

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

**LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA      Tratta VERONA – PADOVA**

**Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PONTI E VIADOTTI**

**VIADOTTO MONTEBELLO VICENTINO DAL km 33+463,75 AL km 33+722,75**

**GENERALE**

**Interazione treno binario struttura - relazione di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio <b>Iricav Due</b> ing. Paolo Carmona			
	Data:			

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	C	L	V	I	2	1	0	0	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma <b>Luca RANDOLFI</b> 	Data

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Apr.21	M.Proietti	Apr.21	G.Grimaldi	Apr.21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI2100001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2100001	A

## INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	4
4	APPLICABILITÀ DEL METODO SEMPLIFICATO.....	5
5	RISULTATI DELLE ANALISI.....	9
5.1	Risultati delle analisi in forma sintetica.....	12
5.2	Risultati delle analisi in forma estesa.....	15
5.2.1	Spalla VI07-SA.....	15
5.2.1	Pila V21-P1.....	18
5.2.2	Pila VI21-P3.....	21
5.2.3	Pila VI09-P21.....	24
5.2.4	Pila VI09-P39.....	28

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2100001	A

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione sono le analisi di interazione binario-struttura del **Viadotto Montebello Vicentino VI21**, a doppio binario, che si estende dal **km 33+463.75 al km 33+722.75**. L'opera si inserisce all'interno della linea AV/AC Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Le analisi di interazione binario-struttura sono state svolte con lo scopo di valutare le sollecitazioni agenti sulle sottostrutture. In tale analisi sono escluse le pile su cui poggia l'impalcato ad arco, per la cui valutazione delle sollecitazioni si rimanda alla relazione di calcolo dello stesso impalcato.

Le analisi sono state condotte attraverso il metodo semplificato indicato nell'allegato 3 del Manuale di Progettazione RFI [1].

Da un punto di vista strutturale, il **VI21** rappresenta solo un tratto dell'intero viadotto, il quale comprende, oltre appunto al **VI21**, anche i viadotti **VI07** e **VI09**.

I tre viadotti risultano infatti essere tra loro consecutivi: l'ultima campata del VI07 poggia sull'ultima pila del VI07 e sulla prima pila del VI21; la prima campata del VI09 poggia sull'ultima pila del VI21 e sulla prima pila del VI09.

Ai fini dell'analisi di interazione binario-struttura sono dunque stati trattati come un singolo viadotto.

Nella tabella seguente si riporta una descrizione sintetica del numero e della tipologia di campate presenti nell'opera.

	CAP 25m	MISTO 40m	TR-INC 22m	ARCO 75m	TOTALI -
VI07	12	0	0	0	12
VI21	7	1	2	0	10
VI09	40	0	0	1	41
Totale	59	1	2	1	63

*Tabella 1 – Numero e tipologia di campate dell'opera*

Le campate totali sono dunque 63. Le 62 pile presenti e le due spalle sono in calcestruzzo armato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2100001	A

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- [1] *RFIDTCSIPSMAIFS001B - Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - Sezione 2.*
- [2] *Decreto ministeriale 14 Gennaio 2008.*
- [3] *Circolare 2 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP..*

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2100001	A

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per le caratteristiche dei materiali dell'opera in esame si rimanda all'elaborato IN1710EI2TTVI0000001 "tabella materiali".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2100001	A

## 4 APPLICABILITÀ DEL METODO SEMPLIFICATO

La valutazione delle azioni agenti sulle sottostrutture connesse agli effetti di interazione binario struttura, è stata eseguita mediante il metodo semplificato riportato nell'allegato 3 del Manuale di Progettazione RFI [1]. Tale metodo risulta applicabile in quanto, come di seguito illustrato, i viadotti rispettano tutti i requisiti richiesti.

L'applicabilità del metodo semplificato inoltre garantisce il rispetto dei limiti sulle altre grandezze di interesse (tensioni nelle rotaie e spostamenti relativi binario-impalcato), senza la necessità di condurre specifiche verifiche.

Secondo quanto riportato nell'allegato 3 del Manuale di Progettazione RFI [1]:

*"Il metodo riportato in questo allegato, ferme restando le indicazioni di carattere generale fornite nel precedente punto 1.4.5, può essere applicato solo se sono rispettate le condizioni riportate al punto 2.5.1.4.5.2 e quelle di seguito riportate:*

*a) La tipologia strutturale è ad impalcati semplicemente appoggiati (ivi compreso il ponte ad una sola campata);*

*b) Le luci delle campate sono all'incirca uguali, con differenze massime rispetto al valor medio non superiori al 20%, ad eccezione dei casi riportati nel successivo punto b')*

*c) La rigidezza dei vincoli fissi dell'impalcato in corrispondenza delle pile (rigidezza del sistema fondazione-pila-appoggio fisso) è all'incirca costante lungo il viadotto, con differenze massime rispetto al valor medio non superiori al 40% e differenze massime tra due campate adiacenti non superiori al 20 %, ad eccezione dei casi riportati nei successivi punti c') e c'") tali condizioni si ritengono comunque soddisfatte nei viadotti con pile di altezza massima non superiore a 14 m e rigidezza minima non inferiore a 13200 kN/m/m per binario, calcolata senza tener conto della deformabilità delle fondazioni;*

*d) La successione dei vincoli fisso e mobile è la stessa per tutte le campate (ad esempio fisso a destra e mobile a sinistra), senza eccezioni;*

*e) La luce L delle singole campate è contenuta entro i seguenti limiti:*

*L < [75] m per strutture metalliche, con armamento su ballast o attacco diretto;*

*L < [65] m per strutture in C.A., C.A.P. o miste, con armamento su ballast.*

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2100001 A

f) Il binario è continuo lungo tutta l'opera ed alle sue estremità per almeno 100 m a monte e a valle dell'opera stessa;

g) Nel caso di posa del binario con attacco diretto, la disposizione degli attacchi e le relative forze di serraggio sono così distribuite:

- A partire dall'appoggio fisso e per 0,15L sono disposti attacchi indiretti di tipo tradizionale, caratterizzati dal legame forza spostamento riportato in fig. 1.4.5.3-6a;

- Nella parte restante degli impalcati, e dunque per 0,85L, sono disposti attacchi elastici, caratterizzati dal legame forza spostamento riportato in fig. 1.4.5.3-6b;

h) La rigidità della sottostruttura, valutata portando in conto la deformabilità della fondazione, è non inferiore a  $2000 \cdot L$  [kN/m] per binario, inoltre è tale che, nell'ipotesi di deformabilità nulla della fondazione, lo spostamento della singola campata soggetta, convenzionalmente, alle sole azioni di frenatura del modello di carico LM71 (vedi par. 1.4.3.3) competente geometricamente alla campata in esame (ossia ignorando gli effetti di interazione che ridistribuiscono parte del carico alle campate adiacenti) sia non superiore a 5 mm;

i) Lo spostamento orizzontale, conseguente all'inflessione per carichi verticali, dovuto alle azioni da traffico, del piano di regolamento o di posa del ballast o, nel caso di attacco diretto, del piano di posa delle rotaie è, salvo diverse specifiche indicazioni fornite da FERROVIE, non superiore a 8 mm, sia per gli impalcati a semplice binario che per quelli a doppio binario caricati su entrambi i binari, secondo i criteri riportati al par. 2.5.1.8.3.2.2 e nota n. 6, senza tener conto né dell'amplificazione dinamica né della presenza del binario.

Con lo stesso metodo, adottando gli opportuni correttivi riportati nel seguito, possono essere trattati anche i casi che derogano localmente alle condizioni b) e c), rispettando invece le seguenti condizioni:

b') Le luci delle campate sono all'incirca uguali, con differenze massime rispetto al valor medio non superiori al 30%, ad eccezione di due campate, la cui luce singola può essere molto più grande delle altre, fermo restando comunque il limite di cui al punto e); in tal caso il rapporto tra la rigidità del vincolo fisso e la luce della campata più lunga deve essere all'incirca pari a quello delle campate adiacenti, con una tolleranza del  $\pm 20\%$  %

c') Possono fare eccezione alla condizione c) le ultime tre pile in vicinanza delle spalle, che possono avere rigidità progressivamente crescenti andando verso la spalla, con rapporti di rigidità rispetto alla

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

*rigidezza media non superiori a 10; nella valutazione della rigidezza media possono essere escluse le tre pile in prossimità della spalla;*

*c”) Possono fare eccezione alla condizione c) fino a tre campate interne con rapporti di rigidezza tra campate adiacenti non superiore a 5; nella valutazione della rigidezza media possono essere escluse le pile che derogano alla precedente condizione c).*

*Nel caso di viadotti lunghi, per l'applicazione di questo metodo semplificato, è lecito suddividere il viadotto in tratte di almeno 6 campate e 300 m di lunghezza e analizzare ciascuna tratta come un viadotto indipendente. La suddivisione deve essere tale che l'ultima campata di una tratta e la prima campata della tratta successiva abbiano differenze di rigidezza dei vincoli non superiori al 20%. Tutte le pile di tratte che non includano una spalla saranno trattate come pile intermedie. “*

Si riporta di seguito il calcolo della rigidezza e degli spostamenti testa-pila per azione di frenatura da LM71 relativi alle pile più alte presenti nei viadotti (condizione più gravosa).

L'altezza massima delle pile è pari a 10.50m per l'impalcato in C.A.P. e pari a 8.00m per l'impalcato in struttura mista.

#### MASSIMO SPOSTAMENTO DELLE CAMPATE IN C.A.P. PER EFFETTO DELLA FRENATURA

Caratteristiche di rigidezza della pila più alta

n° bin	[-]	2	Numero di binari
L	[m]	25.00	Luce della campata
Hp,max	[m]	10.50	Massima altezza delle pile presenti sul viadotto
Ec	[kN/m <sup>2</sup> ]	3.36E+07	Modulo di rigidezza del calcestruzzo della pila
J	[m <sup>4</sup> ]	22.26	Inerzia longitudinale della pila
K	[kN/m]	1.94E+06	Rigidezza della pila: $3 E J / L^3$
kvp	[kN/m/m]	38823	Rigidezza del vincolo fisso per unità di lunghezza della campata diviso il numero di binari
kvp,min	[kN/m/m]	13200	Rigidezza minima ammissibile per validità analisi semplificata

Spostamento per effetto della frenatura

qlb,k	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza per treno LM71
Qlb,k	[kN]	550	Forza di frenatura per treno LM71
δ	[mm]	0.57	Spost. longitudinale testa-pila dovuto all'azione di frenatura
δ max	[mm]	5.00	Massimo spostamento ammissibile per validità analisi semplificata

#### MASSIMO SPOSTAMENTO DELLE CAMPATE IN STRUTTURA MISTA PER EFFETTO DELLA FRENATURA

Caratteristiche di rigidezza della pila più alta

n° bin	[-]	2	Numero di binari
L	[m]	40.00	Luce della campata
Hp,max	[m]	8.00	Massima altezza delle pile presenti sul viadotto
Ec	[kN/m <sup>2</sup> ]	3.36E+07	Modulo di rigidezza del calcestruzzo della pila

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

J	[m <sup>4</sup> ]	22.26	Inerzia longitudinale della pila
K	[kN/m]	4.39E+06	Rigidezza della pila: $3 E J / L^3$
kvp	[kN/m/m]	54862	Rigidezza del vincolo fisso per unità di lunghezza della campata diviso il numero di binari
kvp,min	[kN/m/m]	13200	Rigidezza minima ammissibile per validità analisi semplificata
-----			
Spostamento per effetto della frenatura			
qlb,k	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza per treno LM71
Qlb,k	[kN]	880	Forza di frenatura per treno LM71
δ	[mm]	0.40	Spost. longitudinale testa-pila dovuto all'azione di frenatura
δ max	[mm]	5.00	Massimo spostamento ammissibile per validità analisi semplificata

*Tabella 2 – Controllo delle massime deformazioni per effetto della frenatura associata al treno LM71*

Le condizioni “c” ed “h” si ritengono dunque soddisfatte. La verifica richiesta per il soddisfacimento della condizione “i” è riportata nelle relazioni di calcolo degli impalcati. Il metodo semplificato risulta applicabile in tale circostanza.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2100001	A

## 5 RISULTATI DELLE ANALISI

Nel presente capitolo si illustrano i risultati ottenuti dalle analisi di interazione binario-struttura del viadotto VI07-VI21-VI09.

Di seguito si riportano le rigidità dei vincoli fissi utilizzate nei calcoli.

Vale il seguente significato dei simboli:

H e J: rispettivamente l'altezza di calcolo e l'inerzia longitudinale della pila "i";

L lunghezza della campata il cui appoggio fisso grava sulla pila "i";

$k_{vp}$  rigidità del vincolo fisso "i" diviso per la lunghezza della campata e per il numero di binari;

$k_{vp,med}$ \* rigidità media di vincoli fissi, ad esclusione delle prime ed ultime tre pile;

$k_{vp}''$  rigidità del vincolo fisso associato alla pila con minor rigidità tra le due adiacenti alla pila "i";

$k_{vf}$  rigidità del vincolo fisso adiacente alla pila "i", lato appoggio fisso;

$k_{vm}$  rigidità del vincolo fisso adiacente alla pila "i", lato appoggio mobile.

Nel calcolo della rigidità media, si è esclusa la rigidità delle pile su cui poggia l'impalcato ad arco. Assunzione a favore di sicurezza, in quanto si sta assumendo un valore maggiore del coefficiente  $\alpha_{hp2}$  per il calcolo degli effetti delle azioni orizzontali.

Per il calcolo degli effetti associati alla deformazione da carichi verticali, a favore di sicurezza, si è assunta una rigidità "infinita" ( $k_{vm}$  e  $k_{vf}$ ) per le pile su cui poggia l'impalcato ad arco.

VALORI MEDI DELLE RIGIDITÀ DEI VINCOLI FISSI DELLE PILE		
$k_{vp,med}$ (tutte le pile)	[kN/m/m]	95485
$k_{vp,med}$ * (escluse pile terminali)	[kN/m/m]	80153

Tabella 3 – Valori medi della rigidità dei vincoli fissi delle pile

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

PILA	Hc	J	L	k <sub>vp</sub>	k <sub>vp</sub> /k <sub>vp,med</sub> *	k <sub>vp</sub> "	k <sub>vp</sub> '/k <sub>vp</sub> "	k <sub>vf</sub>	k <sub>vm</sub>
[ - ]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[m]	[kN/m/m]	[ - ]	[kN/m/m]	[ - ]	[kN/m/m]	[kN/m/m]
SA			25	10000000000					72651
VI07-P1	8.50	22.3	25	72651	-	-	-	10000000000	72651
VI07-P2	8.50	22.3	25	72651	-	-	-	72651	52039
VI07-P3	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	72651	52039
VI07-P4	9.50	22.3	25	52039	-	44617	1.17	52039	44617
VI07-P5	10.00	22.3	25	44617	-	-	-	52039	52039
VI07-P6	9.50	22.3	25	52039	-	44617	1.17	44617	52039
VI07-P7	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	52039
VI07-P8	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	52039
VI07-P9	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	72651
VI07-P10	8.50	22.3	25	72651	-	52039	1.40	52039	72651
VI07-P11	8.50	22.3	25	72651	-	54464	1.33	72651	54464
VI21-P1	8.00	22.3	40	54464	-	-	-	72651	87142
VI21-P2	8.00	22.3	25	87142	-	54464	1.60	54464	82558
VI21-P3	8.50	22.3	22	82558	-	72651	1.14	87142	72651
VI21-P4	8.50	22.3	25	72651	-	-	-	82558	82558
VI21-P5	8.50	22.3	22	82558	-	72651	1.14	72651	72651
VI21-P6	8.50	22.3	25	72651	-	61203	1.19	82558	61203
VI21-P7	9.00	22.3	25	61203	-	-	-	72651	61203
VI21-P8	9.00	22.3	25	61203	-	-	-	61203	61203
VI21-P9	9.00	22.3	25	61203	-	38542	1.59	61203	38542
VI21-P10	10.50	22.3	25	38542	-	-	-	61203	52039
VI21-P11	9.50	22.3	25	52039	-	38542	1.35	38542	52039
VI09-P1	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	52039
VI09-P2	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	61203
VI09-P3	9.00	22.3	25	61203	-	52039	1.18	52039	52039
VI09-P4	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	61203	52039
VI09-P5	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	52039
VI09-P6	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	52039
VI09-P7	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	52039
VI09-P8	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	61203
VI09-P9	9.00	22.3	25	61203	-	52039	1.18	52039	52039
VI09-P10	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	61203	72651
VI09-P11	8.50	22.3	25	72651	-	52039	1.40	52039	87142
VI09-P12	8.00	22.3	25	87142	-	72651	1.20	72651	10000000000
VI09-P13	-	-	75	10000000000	-	-	-	-	-
VI09-P14	-	-	25	10000000000	-	-	-	-	-
VI09-P15	8.00	22.3	25	87142	-	-	-	10000000000	87142
VI09-P16	8.00	22.3	25	87142	-	61203	1.42	87142	61203

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

PILA	Hc	J	L	k <sub>vp</sub>	k <sub>vp</sub> /k <sub>vp,med*</sub>	k <sub>vp</sub> "	k <sub>vp</sub> '/k <sub>vp</sub> "	k <sub>vf</sub>	k <sub>vm</sub>
[ - ]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[m]	[kN/m/m]	[ - ]	[kN/m/m]	[ - ]	[kN/m/m]	[kN/m/m]
VI09-P17	9.00	22.3	25	61203	-	44617	1.37	87142	44617
VI09-P18	10.00	22.3	25	44617	-	38542	1.16	61203	38542
VI09-P19	10.50	22.3	25	38542	-	-	-	44617	38542
VI09-P20	10.50	22.3	25	38542	-	-	-	38542	72651
VI09-P21	8.50	22.3	25	72651	-	38542	1.88	38542	52039
VI09-P22	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	72651	52039
VI09-P23	9.50	22.3	25	52039	-	-	-	52039	61203
VI09-P24	9.00	22.3	25	61203	-	52039	1.18	52039	61203
VI09-P25	9.00	22.3	25	61203	-	-	-	61203	87142
VI09-P26	8.00	22.3	25	87142	-	61203	1.42	61203	87142
VI09-P27	8.00	22.3	25	87142	-	-	-	87142	105758
VI09-P28	7.50	22.3	25	105758	-	87142	1.21	87142	105758
VI09-P29	7.50	22.3	25	105758	-	-	-	105758	130078
VI09-P30	7.00	22.3	25	130078	-	105758	1.23	105758	130078
VI09-P31	7.00	22.3	25	130078	-	-	-	130078	162464
VI09-P32	6.50	22.3	25	162464	-	130078	1.25	130078	162464
VI09-P33	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	206558
VI09-P34	6.00	22.3	25	206558	-	162464	1.27	162464	206558
VI09-P35	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
VI09-P36	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
VI09-P37	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	356933
VI09-P38	5.00	22.3	25	356933	4.45	-	-	206558	356933
VI09-P39	5.00	22.3	25	356933	4.45	-	-	356933	489620
VI09-P40	4.50	22.3	25	489620	6.11	-	-	356933	1000000000
SB				10000000000					

Tabella 4 – Valori delle rigidezze dei vincoli fissi assunti nei calcoli

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2100001	A

## 5.1 Risultati delle analisi in forma sintetica

Si riportano nel presente paragrafo i risultati in forma sintetica dell'analisi di interazione binario-struttura svolta. I risultati sono espressi in termini massima azione caratteristica longitudinale agente sul vincolo fisso, pari a:

$$F = 0.5F_{tp} + F_{hp} + F_{vp} \quad \text{nel caso di pila}$$

$$F = 0.5F_{ts} + F_{hs} + F_{vs} \quad \text{nel caso di spalla}$$

dove di pedici "p" ed "s" stanno rispettivamente per pila e spalla, mentre i pedici "t", "h" e "v" indicano rispettivamente: azione termica, azioni orizzontali (frenatura e avviamento) e carichi verticali da traffico.

Le azioni conseguenti alle deformazioni da carichi verticali hanno sempre verso ad uscire (azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso), mentre le azioni conseguenti alla termica, alla frenatura e all'avviamento possono agire in entrambi i versi (ad entrare e ad uscire). Nel calcolo della massima sollecitazione agente in direzione uscente i tre effetti sono dunque stati sommati; nel calcolo invece della massima sollecitazione agente in direzione entrante, l'azione causata dai carichi verticali è stata, a favore di sicurezza, assunta pari a zero.

Il valore della forza "F", associata agli effetti di interazione binario-struttura indotti dai carichi già menzionati, viene confrontato con l'azione longitudinale "F<sub>0</sub>", prodotta dagli stessi carichi, ottenuta però da un'analisi in assenza di binario.

Poiché le analisi senza binario portano a reazioni nulle sui vincoli fissi associate alle variazioni termiche e all'inflessione per carichi verticali, la forza "F<sub>0</sub>" si riduce alla reazione associata dalla frenatura e dall'avviamento agenti sulla campata il cui appoggio fisso grava sulla pila/spalla in esame.

Per i risultati inerenti le pile su cui poggia l'impalcato ad arco, si rimanda alla relazione di calcolo dello stesso impalcato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2100001	A

PILA [ - ]	L [m]	F <sub>0</sub> [kN]	F [kN]	F <sub>0</sub> > F [ - ]
SA	25	1782.5	1305.6	SI
VI07-P1	25	1782.5	1279.9	SI
VI07-P2	25	1782.5	1219.0	SI
VI07-P3	25	1782.5	1216.3	SI
VI07-P4	25	1782.5	1213.7	SI
VI07-P5	25	1782.5	1213.6	SI
VI07-P6	25	1782.5	1213.7	SI
VI07-P7	25	1782.5	1214.6	SI
VI07-P8	25	1782.5	1214.6	SI
VI07-P9	25	1782.5	1216.3	SI
VI07-P10	25	1782.5	1346.6	SI
VI07-P11	25	1782.5	1328.0	SI
VI21-P1	40	2255.0	2488.7	NO
VI21-P2	25	1782.5	1411.4	SI
VI21-P3	22	1568.6	1145.3	SI
VI21-P4	25	1782.5	1222.0	SI
VI21-P5	22	1568.6	1143.7	SI
VI21-P6	25	1782.5	1220.5	SI
VI21-P7	25	1782.5	1218.4	SI
VI21-P8	25	1782.5	1217.5	SI
VI21-P9	25	1782.5	1400.8	SI
VI21-P10	25	1782.5	1213.7	SI
VI21-P11	25	1782.5	1326.5	SI
VI09-P1	25	1782.5	1214.6	SI
VI09-P2	25	1782.5	1215.4	SI
VI09-P3	25	1782.5	1215.7	SI
VI09-P4	25	1782.5	1215.4	SI
VI09-P5	25	1782.5	1214.6	SI
VI09-P6	25	1782.5	1214.6	SI
VI09-P7	25	1782.5	1214.6	SI
VI09-P8	25	1782.5	1215.4	SI
VI09-P9	25	1782.5	1215.7	SI
VI09-P10	25	1782.5	1217.1	SI
VI09-P11	25	1782.5	1347.5	SI
VI09-P12	25	1782.5	1229.3	SI
VI09-P13	75	3480.0	-	-
VI09-P14	25	1782.5	-	-
VI09-P15	25	1782.5	1230.1	SI
VI09-P16	25	1782.5	1358.8	SI

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2100001	A

PILA [ - ]	L [m]	F <sub>0</sub> [kN]	F [kN]	F <sub>0</sub> > F [ - ]
VI09-P17	25	1782.5	1337.7	SI
VI09-P18	25	1782.5	1212.7	SI
VI09-P19	25	1782.5	1210.2	SI
VI09-P20	25	1782.5	1212.8	SI
VI09-P21	25	1782.5	1491.5	SI
VI09-P22	25	1782.5	1216.3	SI
VI09-P23	25	1782.5	1215.4	SI
VI09-P24	25	1782.5	1216.6	SI
VI09-P25	25	1782.5	1219.2	SI
VI09-P26	25	1782.5	1358.8	SI
VI09-P27	25	1782.5	1225.3	SI
VI09-P28	25	1782.5	1299.3	SI
VI09-P29	25	1782.5	1228.8	SI
VI09-P30	25	1782.5	1305.9	SI
VI09-P31	25	1782.5	1230.3	SI
VI09-P32	25	1782.5	1313.2	SI
VI09-P33	25	1782.5	1231.7	SI
VI09-P34	25	1782.5	1321.4	SI
VI09-P35	25	1782.5	1232.3	SI
VI09-P36	25	1782.5	1232.3	SI
VI09-P37	25	1782.5	1233.4	SI
VI09-P38	25	1782.5	1551.5	SI
VI09-P39	25	1782.5	1605.9	SI
VI09-P40	25	1782.5	1691.8	SI
SB	0	0.0		

Tabella 5 – Confronto tra analisi con e senza binario

Dai risultati ottenuti, rappresentati nella tabella precedente, si può concludere che dall'analisi di interazione binario-struttura si ottengono sollecitazioni maggiori rispetto ad un'analisi senza binario, nei seguenti casi:

- Pila VI21-P1 (campata da 40m)

Per tali casi si ritiene comunque non necessario eseguire verifiche integrative a quelle svolte con le sollecitazioni ottenute da analisi senza binario. Le differenze percentuali tra i risultati ottenuti dalle due analisi risultano infatti essere poco significative.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

## 5.2 Risultati delle analisi in forma estesa

Si riportano i calcoli in forma estesa delle massime azioni agenti sulla spalla lato fisso e sulle pile di maggior interesse.

Il calcolo dei coefficienti  $\alpha$  è stato eseguito in accordo con quanto indicato nel Manuale di progettazione RFI [1], a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

### 5.2.1 Spalla VI07-SA

DATI DI INPUT				
Calcestruzzo delle spalle				
$E_c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	3.33E+07	Modulo elastico del calcestruzzo	
Caratteristiche del binario				
$A_b$	[m <sup>2</sup> ]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)	
$E_b$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie	
$\beta$	[kN] <sup>0.5</sup>	1794.8	$(E_b A_b)^{1/2}$	
Caratteristiche generali del viadotto				
Verso Perc.	[-]	FISSO->MOBILE	Verso di percorrenza dei treni	
n° bin	[-]	2	Numero di binari	
n° camp	[-]	63	Numero di campate	
Caratteristiche della spalla in esame				
SPALLA	[-]	SA	Spalla in esame	
L	[m]	25.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla spalla	
k vs	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza del vincolo fisso associato alla spalla	
Rigidezza dei vincoli fissi adiacenti				
kvf	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza del rilevato (infinita)	
kvm	[kN/m/m]	72651	Rigidezza dalla pila adiacente alla spalla lato mobile	
kvp	[kN/m/m]	72651	Rigidezza media delle due pile subito adiacenti alla spalla	

TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO				
$F_{ts}$	[kN]	440.0	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme	
$F_{hs}$	[kN]	341.4	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71	
$F_{hs}$	[kN]	231.4	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2	
$F_{hs}$	[kN]	318.3	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71	
$F_{hs}$	[kN]	377.6	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2	
$F_{vs}$	[kN]	129.1	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello LM71	
$F_{vs}$	[kN]	193.6	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello SW2	
AZIONI COMBinate				
$F_{N\_MF}$	[kN]	1181.8	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso	
$F_{P1\_MF}$	[kN]	1305.6	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso	
$F_{P2\_MF}$	[kN]	1136.4	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso	

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

$F_{N\_FM}$	[kN]	923.7	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P1\_FM}$	[kN]	983.0	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P2\_FM}$	[kN]	813.7	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
<b><math>F_{max}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>1305.6</b>	Massima azione diretta sull'appoggio fisso in valore assoluto

VARIAZIONE TERMICA UNIFORME			
$q$	[kN/m]	20	Resistenza a scorrimento del ballast nel condizione di binario scarico
$\Delta T$	[°C]	15	Variazione termica uniforme dell'impalcato
$\alpha_{ts1}$	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
$\alpha_{ts2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{ts3}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
<b><math>F_{ts}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>440.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme

AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO LM71			
$q_{la,k}$	[kN/m]	36.3	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hs1}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata e del tipo di posa (posa su ballast)
$\alpha_{hs2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{hs3}$	[-]	1.16	Coeff. funzione del valore medio della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vp}$ del vincolo fornito dalle due pile successive
$\alpha_{hs4}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
$\alpha_{hs5}$	[-]	0.65	Coeff. funzione del tipo di posa (posa su ballast)
<b><math>F_{hs}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>341.4</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71

AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO SW/2			
$q_{la,k}$	[kN/m]	33	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hs1}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata e del tipo di posa (posa su ballast)
$\alpha_{hs2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{hs3}$	[-]	0.86	Coeff. funzione del valore medio della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vp}$ del vincolo fornito dalle due pile successive
$\alpha_{hs4}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
$\alpha_{hs5}$	[-]	0.65	Coeff. funzione del tipo di posa (posa su ballast)
<b><math>F_{hs}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>231.4</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2

AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO LM71			
$q_{lb,k}$	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 6000$ kN)
$\alpha_{hs1}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata e del tipo di posa (posa su ballast)
$\alpha_{hs2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{hs3}$	[-]	1.16	Coeff. funzione del valore medio della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vp}$ del vincolo fornito dalle due pile successive

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

$\alpha_{hs4}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
<b>F<sub>hs</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>318.3</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

**AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO SW/2**

$q_{lb,k}$	[kN/m]	35	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $L_Q=L$ )
$\alpha_{hs1}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata e del tipo di posa (posa su ballast)
$\alpha_{hs2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{hs3}$	[-]	0.86	Coeff. funzione del valore medio della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vp}$ del vincolo fornito dalle due pile successive
$\alpha_{hs4}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
<b>F<sub>hs</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>377.6</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2

**INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71**

$\Theta$	[rad]	0.0002614	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo LM71, senza tener conto del binario nell'analisi
H	[m]	2.675	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	0.950	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{yfo}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	72651	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.23	Per impalcati a più binari: $0.5 \cdot \Theta \cdot (H-x)$ . Per impalcati a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) \cdot \Theta \cdot (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	2.00	$\delta_{yfo} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.83	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.83	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
<b>F<sub>vs</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>129.1</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello LM71

**INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2**

$\Theta$	[rad]	0.0003921	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo, senza tener conto del binario
H	[m]	2.675	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	0.950	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{yfo}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	72651	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

$q_m$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.34	Per impalcati a più binari: $0.5 * \Theta * (H-x)$ . Per impalcati a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) * \Theta * (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	2.00	$\delta_{y10} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.83	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.83	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$F_{vs}$	[kN]	193.6	Reazione del vincolo fisso associata all'inflexione indotta dal carico verticale del modello SW/2

## 5.2.1 Pila V21-P1

DATI DI INPUT			
Calcestruzzo delle pile			
$E_c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	3.33E+07	Modulo elastico del calcestruzzo
Caratteristiche del binario			
$A_b$	[m <sup>2</sup> ]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)
$E_b$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie
$\beta$	[kN] <sup>0.5</sup>	1794.8	$(E_b A_b)^{1/2}$
Caratteristiche generali del viadotto			
Verso Perc.	[-]	FISSO->MOBILE	Verso di percorrenza dei treni, nel caso di viadotto a singolo binario
n° bin	[-]	2	Numero di binari
n° camp	[-]	63	Numero di campate
$L_{medio}$	[kN/m/m]	25.94	Lunghezza media delle campate del viadotto
Caratteristiche della pila in esame			
PILA	[-]	VI21-P1	Pila in esame
$H_p$	[m]	8.00	Altezza della pila
$J_p$	[m <sup>4</sup> ]	22.30	Inerzia longitudinale della pila
$L$	[m]	40.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame
var. $L_{medio}$	[%]	54.2	Variazione % della lunghezza della campata in esame, rispetto alla lunghezza media delle campate (se >20%, campata anomala)
$K$	[kN/m]	4357093	Rigidezza della pila
$k_{vp}$	[kN/m/m]	54464	Rigidezza per unità di lunghezza e per numero di binari del vincolo fisso
$k_{vp}/k_{vp,med}^*$	[-]	-	Se pila terminale (tra le prime/ultime 3 pile) più rigida: rapporto tra la rigidezza della pila e la media tra le rigidzze delle pile intermedie
$k_{vp}'/k_{vp}''$	[-]	-	Se pila intermedia più rigida: rapporto tra la rigidezza della pila e il valore minimo tra le rigidzze delle pile adiacenti
$k_{vf}$	[kN/m/m]	72651	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	87142	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile

TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO DELLA PILA VI21-P1			
$F_{Tp}$	[kN]	667.1	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme
$F_{hp\_a\_LM71}$	[kN]	586.7	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

$F_{hp\_a\_SW/2}$	[kN]	533.3	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2
$F_{hp\_b\_LM71}$	[kN]	880.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
$F_{hp\_b\_SW/2}$	[kN]	924.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
$F_{vp\_LM71\_AVV}$	[kN]	267.8	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata ad avviamento
$F_{vp\_LM71\_FREN(+)}$	[kN]	267.8	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da mobile a fisso
$F_{vp\_LM71\_FREN(-)}$	[kN]	267.8	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
$F_{vp\_SW/2\_AVV}$	[kN]	310.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata ad avviamento
$F_{vp\_SW/2\_FREN(+)}$	[kN]	310.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da mobile a fisso
$F_{vp\_SW/2\_FREN(-)}$	[kN]	310.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

**AZIONI COMBinate**

$F_{N\_MF}$	[kN]	2402.6	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P1\_MF}$	[kN]	2488.7	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P2\_MF}$	[kN]	2391.4	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{N\_FM}$	[kN]	1866.9	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P1\_FM}$	[kN]	1910.9	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P2\_FM}$	[kN]	1813.6	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
<b><math>F_{max}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>2488.7</b>	Massima azione diretta sull'appoggio fisso in valore assoluto

**VARIAZIONE TERMICA UNIFORME**

$q$	[kN/m]	20	Resistenza a scorrimento del ballast nella condizione di binario scarico
$\Delta T$	[°C]	15	Variazione termica uniforme dell'impalcato
$\alpha_{t1}$	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
$\alpha_{t2}$	[-]	0.95	Coeff. funzione della rigidità del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
$\alpha_{t3}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	1.00	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
<b><math>F_{tp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>667.1</b>	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme, caso di appoggio fisso su spalla

**AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO LM71**

$q_{la,k}$	[kN/m]	36.3	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	30.3	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c")
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.53	Coeff. funzione della luce della campata
<b><math>F_{hp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>586.7</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71

**AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO SW/2**

$q_{la,k}$	[kN/m]	33	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	30.3	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c")
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.53	Coeff. funzione della luce della campata
<b><math>F_{hp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>533.3</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

**AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO LM71**

$q_{lb,k}$	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	40.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 6000$ kN)
$\alpha_{hp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ( $\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$ )
$\alpha_{hp2}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
$F_{hp}$	<b>[kN]</b>	<b>880.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

**AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO SW/2**

$q_{lb,k}$	[kN/m]	35	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	33.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $L_Q=L$ )
$\alpha_{hp1}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ( $\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$ )
$\alpha_{hp2}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
$F_{hp}$	<b>[kN]</b>	<b>924.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

**INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71**

$\Theta$	[rad]	0.00083962 3	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo LM71, senza tener conto del binario nell'analisi
H	[m]	3.200	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	1.000	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{yf0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	72651	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	87142	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.92	Per impalcati a più binari: $0.5 * \Theta * (H-x)$ . Per impalcati a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) * \Theta * (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	2.83	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.69	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.83	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.69	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.55	Coeff. funzione della rigidità per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
$F_{vp\_Fren(+)}$	<b>[kN]</b>	<b>267.8</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	<b>[kN]</b>	<b>267.8</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	<b>[kN]</b>	<b>267.8</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

**INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2**

$\Theta$	[rad]	0.00097169 8	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo SW/2, senza tener conto del binario nell'analisi
----------	-------	-----------------	--

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

H	[m]	3.200	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	1.000	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{yf0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	72651	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	87142	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	1.07	Per impalcati a più binari: $0.5 * \Theta * (H-x)$ . Per impalcati a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) * \Theta * (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	2.83	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.69	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.83	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.69	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.55	Coeff. funzione della rigidezza per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
$F_{vp\_Fren(+)}$	[kN]	310.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	[kN]	310.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	310.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento

## 5.2.2 Pila VI21-P3

### DATI DI INPUT

#### Calcestruzzo delle pile

$E_c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	3.33E+07	Modulo elastico del calcestruzzo
-------	----------------------	----------	----------------------------------

#### Caratteristiche del binario

$A_b$	[m <sup>2</sup> ]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)
$E_b$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie
$\beta$	[kN] <sup>0.5</sup>	1794.8	$(E_b A_b)^{1/2}$

#### Caratteristiche generali del viadotto

Verso Perc.	[-]	FISSO->MOBILE	Verso di percorrenza dei treni, nel caso di viadotto a singolo binario
n° bin	[-]	2	Numero di binari
n° camp	[-]	63	Numero di campate
$L_{medio}$	[kN/m/m]	25.94	Lunghezza media delle campate del viadotto

#### Caratteristiche della pila in esame

PILA	[-]	VI21-P3	Pila in esame
$H_p$	[m]	8.50	Altezza della pila
$J_p$	[m <sup>4</sup> ]	22.30	Inerzia longitudinale della pila
L	[m]	22.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame
var. $L_{medio}$	[%]	-15.2	Variazione % della lunghezza della campata in esame, rispetto alla lunghezza media delle campate (se >20%, campata anomala)
K	[kN/m]	3632537	Rigidezza della pila

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

$k_{vp}$	[kN/m/m]	82558	Rigidezza per unità di lunghezza e per numero di binari del vincolo fisso
$k_{vp}/k_{vp,med}^*$	[-]	-	Se pila terminale (tra le prime/ultime 3 pile) più rigida: rapporto tra la rigidezza della pila e la media tra le rigidezze delle pile intermedie
$k_{vp}/k_{vp}^{**}$	[-]	1.136	Se pila intermedia più rigida: rapporto tra la rigidezza della pila e il valore minimo tra le rigidezze delle pile adiacenti
$k_{vf}$	[kN/m/m]	87142	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	72651	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile

**TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO DELLA PILA VI21-P3**

$F_{tp}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme
$F_{hp\_a\_LM71}$	[kN]	399.3	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71
$F_{hp\_a\_SW/2}$	[kN]	363.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2
$F_{hp\_b\_LM71}$	[kN]	484.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
$F_{hp\_b\_SW/2}$	[kN]	616.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
$F_{vp\_LM71\_AVV}$	[kN]	130.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata ad avviamento
$F_{vp\_LM71\_FREN(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da mobile a fisso
$F_{vp\_LM71\_FREN(-)}$	[kN]	-96.8	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
$F_{vp\_SW/2\_AVV}$	[kN]	146.1	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata ad avviamento
$F_{vp\_SW/2\_FREN(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da mobile a fisso
$F_{vp\_SW/2\_FREN(-)}$	[kN]	-123.2	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

**AZIONI COMBinate**

$F_{N\_MF}$	[kN]	1013.3	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P1\_MF}$	[kN]	1145.3	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P2\_MF}$	[kN]	993.1	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{N\_FM}$	[kN]	883.3	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P1\_FM}$	[kN]	1015.3	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P2\_FM}$	[kN]	847.0	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
<b><math>F_{max}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>1145.3</b>	Massima azione diretta sull'appoggio fisso in valore assoluto

**VARIAZIONE TERMICA UNIFORME**

$q$	[kN/m]	20	Resistenza a scorrimento del ballast nella condizione di binario scarico
$\Delta T$	[°C]	15	Variazione termica uniforme dell'impalcato
$\alpha_{t1}$	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
$\alpha_{t2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
$\alpha_{t3}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	0.00	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
<b><math>F_{tp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>0.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme, caso di appoggio fisso su spalla

**AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO LM71**

$q_{la,k}$	[kN/m]	36.3	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	22.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c')

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

$\alpha_{hp4}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
<b>F<sub>hp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>399.3</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71

**AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO SW/2**

$q_{la,k}$	[kN/m]	33	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	22.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
<b>F<sub>hp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>363.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2

**AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO LM71**

$q_{lb,k}$	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	22.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 6000$ kN)
$\alpha_{hp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ( $\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$ )
$\alpha_{hp2}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
<b>F<sub>hp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>484.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

**AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO SW/2**

$q_{lb,k}$	[kN/m]	35	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	22.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $L_Q=L$ )
$\alpha_{hp1}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ( $\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$ )
$\alpha_{hp2}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
<b>F<sub>hp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>616.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

**INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71**

$\Theta$	[rad]	0.001345878	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo LM71, senza tener conto del binario nell'analisi
H	[m]	1.335	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	0.706	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{yfo}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	87142	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	72651	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.42	Per impalcati a più binari: $0.5 \cdot \Theta \cdot (H-x)$ . Per impalcati a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) \cdot \Theta \cdot (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	2.69	$\delta_{yfo} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.83	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.69	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

$\delta_m$	[mm]	2.83	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.58	Coeff. funzione della rigidezza per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
$F_{vp\_Fren(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	[kN]	-96.8	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	130.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

#### INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2

$\Theta$	[rad]	0.00151268 7	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo SW/2, senza tener conto del binario nell'analisi
H	[m]	1.335	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	0.706	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{vf0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	87142	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	72651	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.48	Per impalcati a più binari: $0.5 \cdot \Theta \cdot (H-x)$ . Per impalcati a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) \cdot \Theta \cdot (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{vf}$	[mm]	2.69	$\delta_{vf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.83	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.69	$\max(\delta_0, \delta_{vf})$
$\delta_m$	[mm]	2.83	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.58	Coeff. funzione della rigidezza per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
$F_{vp\_Fren(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	[kN]	-123.2	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	146.1	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento

### 5.2.3 Pila VI09-P21

#### DATI DI INPUT

##### Calcestruzzo delle pile

$E_c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	3.33E+07	Modulo elastico del calcestruzzo
-------	----------------------	----------	----------------------------------

##### Caratteristiche del binario

$A_b$	[m <sup>2</sup> ]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)
$E_b$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie
$\beta$	[kN] <sup>0.5</sup>	1794.8	$(E_b A_b)^{1/2}$

##### Caratteristiche generali del viadotto

Verso Perc.	[-]	FISSO->MOBILE	Verso di percorrenza dei treni, nel caso di viadotto a singolo binario
n° bin	[-]	2	Numero di binari

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

n° camp	[-]	63	Numero di campate
L <sub>medio</sub>	[kN/m/m]	25.94	Lunghezza media delle campate del viadotto

Caratteristiche della pila in esame

PILA	[-]	VI09-P21	Pila in esame
H <sub>p</sub>	[m]	8.50	Altezza della pila
J <sub>p</sub>	[m <sup>4</sup> ]	22.30	Inerzia longitudinale della pila
L	[m]	25.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame
var. L <sub>medio</sub>	[%]	-3.6	Variazione % della lunghezza della campata in esame, rispetto alla lunghezza media delle campate (se >20%, campata anomala)
K	[kN/m]	3632537	Rigidezza della pila
k <sub>vp</sub>	[kN/m/m]	72651	Rigidezza per unità di lunghezza e per numero di binari del vincolo fisso
k <sub>vp</sub> /k <sub>vp,med</sub> *	[-]	-	Se pila terminale (tra le prime/ultime 3 pile) più rigida: rapporto tra la rigidezza della pila e la media tra le rigidezze delle pile intermedie
k <sub>vp</sub> '/k <sub>vp</sub> **	[-]	1.885	Se pila intermedia più rigida: rapporto tra la rigidezza della pila e il valore minimo tra le rigidezze delle pile adiacenti
k <sub>vf</sub>	[kN/m/m]	38542	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo fisso
k <sub>vm</sub>	[kN/m/m]	52039	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile

TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO DELLA PILA VI09-P21

F <sub>tp</sub>	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme
F <sub>hp_a_LM71</sub>	[kN]	580.1	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71
F <sub>hp_a_SW/2</sub>	[kN]	400.6	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2
F <sub>hp_b_LM71</sub>	[kN]	703.1	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
F <sub>hp_b_SW/2</sub>	[kN]	849.8	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
F <sub>vp_LM71_AVV</sub>	[kN]	61.6	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata ad avviamento
F <sub>vp_LM71_FREN(+)</sub>	[kN]	0.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da mobile a fisso
F <sub>vp_LM71_FREN(-)</sub>	[kN]	-140.6	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
F <sub>vp_SW/2_AVV</sub>	[kN]	92.4	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata ad avviamento
F <sub>vp_SW/2_FREN(+)</sub>	[kN]	0.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da mobile a fisso
F <sub>vp_SW/2_FREN(-)</sub>	[kN]	-170.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

AZIONI COMBinate

F <sub>N_MF</sub>	[kN]	1344.8	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F <sub>P1_MF</sub>	[kN]	1491.5	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F <sub>P2_MF</sub>	[kN]	1196.2	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F <sub>N_FM</sub>	[kN]	1283.2	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F <sub>P1_FM</sub>	[kN]	1429.9	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F <sub>P2_FM</sub>	[kN]	1103.8	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
<b>F<sub>max</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>1491.5</b>	Massima azione diretta sull'appoggio fisso in valore assoluto

VARIAZIONE TERMICA UNIFORME

q	[kN/m]	20	Resistenza a scorrimento del ballast nella condizione di binario scarico
ΔT	[°C]	15	Variazione termica uniforme dell'impalcato

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

$\alpha_{t1}$	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
$\alpha_{t2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
$\alpha_{t3}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	0.00	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
<b>F<sub>tp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>0.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme, caso di appoggio fisso su spalla

#### AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO LM71

$q_{la,k}$	[kN/m]	36.3	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.28	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
<b>F<sub>hp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>580.1</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71

#### AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO SW/2

$q_{la,k}$	[kN/m]	33	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hp3}$	[-]	0.97	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
<b>F<sub>hp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>400.6</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2

#### AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO LM71

$q_{lb,k}$	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 6000$ kN)
$\alpha_{hp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ( $\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$ )
$\alpha_{hp2}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.28	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
<b>F<sub>hp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>703.1</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

#### AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO SW/2

$q_{lb,k}$	[kN/m]	35	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $L_Q=L$ )
$\alpha_{hp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ( $\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$ )
$\alpha_{hp2}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp3}$	[-]	0.97	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
<b>F<sub>hp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>849.8</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

#### INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71

$\Theta$	[rad]	0.0002614	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo LM71, senza tener conto del binario nell'analisi
H	[m]	2.675	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	0.950	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{y/0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

$\delta_{ym0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	38542	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	52039	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.23	Per impalcato a più binari: $0.5 \cdot \Theta \cdot (H-x)$ . Per impalcato a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) \cdot \Theta \cdot (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	3.56	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	3.15	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	3.56	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	3.15	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.57	Coeff. funzione della rigidità per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
$F_{vp\_Fren(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	[kN]	-140.6	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	61.6	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2			
$\Theta$	[rad]	0.0003921	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo SW/2, senza tener conto del binario nell'analisi
H	[m]	2.675	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	0.950	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{yf0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	38542	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	52039	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.34	Per impalcato a più binari: $0.5 \cdot \Theta \cdot (H-x)$ . Per impalcato a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) \cdot \Theta \cdot (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	3.56	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	3.15	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	3.56	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	3.15	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.57	Coeff. funzione della rigidità per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
$F_{vp\_Fren(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	[kN]	-170.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	92.4	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001 A

## 5.2.4 Pila VI09-P39

DATI DI INPUT				
Calcestruzzo delle pile				
$E_c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	3.33E+07	Modulo elastico del calcestruzzo	
Caratteristiche del binario				
$A_b$	[m <sup>2</sup> ]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)	
$E_b$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie	
$\beta$	[kN] <sup>0.5</sup>	1794.8	$(E_b A_b)^{1/2}$	
Caratteristiche generali del viadotto				
Verso Perc.	[-]	FISSO->MOBILE	Verso di percorrenza dei treni, nel caso di viadotto a singolo binario	
n° bin	[-]	2	Numero di binari	
n° camp	[-]	63	Numero di campate	
$L_{medio}$	[kN/m/m]	25.94	Lunghezza media delle campate del viadotto	
Caratteristiche della pila in esame				
PILA	[-]	VI09-P39	Pila in esame	
$H_p$	[m]	5.00	Altezza della pila	
$J_p$	[m <sup>4</sup> ]	22.30	Inerzia longitudinale della pila	
$L$	[m]	25.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame	
var. $L_{medio}$	[%]	-3.6	Variazione % della lunghezza della campata in esame, rispetto alla lunghezza media delle campate (se >20%, campata anomala)	
$K$	[kN/m]	17846653	Rigidezza della pila	
$k_{vp}$	[kN/m/m]	356933	Rigidezza per unità di lunghezza e per numero di binari del vincolo fisso	
$k_{vp}/k_{vp,med}$ *	[-]	4.453	Se pila terminale (tra le prime/ultime 3 pile) più rigida: rapporto tra la rigidezza della pila e la media tra le rigidezze delle pile intermedie	
$k_{vp}'/k_{vp}''$	[-]	-	Se pila intermedia più rigida: rapporto tra la rigidezza della pila e il valore minimo tra le rigidezze delle pile adiacenti	
$k_{vf}$	[kN/m/m]	356933	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo fisso	
$k_{vm}$	[kN/m/m]	489620	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile	

TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO DELLA PILA VI09-P39

$F_{fp}$	[kN]	88.0	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme	
$F_{hp\_a\_LM71}$	[kN]	453.8	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71	
$F_{hp\_a\_SW/2}$	[kN]	412.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2	
$F_{hp\_b\_LM71}$	[kN]	749.9	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71	
$F_{hp\_b\_SW/2}$	[kN]	1018.1	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2	
$F_{vp\_LM71\_AVV}$	[kN]	81.2	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata ad avviamento	
$F_{vp\_LM71\_FRE}$ $N(+)$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da mobile a fisso	
$F_{vp\_LM71\_FRE}$ $N(-)$	[kN]	-150.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile	
$F_{vp\_SW/2\_AVV}$	[kN]	121.8	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata ad avviamento	
$F_{vp\_SW/2\_FRE}$ $N(+)$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da mobile a fisso	
$F_{vp\_SW/2\_FRE}$ $N(-)$	[kN]	-203.6	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile	

AZIONI COMBinate

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

$F_{N\_MF}$	[kN]	1337.7	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P1\_MF}$	[kN]	1605.9	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P2\_MF}$	[kN]	1337.1	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{N\_FM}$	[kN]	1256.5	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P1\_FM}$	[kN]	1524.7	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P2\_FM}$	[kN]	1215.2	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
<b><math>F_{max}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>1605.9</b>	Massima azione diretta sull'appoggio fisso in valore assoluto

VARIAZIONE TERMICA UNIFORME			
$q$	[kN/m]	20	Resistenza a scorrimento del ballast nella condizione di binario scarico
$\Delta T$	[°C]	15	Variazione termica uniforme dell'impalcato
$\alpha_{t1}$	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
$\alpha_{t2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
$\alpha_{t3}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	0.20	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
<b><math>F_{fp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>88.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme, caso di appoggio fisso su spalla

AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO LM71			
$q_{la,k}$	[kN/m]	36.3	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
<b><math>F_{hp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>453.8</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71

AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO SW/2			
$q_{la,k}$	[kN/m]	33	Forza di avviamento per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 1000$ kN)
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
<b><math>F_{hp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>412.5</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2

AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO LM71			
$q_{lb,k}$	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 6000$ kN)
$\alpha_{hp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ( $\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$ )
$\alpha_{hp2}$	[-]	1.36	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
<b><math>F_{hp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>749.9</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

AZIONE DI FRENATURA - MODELLO DI CARICO SW/2			
--	--	--	--

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2100001
				A

$q_{lb,k}$	[kN/m]	35	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello SW/2 ( $\alpha=1.0$ )
$L_Q$	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $L_Q=L$ )
$\alpha_{hp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ( $\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$ )
$\alpha_{hp2}$	[-]	1.16	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidezza molto maggiore (condizione c')
$\alpha_{hp3}$	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c')
$F_{hp}$	[kN]	<b>1018.1</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

**INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71**

$\Theta$	[rad]	<b>0.0002614</b>	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo LM71, senza tener conto del binario nell'analisi
H	[m]	<b>2.675</b>	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	<b>0.950</b>	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{yf0}$	[mm]	<b>2.00</b>	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	<b>2.00</b>	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	356933	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	489620	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	<b>60</b>	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	<b>60</b>	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.23	Per impalcato a più binari: $0.5 \cdot \Theta \cdot (H-x)$ . Per impalcato a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) \cdot \Theta \cdot (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	2.17	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.12	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.12	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.60	Coeff. funzione della rigidezza per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
$F_{vp\_Fren(+)}$	[kN]	<b>0.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	[kN]	<b>-150.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	<b>81.2</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

**INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2**

$\Theta$	[rad]	<b>0.0003921</b>	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo SW/2, senza tener conto del binario nell'analisi
H	[m]	<b>2.675</b>	Distanza del piano di regolamento del ballast dal centro di rotazione dell'appoggio fisso
x	[m]	<b>0.950</b>	Distanza del piano di regolamento del ballast dall'asse neutro della sezione dell'impalcato (>0 se via superiore)
$\delta_{yf0}$	[mm]	<b>2.00</b>	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ym0}$	[mm]	<b>2.00</b>	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	356933	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	489620	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$q_f$	[kN/m]	<b>60</b>	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
$q_m$	[kN/m]	<b>60</b>	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
$\delta_0$	[mm]	0.34	Per impalcato a più binari: $0.5 \cdot \Theta \cdot (H-x)$ . Per impalcato a singolo binario $(0.5 \pm 0.4x/H) \cdot \Theta \cdot (H-x)$ , con $\pm$ in funzione del verso di percorrenza
$\delta_{yf}$	[mm]	2.17	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.12	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2100001	A

$\delta_m$	[mm]	2.12	$\max(\delta_o, \delta_{vm})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.60	Coeff. funzione della rigidezza per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_v$ )
$F_{vp\_Fren(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	[kN]	-203.6	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	121.8	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento