

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 FIBBIO DAL km 7+657,67 AL km 10+036,67

GENERALE

Interazione treno binario struttura - relazione di calcolo

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due			
 Ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 Data:	ing. Paolo Carmona Data:			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	CL	V I 0 1 0 0	0 0 1	A	- - - P - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Luca RANDOLFI 	Data

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Giu.21	M.Proietti 	Giu.21	G.Grimaldi 	Giu.21	 GIUSEPPE GRIMALDI ORDINE INGEGNERI ROMA N° 17703

CIG: 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVIO100001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E' VIETATA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0100001</p>	<p>A</p>

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	5
4	APPLICABILITÀ DEL METODO SEMPLIFICATO.....	6
5	RISULTATI DELLE ANALISI.....	9
5.1	Risultati delle analisi in forma sintetica.....	13
5.2	Risultati delle analisi in forma estesa.....	17
5.2.1	Spalla SA.....	17
5.2.1	Pila P3.....	20
5.2.2	Pila P15.....	23
5.2.3	Pila P18.....	26
5.2.4	Pila P40.....	29
5.2.5	Pila P89.....	33

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E2CLVI0100001	A

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione sono le analisi di interazione binario-struttura del **Viadotto Fibbio (VI01)**, a doppio binario, che si estende dal **km 7+657.67 al km 10+036.67**. 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].

Il viadotto è costituito da:

- 83 campate in CAP con luce 25m;
- 4 campate in struttura mista con luce 40m;
- 3 campate con struttura a travi incorporate con luce 22m;
- 1 campata metallica con struttura ad arco con luce di 75m;

Le campate totali sono dunque 91. Le 90 pile presenti e le due spalle sono in calcestruzzo armato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0100001	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..*

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0100001</p>	<p>A</p>

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per le caratteristiche dei materiali dell'opera in esame si rimanda all'elaborato IN1710EI2TTVI000000 "tabella materiali".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0100001	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 rigidità dei vincoli fissi dell'impalcato in corrispondenza delle pile (rigidità 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 rigidità 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.

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:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0100001</p>	<p>A</p>

- 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 rigidezza 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 rigidezza 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 rigidezze progressivamente crescenti andando verso la spalla, con rapporti di rigidezza rispetto alla 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. “

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0100001	A

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 **7.00m** per l'impalcato in C.A.P. e pari a **7.00m** per l'impalcato in struttura mista.

MASSIMO SPOSTAMENTO DELLE CAMPATA 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]	7.00	Massima altezza delle pile presenti sul viadotto
Ec	[kN/m ²]	3.36E+07	Modulo di rigidezza del calcestruzzo della pila
J	[m ⁴]	22.26	Inerzia longitudinale della pila
K	[kN/m]	6.55E+06	Rigidezza della pila: $3 E J / L^3$
kvp	[kN/m/m]	131029	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]	0.17	Spost. longitudinale testa-pila dovuto all'azione di frenatura
δ max	[mm]	5.00	Massimo spost. ammissibile per validità analisi semplificata

MASSIMO SPOSTAMENTO DELLE CAMPATA 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]	7.00	Massima altezza delle pile presenti sul viadotto
Ec	[kN/m ²]	3.36E+07	Modulo di rigidezza del calcestruzzo della pila
J	[m ⁴]	22.26	Inerzia longitudinale della pila
K	[kN/m]	6.55E+06	Rigidezza della pila: $3 E J / L^3$
kvp	[kN/m/m]	81893	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]	0.27	Spost. longitudinale testa-pila dovuto all'azione di frenatura
δ max	[mm]	5.00	Massimo spost. ammissibile per validità analisi semplificata

Tabella 1 – 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 E12CLVI0100001	A

5 RISULTATI DELLE ANALISI

Nel presente capitolo si illustrano i risultati ottenuti dalle analisi di interazione binario-struttura del viadotto **VI01**.

Di seguito si riportano le rigidzze 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} rigidzza del vincolo fisso "i" diviso per la lunghezza della campata e per il numero di binari;

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

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

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

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

Nel calcolo della rigidzza media, si è esclusa la rigidzza delle pile su cui poggia l'impalcato ad arco. Assunzione a favore di sicurezza, in quanto si sta assumendo un valore maggiore del coefficiente α_{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 rigidzza "infinita" (k_{vm} e k_{vf}) per le pile su cui poggia l'impalcato ad arco.

VALORI MEDI DELLE RIGIDZZE DEI VINCOLI FISSI DELLE PILE		
$k_{vp,med}$ (tutte le pile)	[kN/m/m]	326977
$k_{vp,med}^*$ (escluse pile terminali)	[kN/m/m]	332707

Tabella 2 – Valori medi della rigidzza dei vincoli fissi delle pile

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica E12CLVI0100001</p>	<p>A</p>

PILA	H	J	L	k_{vp}	$k_{vp}/k_{vp,med}^*$	k_{vp}''	k_{vp}''/k_{vp}''	k_{vf}	k_{vm}
[-]	[m]	[m ⁴]	[m]	[kN/m/m]	[-]	[kN/m/m]	[-]	[kN/m/m]	[kN/m/m]
SA			25	10000000000					304738
P1	5.50	22.3	22	304738	-	-	-	10000000000	268169
P2	5.50	22.3	25	268169	-	-	-	304738	167606
P3	5.50	22.3	40	167606	-	-	-	268169	356933
P4	5.00	22.3	25	356933	-	167606	2.13	167606	356933
P5	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	489620
P6	4.50	22.3	25	489620	-	356933	1.37	356933	489620
P7	4.50	22.3	25	489620	-	356933	1.37	489620	356933
P8	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	489620	356933
P9	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	489620
P10	4.50	22.3	25	489620	-	356933	1.37	356933	489620
P11	4.50	22.3	25	489620	-	356933	1.37	489620	356933
P12	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	489620	489620
P13	4.50	22.3	25	489620	-	356933	1.37	356933	697135
P14	4.00	22.3	25	697135	-	489620	1.42	489620	697135
P15	4.00	22.3	25	697135	-	81299	8.58	697135	81299
P16	7.00	22.3	40	81299	-	-	-	697135	130078
P17	7.00	22.3	25	130078	-	81299	1.60	81299	792199
P18	4.00	22.3	22	792199	-	130078	6.09	130078	489620
P19	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	792199	489620
P20	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	489620
P21	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	489620
P22	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	489620
P23	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	489620
P24	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	489620
P25	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	697135
P26	4.00	22.3	25	697135	-	489620	1.42	489620	697135
P27	4.00	22.3	25	697135	-	-	-	697135	697135
P28	4.00	22.3	25	697135	-	-	-	697135	697135
P29	4.00	22.3	25	697135	-	-	-	697135	697135
P30	4.00	22.3	25	697135	-	489620	1.42	697135	489620
P31	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	697135	489620
P32	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	489620
P33	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	489620
P34	4.50	22.3	25	489620	-	-	-	489620	489620
P35	4.50	22.3	25	489620	-	356933	1.37	489620	356933
P36	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	489620	356933
P37	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P38	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2CLVI0100001</p>	<p>A</p>

PILA	H	J	L	k_{vp}	$k_{vp}/k_{vp,med}^*$	k_{vp}''	k_{vp}''/k_{vp}''	k_{vf}	k_{vm}
[-]	[m]	[m ⁴]	[m]	[kN/m/m]	[-]	[kN/m/m]	[-]	[kN/m/m]	[kN/m/m]
P39	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P40	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P41	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P42	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P43	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P44	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P45	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P46	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P47	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P48	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P49	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	356933	356933
P50	5.00	22.3	25	356933	-	129099	2.76	356933	129099
P51	6.00	22.3	40	129099	-	-	-	356933	206558
P52	6.00	22.3	25	206558	-	129099	1.60	129099	129099
P53	6.00	22.3	40	129099	-	-	-	206558	206558
P54	6.00	22.3	25	206558	-	129099	1.60	129099	206558
P55	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P56	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P57	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P58	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P59	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	234726
P60	6.00	22.3	22	234726	-	206558	1.14	206558	206558
P61	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	234726	206558
P62	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P63	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P64	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P65	6.00	22.3	25	206558	-	162464	1.27	206558	162464
P66	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	206558	162464
P67	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P68	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P69	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P70	6.50	22.3	25	162464	-	130078	1.25	162464	130078
P71	7.00	22.3	25	130078	-	-	-	162464	162464
P72	6.50	22.3	25	162464	-	130078	1.25	130078	162464
P73	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P74	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P75	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P76	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P77	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				A

PILA	H	J	L	k_{vp}	$k_{vp}/k_{vp,med}^*$	k_{vp}''	k_{vp}'/k_{vp}''	k_{vf}	k_{vm}
[-]	[m]	[m ⁴]	[m]	[kN/m/m]	[-]	[kN/m/m]	[-]	[kN/m/m]	[kN/m/m]
P78	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P79	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P80	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P81	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P82	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P83	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P84	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	162464
P85	6.50	22.3	25	162464	-	-	-	162464	206558
P86	6.00	22.3	25	206558	-	162464	1.27	162464	206558
P87	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P88	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	206558
P89	6.00	22.3	25	206558	-	-	-	206558	10000000000
P90	-	-	75	10000000000	-	-	-	-	-
SB				10000000000					

Tabella 3 – Valori delle rigidezze dei vincoli fissi assunti nei calcoli

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0100001	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:

$$F = 0.6F_{tp} + F_{hp} + F_{vp} \quad \text{nel caso di pila}$$

$$F = 0.6F_{ts} + F_{hs} + F_{vs} \quad \text{nel caso di spalla}$$

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 "F₀", 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 "F₀" 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	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0100001	A

PILA	L	F ₀	F	F ₀ > F
[-]	[m]	[kN]	[kN]	[-]
SA	25	1782.5	1251.3	SI
P1	22	1568.6	1215.6	SI
P2	25	1782.5	1232.6	SI
P3	40	2255.0	2642.5	NO
P4	25	1782.5	1561.2	SI
P5	25	1782.5	1235.0	SI
P6	25	1782.5	1355.2	SI
P7	25	1782.5	1355.2	SI
P8	25	1782.5	1235.0	SI
P9	25	1782.5	1235.0	SI
P10	25	1782.5	1355.2	SI
P11	25	1782.5	1355.2	SI
P12	25	1782.5	1235.4	SI
P13	25	1782.5	1355.6	SI
P14	25	1782.5	1371.8	SI
P15	25	1782.5	1940.6	NO
P16	40	2255.0	2597.8	NO
P17	25	1782.5	1420.6	SI
P18	22	1568.6	1787.7	NO
P19	25	1782.5	1235.9	SI
P20	25	1782.5	1235.4	SI
P21	25	1782.5	1235.4	SI
P22	25	1782.5	1235.4	SI
P23	25	1782.5	1235.4	SI
P24	25	1782.5	1235.4	SI
P25	25	1782.5	1235.7	SI
P26	25	1782.5	1371.8	SI
P27	25	1782.5	1236.1	SI
P28	25	1782.5	1236.1	SI
P29	25	1782.5	1236.1	SI
P30	25	1782.5	1371.8	SI
P31	25	1782.5	1235.7	SI
P32	25	1782.5	1235.4	SI
P33	25	1782.5	1235.4	SI
P34	25	1782.5	1235.4	SI
P35	25	1782.5	1355.2	SI
P36	25	1782.5	1235.0	SI
P37	25	1782.5	1234.5	SI
P38	25	1782.5	1234.5	SI

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0100001	A

PILA [-]	L [m]	F ₀ [kN]	F [kN]	F ₀ > F [-]
P39	25	1782.5	1234.5	SI
P40	25	1782.5	1234.5	SI
P41	25	1782.5	1234.5	SI
P42	25	1782.5	1234.5	SI
P43	25	1782.5	1234.5	SI
P44	25	1782.5	1234.5	SI
P45	25	1782.5	1234.5	SI
P46	25	1782.5	1234.5	SI
P47	25	1782.5	1234.5	SI
P48	25	1782.5	1234.5	SI
P49	25	1782.5	1234.5	SI
P50	25	1782.5	1644.8	SI
P51	40	2255.0	2637.3	NO
P52	25	1782.5	1419.1	SI
P53	40	2255.0	2627.6	NO
P54	25	1782.5	1420.5	SI
P55	25	1782.5	1232.3	SI
P56	25	1782.5	1232.3	SI
P57	25	1782.5	1232.3	SI
P58	25	1782.5	1232.3	SI
P59	25	1782.5	1232.6	SI
P60	22	1568.6	1162.9	SI
P61	25	1782.5	1232.6	SI
P62	25	1782.5	1232.3	SI
P63	25	1782.5	1232.3	SI
P64	25	1782.5	1232.3	SI
P65	25	1782.5	1321.4	SI
P66	25	1782.5	1231.7	SI
P67	25	1782.5	1231.0	SI
P68	25	1782.5	1231.0	SI
P69	25	1782.5	1231.0	SI
P70	25	1782.5	1313.2	SI
P71	25	1782.5	1231.0	SI
P72	25	1782.5	1313.2	SI
P73	25	1782.5	1231.0	SI
P74	25	1782.5	1231.0	SI
P75	25	1782.5	1231.0	SI
P76	25	1782.5	1231.0	SI
P77	25	1782.5	1231.0	SI

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0100001	A

PILA [-]	L [m]	F ₀ [kN]	F [kN]	F ₀ > F [-]
P78	25	1782.5	1231.0	SI
P79	25	1782.5	1231.0	SI
P80	25	1782.5	1231.0	SI
P81	25	1782.5	1231.0	SI
P82	25	1782.5	1231.0	SI
P83	25	1782.5	1231.0	SI
P84	25	1782.5	1231.0	SI
P85	25	1782.5	1231.7	SI
P86	25	1782.5	1321.4	SI
P87	25	1782.5	1232.3	SI
P88	25	1782.5	1232.3	SI
P89	25	1782.5	1287.9	SI
P90	75	3480.0	-	-
SB				

Tabella 4 – 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 P3 (campata da 40m)
- Pila P15 (campata da 25m)
- Pila P16 (campata da 40m)
- Pila P18 (campata da 22m)
- Pila P51 (campata da 40m)
- Pila P53 (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. Inoltre il taglio longitudinale per combinazione sismica è predominante.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica E12CLVI0100001</p>	<p>A</p>

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 α è stato eseguito in accordo con quanto indicato nel Manuale di progettazione RFI, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

5.2.1 Spalla SA

DATI DI INPUT			
Calcestruzzo delle spalle			
E_c	[kN/m ²]	3.33E+07	Modulo elastico del calcestruzzo
Caratteristiche del binario			
A_b	[m ²]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)
E_b	[kN/m ²]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie
β	[kN] ^{0.5}	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	[-]	91	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			
k _{vf}	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza del rilevato (infinita)
k _{vm}	[kN/m/m]	304738	Rigidezza dalla pila adiacente alla spalla lato mobile
k _{vp}	[kN/m/m]	286453	Rigidezza 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]	294.9	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71
F_{hs}	[kN]	214.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2
F_{hs}	[kN]	275.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
F_{hs}	[kN]	350.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
F_{vs}	[kN]	137.0	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello LM71
F_{vs}	[kN]	205.4	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello SW2

AZIONI COMBinate			
F_{N_MF}	[kN]	1107.9	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P1_MF}	[kN]	1251.3	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P2_MF}	[kN]	1095.9	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{N_FM}	[kN]	833.9	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				A

F_{P1_FM}	[kN]	908.9	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P2_FM}	[kN]	753.5	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{max}	[kN]	1251.3	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
ΔT	[°C]	15	Variazione termica uniforme dell'impalcato
α_{ts1}	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
α_{ts2}	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, k_{vs} del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
α_{ts3}	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
F_{ts}	[kN]	440.0	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)
α_{hs1}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata e del tipo di posa (posa su ballast)
α_{hs2}	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, k_{vs} del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
α_{hs3}	[-]	1.00	Coeff. funzione del valore medio della rigidità, per unità di lunghezza della campata, k_{vp} del vincolo fornito dalle due pile successive
α_{hs4}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
α_{hs5}	[-]	0.65	Coeff. funzione del tipo di posa (posa su ballast)
F_{hs}	[kN]	294.9	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)
α_{hs1}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata e del tipo di posa (posa su ballast)
α_{hs2}	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, k_{vs} del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
α_{hs3}	[-]	0.80	Coeff. funzione del valore medio della rigidità, per unità di lunghezza della campata, k_{vp} del vincolo fornito dalle due pile successive
α_{hs4}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
α_{hs5}	[-]	0.65	Coeff. funzione del tipo di posa (posa su ballast)
F_{hs}	[kN]	214.5	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)
α_{hs1}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata e del tipo di posa (posa su ballast)
α_{hs2}	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità, per unità di lunghezza della campata, k_{vs} del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
α_{hs3}	[-]	1.00	Coeff. funzione del valore medio della rigidità, per unità di lunghezza della campata, k_{vp} del vincolo fornito dalle due pile successive
α_{hs4}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				A

F_{hs} [kN] **275.0** 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 ($L_Q=L$)
α_{hs1}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata e del tipo di posa (posa su ballast)
α_{hs2}	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, k_{vs} del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
α_{hs3}	[-]	0.80	Coeff. funzione del valore medio della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, k_{vp} del vincolo fornito dalle due pile successive
α_{hs4}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
F_{hs}	[kN]	350.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71

Θ	[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)
δ_{y10}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	304738	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
δ_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
δ_{yf}	[mm]	2.00	$\delta_{y10} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.20	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.20	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{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]	137.0	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello LM71

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2

Θ	[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)
δ_{y10}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	304738	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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0100001	A

q_m	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio mobile
δ_0	[mm]	0.34	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
δ_{yf}	[mm]	2.00	$\delta_{y10} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.20	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.20	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{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]	205.4	Reazione del vincolo fisso associata all'inflexione indotta dal carico verticale del modello SW/2

5.2.1 Pila P3

DATI DI INPUT			
Calcestruzzo delle pile			
E_c	[kN/m ²]	3.33E+07	Modulo elastico del calcestruzzo
Caratteristiche del binario			
A_b	[m ²]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)
E_b	[kN/m ²]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie
β	[kN] ^{0.5}	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	[-]	91	Numero di campate
L_{medio}	[kN/m/m]	26.11	Lunghezza media delle campate del viadotto
Caratteristiche della pila in esame			
PILA	[-]	P3	Pila in esame
H_p	[m]	5.50	Altezza della pila
J_p	[m ⁴]	22.30	Inerzia longitudinale della pila
L	[m]	40.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame
var. L_{medio}	[%]	53.2	Variazione % della lunghezza della campata in esame, rispetto alla lunghezza media delle campate (se >20%, campata anomala)
K	[kN/m]	13408455	Rigidità della pila
k_{vp}	[kN/m/m]	167606	Rigidità 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 rigidità della pila e la media tra le rigidità delle pile intermedie
k_{vp}/k_{vp}^{**}	[-]	-	Se pila intermedia più rigida: rapporto tra la rigidità della pila e il valore minimo tra le rigidità delle pile adiacenti
k_{vf}	[kN/m/m]	268169	Rigidità per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	356933	Rigidità per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile

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

F_{tp}	[kN]	704.0	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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0100001	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]	328.8	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata ad avviamento
$F_{vp_LM71_FREN(+)}$	[kN]	328.8	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da mobile a fisso
$F_{vp_LM71_FREN(-)}$	[kN]	328.8	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
$F_{vp_SW/2_AVV}$	[kN]	380.6	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata ad avviamento
$F_{vp_SW/2_FREN(+)}$	[kN]	380.6	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da mobile a fisso
$F_{vp_SW/2_FREN(-)}$	[kN]	380.6	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

AZIONI COMBinate

F_{N_MF}	[kN]	2546.7	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P1_MF}	[kN]	2642.5	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P2_MF}	[kN]	2545.1	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{N_FM}	[kN]	1889.1	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P1_FM}	[kN]	1933.1	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P2_FM}	[kN]	1835.7	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{max}	[kN]	2642.5	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
α_{t1}	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
α_{t2}	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
α_{t3}	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	1.00	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
F_{tp}	[kN]	704.0	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)
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
α_{hp4}	[-]	0.53	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	586.7	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)
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
α_{hp4}	[-]	0.53	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	533.3	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0100001	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)
α_{hp1}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	880.0	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 ($L_Q=L$)
α_{hp1}	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	924.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71

Θ	[rad]	0.000839623	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)
δ_{yf0}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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]	268169	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	356933	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
δ_0	[mm]	0.92	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
δ_{yf}	[mm]	2.22	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.17	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_r	[mm]	2.22	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	Coeff. funzione della rigidità per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso (k_{vs})
$F_{vp_Fren(+)}$	[kN]	328.8	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp_Fren(-)}$	[kN]	328.8	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	328.8	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2

Θ	[rad]	0.000971698	Rotazione di estremità dell'impalcato sotto l'azione del treno di calcolo SW/2, senza tener conto del binario nell'analisi
----------	-------	-------------	--

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				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)
δ_{yf0}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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]	268169	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	356933	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
<hr/>			
δ_0	[mm]	1.07	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
δ_{yf}	[mm]	2.22	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.17	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.22	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	Coeff. funzione della rigidezza per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso (k_{vs})
$F_{vp_Fren(+)}$	[kN]	380.6	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp_Fren(-)}$	[kN]	380.6	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	380.6	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento

5.2.2 Pila P15

DATI DI INPUT

Calcestruzzo delle pile

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

Caratteristiche del binario

A_b	[m ²]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)
E_b	[kN/m ²]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie
β	[kN] ^{0.5}	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	[-]	91	Numero di campate
L_{medio}	[kN/m/m]	26.11	Lunghezza media delle campate del viadotto

Caratteristiche della pila in esame

PILA	[-]	P15	Pila in esame
H_p	[m]	4.00	Altezza della pila
J_p	[m ⁴]	22.30	Inerzia longitudinale della pila
L	[m]	25.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame
var. L_{medio}	[%]	-4.3	Variation % della lunghezza della campata in esame, rispetto alla lunghezza media delle campate (se >20%, campata anomala)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E2CLVI0100001	A

K	[kN/m]	34856744	Rigidezza della pila
k_{vp}	[kN/m/m]	697135	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}''	[-]	8.575	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]	697135	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	81299	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile

TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO DELLA PILA P15

F_{tp}	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme
$F_{hp_a_LM71}$	[kN]	726.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71
$F_{hp_a_SW/2}$	[kN]	536.3	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]	1137.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
$F_{vp_LM71_AVV}$	[kN]	77.1	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]	-176.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
$F_{vp_SW/2_AVV}$	[kN]	115.7	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]	-227.5	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

AZIONI COMBinate

F_{N_MF}	[kN]	1683.1	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P1_MF}	[kN]	1940.6	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P2_MF}	[kN]	1531.9	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{N_FM}	[kN]	1606.0	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P1_FM}	[kN]	1863.5	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P2_FM}	[kN]	1416.3	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{max}	[kN]	1940.6	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
α_{t1}	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
α_{t2}	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
α_{t3}	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	0.00	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
F_{tp}	[kN]	0.0	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 ($\alpha=1.1$)
------------	--------	------	---

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0100001	A

L_Q	[m]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ($F_{max} = 1000$ kN)
α_{hp3}	[-]	1.60	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c'')
α_{hp4}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	726.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71

AZIONE DI AVVIAMENTO - MODELLO DI CARICO SW/2

$q_{lb,k}$	[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)
α_{hp3}	[-]	1.30	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c'')
α_{hp4}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	536.3	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)
α_{hp1}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidezza molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.60	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	880.0	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 ($L_Q=L$)
α_{hp1}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidezza molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.30	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	1137.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71

Θ	[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)
δ_{y10}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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]	697135	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	81299	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
δ_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
δ_{yf}	[mm]	2.09	$\delta_{y10} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.74	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0100001</td> <td>A</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0100001	A
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0100001	A						

δ_f	[mm]	2.09	$\max(\delta_o, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.74	$\max(\delta_o, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	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]	-176.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	77.1	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2

Θ	[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)
δ_{yfo}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{ymo}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
k_{vf}	[kN/m/m]	697135	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	81299	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
δ_o	[mm]	0.34	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
δ_{yf}	[mm]	2.09	$\delta_{yfo} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.74	$\delta_{ymo} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.09	$\max(\delta_o, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.74	$\max(\delta_o, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	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]	-227.5	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	115.7	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento

5.2.3 Pila P18

DATI DI INPUT

Calcestruzzo delle pile			
E_c	[kN/m ²]	3.33E+07	Modulo elastico del calcestruzzo
Caratteristiche del binario			
A_b	[m ²]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)
E_b	[kN/m ²]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie
β	[kN] ^{0.5}	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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				A

n° camp	[-]	91	Numero di campate
L _{medio}	[kN/m/m]	26.11	Lunghezza media delle campate del viadotto

Caratteristiche della pila in esame

PILA	[-]	P18	Pila in esame
H _p	[m]	4.00	Altezza della pila
J _p	[m ⁴]	22.30	Inerzia longitudinale della pila
L	[m]	22.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame
var. L _{medio}	[%]	-15.7	Variazione % della lunghezza della campata in esame, rispetto alla lunghezza media delle campate (se >20%, campata anomala)
K	[kN/m]	34856744	Rigidezza della pila
k _{vp}	[kN/m/m]	792199	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''}	[-]	6.090	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]	130078	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 P18

F _{tp}	[kN]	0.0	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme
F _{hp_a_LM71}	[kN]	638.9	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71
F _{hp_a_SW/2}	[kN]	471.9	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2
F _{hp_b_LM71}	[kN]	774.4	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
F _{hp_b_SW/2}	[kN]	1001.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
F _{vp_LM71_AVV}	[kN]	147.8	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]	-154.9	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
F _{vp_SW/2_AVV}	[kN]	166.1	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]	-200.2	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

AZIONI COMBinate

F _{N_MF}	[kN]	1561.1	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F _{P1_MF}	[kN]	1787.7	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F _{P2_MF}	[kN]	1412.4	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F _{N_FM}	[kN]	1413.3	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F _{P1_FM}	[kN]	1639.9	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F _{P2_FM}	[kN]	1246.3	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{max}	[kN]	1787.7	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
α _{t1}	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0100001	A

α_2	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
α_3	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	0.00	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
F_{tp}	[kN]	0.0	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)
α_{hp3}	[-]	1.60	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c')
α_{hp4}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	638.9	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)
α_{hp3}	[-]	1.30	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c')
α_{hp4}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	471.9	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)
α_{hp1}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidezza molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.60	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	774.4	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 ($L_Q=L$)
α_{hp1}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidezza molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.30	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidezza molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	1001.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71

Θ	[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)
δ_{yfo}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{ym0}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				A

k_{vf}	[kN/m/m]	130078	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	489620	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
δ_0	[mm]	0.42	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
δ_{yf}	[mm]	2.46	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.12	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.46	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.12	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	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]	-154.9	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	147.8	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2

θ	[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)
δ_{yf0}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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]	130078	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	489620	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
δ_0	[mm]	0.48	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
δ_{yf}	[mm]	2.46	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.12	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.46	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.12	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	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]	-200.2	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE

5.2.4 Pila P40

DATI DI INPUT

Calcestruzzo delle pile

E_c [kN/m²] 3.33E+07 Modulo elastico del calcestruzzo

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0100001	A

Caratteristiche del binario

A_b	[m ²]	0.0153	Area del binario (2 rotaie)
E_b	[kN/m ²]	2.10E+08	Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie
β	[kN] ^{0.5}	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	[-]	91	Numero di campate
L_{medio}	[kN/m/m]	26.11	Lunghezza media delle campate del viadotto

Caratteristiche della pila in esame

PILA	[-]	P41	Pila in esame
H_p	[m]	5.00	Altezza della pila
J_p	[m ⁴]	22.30	Inerzia longitudinale della pila
L	[m]	25.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame
var. L_{medio}	[%]	-4.3	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
$k_{vp}/k_{vp,med}^*$	[-]	-	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]	356933	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile

TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO DELLA PILA P41

F_{fp}	[kN]	0.0	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]	550.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
$F_{hp_b_SW/2}$	[kN]	700.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
$F_{vp_LM71_AVV}$	[kN]	80.8	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]	-110.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
$F_{vp_SW/2_AVV}$	[kN]	121.2	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]	-140.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

AZIONI COMBinate

F_{N_MF}	[kN]	1084.5	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P1_MF}	[kN]	1234.5	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P2_MF}	[kN]	1083.7	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{N_FM}	[kN]	1003.8	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P1_FM}	[kN]	1153.8	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				A

F_{P2_FM}	[kN]	962.5	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{max}	[kN]	1234.5	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
α_1	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
α_2	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
α_3	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	0.00	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
F_{fp}	[kN]	0.0	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)
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
α_{hp4}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	453.8	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)
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
α_{hp4}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	412.5	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)
α_{hp1}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	550.0	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 ($L_Q=L$)
α_{hp1}	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	700.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0100001	A

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71

Θ	[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)
δ_{yf0}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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]	356933	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	356933	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
δ_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
δ_{yf}	[mm]	2.17	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.17	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	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]	-110.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	80.8	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2

Θ	[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)
δ_{yf0}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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]	356933	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	356933	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
δ_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
δ_{yf}	[mm]	2.17	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.17	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				A

$F_{vp_Fren(-)}$	[kN]	-140.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	121.2	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento

5.2.5 Pila P89

DATI DI INPUT

Calcestruzzo delle pile

E_c [kN/m²] 3.33E+07 Modulo elastico del calcestruzzo

Caratteristiche del binario

A_b [m²] 0.0153 Area del binario (2 rotaie)

E_b [kN/m²] 2.10E+08 Modulo elastico dell'acciaio delle rotaie

β [kN]^{0.5} 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 [-] 91 Numero di campate

L_{medio} [kN/m/m] 26.11 Lunghezza media delle campate del viadotto

Caratteristiche della pila in esame

PILA [-] **P89** Pila in esame

H_p [m] 6.00 Altezza della pila

J_p [m⁴] 22.30 Inerzia longitudinale della pila

L [m] 25.00 Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame

var. L_{medio} [%] -4.3 Variazione % della lunghezza della campata in esame, rispetto alla lunghezza media delle campate (se >20%, campata anomala)

K [kN/m] 10327924 Rigidezza della pila

k_{vp} [kN/m/m] 206558 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}'' [-] - 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] 206558 Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo fisso

k_{vm} [kN/m/m] 1000000000
0 Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile

TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO DELLA PILA P89

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]	550.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
$F_{hp_b_SW/2}$	[kN]	700.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
$F_{vp_LM71_AVV}$	[kN]	81.3	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]	-110.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
$F_{vp_SW/2_AVV}$	[kN]	122.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata ad avviamento

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
				A

$F_{vp_SW/2_FREN(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da mobile a fisso
$F_{vp_SW/2_FREN(-)}$	[kN]	-140.0	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

AZIONI COMBinate

F_{N_MF}	[kN]	1137.9	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P1_MF}	[kN]	1287.9	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P2_MF}	[kN]	1137.3	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{N_FM}	[kN]	1056.6	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P1_FM}	[kN]	1206.6	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P2_FM}	[kN]	1015.3	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{max}	[kN]	1287.9	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
α_1	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
α_2	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidità del vincolo fisso della spalla (o della pila in esame in caso di campata anomala)
α_3	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
coeff.	[-]	0.20	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
F_{tp}	[kN]	88.0	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)
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
α_{hp4}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	453.8	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)
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c'')
α_{hp4}	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
F_{hp}	[kN]	412.5	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)
α_{hp1}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0100001
		A		

α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	550.0	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 ($L_Q=L$)
α_{hp1}	[-]	0.80	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera ($\alpha_{hp1} = \alpha_{hp5}$)
α_{hp2}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile terminali con rigidità molto maggiore (condizione c')
α_{hp3}	[-]	1.00	Coeff. correttivo per pile intermedie con rigidità molto maggiore (condizione c')
F_{hp}	[kN]	700.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71

Θ	[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)
δ_{yfo}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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]	206558	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	1000000000 0	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
δ_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
δ_{yf}	[mm]	2.29	$\delta_{yfo} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.00	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.29	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	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]	-110.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	81.3	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea all'azione di avviamento

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2

Θ	[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)
δ_{yfo}	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
δ_{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]	206558	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	1000000000 0	Rigidità long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0100001</p>	<p>A</p>

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
δ_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
δ_{yf}	[mm]	2.29	$\delta_{y10} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.00	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.29	$\max (\delta_0 , \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.00	$\max (\delta_0 , \delta_{ym})$
α_{vp1}	[-]	0.60	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]	-140.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
F_{vp_Avv}	[kN]	122.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento