

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

PONTE SUL CANALE DUGALE DAL km 12+306,65 AL km 12+331.65



GENERALE

Relazione interazione treno binario struttura


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	C	L	V	I	0	3	0	0	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI 	

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: IN1712E12CLV10300001A
		Cod. origine:





Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0300001	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 estesa.....	9
5.2	Conclusioni	12

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0300001	A

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione sono le analisi di interazione binario-struttura del **Ponte sul canale Dugale (VI03)**, a doppio binario, che si estende dal **km 12+305.58 al km 12+330.58**. 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 una campata unica di luce pari a 25m (impalcato in C.A.P). Le spalle sono in calcestruzzo armato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0300001	A



2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0300001	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 E12CLVI0300001	A

4 APPLICABILITÀ DEL METODO SEMPLIFICATO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0300001</p>	<p>A</p>

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

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

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

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

h) La 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0300001	A

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

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

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



Le condizioni dalla a) alla d) si ritengono soddisfatte poiché il viadotto è costituita da una singola campata.

La condizioni h) si ritiene soddisfatta vista l'elevata rigidezza della spalla.

La verifica richiesta per il soddisfacimento della condizione “i” è riportata nella relazione di calcolo relativa all'impalcato IN1710E12CLVI0005002.

Le restanti condizioni e), f) e g) si ritengono soddisfatte per ovvie ragioni.

Il metodo semplificato risulta applicabile in tale circostanza.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0300001	A

5 RISULTATI DELLE ANALISI

Nel presente capitolo si illustrano i risultati ottenuti dalle analisi di interazione binario-struttura del viadotto **VI03**.

5.1 Risultati delle analisi in forma estesa

Si riportano i calcoli in forma estesa delle massime azioni agenti sulla spalla lato fisso.

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.

Per la spalla e per i rilevati sono state assunte rigidzze "infinite".

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	[-]	1	Numero di campate	
Caratteristiche della spalla in esame				
SPALLA	[-]	SA	Spalla in esame	
L	[m]	25.00	Luce della campata con appoggio fisso sulla spalla	
k vs	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza del vincolo fisso associato alla spalla	
Rigidezza dei vincoli fissi adiacenti				
kvf	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza del rilevato (lato fisso)	
kvm	[kN/m/m]	1.00E+15	Rigidezza del rilevato (lato mobile)	
kvp	[kN/m/m]	-	Rigidezza delle due pile subito adiacenti alla spalla	

TABELLA DI RIEPILOGO DELLA AZIONI AGENTI SULL'APPOGGIO FISSO				
F_{ts}	[kN]	550.0	Reazione del vincolo fisso associata alla variazione termica uniforme	
F_{hs}	[kN]	453.8	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di avviamento del modello di carico LM71	
F_{hs}	[kN]	412.5	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]	437.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2	
F_{vs}	[kN]	140.2	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello LM71	

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0300001	A

F_{Vs}	[kN]	210.3	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello SW2
AZIONI COMBinate			
F_{N_MF}	[kN]	1339.1	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P1_MF}	[kN]	1571.7	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{P2_MF}	[kN]	1367.9	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio mobile verso appoggio fisso
F_{N_FM}	[kN]	1058.8	Combinazione 1 (Traffico Normale + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P1_FM}	[kN]	1221.3	Combinazione 2 (Traffico Pesante tipo1 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{P2_FM}	[kN]	1017.5	Combinazione 3 (Traffico Pesante tipo2 + 0.6*Termica). Azione diretta da appoggio fisso verso appoggio mobile
F_{max}	[kN]	1571.7	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_{ts1}	[-]	0.55	Coeff. funzione della variazione di temperatura
α_{ts2}	[-]	1.00	Coeff. funzione della rigidezza, per unità di lunghezza della campata, k_{vs} del vincolo fisso (sistema fondazione-spalla-appoggio)
α_{ts3}	[-]	1.00	Coeff. funzione del numero di campate dell'opera
F_{ts}	[kN]	550.0	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 rigidezza, 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 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
α_{hs5}	[-]	1.00	Coeff. funzione del tipo di posa (posa su ballast)
F_{hs}	[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_{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}	[-]	1.00	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
α_{hs5}	[-]	1.00	Coeff. funzione del tipo di posa (posa su ballast)
F_{hs}	[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			
-----------------------------------------------------	--	--	--

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0300001
				A

$q_{lb,k}$	[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 rigidezza, 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 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]	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}	[-]	1.00	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]	437.5	Reazione del vincolo fisso associata all'azione di frenatura del modello di carico SW/2

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE LM71

Θ	[rad]	0.00026	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]	1.00E+15	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	1.00E+15	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: $0.5 * \Theta * (H-x)$. 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]	2.00	$\delta_{yf0} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.00	$\delta_{ym0} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
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]	140.2	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello LM71

INFLESSIONE DELL'IMPALCATO PER CARICO VERTICALE SW/2

Θ	[rad]	0.00039	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)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0300001	A

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]	1.00E+15	Rigidezza long. per unità di lunghezza della campata limitrofa alla campata in esame lato appoggio fisso
k_{vm}	[kN/m/m]	1.00E+15	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]	0.34	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	$\delta_{yfo} + q_f / k_{vf}$
δ_{ym}	[mm]	2.00	$\delta_{ymo} + q_m / k_{vm}$
δ_f	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{yf})$
δ_m	[mm]	2.00	$\max(\delta_0, \delta_{ym})$
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]	210.3	Reazione del vincolo fisso associata all'inflessione indotta dal carico verticale del modello SW/2

5.2 Conclusioni

L'azione caratteristica agente sul vincolo fisso è stata calcolata come segue:

$$F = 0.6F_{ts} + F_{hs} + F_{vs}$$

dove il pedice "s" sta per 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 spalla in esame. Tale forza è pari a:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0300001	A

$$F_0=1782.5 \text{ kN}$$

La massima azione sulla stessa spalla, ricavata dall'analisi di interazione binario-struttura, è pari a:

$$F=1571.7 \text{ kN}$$

Si conclude quindi che l'analisi di interazione binario-struttura porta in tale circostanza ad azioni sulla spalla minori rispetto ad una analisi senza binario.