

Di seguito è riportata la valutazione delle sollecitazioni e le verifiche relative allo sbalzo laterale dell'impalcato, effettuate sulla base dell'analisi dei carichi precedentemente effettuata e relativamente alle combinazioni di carico di seguito specificate.

Geometria

L =	1.51 m	luce dello sbalzo
s =	0.38 m	spessore soletta (sezione di incastro)
b marciap =	0.71 m	larghezza marciapiedi
b cordolo =	0.80 m	larghezza cordolo di estremità
h cordolo =	0.12 m	altezza cordolo di estremità

Analisi dei carichi

Peso proprio e permanenti	Volume	peso spec	QV	e	M	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2
	[m ³]	[kN/m ³]	[kN/ml]	[m]	[kNm/ml]	-	-	-	-
Peso proprio sbalzo	0.575	25	14.36	0.756	10.9	1.35	-	-	-
Peso proprio cordolo	0.096	25	2.4	1.112	2.7	1.35	-	-	-
Canaletta	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-
Veletta	-	-	1.5	1.512	2.3	1.5	-	-	-
Barriera a.r.	-	-	20.2	1.112	22.5	1.5	-	-	-

Variabili	q	L	QV	e	M	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2
	[kN/m ²]	[m]	[kN/ml]	[m]	[kNm/ml]	-	-	-	-
Carico marciapiedi	10.0	0.712	7.12	0.356	2.5	1.5	0.8	0.8	0

	q	h	QH	e	M	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2
	[kN/m ²]	[m]	[kN/ml]	[m]	[kNm/ml]	-	-	-	-
Vento	2.48	5.05	12.51	2.715	34.0	1.5	0.6	0.5	0
Sovrappressione	0.25	5.05	1.26	2.715	3.4	1.5	0.8	0.5	0

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	49 di 65

Combinazioni

	SLU		RARA		FREQUENTE		Q. PERMANENTE	
	comb 1	comb 2	comb 3	comb 4	comb 5	comb 6	comb 7	comb 8
Peso proprio	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
Cordolo	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
Canaletta	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1
Veletta	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1
Barriera a.r.	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1
Carico marciapiedi	1.5	1.2	1	0.8	0.8	0	0	0
Vento	0.9	1.5	0.6	1	0	0.5	0	0
Sovrappressione	1.2	1.5	0.8	1	0	0.5	0	0

Sollecitazioni combinate

	SLU		RARA		FREQUENTE		Q. PERMANENTE	
	comb 1	comb 2	comb 3	comb 4	comb 5	comb 6	comb 7	comb 8
QH [kN/ml]	13	21	9	14	0	7	0	0
M [kNm/ml]	-94	-114	-64	-78	-40	-57	-38	-38
QV [kN/ml]	66	64	46	44	44	38	38	38

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	50 di 65

10.1 VERIFICA A FLESSIONE

La sezione è armata con $\phi 14/10$ superiori e $\phi 12/20$ inferiori.

A sup = 15.39 cmq

A inf = 5.65 cmq

Si ottiene:

Med	-114	kNm
MRd	-184.7	kNm
FS	1.61	-

Verifica C.A. S.L.U. - File: sbalzo_100x36L22m

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	38	1	15.39	6
			2	5.65	32

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 0 -68 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviato

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 %
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -184.7 kNm
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 %
 ε_s 19.91 %
 d 32 cm
 x 4.783 x/d 0.1495
 δ 0.7

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

Verifica soddisfatta.

10.2 VERIFICA A TAGLIO

Non è necessaria armatura resistente a taglio.

classe cls	Rck	40	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	N/mm ²
	fcd	19	
coeff. parziale	yc	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	380	mm
altezza utile	d	342	mm
area della sezione	Asez	342000	mm ²
diametro ferro longitudinale teso	φl	14	mm
area armatura	Asl	153.9	mm ²
	strato	1	
	passo	100	mm
	nf/strato	10	
area armatura totale	Af tot	1539.4	mm ²
percentuale di armatura	pl	0.0043	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	scp	0.00	N/mm ²
	k	1.75	
	vmin	0.47	
taglio resistente	Vrd1	173	kN
	Vrd2	159	kN

taglio sollecitante	Ved	66	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	g_{Rd}	1	
	Vrd	172	kN

Ved < Vrd

verifica

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	52 di 65

10.3 VERIFICA A FESSURAZIONE

Si controlla che in combinazione SLE la verifica di apertura delle fessure per il calcestruzzo sia soddisfatta.

M SLE = - 57 kNm

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	380 mm
y ferro	44 mm
Φ (barre)	14 mm
n.barre	10 -
cls C	40 MPa
x AN	98.01 mm
σs	129.7 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	
ε sm -ε cm	3.78E-04 -
distanza max fessure	
s r, max	2.71E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.1025 mm
LIMITE	0.20 mm
Sez. verificata	

Verifica C.A. S.L.U. - File: sbalzo_100x36_L22m

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	38	1	15.39	6
			2	5.65	32

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Ed 0 0 kN
 M xEd 0 -57 kNm
 M yEd 0 0

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

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

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 %
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 12.25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

σ_c -3.817 N/mm²
 σ_s 129.7 N/mm²
 ε_s 0.6484 %
 d 32 cm
 x 9.801 w/d 0.3063
 δ 0.8228

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

11 AZIONI SUGLI APPOGGI

Sotto le travi della fascia centrale dell'impalcato si dispongono appoggi fissi da un lato e unidirezionali longitudinali dal lato opposto. Sulle rimanenti travi sono previsti appoggi di tipo multidirezionale.



Figura 8 – Pianta impalcato – schema appoggi

schema appoggi	Dx (spalla 1)		Sx (spalla 2)	tot
	Mobile	Fissa		
fissi (F)	0	8		8
unid long (U)	8	0		8
multid (M)	10	10		20
TOT 1 fila	18	18		36

Di seguito si riportano le azioni elementari sulle diverse tipologie di appoggi secondo le combinazioni di carico.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo delle sottostrutture dell'opera in esame.

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	54 di 65

Azioni statiche e sismiche

Massa sismica longitudinale totale **14662 kN**

Massa sismica verticale e trasversale totale **7331 kN**

Accelerazione sismica orizzontale **0.314 g**

Accelerazione sismica verticale **0.195 g**

Rz_sism **1430 kN**

R long_sism **4604 kN**

R trasv_sism **2302 kN**

masse tot impalcato G1 **9189 kN**

G2 **3974 kN**

LM71+SW/2 **7493 kN**

tot. **20656 kN**

	Rz	R long	R trasv	e	M trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[kNm]
peso proprio	4595	0	0	0.0	0
perman portati (incluso ballast)	1987	0	0	0.0	0
vento	0	0	194	3.56	689
resistenza parassita vincoli	0	1239	0	0.0	0
sismica long (Ex+0.3*Ey+0.3*Ez)	429	4604	691	0.6	387
sismica trasv (0.3*Ex+Ey+0.3*Ez)	429	1381	2302	0.6	1289
sismica vert (0.3*Ex+0.3*Ey+Ez)	1430	1381	691	0.6	387

Coeff. Attrito appoggi = 0.06

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	55 di 65

Solo LM71								gruppo 1				gruppo 3				
	Rz	R long	R trasv	e vert	e orizz LM71	e orizz SW/2	coeff	Rz	R long	R trasv	M trasv	coeff	Rz	R long	R trasv	M trasv
	kN	kN	kN	m	m	m	-	kN	kN	kN	kNm	-	kN	kN	kN	kNm
LM71 dinam.	1797	0	0	0	2		1	1797	0	0	3593	1	1797	0	0	3593
Frenatura+avv	78	799	0	2.06	2		0.5	39	399	0	78	1	78	799	0	156
Centrifuga	0	0	0	2.06			1	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
Serpeggio	0	0	55	2.06			1	0	0	55	113	0.5	0	0	28	57

							gruppo 1				gruppo 3						
							Rz	R long	R trasv	M trasv							
							kN	kN	kN	kNm	Rz	R long	R trasv	M trasv			
							kN	kN	kN	kNm	kN	kN	kN	kNm			
gr1, LM71							1836	399	55	3785	r3, LM71						
(M-)gr1, LM71							1836	399	55	-3785	r3, LM71						
MAX							1836	1875									

Solo SW/2								gruppo 1				gruppo 3				
	Rz	R long	R trasv	e vert	e orizz LM71	e orizz SW/2	coeff	Rz	R long	R trasv	M trasv	coeff	Rz	R long	R trasv	M trasv
	kN	kN	kN	m	m	m	-	kN	kN	kN	kNm	-	kN	kN	kN	kNm
SW/2 dinam.	1933	0	0	0		2	1	1933	0	0	3867	1	1933	0	0	3867
Frenatura+avv	75	770	0	2.06		2	0.5	38	385	0	75	1	75	770	0	150
Centrifuga	0	0	0	2.06			1	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
Serpeggio	0	0	50	2.06			1	0	0	50	103	0.5	0	0	25	52

							gruppo 1				gruppo 3						
							Rz	R long	R trasv	M trasv							
							kN	kN	kN	kNm	Rz	R long	R trasv	M trasv			
							kN	kN	kN	kNm	kN	kN	kN	kNm			
gr1,SW/2							1971	385	50	4045	r3,SW/2						
(M-)gr1, SW/2							1971	385	50	-4045	r3, SW/2						
MAX							1971	2008									

LM71+SW/2								gruppo 1				gruppo 3				
	Rz	R long	R trasv	e vert	e orizz LM71	e orizz SW/2	coeff	Rz	R long	R trasv	M trasv	coeff	Rz	R long	R trasv	M trasv
	kN	kN	kN	m	m	m	-	kN	kN	kN	kNm	-	kN	kN	kN	kNm
LM71	1797	0	0	0	-2		1	1797	0	0	-3593	1	1797	0	0	-3593
SW/2	1933					2	1	1933	0	0	3867	1	1933	0	0	3867
Frenatura+avv	153	1569	0	2.06	-2	2	0.5	77	784	0	306	1	153	1569	0	613
Centrifuga	0	0	0	2.06			1	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
Serpeggio	0	0	110	2.06			1	0	0	110	227	0.5	0	0	55	113

							gruppo 1				gruppo 3						
							Rz	R long	R trasv	M trasv							
							kN	kN	kN	kNm	Rz	R long	R trasv	M trasv			
							kN	kN	kN	kNm	kN	kN	kN	kNm			
gr1, LM71+SW/2							3807	784	110	806	71+SW/2						
(M-)gr1, LM71+SW/2							3807	784	110	260	71+SW/2						
MAX							3807	3883									

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	56 di 65

Combinazioni di carico considerate:

COEFFICIENTI COMBINAZIONI	SLU													
	comb 1	comb 2	comb 3	comb 4	comb 5	comb 6	comb 7	comb 8	comb 9	comb 10	comb 11	comb 12	comb 13	comb 14
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
perman non strutturali (incluso ballast)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
vento	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
resistenza parassita vincoli	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
sismica long (Ex+0.3*Ey+0.3*Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sismica trasv (0.3*Ex+Ey+0.3*Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sismica vert (0.3*Ex+0.3*Ey+Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr1, LM71	1.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.16
(M-)gr1, LM71	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr3, LM71	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr3, LM71	0	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr1, SW/2	0	0	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr1, SW/2	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	0
gr3, SW/2	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr3, SW/2	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0
gr1, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0	1.16	0
(M-)gr1, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0	0
gr3, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0
(M-)gr3, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0

COEFFICIENTI COMBINAZIONI	SLV					
	comb 15	comb 16	comb 17	comb 18	comb 19	comb 20
peso proprio	1	1	1	1	1	1
perman non strutturali (incluso ballast)	1	1	1	1	1	1
vento	0	0	0	0	0	0
resistenza parassita vincoli	1	1	1	1	1	1
sismica long (Ex+0.3*Ey+0.3*Ez)	1	1	0	0	0	0
sismica trasv (0.3*Ex+Ey+0.3*Ez)	0	0	1	1	0	0
sismica vert (0.3*Ex+0.3*Ey+Ez)	0	0	0	0	1	1
gr1, LM71	0	0	0	0.2	0	0.2
(M-)gr1, LM71	0	0	0	0	0	0
gr3, LM71	0	0.2	0	0	0	0
(M-)gr3, LM71	0	0	0	0	0	0
gr1, SW/2	0	0	0	0	0	0
(M-)gr1, SW/2	0	0	0	0	0	0
gr3, SW/2	0	0	0	0	0	0
(M-)gr3, SW/2	0	0	0	0	0	0
gr1, LM71+SW/2	0	0	0.2	0	0	0
(M-)gr1, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0
gr3, LM71+SW/2	0.2	0	0	0	0.2	0
(M-)gr3, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0

COEFFICIENTI COMBINAZIONI	SLE - rara													
	rara 1	rara 2	rara 3	rara 4	rara 5	rara 6	rara 7	rara 8	rara 9	rara 10	rara 11	rara 12	rara 13	rara 14
peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perman non strutturali (incluso ballast)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
vento	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
resistenza parassita vincoli	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sismica long (Ex+0.3*Ey+0.3*Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sismica trasv (0.3*Ex+Ey+0.3*Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sismica vert (0.3*Ex+0.3*Ey+Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr1, LM71	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
(M-)gr1, LM71	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr3, LM71	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr3, LM71	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr1, SW/2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr1, SW/2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
gr3, SW/2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr3, SW/2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
gr1, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.8	0
(M-)gr1, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
gr3, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
(M-)gr3, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

COEFFICIENTI COMBINAZIONI	SLE qp	SLE - freq												
	qp	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	freq 5	freq 6	freq 7	freq 8	freq 9	freq 10	freq 11	freq 12	freq 13
peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perman non strutturali (incluso ballast)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
vento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
resistenza parassita vincoli	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sismica long (Ex+0.3*Ey+0.3*Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sismica trasv (0.3*Ex+Ey+0.3*Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sismica vert (0.3*Ex+0.3*Ey+Ez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr1, LM71	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr1, LM71	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr3, LM71	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr3, LM71	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gr1, SW/2	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0
(M-)gr1, SW/2	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0
gr3, SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0
(M-)gr3, SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0
gr1, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0
(M-)gr1, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0
gr3, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0
(M-)gr3, LM71+SW/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0

Per le varie combinazioni di carico si ottengono le seguenti reazioni compressive.

	SLU													
	comb 1	comb 2	comb 3	comb 4	comb 5	comb 6	comb 7	comb 8	comb 9	comb 10	comb 11	comb 12	comb 13	comb 14
Rz [kN]	11845	11845	11901	11901	12041	12041	12095	12095	14703	14703	14814	14814	13599	11312
Rz min [kN]	9183	9183	9183	9183	9183	9183	9183	9183	9183	9183	9183	9183	9183	9183
R long [kN]	2438	2438	3017	3017	2417	2417	2976	2976	2996	2996	4134	4134	2769	2322
R trasv [kN]	254	254	214	214	247	247	211	211	334	334	254	254	418	354
M trasv [kNm]	6107	-4868	6138	-4899	6485	-5245	6519	-5280	1789	996	2068	1276	1968	5423

	SLV					
	comb 15	comb 16	comb 17	comb 18	comb 19	comb 20
Rz [kN]	7787	7385	7772	7377	8788	8378
Rz min [kN]	6153	6153	6153	6153	5152	5152
R long [kN]	6157	6003	2777	2700	2934	2700
R trasv [kN]	702	696	2324	2313	702	702
M trasv [kNm]	587	1148	1450	2046	587	1144

	SLE - rara													
	rara 1	rara 2	rara 3	rara 4	rara 5	rara 6	rara 7	rara 8	rara 9	rara 10	rara 11	rara 12	rara 13	rara 14
Rz [kN]	8417	8417	8456	8456	8552	8552	8590	8590	10388	10388	10465	10465	9627	8050
Rz min [kN]	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581
R long [kN]	1639	1639	2038	2038	1624	1624	2009	2009	2024	2024	2808	2808	1867	1559
R trasv [kN]	171	171	144	144	166	166	141	141	226	226	171	171	282	238
M trasv [kNm]	4198	-3371	4219	-3393	4458	-3632	4482	-3655	1219	673	1412	866	1333	3716

	SLE qp	SLE - freq												
	qp	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	freq 5	freq 6	freq 7	freq 8	freq 9	freq 10	freq 11	freq 12	freq 13
Rz [kN]	6581	8050	8050	8081	8081	8158	8158	8188	8188	9627	9627	9688	9688	6581
Rz min [kN]	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581	6581
R long [kN]	1239	1559	1559	1878	1878	1547	1547	1855	1855	1867	1867	2494	2494	1239
R trasv [kN]	0	44	44	22	22	40	40	20	20	88	88	44	44	97
M trasv [kNm]	0	3028	-3028	3045	-3045	3236	-3236	3255	-3255	645	208	799	362	344

Il momento trasversale comporta la nascita di reazioni verticali di "tira e spingi", valutate in base alle eccentricità dei dispositivi di appoggio rispetto all'asse dell'impalcato.

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	58 di 65

FILA FISSA

numero appoggi fissi	8
numero appoggi unidirezionali	0
numero appoggi multidirezionali	10
num totale appoggi fila	18
numero appoggi fissi trasv	4

appoggio	e trasv	tipo	e^2	e app F
1	-4.905	M	24.06	0
2	-4.328	M	18.73	0
3	-3.751	M	14.07	0
4	-3.174	M	10.07	0
5	-2.597	M	6.74	0
6	-2.02	F	4.08	-2.02
7	-1.443	F	2.08	-1.443
8	-0.866	F	0.75	-0.866
9	-0.289	F	0.08	-0.289
10	0.288	F	0.08	0.288
11	0.865	F	0.75	0.865
12	1.442	F	2.08	1.442
13	2.019	F	4.08	2.019
14	2.596	M	6.74	0
15	3.173	M	10.07	0
16	3.75	M	14.06	0
17	4.327	M	18.72	0
18	4.904	M	24.05	0
INTERASSE APPOGGI	4.904		161.30	2.019

interasse travi

0.577

m

**Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo**

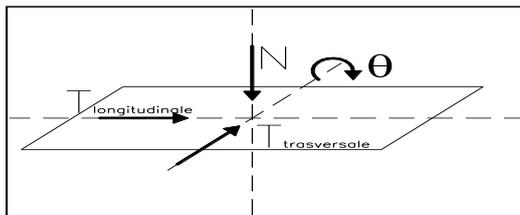
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	60 di 65

Si ottengono, di conseguenza, i seguenti scarichi per il singolo dispositivo di appoggio:

APPOGGI FISSI	SLU													
	Comb.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rz max [kN]	734	597	738	600	750	603	754	606	839	829	849	839	780	696
Rz min [kN]	434	571	433	571	429	576	429	576	488	498	484	494	486	442
R long [kN]	305	305	377	377	302	302	372	372	375	375	517	517	346	290
R trasv [kN]	64	64	54	54	62	62	53	53	83	83	64	64	105	89
Comb.	SLV													
	15	16	17	18	19	20								
Rz max [kN]	440	425	450	435	496	480								
Rz min [kN]	334	327	324	316	279	272								
R long [kN]	770	750	347	338	367	338								
R trasv [kN]	175	174	581	578	175	175								
Comb.	SLE - rara													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rz max [kN]	520	425	523	427	531	430	533	431	592	586	599	592	552	494
Rz min [kN]	289	427	289	427	284	431	284	432	343	353	340	350	341	298
R long [kN]	205	205	255	255	203	203	251	251	253	253	351	351	233	195
R trasv [kN]	43	43	36	36	42	42	35	35	57	57	43	43	70	59
Comb.	SLE qp	SEL - freq												
		qp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rz max [kN]	366	485	409	487	411	494	413	496	414	543	537	548	543	370
Rz min [kN]	358	351	347	340	358	351	313	408	313	408	310	411	310	411
R long [kN]	155	195	195	235	235	193	193	232	232	233	233	312	312	155
R trasv [kN]	0	11	11	6	6	10	10	5	5	22	22	11	11	24

APPOGGI UNIDIREZ	SLU													
	Comb.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rz max [kN]	734	597	738	600	750	603	754	606	839	829	849	839	780	696
Rz min [kN]	434	571	433	571	429	576	429	576	488	498	484	494	486	442
R long [kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R trasv [kN]	64	64	54	54	62	62	53	53	83	83	64	64	105	89
Comb.	SLV													
	15	16	17	18	19	20								
Rz max [kN]	440	425	450	435	496	480								
Rz min [kN]	334	327	324	316	279	272								
R long [kN]	0	0	0	0	0	0								
R trasv [kN]	175	174	581	578	175	175								
Comb.	SLE - rara													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rz max [kN]	520	425	523	427	531	430	533	431	592	586	599	592	552	494
Rz min [kN]	289	427	289	427	284	431	284	432	343	353	340	350	341	298
R long [kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R trasv [kN]	43	43	36	36	42	42	35	35	57	57	43	43	70	59
Comb.	SLE qp	SEL - freq												
		qp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rz max [kN]	366	485	409	487	411	494	413	496	414	543	537	548	543	370
Rz min [kN]	358	351	347	340	358	351	313	408	313	408	310	411	310	411
R long [kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R trasv [kN]	0	11	11	6	6	10	10	5	5	22	22	11	11	24

11.1 RIEPILOGO SCARICHI APPOGGI

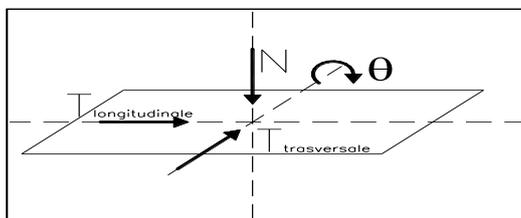


APPOGGIO FISSO							
Reazioni degli apparecchi di appoggio							
	max N	min N	max Tlong	min Tlong	max Ttrasv	min Ttrasv	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
Azioni (valori caratteristici)							
permanenti G	peso proprio	255	255	0	0	0	0
	perman non str (incluso ballast)	110	110	0	0	0	0
variabili Q	vento	9	0	0	0	48	0
	resistenza parassita vincoli	0	0	0	0	0	0
	gr1, LM71	149	0	50	0	14	0
	(M-)gr1, LM71	55	0	50	0	14	0
	gr3, LM71	152	0	100	0	7	0
	(M-)gr3, LM71	57	0	100	0	7	0
	gr1,SW/2	160	0	48	0	13	0
	(M-)gr1, SW/2	59	0	48	0	13	0
	gr3,SW/2	163	0	96	0	6	0
	(M-)gr3, SW/2	61	0	96	0	6	0
	gr1, LM71+SW/2	222	0	98	0	28	0
	(M-)gr1, LM71+SW/2	215	0	98	0	28	0
	gr3, LM71+SW/2	228	0	196	0	14	0
	(M-)gr3, LM71+SW/2	221	0	196	0	14	0
SLU	N max	1000	-	-	-	-	-
	N min	-	400	-	-	-	-
	TI max		-	550	-	-	-
	Tt max		-	-	-	150	-
SLE	N max	600	-	-	-	-	-
	N min	-	250	-	-	-	-
	TI max		-	400	-	-	-
	Tt max		-	-	-	100	-
SLV	N max	500	-	-	-	-	-
	N min	-	250	-	-	-	-
	N min (*)		320				
	TI max		-	800	-	-	-
	Tt max		-	-	-	600	-

(*) Nmin per Fh max

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	63 di 65



APPOGGIO UNIDIREZIONALE LONG.

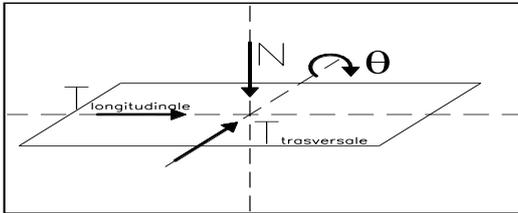
Reazioni degli apparecchi di appoggio

Azioni (valori caratteristici)		max N	min N	max Tlong	min Tlong	max Ttrasv	min Ttrasv
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
permanenti G	peso proprio	255	255	-	-	-	-
	perman non str (incluso ballast)	110	110	-	-	-	-
variabili Q	vento	9	0	-	-	48	0
	resistenza parassita vincoli	0	0	-	-	0	0
	gr1, LM71	149	0	-	-	14	0
	(M-)gr1, LM71	55	0	-	-	14	0
	gr3, LM71	152	0	-	-	7	0
	(M-)gr3, LM71	57	0	-	-	7	0
	gr1,SW/2	160	0	-	-	13	0
	(M-)gr1, SW/2	59	0	-	-	13	0
	gr3,SW/2	163	0	-	-	6	0
	(M-)gr3, SW/2	61	0	-	-	6	0
	gr1, LM71+SW/2	222	0	-	-	28	0
	(M-)gr1, LM71+SW/2	215	0	-	-	28	0
	gr3, LM71+SW/2	228	0	-	-	14	0
	(M-)gr3, LM71+SW/2	221	0	-	-	14	0
SLU	N max	1000	-	-	-	-	-
	N min	-	400	-	-	-	-
	TI max	-	-	0	-	-	-
	Tt max	-	-	-	-	150	-
SLE	N max	600	-	-	-	-	-
	N min	-	250	-	-	-	-
	TI max	-	-	0	-	-	-
	Tt max	-	-	-	-	100	-
SLV	N max	500	-	-	-	-	-
	N min	-	250	-	-	-	-
	N min (*)	-	320	-	-	-	-
	TI max	-	-	0	-	-	-
	Tt max	-	-	-	-	600	-

(*) Nmin per Fh max

Impalcato a travi incorporate per doppio binario
L=22,00m - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0207 001	A	64 di 65



APPOGGIO MULTIDIREZIONALE

Reazioni degli apparecchi di appoggio

Azioni (valori caratteristici)		max N	min N	max Tlong	min Tlong	max Ttrasv	min Ttrasv
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
permanenti G	peso proprio	255	255	-	-	-	-
	perman non str (incluso ballast)	110	110	-	-	-	-
variabili Q	vento	21	0	-	-	-	-
	resistenza parassita vincoli	0	0	-	-	-	-
	gr1, LM71	217	0	-	-	-	-
	(M-)gr1, LM71	-13	0	-	-	-	-
	gr3, LM71	220	0	-	-	-	-
	(M-)gr3, LM71	-12	0	-	-	-	-
	gr1,SW/2	232	0	-	-	-	-
	(M-)gr1, SW/2	-13	0	-	-	-	-
	gr3,SW/2	235	0	-	-	-	-
	(M-)gr3, SW/2	-12	0	-	-	-	-
	gr1, LM71+SW/2	236	0	-	-	-	-
	(M-)gr1, LM71+SW/2	219	0	-	-	-	-
	gr3, LM71+SW/2	246	0	-	-	-	-
	(M-)gr3, LM71+SW/2	229	0	-	-	-	-
SLU	N max	1000	-	-	-	-	-
	N min	-	300	-	-	-	-
	TI max	-	-	0	-	-	-
	Tt max	-	-	-	-	0	-
SLE	N max	650	-	-	-	-	-
	N min	-	150	-	-	-	-
	TI max	-	-	0	-	-	-
	Tt max	-	-	-	-	0	-
SLV	N max	550	-	-	-	-	-
	N min	-	250	-	-	-	-
	N min (*)	-	320	-	-	-	-
	TI max	-	-	0	-	-	-
	Tt max	-	-	-	-	0	-

(*) Nmin per Fh max

	N max (SLU)	N min(SLV)	N min* (Fh_max) (SLV)	Fh max (SLV)
	kN	kN	kN	kN
Fisso	1000	250	320	800
Uni	1000	250	320	600
Multi	1000	250	320	0

12 INCIDENZA

Incidenza soletta:

140 kg/m³