

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 GRENA DAL km 18+841,81 AL km 18+913,81**

**GENERALE**

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

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due			
	ing. Paolo Carmona			
Data:	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	1	8	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	Ott.21	M. Proietti	Ott.21	G. Grimaldi	Ott.21	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLV11800001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11800001	A

## 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.....	10
5.2	Risultati delle analisi in forma estesa.....	11
5.2.1	Spalla SA.....	11
5.2.1	Pila P1.....	14
5.2.2	Pila P2.....	17

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV11800001	A

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione sono le analisi di interazione binario-struttura del **Viadotto Grena (VI18)**, a doppio binario, che si estende dal **km 18+841.809 al km 18+913.809**. 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.

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

Il viadotto è costituito da:

- 2 campate in CAP con luce 25m;
- 1 campata con struttura a travi incorporate con luce 22m.

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11800001	A

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- [1] *RFIDTCSIPSMAIFS001 - 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 E12CLVI1800001	A

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per le caratteristiche dei materiali dell'opera in esame si rimanda all'elaborato IN1710E12TTVI000000 "tabella materiali".

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11800001	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:*

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1800001 A

- 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 rigidzze 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 EI2CLVI1800001 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 **5.00m** per l'impalcato in C.A.P.



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]	5.00	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]	1.80E+07	Rigidezza della pila: $3 E J / L^3$
kvp	[kN/m/m]	359542	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			
q <sub>lb,k</sub>	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza per treno LM71
Q <sub>lb,k</sub>	[kN]	550	Forza di frenatura per treno LM71
δ	[mm]	0.06	Spost. longitudinale testa-pila dovuto all'azione di frenatura
δ max	[mm]	5.00	Massimo spostamento 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	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1800001	A

## 5 RISULTATI DELLE ANALISI

Nel presente capitolo si illustrano i risultati ottenuti dalle analisi di interazione binario-struttura del viadotto **VI18**.

Di seguito si riportano le rigidezze 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";

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

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

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

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

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

VALORI MEDI DELLE RIGIDEZZE DEI VINCOLI FISSI DELLE PILE		
$k_{vp,med}$	[kN/m/m]	381269
$k_{vp,med}^*$ (escluse pile terminali)	[kN/m/m]	-

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

PILA	H	J	L	$k_{vp}$	$k_{vp}/k_{vp,med}^*$	$k_{vp}''$	$k_{vp}'/k_{vp}''$	$k_{vf}$	$k_{vm}$
[ - ]	[m]	[m <sup>4</sup> ]	[m]	[kN/m/m]	[ - ]	[kN/m/m]	[ - ]	[kN/m/m]	[kN/m/m]
SA			25	10000000000					405606
P1	5.00	22.3	22	405606	-	-	1.14	10000000000	356933
P2	5.00	22.3	25	356933	-	-	-	405606	10000000000
SB				10000000000					

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1800001	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 "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.

PILA	L	F <sub>0</sub>	F	F <sub>0</sub> > F
[-]	[m]	[kN]	[kN]	[-]
SA	25	1782.5	1188.7	SI
P1	22	1568.6	1178.0	SI
P2	25	1782.5	1298.2	SI

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 minori rispetto ad un'analisi senza binario.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1800001	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, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

### 5.2.1 Spalla 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	[-]	3	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 <sub>vf</sub>	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza del rilevato (infinita)
k <sub>vm</sub>	[kN/m/m]	405606	Rigidezza dalla pila adiacente alla spalla lato mobile
k <sub>vp</sub>	[kN/m/m]	381269	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]	265.4	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71
$F_{hs}$	[kN]	193.1	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2
$F_{hs}$	[kN]	247.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
$F_{hs}$	[kN]	315.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
$F_{vs}$	[kN]	137.7	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello LM71
$F_{vs}$	[kN]	206.6	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello SW2

AZIONI COMBinate			
$F_{N\_MF}$	[kN]	1052.4	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P1\_MF}$	[kN]	1188.7	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P2\_MF}$	[kN]	1048.9	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{N\_FM}$	[kN]	776.9	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1800001
				A


$F_{P1\_FM}$	[kN]	844.4	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P2\_FM}$	[kN]	704.6	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>1188.7</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	Variatione termica uniforme dell'impalcato
$\alpha_{ts1}$	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
$\alpha_{ts2}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza, 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 rigidezza, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{hs3}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del valore medio della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, $k_{vp}$ del vincolo fornito dalle due pile successive
$\alpha_{hs4}$	[-]	0.90	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>265.4</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 rigidezza, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{hs3}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del valore medio della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, $k_{vp}$ del vincolo fornito dalle due pile successive
$\alpha_{hs4}$	[-]	0.90	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>193.1</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 rigidezza, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{hs3}$	[-]	1.00	Coeff. funzione del valore medio della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, $k_{vp}$ del vincolo fornito dalle due pile successive
$\alpha_{hs4}$	[-]	0.90	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1800001	A

**F<sub>hs</sub>** [kN] **247.5** Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71

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

q <sub>lb,k</sub>	[kN/m]	35	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
L <sub>Q</sub>	[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 rigidezza, per unità di lunghezza della campata, k <sub>vs</sub> del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
$\alpha_{hs3}$	[-]	0.80	Coeff. funzione del valore medio della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, k <sub>vp</sub> del vincolo fornito dalle due pile successive
$\alpha_{hs4}$	[-]	0.90	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
<b>F<sub>hs</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>315.0</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)
$\delta_{yf0}$	[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 <sub>vf</sub>	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k <sub>vm</sub>	[kN/m/m]	405606	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
q <sub>f</sub>	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
q <sub>m</sub>	[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]	2.00	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.15	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.15	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, k <sub>vs</sub> del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
<b>F<sub>vs</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>137.7</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)
$\delta_{yf0}$	[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 <sub>vf</sub>	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k <sub>vm</sub>	[kN/m/m]	405606	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
q <sub>f</sub>	[kN/m]	60	Resistenza del ballast per unità di lunghezza nella tratta adiacente alla campata in esame lato appoggio fisso
q <sub>m</sub>	[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

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV11800001
				A

$\delta_{yf}$	[mm]	2.00	$\delta_{yfo} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.15	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.00	$\max(\delta_o, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.15	$\max(\delta_o, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, $k_{vs}$ del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
<b>F<sub>vs</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>206.6</b>	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello SW/2

## 5.2.1 Pila 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	[-]	3	Numero di campate
$L_{medio}$	[kN/m/m]	24.00	Lunghezza media delle campate del viadotto

#### Caratteristiche della pila in esame

PILA	[-]	P1	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]	22.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla pila in esame
var. $L_{medio}$	[%]	-8.3	Variation % 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]	405606	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
$k_{vp}'/k_{vp}''$	[-]	1.136	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]	10000000000	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 P1

$F_{tp}$	[kN]	77.4	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]	435.6	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
$F_{hp\_b\_SW/2}$	[kN]	577.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
$F_{vp\_LM71\_AVV}$	[kN]	154.8	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata ad avviamento

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1800001
				A

$F_{vp\_LM71\_FREN(+)}$	[kN]	0.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da mobile a fisso
$F_{vp\_LM71\_FREN(-)}$	[kN]	-87.1	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
$F_{vp\_SW/2\_AVV}$	[kN]	174.0	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]	-115.5	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

#### AZIONI COMBinate

$F_{N\_MF}$	[kN]	1036.1	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P1\_MF}$	[kN]	1178.0	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{P2\_MF}$	[kN]	1019.0	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
$F_{N\_FM}$	[kN]	881.4	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P1\_FM}$	[kN]	1023.3	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
$F_{P2\_FM}$	[kN]	845.1	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>1178.0</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.	[-]	0.20	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
<b><math>F_{tp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>77.4</b>	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme, caso di appoggio fisso su spalla

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

$q_{ia,k}$	[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'')
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
<b><math>F_{hp}</math></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

$q_{ia,k}$	[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 rigidezza molto maggiore (condizione c'')
$\alpha_{hp4}$	[-]	0.50	Coeff. funzione della luce della campata
<b><math>F_{hp}</math></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

$q_{ib,k}$	[kN/m]	22	Forza di frenatura per unità di lunghezza associata al modello LM71 ( $\alpha=1.1$ )
------------	--------	----	--

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1800001
				A

$L_Q$	[m]	22.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $F_{max} = 6000$ kN)
$\alpha_{hp1}$	[-]	0.90	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><math>F_{hp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>435.6</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 ( $L_Q=L$ )
$\alpha_{hp1}$	[-]	0.75	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><math>F_{hp}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>577.5</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)
$\delta_{yf0}$	[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]	10000000000	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
$\delta_0$	[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
$\delta_{vf}$	[mm]	2.00	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.17	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{vf})$
$\delta_m$	[mm]	2.17	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.60	Coeff. funzione della rigidità per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
<b><math>F_{vp\_Fren(+)}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>0.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
<b><math>F_{vp\_Fren(-)}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>-87.1</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
<b><math>F_{vp\_Avv}</math></b>	<b>[kN]</b>	<b>154.8</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]	0.001512687	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





<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1800001
				A

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
$\delta_{ymo}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	10000000000	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
$\delta_o$	[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
$\delta_{yf}$	[mm]	2.00	$\delta_{yfo} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.17	$\delta_{ymo} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.00	$\max(\delta_o, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.17	$\max(\delta_o, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	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]	-115.5	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	174.0	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento

## 5.2.2 Pila P2

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	[-]	3	Numero di campate
$L_{medio}$	[kN/m/m]	24.00	Lunghezza media delle campate del viadotto
Caratteristiche della pila in esame			
PILA	[-]	P2	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

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1800001	A

var. L <sub>medio</sub>	[%]	4.2	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 <sub>vp</sub>	[kN/m/m]	356933	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> "	[ - ]	-	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]	405606	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo fisso
k <sub>vm</sub>	[kN/m/m]	10000000000	Rigidezza per unità di lunghezza della pila adiacente lato vincolo mobile

**TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO DELLA PILA P2**

F <sub>tp</sub>	[kN]	176.0	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme
F <sub>hp_a_LM71</sub>	[kN]	453.8	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71
F <sub>hp_a_SW/2</sub>	[kN]	412.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico SW/2
F <sub>hp_b_LM71</sub>	[kN]	495.0	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico LM71
F <sub>hp_b_SW/2</sub>	[kN]	656.3	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2
F <sub>vp_LM71_AVV</sub>	[kN]	82.6	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]	-99.0	Reazione del vincolo per carico verticale LM71 associata a frenatura da fisso a mobile
F <sub>vp_SW/2_AVV</sub>	[kN]	123.9	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]	-131.3	Reazione del vincolo per carico verticale SW/2 associata a frenatura da fisso a mobile

**AZIONI COMBinate**

F <sub>N_MF</sub>	[kN]	1137.0	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F <sub>P1_MF</sub>	[kN]	1298.2	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F <sub>P2_MF</sub>	[kN]	1137.0	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F <sub>N_FM</sub>	[kN]	1054.4	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F <sub>P1_FM</sub>	[kN]	1215.6	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F <sub>P2_FM</sub>	[kN]	1013.1	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>1298.2</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
α <sub>t1</sub>	[ - ]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1800001	A

$\alpha_{t2}$	[-]	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.	[-]	0.40	Coefficiente correttivo per pile intermedie o per pile terminali
<b>F<sub>tp</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>176.0</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>F<sub>hp</sub></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>F<sub>hp</sub></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)
$\alpha_{hp1}$	[-]	0.90	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>495.0</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]	25.0	Lunghezza sulla quale è applicata l'azione di avviamento ( $L_Q=L$ )
$\alpha_{hp1}$	[-]	0.75	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>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1800001	A



**F<sub>hp</sub>**      **[kN]**                      **656.3**      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)
$\delta_{yfo}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ymo}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	405606	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	10000000000	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]	0.23	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]	2.15	$\delta_{yfo} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.00	$\delta_{ymo} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.15	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	0.60	Coeff. funzione della rigidezza per unità di lunghezza (L) del vincolo fisso ( $k_{vs}$ )
<b>F<sub>vp_Fren(+)</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>0.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
<b>F<sub>vp_Fren(-)</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>-99.0</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale LM71, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
<b>F<sub>vp_Avv</sub></b>	<b>[kN]</b>	<b>82.6</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]	0.0003921	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)
$\delta_{yfo}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$\delta_{ymo}$	[mm]	2.00	Spostamento al limite elastico del binario della parte limitrofa alla campata in esame lato appoggio mobile
$k_{vf}$	[kN/m/m]	405606	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
$k_{vm}$	[kN/m/m]	10000000000	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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1800001	A

$\delta_0$	[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
$\delta_{yf}$	[mm]	2.15	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
$\delta_{ym}$	[mm]	2.00	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
$\delta_f$	[mm]	2.15	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
$\delta_m$	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
$\alpha_{vp1}$	[-]	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 SW/2, contemporanea alla frenatura agente da MOBILE a FISSO
$F_{vp\_Fren(-)}$	[kN]	<b>-131.3</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea alla frenatura agente da FISSO a MOBILE
$F_{vp\_Avv}$	[kN]	<b>123.9</b>	Reazione del vincolo fisso associata al carico verticale SW/2, contemporanea all'azione di avviamento