

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA**

**COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - SETTINGIANO**

**VELOCIZZAZIONE MEDIANTE RETTIFICHE DI TRACCIATO**

OPERE CIVILI

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELLE OPERE ESISTENTI

SCALA:

-

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

RC0Y 00 R 10 RG OC0000 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S.PAOLONI	Mar. 2021	S.PAOLONI	Mar. 2021	I D'Amore	Mar. 2021	L.Berardi Mar. 2021

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	2 di 44

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2. DOCUMENTI REFERENZIATI</b> .....	<b>6</b>
<b>3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>7</b>
<b>4. OPERE OGGETTO DI ANALISI</b> .....	<b>8</b>
<b>5. PONTI AD ARCO IN MURATURA</b> .....	<b>11</b>
5.1 PONTICELLO ALLA PK 11+116 .....	12
5.2 PONTE ALLA PK 11+951.....	14
5.3 PONTE ALLA PK 21+410.....	18
<b>6. SOTTOVIA IN C.A. PK 11+594</b> .....	<b>20</b>
6.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	20
6.2 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI ANALISI.....	20
6.3 DESCRIZIONE DEI TRENI .....	21
6.4 METODO DI CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE DINAMICA	22
6.5 DESCRIZIONE DELLE FORME MODALI .....	23
6.6 RISULTATI DELL'ANALISI.....	26
<b>7. PONTE A TRAVI INCORPORATE PK 27+345</b> .....	<b>28</b>
7.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	28
7.2 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI ANALISI.....	28
7.3 DESCRIZIONE DEI TRENI .....	29
7.4 METODO DI CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE DINAMICA	30
7.5 RISULTATI DELL'ANALISI.....	31

<b>8. IMPALCATO A TRAVI GEMELLE PK 27+908 .....</b>	<b>34</b>
8.1 PREMESSA.....	34
8.2 RICOSTRUZIONE DIMENSIONALE DELLE TRAVATURE ESISTENTI .....	35
8.3 ANALISI DEI CARICHI ED INERZIE .....	36
8.4 SMORZAMENTO .....	36
8.5 CALCOLO DELLA FREQUENZA PROPRIA .....	37
8.5.1 I ipotesi: $L_{teorica}=15.6m$ .....	37
8.5.2 II ipotesi: $L_{teorica}=16.5m$ .....	38
8.6 COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE DINAMICA E ACCELERAZIONI.....	38
8.6.1 I ipotesi: $L_{teorica}=15.6m$ .....	38
8.6.2 II ipotesi: $L_{teorica}=16.5m$ .....	41
8.7 RISULTATI DELL'ANALISI.....	43
<b>9. CAVALCAFERROVIA PK 29+121 .....</b>	<b>44</b>

## 1. PREMESSA

Il presente Progetto di Fattibilità Tecnico Economica ha come oggetto la velocizzazione della tratta Lamezia Terme – Settingiano mediante rettifiche di tracciato.

Il collegamento Lamezia Terme – Settingiano ha uno sviluppo complessivo pari a circa 29 km, mentre gli interventi di velocizzazione (oggetto del presente PFTE) sono limitati a tre segmenti compresi tra le progressive chilometriche 10+000 – 13+000, 19+000 - 24+0000 e 27+000 – 29+000.

Nei suddetti segmenti la velocizzazione della tratta è ottenuta o prevedendo varianti plano-altimetriche di tracciato o per mezzo di sole modifiche della sopraelevazione. Nella tabella seguente è indicato, per ogni tratta di intervento, il nome della variante di progetto e il numero della curva della linea storica (LS) interessata dalla variante:

VELOCIZZAZIONE TRAMITE AUMENTO DELLA SOPRAELEVAZIONE				
Tratta di intervento	Nome intervento	Curva LS	Pk LS inizio - fine	Velocità esistente / velocità di progetto (Km/h)
km 10+000 - 13+000	VARIANTE 10	CURVA 7	10+096 - 10+490	80/90
		CURVA8	10+825 - 11+425	
		CURVA9	11+455 – 11+740	
		CURVA 10	12+137 – 12+843	
VELOCIZZAZIONE TRAMITE VARIANTI DI TRACCIATO				
Tratta di intervento	Nome intervento	Curva compresa nell'intervento	Sviluppo intervento (m)	Velocità esistente / velocità di progetto (Km/h)
Km 19+000- 24+000	VARIANTE 5	CURVA 20a e 20b	19+888 - 20+068 / 20+156-20+237	30 / 110-140
	VARIANTE 6	CURVA21	21+922 - 22+201	80 / 140
	VARIANTE 7	CURVE 22, 23 e 24	22+894 - 23+802	80 / 140
Km 27+000- 29+000	VARIANTE 8	CURVA 27	27+139 - 27+291	80 / 140
	VARIANTE 9	CURVE 28 e 29	28+000 - 29+295	80 / 140

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 5 di 44

Gli interventi di velocizzazione operati con le modifiche di tracciato di cui alla tabella precedente hanno compreso la valutazione della sicurezza della linea dal punto di vista idraulico, geotecnico e strutturale anche in tratte esterne a quelle in variante. Nelle tre tratte di progetto sono previsti infatti sia interventi volti ad assicurare la sicurezza della sede ferroviaria rispetto agli incrementi delle sollecitazioni conseguenti alla velocizzazione (rifacimento opere sotto binario) o a fenomeni di dissesto presenti (instabilità versanti / piattaforma cedevole / rischio presenza cavità), sia ad assicurare la compatibilità della linea con riferimento al rischio idraulico esistente.

Il presente documento descrive le analisi effettuate circa la compatibilità strutturale e geometrica delle opere d'arte maggiori (ponti, sottovia e cavalcaferrovia) e delle opere d'arte minori esistenti lungo il tracciato oggetto di velocizzazione, ovvero ricadenti nelle seguenti tratte:

- km 10÷13 tra le stazioni di Nicastro e Feroletto;
- km 19÷24 tra le stazioni di Feroletto e Marcellinara;
- km 27 ÷ 29+310 tra le stazioni di Marcellinara e Settingiano.

Nel presente documento sono state analizzate esclusivamente le opere esistenti per le quali non sia già prevista la demolizione e ricostruzione per insufficienza idraulica.

Oltre alle opere elencate in precedenza, nella presente relazione è analizzato anche il cavalcaferrovia alla pk 29+121.

Il nuovo Ponte Grotte alla pk 18+806 non è incluso nelle analisi della presente relazione in quanto è prevista la demolizione dell'esistente e il rifacimento del ponte a seguito di una richiesta specifica della Committenza.

## 2. DOCUMENTI REFERENZIATI

RIFERIMENTO	ELABORATO	CODIFICA
Ref. 01	Planimetria con individuazione WBS	RC0Y00R10P5IF0001001A
Ref. 02	Corografia di progetto - km10+000 - 13+000	RC0Y00R10C5IF0000001B
Ref. 03	Corografia di progetto - 19+000- 24+000	RC0Y00R10C5IF0000002B
Ref. 04	Corografia di progetto - km 27+000 - 29+000	RC0Y00R10C5IF0000003B
Ref. 05	Profilo - km 8+800-13+150	RC0Y00R10F5IF0000001A
Ref. 06	Profilo - km 19+000-23+300	RC0Y00R10F5IF0000002A
Ref. 07	Profilo km 23+300-27+650	RC0Y00R10F5IF0000003A
Ref. 08	Profilo km 27+650-29+300	RC0Y00R10F5IF0000004A
Ref. 09	Variante 10 - planimetria su cartografia curva 7, 8, 9, 10 e 11 (sola sopraelevazione)	RC0Y00R10P6IF0001001C
Ref. 10	Variante 10 - planimetria su ortofoto curve 7, 8, 9, 10 e 11 (sola sopraelevazione)	RC0Y00R10P6IF0001003B
Ref. 11		
Ref. 12	Variante 5 - CURVE 20a e 20b - Plano-profilo su cartografia	RC0Y00R10L6IF0001009C
Ref. 13	Variante 5 - CURVE 20a e 20b - Plano-profilo su ortofoto	RC0Y00R10L6IF0001010B
Ref. 14	Variante 8 - Plano-profilo su cartografia	RC0Y00R10L6IF0001015C
Ref. 15	Variante 8 - Plano-profilo su ortofoto	RC0Y00R10L6IF0001016B

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 7 di 44

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- a. D.M. 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- b. Circolare 21 gennaio 2019 n.7 " Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018";
- c. Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI – doc. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E del 31/12/2020
- d. Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-7
- e. UIC 777 - 2 R – Structures built over railway lines – Construction requirements in track

#### 4. OPERE OGGETTO DI ANALISI

Nella seguente tabella sono elencate tutte le opere esistenti comprese nelle tre tratte oggetto di velocizzazione, indicando per ciascuna:

- 1) L'idoneità idraulica
- 2) L'idoneità strutturale alla velocizzazione (solamente per le opere giudicate idraulicamente idonee)
- 3) Il riferimento al capitolo della presente relazione in cui sono descritte le analisi che hanno condotto al giudizio di idoneità strutturale ( sono escluse le opere per le quali è necessaria la demolizione e ricostruzione per insufficienza idraulica).

	pk storica	Interferenza	Descrizione opera	GIUDIZIO IDRAULICO	VERIFICA STRUTTURALE	
					GIUDIZIO STRUTTURALE	RIFERIMENTO IN RELAZIONE PER GIUDIZIO STRUTTURALE
PK 10+000 - 13+000	10+136	IN80	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	10+454	IN90	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	IDRAULICAMENTE IDONEA	STRUTTURALMENTE IDONEA	Capitolo 6
	10+602	IN95	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	IDRAULICAMENTE IDONEA	STRUTTURALMENTE IDONEA	Capitolo 6
	10+751	IN100	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	10+891	IN110	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	10+979	IN115	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	11+038	IN116	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	11+116	IN120	Ponticello ad arco in muratura, L=3m	IDRAULICAMENTE IDONEA	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI	Capitolo 6
	11+247	IN130	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	11+587	IN135	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	11+594	IN136	Sottovia in c.a., L=8m	IDRAULICAMENTE IDONEA	STRUTTURALMENTE IDONEA	Capitolo 7
	11+951	IN140	Sottovia ad arco in muratura, L=8m	IDRAULICAMENTE IDONEA	STRUTTURALMENTE IDONEA	Capitolo 6

Relazione tecnico descrittiva delle opere  
esistenti

PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 9 di 44
------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	-------------------

	12+579	IN150	Ponticello ad arco in muratura, L=3m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
PK 19+000 - 24+000	19+942	IN240	Ponte ad arco in muratura, L=5m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	20+112	IN250	Impalcato a travatura metallica	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	20+528	IN255	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	20+658	IN260	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	20+730	IN265	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	20+791	IN270	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	20+962	IN280	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	21+145	IN290	Ponte ad arco in muratura, L=4m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	21+410	IN300	Ponte ad arco in muratura, L=6m	IDRAULICAMENTE IDONEA	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI	Capitolo 6
	21+635	IN310	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	21+747	IN320	Tombino in muratura, L=1m	IDRAULICAMENTE IDONEA	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI	Capitolo 6
	21+830	IN330	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	22+105	IN340	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	22+273	IN350	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	22+365	IN360	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	22+610	IN370	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	22+988	IN380	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	23+354	IN385	Ponticello ad arco in muratura, L=4m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
23+708	IN386	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI			
23+869	IN390	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	IDRAULICAMENTE IDONEA	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI	Capitolo 6	
PK 27+000 -	27+057	IN440	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
	27+185	IN445	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti

PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 10 di 44
------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

27+283	IN446	Ponticello ad arco in muratura, L=3m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
27+345	IN450	Impalcato a travi incorporate, L=10m	IDRAULICAMENTE IDONEA	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI	Capitolo 7
27+471	IN460		PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
27+836	IN465	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
27+908	IN470	Impalcato a travi gemelle, L=15m	IDRAULICAMENTE IDONEA	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI	Capitolo 8
28+101	IN480	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
28+156	IN482	Tombino in muratura	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
28+228	IN490	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
28+292	IN492	Tombino in muratura	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
28+382	IN495	Ponticello in c.a., L=2m	IDRAULICAMENTE IDONEA	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI	Capitolo 6
28+456	IN496	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
28+698	IN510	Impalcato a graticco in c.a., L=20m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
28+883	IN515	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
29+036	IN516	Tombino in muratura, L=1m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
29+095	IN530	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		
29+256	IN540	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI IDRAULICI		

Oltre le opere incluse nella precedente tabella, nella presente relazione viene analizzato, al capitolo 10, il cavalcaferrovia esistente ubicato alla pk 29+121.

Infine, come detto, è previsto il rifacimento del Ponte Grotte, ubicato alla pk 18+806, su richiesta specifica della Committenza.

## 5. PONTI AD ARCO IN MURATURA

Le strutture che rientrano in questa categoria sono classificabili in due tipologie, ovvero le strutture con luce inferiore a 3m e quelle con luce superiore a 3m.

Nel primo caso, si tratta in generale di ponticelli in muratura di luce pari a 1 o 2m, che svolgono funzione prettamente idraulica e hanno coperture di terreno tra ballast e struttura di almeno 1m. In questo caso, l'influenza della velocizzazione in termini di incremento dei carichi dinamici è trascurabile rispetto ai pesi propri della struttura. Considerata la tipologia di opere, pertanto, la valutazione dell'idoneità strutturale è stata basata sulla valutazione dello stato di conservazione delle operestesse, sulla base delle evidenze raccolte dall'esame visivo effettuato con un sopralluogo ad hoc e sui contenuti dei report di giudizio pervenuti da FI. Sulla base di tali considerazioni, è stata stilata la seguente tabella.

pk storica	Interferenza	Descrizione opera	Stato di conservazione	GIUDIZIO STRUTTURALE
10+454	IN90	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	BUONO STATO DI CONSERVAZIONE	STRUTTURALMENTE IDONEA
10+602	IN95	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	BUONO STATO DI CONSERVAZIONE	STRUTTURALMENTE IDONEA
21+747	IN320	Tombino in muratura, L=1m	STATO DI CONSERVAZIONE NON SODDISFACENTE	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI
23+869	IN390	Ponticello ad arco in muratura, L=2m	STATO DI CONSERVAZIONE NON SODDISFACENTE	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI
28+382	IN495	Ponticello in c.a., L=2m	STATO DI CONSERVAZIONE NON SODDISFACENTE	PREVISTO RIFACIMENTO PER MOTIVI STRUTTURALI

Nel secondo caso rientrano le seguenti tre opere:

pk storica	Interferenza	Descrizione opera
11+116	IN120	Ponticello ad arco in muratura, L=3m
11+951	IN141	Ponte ad arco in muratura, L=8m
21+410	IN300	Ponte ad arco in muratura, L=8m

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 12 di 44

Nei seguenti paragrafi vengono dettagliate le scelte progettuali per ciascuna di queste opere.

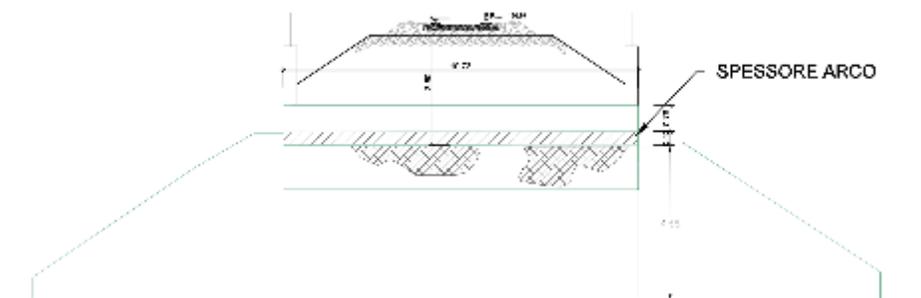
### 5.1 PONTICELLO ALLA PK 11+116

Il ponticello in muratura alla pk 11+116 ha una luce pari a 3m, altezza interna pari a 4.65m e lunghezza pari a 10.73m.

Il sopralluogo in campo, unitamente ai rilievi strutturali e ai report di visita ispettiva di RFI, testimoniano che l'opera si trova in buono stato conservativo.

Tuttavia, da un'analisi più attenta di quanto riscontrabile sulla base dei rilievi e delle foto, emergono le seguenti criticità:

1. L'opera sembrerebbe essere stata oggetto, nel corso della sua storia, di un innalzamento significativo del piano del ferro. In particolare, il piano del ferro attuale risulterebbe almeno 1-1.5m più alto del piano del ferro originale. Tale innalzamento è testimoniato dall'ingombro del rilevato, che risulta non rientrare nell'ampiezza del piano di imposta dell'arco, come riscontrabile dall'immagine sottostante.



2. Per effetto dell'innalzamento del piano del ferro, il rilevato ferroviario attuale essere contenuto da due muretti laterali che sono stati elevati sul timpano della struttura originale. Si riporta di seguito un'immagine di tali muretti, che sono opere superfetate rispetto alla struttura originaria dell'arco.



In base a quanto riscontrabile, non si ritiene perseguibile velocizzare la linea senza prevedere interventi di rinforzo di tali muretti, essendo questi interessati direttamente dai carichi ferroviari. L'intervento ipotizzato prevederebbe infatti la modifica dei muri esistenti, con conseguente modifica delle rigidzze, che implicherebbe la necessaria verifica di sicurezza della struttura ai sensi della nuova normativa NTC2018 con conseguente e probabile adeguamento sismico della stessa.

Pertanto, in questa fase progettuale, si ritiene di prevedere la demolizione e ricostruzione dell'opera esistente, rimandando alla successiva eventuali ulteriori approfondimenti e valutazioni volti a preservarla.

## 5.2 PONTE ALLA PK 11+951

Il ponte in muratura alla pk 11+951 ha luce pari a 8m, altezza in chiave pari a circa 8m e larghezza pari a 10.4m.

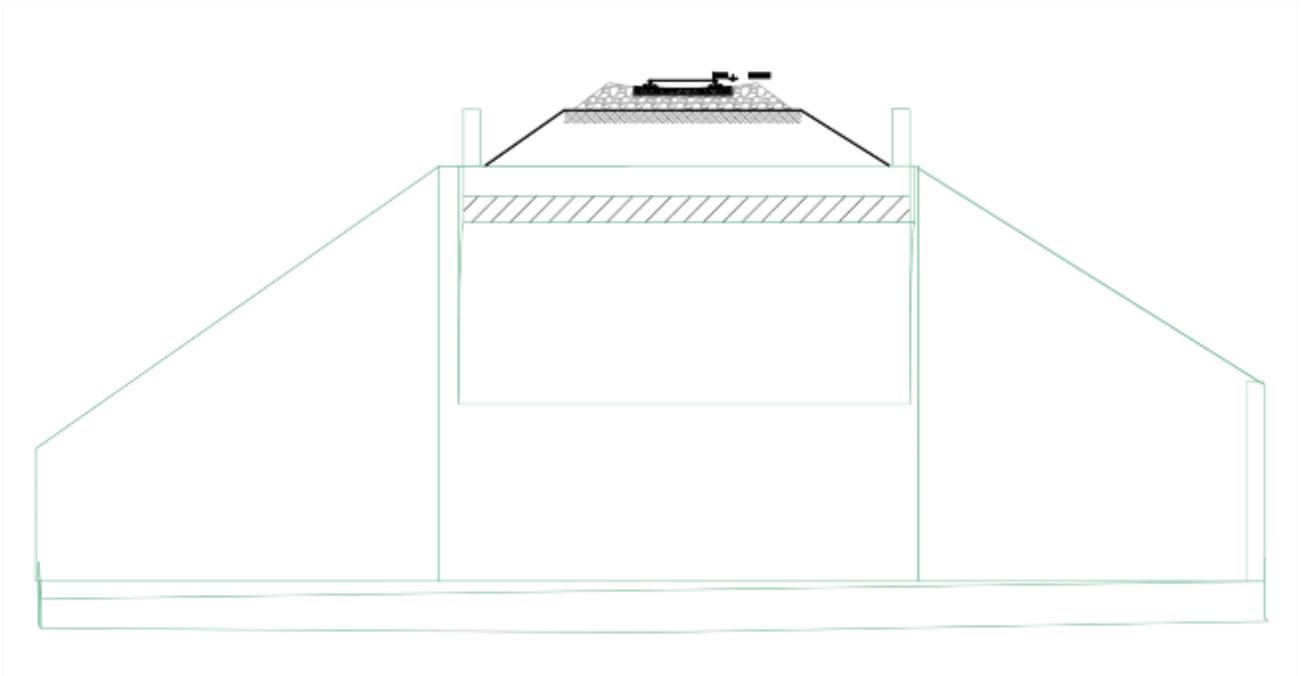


L'attuale opera assolve una funzione promiscua, permettendo il passaggio di una viabilità e di un canale idraulico. Il progetto prevede la separazione di tali funzioni andando a realizzare un nuovo tombino idraulico in affiancamento.

Relativamente alla struttura, questa presenta complessivamente un buono stato di conservazione. Anche tale opera, come quella al km 11+116, risulta essere stata oggetto nel corso della sua

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 15 di 44

storia di una sopraelevazione del piano del ferro, che tuttavia in questo caso risulta più modesta e contenuta in circa 30cm.



Anche per tale opera, come per la precedente, sono riconoscibili dei muretti laterali in muratura che si elevano sui timpani, realizzati successivamente alla struttura originale. Tuttavia, la ricostruzione della sezione sulla base dei rilievi disponibili permette di determinare che il carico ferroviario non va a gravare direttamente su tali strutture superfetate.

Nell'ambito del progetto per l'opera in esame sono stati effettuati alcuni saggi strutturali per determinare gli spessori degli elementi principali (arco, piedritti, timpano e fondazione) e sono stati effettuati delle analisi di primo dimensionamento per la velocità esistente (85 km/h in rango B) e per la velocità di progetto (100 km/h in rango C).

Da tali analisi preliminari risulta un incremento del carico dinamico molto modesto (nell'ordine del 5%) ed un fattore di sicurezza superiore a quello minimo di normativa nelle condizioni di progetto.

Per tali ragioni, si ritiene che l'opera sia idonea alla velocizzazione.

1. Si riportano di seguito alcuni aspetti che nella successiva fase progettuale dovranno essere necessariamente oggetto di approfondimenti: Sopra il timpano ubicato a Sud-Ovest è stato realizzato all'incirca negli anni 2000 un piano calpestabile come da immagine sottostante. Si raccomanda l'esecuzione di un'indagine strutturale volta a determinare la sicurezza dell'arco rispetto a tale elemento superfetato.



2. Va approfondito se, per permettere il passaggio del canale, non siano state modificate le fondazioni della spalla lato Lamezia. Si raccomanda un'analisi volta a determinare se eventuali modifiche alle fondazioni ne possano aver alterato la stabilità complessiva.



### 5.3 PONTE ALLA PK 21+410

Il ponte in muratura alla pk 21+410 ha luce pari a 8m e altezza in chiave pari a 5m.



Come è evidente dalle foto, la struttura oltre a presentare dei segni di degrado quali il decadimento e/o l'assenza di di malta tra gli elementi in pietra, la crescita di vegetazione nella muratura ed la presenza di efflorescenze, ha subito un vistoso fenomeno di scalzamento delle fondazioni in occasione degli eventi meteorici occorsi.

Si osserva che sull'opera stessa è previsto un incremento significativo delle velocità, dagli 85 km/h attuali in rango B ai 150 km/h di progetto in rango C.



Progetto di Fattibilità Tecnico Economica  
Collegamento Lamezia T. - Settingiano  
Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	19 di 44

Considerato lo stato complessivo dell'opera (stato di conservazione e scalzamento delle fondazioni) si ritiene che l'opera esistente non sia idonea a sostenere incrementi di carico dovuti alla velocizzazione e si prevede pertanto la demolizione ed il rifacimento di una nuova opera.

## 6. SOTTOVIA IN C.A. PK 11+594

### 6.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il sottovia alla pk 11+594, realizzato negli anni '90., è costituito da un solettone in calcestruzzo armato di luce 13.5m,



### 6.2 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI ANALISI

L'analisi eseguita ha fatto ricorso ad un approccio multimodale modale portando in conto la dinamica del veicolo ferroviario e la sua interazione dinamica con la struttura stessa.

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A

La velocità attuale della linea è pari a 85 km/h in rango B; quella di progetto della linea è pari a 100 Km/h in rango C.

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI $G_1$			
Peso specifico cls	$\gamma_c$	25.00	kN/m <sup>3</sup>
Luce trave (assi appoggi)	L	13.50	m
Larghezza impalcato	B	8.40	m
Spessore soletta impalcato	$S_s$	0.70	m
<b>Peso Proprio soletta Impalcato</b>	<b><math>P_{g1,2}</math></b>	<b>147.00</b>	<b>kN/m</b>

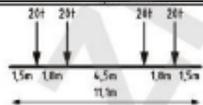
\* il contributo della pendenza trasversale è computato in "Carichi permanenti non strutturali"

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI $G_{2,2}$			
Pendenza trasversale soletta 1.5%	$G_{2,2,1}$	12.00	kN/m
Massetto $sp=5cm$ $b=178$ cm	$G_{2,2,2}$	4.45	kN/m
Muretti parabolast $h=70cm$ + cavidotti	$G_{2,2,3}$	14.50	kN/m
Cordoli laterali	$G_{2,2,4}$	8.20	kN/m
Veletta $A=0.10mq$	$G_{2,2,5}$	0.00	kN/m
Barriera antirumore	$G_{2,2,6}$	0.00	kN/m
<b>Carichi permanenti portati (per impalcato)</b>	<b><math>P_{g2,2 tot}</math></b>	<b>39.15</b>	<b>kN/m</b>

MASSICCIAIA, ARMAMENTO e IMPERMEABILIZZAZIONE $G_{2,1}$			
Peso specifico massiccata (ponti in curva par. 5.2.2.1.1-DM 17 gennaio 2018)	$\gamma$	20.00	kN/m <sup>3</sup>
Larghezza media tra i muri parabolast	$b_3$	4.00	m
Spessore convenzionale ballast	$S_3$	0.80	m
<b>Massiccata, armamento ed impermeabilizzazione</b>	<b><math>P_{g2,1}</math></b>	<b>64.00</b>	<b>kN/m</b>

### 6.3 DESCRIZIONE DEI TRENI

È stata condotta una analisi dinamica per il treno circolante sulla linea costituito dal convoglio di tipo C3, definito come da tabella sottostante.

Reference wagon	Axle load $P$ (t)	Geometrical characteristics	Mass per unit length $p$ (t/m) <sup>2</sup>
C3	20,0		7,2

La velocità della linea nell'analisi è stata considerata  $V = 140$  Km/h.

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 22 di 44

#### 6.4 METODO DI CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE DINAMICA

Il calcolo della risposta dinamica del ponte è stato condotto utilizzando un approccio di tipo multimodale ovvero combinando il contributo delle diverse forme modali in termini di accelerazione, velocità e spostamento.

In particolare, l'equazione del moto risulta essere

$$M\ddot{q} + R\dot{q} + Kq = P(t)$$

Se si utilizza una base ortonormale tale che  $\Phi^T M \Phi = 1$  riusciamo a scomporre l'equazione differenziale in n equazioni una per modo considerato

$$\ddot{u}_n + 2\omega_n h_n \dot{u}_n + \omega_n^2 u_n = \sum_{j=1}^{nc} F_j \phi^{(n)}(x_j)$$

La risposta sarà ottenuta combinando la risposta dei contributi dei singoli modi come di seguito riportato

$$q(x, t) = \sum_{n=1}^N \phi^{(n)}(x) u_n(t)$$

La risoluzione degli oscillatori semplici sottoposti a una forzante funzione del tempo è stata condotta utilizzando il metodo di Newmark.

$$m\ddot{u}_i + c\dot{u}_i + ku_i = p_i(t)$$

Metodo dell'accelerazione lineare

$$\gamma = \frac{1}{2} \quad \beta = \frac{1}{6}$$

$$\Delta \hat{p}_i = \Delta p_i + a\dot{u}_i + b\ddot{u}_i$$

$$\Delta u_i = \frac{\Delta \hat{p}_i}{\hat{k}}$$

$$\Delta \dot{u}_i = \frac{\gamma}{\beta \Delta t} \Delta u_i - \frac{\gamma}{\beta} \dot{u}_i + \Delta t \left( 1 - \frac{\gamma}{2\beta} \right) \ddot{u}_i$$

$$\Delta \ddot{u}_i = \frac{1}{\beta (\Delta t)^3} \Delta u_i - \frac{1}{\beta \Delta t} \dot{u}_i + \frac{1}{2\beta} \ddot{u}_i$$

$$u_{i+1} = u_i + \Delta u_i$$

$$\dot{u}_{i+1} = \dot{u}_i + \Delta \dot{u}_i$$

$$\ddot{u}_{i+1} = \ddot{u}_i + \Delta \ddot{u}_i$$

Condizioni iniziali

$$\ddot{u}_0 = \frac{p_0 - c\dot{u}_0 - ku_0}{m}$$

$$\hat{k} = k + \frac{\gamma}{\beta \Delta t} c + \frac{1}{2\beta (\Delta t)^2} m$$

$$a = \frac{1}{\beta \Delta t} m + \frac{\gamma}{\beta} c$$

$$b = \frac{1}{2\beta} m + \Delta t \left( \frac{\gamma}{2\beta} - 1 \right) c$$

Step i-esimo

## 6.5 DESCRIZIONE DELLE FORME MODALI

Nel presente capitolo si riportano i diagrammi delle forme modali principali normalizzate rispetto alla massa.

EIGENVALUE ANALYSIS					
Mode No	Frequency		Period	Tolerance	
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)		
1	64.0950	10.2010	0.0980	0.0000e+000	
2	173.3730	27.5932	0.0362	6.3945e-093	
3	331.5076	52.7611	0.0190	4.7738e-079	
4	530.7935	84.4784	0.0118	2.3593e-069	
5	609.3724	96.9846	0.0103	2.4846e-066	
6	762.2035	121.3085	0.0082	7.6782e-062	
7	1014.6738	161.4903	0.0062	2.4178e-056	
8	1209.8588	192.5550	0.0052	1.5206e-052	
9	1275.3537	202.9788	0.0049	2.6660e-051	

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	75.1782	75.1782	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	75.1782	0.0000	0.0000	56.7515	56.7515	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	14.6701	89.8483	0.0000	0.0000	0.0000	56.7515	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	89.8483	0.0000	0.0000	23.4135	80.1650	0.0000	0.0000
5	86.9582	86.9582	0.0000	0.0000	0.0000	89.8483	0.0000	0.0000	0.0000	80.1650	0.0000	0.0000
6	0.0000	86.9582	0.0000	0.0000	5.8440	95.6923	0.0000	0.0000	0.0000	80.1650	0.0000	0.0000
7	0.0000	86.9582	0.0000	0.0000	0.0000	95.6923	0.0000	0.0000	11.6785	91.8435	0.0000	0.0000
8	0.0000	86.9582	0.0000	0.0000	0.0000	95.6923	0.0000	0.0000	0.0000	91.8435	0.0000	0.0000
9	0.0000	86.9582	0.0000	0.0000	2.7840	98.4763	0.0000	0.0000	0.0000	91.8435	0.0000	0.0000

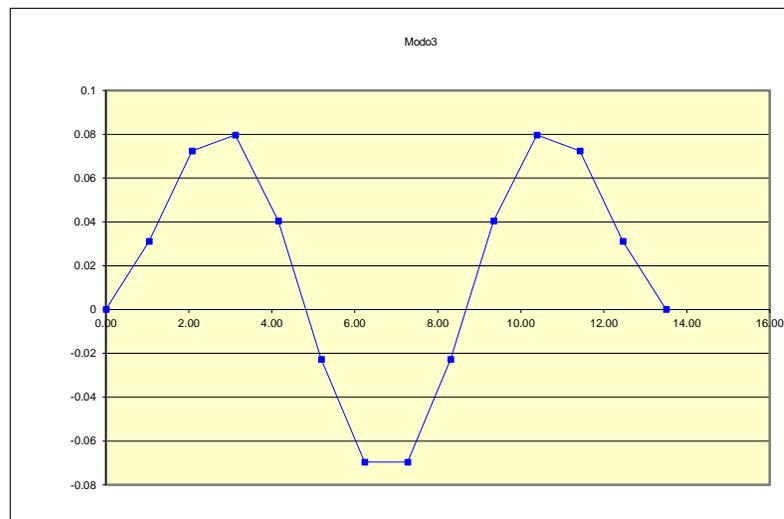
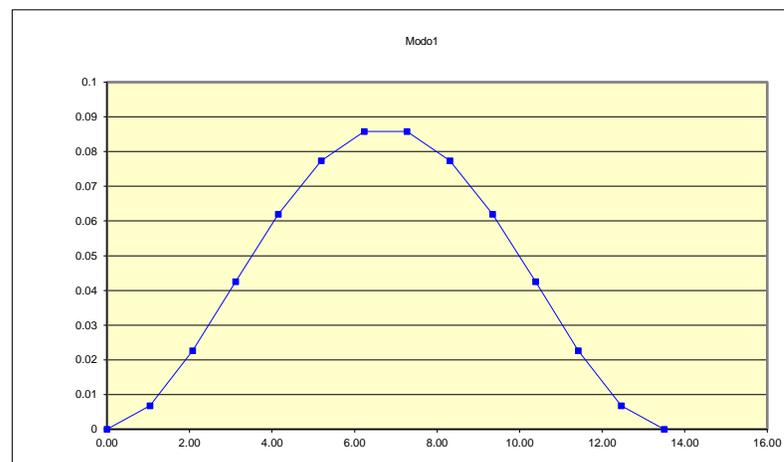
In relazione ai coefficienti di partecipazione si considerano i modi 1, 3 e 6.

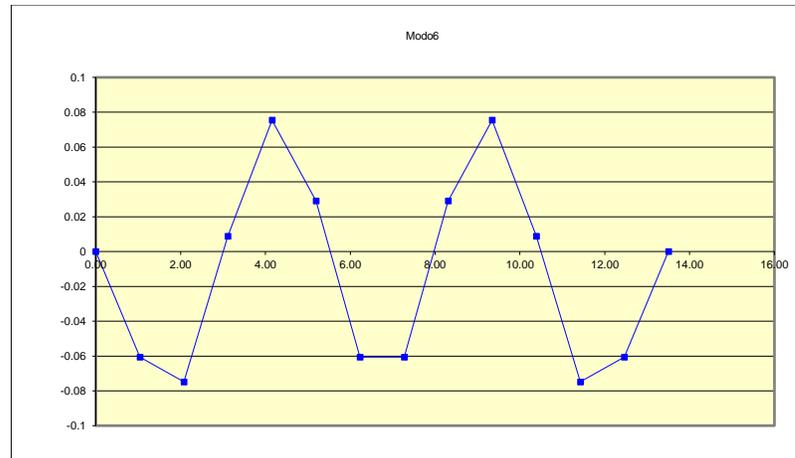
x	Modo1	Modo3	Modo6
0.00	0	0	0
1.04	0.0068	0.0311	-0.0606
2.08	0.0226	0.0724	-0.0748
3.12	0.0425	0.0797	0.0088
4.15	0.062	0.0404	0.0754
5.19	0.0774	-0.0228	0.0291
6.23	0.0858	-0.0696	-0.0607
7.27	0.0858	-0.0696	-0.0607
8.31	0.0774	-0.0228	0.0291
9.35	0.062	0.0404	0.0754
10.38	0.0425	0.0797	0.0088

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti

PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 25 di 44
------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

11.42	0.0226	0.0724	-0.0748
12.46	0.0068	0.0311	-0.0606
13.50	0	0	0





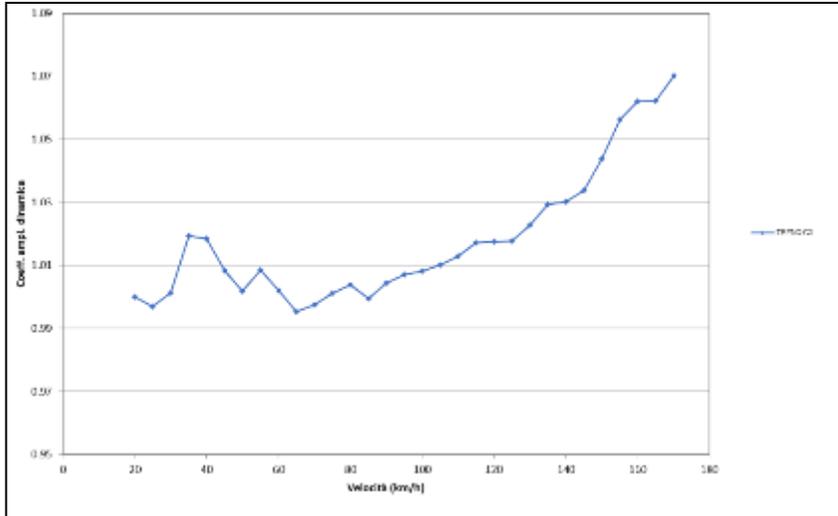
## 6.6 RISULTATI DELL'ANALISI

Le analisi sono state condotte per incrementi di velocità di 5Km/h considerando una velocità pari a 20Km/h per valutare la risposta in condizioni quasi statiche.

I diagrammi di seguito riportano i risultati da 10 a 140 Km/h.

Il calcolo degli spostamenti e delle accelerazioni è stato condotto nella sezione di mezzeria della campata all'ascissa  $x = 6.75m$  in cui è massima la risposta del primo modo.

Di seguito si riporta l'andamento del coefficiente  $\varphi'$  Reale,  $f$  di incremento dinamico in funzione della velocità di avanzamento dei convogli.



TRENO C3		
Velocità (Km/h)	coeff. Ampl. Dinamica flessionale	accelerazione in mezzeria (m/s <sup>2</sup> )
20	1	0.04356869
25	0.996911012	0.045548921
30	1.00119587	0.063727652
35	1.019380182	0.146984794
40	1.018443925	0.158010732
45	1.008300906	0.138908784
50	1.001898986	0.125196759
55	1.008586031	0.110742698
60	1.001941573	0.125098231
65	0.995270873	0.133443682
70	0.997397786	0.149761746
75	1.001077013	0.138669678
80	1.003785773	0.159078232
85	0.999483943	0.213555198
90	1.004285467	0.295258847
95	1.007112527	0.320848783
100	1.008145549	0.254504038
105	1.010203366	0.344610792
110	1.01286493	0.340480656
115	1.017098637	0.29223263
120	1.017598703	0.283861513
125	1.017803961	0.264998422

Come si evince dal grafico e dalla tabella soprastanti, il rapporto tra il coefficiente di amplificazione dinamica per  $V=100$  km /h (massima velocità di progetto in rango C) e  $V = 85$  km/h (massima velocità in condizioni attuali) è prossimo all'unità, e comunque il coefficiente di amplificazione alla massima velocità di progetto è inferiore a quello, ad esempio, alla velocità di 40-50 km/h.

Si osserva inoltre che l'opera presenta un buono stato di conservazione, che è testimoniato anche dalle verifiche ispettive condotte dal gestore.

Per le considerazioni espresse sopra, si ritiene l'opera idonea alla velocizzazione.

## 7. PONTE A TRAVI INCORPORATE PK 27+345

### 7.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera alla pk 27+345 è un ponte a travi incorporate di luce pari ad 11m.



### 7.2 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI ANALISI

L'analisi eseguita ha fatto ricorso ad un approccio modale portando in conto la dinamica del veicolo ferroviario e la sua interazione dinamica con la struttura stessa.

La velocità di progetto della linea è pari a 140 Km/h

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	29 di 44

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI G <sub>1</sub>			
Peso specifico cls	$\gamma_c$	25.00	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico acciaio	$\gamma_s$	78.50	kN/m <sup>3</sup>
Tipologia trave metallica		HEM500	
Altezza trave metallica	H	0.52	m
Lucre trave (assi appoggi)	L	11.00	m
Numero di travi	n	11	
Interasse travi	i	0.53	m
Area sezione trave	A	0.0344	m <sup>2</sup>
<b>Peso Proprio Trave</b>	<b>P<sub>g1,1</sub></b>	<b>2.70</b>	<b>kN/m</b>
<b>Peso Proprio Travi Impalcato</b>	<b>P<sub>g1,1</sub></b>	<b>29.73</b>	<b>kN/m</b>
Spessore soletta impalcato	S <sub>s</sub>	0.15	m
Area cls in opera per trave	A <sub>cls</sub>	0.324	m <sup>2</sup>
<b>Peso Proprio soletta per trave</b>	<b>P<sub>g1,2</sub></b>	<b>8.10</b>	<b>kN/m</b>
<b>Peso Proprio soletta Impalcato</b>	<b>P<sub>g1,2</sub></b>	<b>89.10</b>	<b>kN/m</b>

\* il contributo della pendenza trasversale è computato in "Carichi permanenti non strutturali"

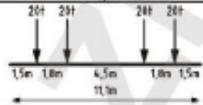
CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI G <sub>2,2</sub>			
Pendenza trasversale soletta 1.5%	g <sub>2,2,1</sub>	12.00	kN/m
Massetto sp=5cm b=178 cm	g <sub>2,2,2</sub>	4.45	kN/m
Muretti paraballast h=70cm + cavidotti	g <sub>2,2,3</sub>	14.50	kN/m
Cordoli laterali	g <sub>2,2,4</sub>	8.20	kN/m
Veletta A=0.10mq	g <sub>2,2,5</sub>	0.00	kN/m
Barriera antirumore	g <sub>2,2,6</sub>	0.00	kN/m
<b>Carichi permanenti portati (per impalcato)</b>	<b>P<sub>g2,2 tot</sub></b>	<b>39.15</b>	<b>kN/m</b>

MASSICCIAIA, ARMAMENTO e IMPERMEABILIZZAZIONE G <sub>2,1</sub>			
Peso specifico massicciasia (ponti in curva par. 5.2.2.1.1-DM 17 gennaio 2018)	$\gamma$	20.00	kN/m <sup>3</sup>
Larghezza media tra i muri paraballast	b <sub>3</sub>	4.00	m
Spessore convenzionale ballast	S <sub>3</sub>	0.80	m
<b>Massicciasia, armamento ed impermeabilizzazione</b>	<b>P<sub>g2,1</sub></b>	<b>64.00</b>	<b>kN/m</b>

CALCOLO DELLA PRIMA FREQUENZA PROPRIA DELL'IMPALCATO			
Lucre della campata (caso ponte in semplice appoggio)	L	11.00	m
Limite inferiore del fuso della frequenza naturale	80/L	7.3	Hz
Limite superiore del fuso della frequenza naturale	94.76 L <sup>-0.748</sup>	15.8	Hz
Carichi permanenti di impalcato	p	222.0	kN/m
Modulo elastico dell'acciaio	E	2.1.E+08	kN/m <sup>2</sup>
Inerzia impalcato con cls omogeneizzato	J	0.040	m <sup>4</sup>
Freccia sotto i carichi permanenti	$\delta_0 = 5/384 p L^4 / EJ$	5.04	mm
Frequenza propria dell'impalcato	n <sub>0</sub>	7.9	Hz

### 7.3 DESCRIZIONE DEI TRENI

È stata condotta una analisi dinamica per il treno circolante sulla linea costituito dal convoglio di tipo C3, definito come da tabella sottostante.

Reference wagon	Axle load P (t)	Geometrical characteristics	Mass per unit length p (t/m) <sup>2</sup>
C3	20,0		7,2

La velocità della linea nell'analisi è stata considerata V = 140 Km/h.

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 30 di 44

#### 7.4 METODO DI CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE DINAMICA

Il calcolo della risposta dinamica del ponte è stato condotto utilizzando un approccio di tipo multimodale ovvero combinando il contributo delle diverse forme modali in termini di accelerazione, velocità e spostamento.

In particolare, l'equazione del moto risulta essere

$$M\ddot{q} + R\dot{q} + Kq = P(t)$$

Se si utilizza una base ortonormale tale che  $\Phi^T M \Phi = 1$  riusciamo a scomporre l'equazione differenziale in n equazioni una per modo considerato

$$\ddot{u}_n + 2\omega_n h_n \dot{u}_n + \omega_n^2 u_n = \sum_{j=1}^{nc} F_j \phi^{(n)}(x_j)$$

La risposta sarà ottenuta combinando la risposta dei contributi dei singoli modi come di seguito riportato

$$q(x, t) = \sum_{n=1}^N \phi^{(n)}(x) u_n(t)$$

La risoluzione degli oscillatori semplici sottoposti a una forzante funzione del tempo è stata condotta utilizzando il metodo di Newmark.

$$m\ddot{u}_i + c\dot{u}_i + ku_i = p_i(t)$$



## Metodo dell'accelerazione lineare

$$\gamma = \frac{1}{2} \quad \beta = \frac{1}{6}$$



## Condizioni iniziali

$$\ddot{u}_0 = \frac{p_0 - c\dot{u}_0 - ku_0}{m}$$

$$\dot{k} = k + \frac{\gamma}{\beta\Delta t}c + \frac{1}{2\beta(\Delta t)^2}m$$

$$a = \frac{1}{\beta\Delta t}m + \frac{\gamma}{\beta}c$$

$$b = \frac{1}{2\beta}m + \Delta t\left(\frac{\gamma}{2\beta} - 1\right)c$$

Step i-esimo



$$\Delta\hat{p}_i = \Delta p_i + a\dot{u}_i + b\ddot{u}_i$$

$$\Delta u_i = \frac{\Delta\hat{p}_i}{\dot{k}}$$

$$\Delta\dot{u}_i = \frac{\gamma}{\beta\Delta t}\Delta u_i - \frac{\gamma}{\beta}\dot{u}_i + \Delta t\left(1 - \frac{\gamma}{2\beta}\right)\ddot{u}_i$$

$$\Delta\ddot{u}_i = \frac{1}{\beta(\Delta t)^2}\Delta u_i - \frac{1}{\beta\Delta t}\dot{u}_i + \frac{1}{2\beta}\ddot{u}_i$$

$$u_{i+1} = u_i + \Delta u_i$$

$$\dot{u}_{i+1} = \dot{u}_i + \Delta\dot{u}_i$$

$$\ddot{u}_{i+1} = \ddot{u}_i + \Delta\ddot{u}_i$$

## 7.5 RISULTATI DELL'ANALISI

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dinamiche effettuate con il treno e la metodologia sopra descritta.

Le analisi sono state condotte per incrementi di velocità di 5Km/h considerando una velocità pari a 20Km/h per valutare la risposta in condizioni quasi statiche.

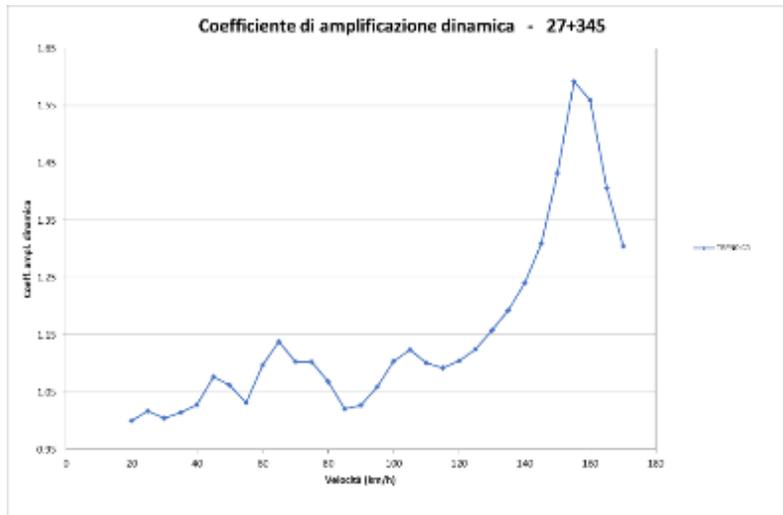
I diagrammi di seguito riportano i risultati da 10 a 170 Km/h.

Il calcolo degli spostamenti e delle accelerazioni è stato condotto nella sezione di mezzzeria della campata all'ascissa  $x = 5.50m$  in cui è massima la risposta del primo modo.

Di seguito si riporta l'andamento del coefficiente  $\varphi'_{Reale,f}$  di incremento dinamico in funzione della velocità di avanzamento dei convogli.

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	32 di 44



TRENO C3		
Velocità (Km/h)	coeff. Ampl. Dinamica flessionale	accelerazione in mezzzeria (m/s2)
20	1	0.098862852
25	1.017095748	0.21880522
30	1.004569637	0.160944684
35	1.014965965	0.143869048
40	1.02840264	0.230067824
45	1.077293583	0.608918524
50	1.063065683	0.467367601
55	1.031666622	0.500047232
60	1.097667457	0.723873157
65	1.139045389	0.729708463
70	1.103012078	0.541657372
75	1.103147761	0.548218936
80	1.069350958	0.740576271
85	1.021206484	0.514891693
90	1.027520661	0.437242652
95	1.060086099	0.511680929
100	1.104620882	0.549034745
105	1.124295596	0.664497641
110	1.101746361	0.755961708
115	1.092547689	0.689343437
120	1.104720019	0.656400108
125	1.125419139	0.66125634
130	1.158916107	0.82168498
135	1.193146468	1.030073566
140	1.240291283	1.233293635
145	1.308967911	1.612251914
150	1.432572516	2.237884224
155	1.592415254	3.152647747
160	1.559371646	3.321151973
165	1.406395737	2.825617061
170	1.304634947	2.402508117

Come si evince dal grafico e dalla tabella soprastanti, il rapporto tra il coefficiente di amplificazione dinamica per  $V=150$  km/h (massima velocità di progetto in rango C) e  $V = 85$  km/h (massima velocità in condizioni attuali) è prossimo ad 1.50.

Le visite ispettive del gestore riportano che:

- nel solettone si riscontra infiltrazione acqua attraverso il calcestruzzo e tra i giunti di impalcato
- le travi in ferro presentano corrosione diffusa e risultano sfogliate in corrispondenza degli appoggi e lungo la prima fila, sia destra che sinistra.

Per quanto sopra, si ritiene che l'opera non sia idonea alla velocizzazione, e pertanto ne è prevista la demolizione ed il rifacimento.



Progetto di Fattibilità Tecnico Economica  
Collegamento Lamezia T. - Settingiano  
Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato

Relazione tecnico descrittiva delle opere  
esistenti

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	33 di 44

## 8. IMPALCATO A TRAVI GEMELLE PK 27+908

### 8.1 PREMESSA

Nel seguito viene riportata la verifica preliminare di circolabilità per velocizzazione della linea dell'impalcato a travi gemelle alla pk 27+908 di luce pari a 16.7m (dimensione totale della trave comprensiva del retrotrave).



La velocità attuale è pari a 85km/h in rango B, quella di progetto è pari a 145 km/h in rango B.

Nel seguito, a partire dai tipologici storici per travature gemelle di luce analoga, è stato ricostruito l'impalcato e si è fatto un confronto in termini di amplificazione dinamica tra la situazione attuale e quella di progetto.

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	35 di 44

## 8.2 RICOSTRUZIONE DIMENSIONALE DELLE TRAVATURE ESISTENTI

Per la ricostruzione dimensionale delle travate gemelle, si è fatto riferimento al documento dell'Ufficio Servizio Lavori n° 3300 del 7.3.1970 aggiornato al 18.05.85, che riportava le configurazioni strutturali per 3 tipologie di luci: 16.00m, 19.60m e 25.00m. Per queste tre luci erano previste, rispettivamente, travi HEB600, HEB800 e HEB1000.

Il ponte oggetto di analisi, per geometria, rientra nel primo caso.

Si riportano di seguito gli schemi planimetrici e in sezione della travata.

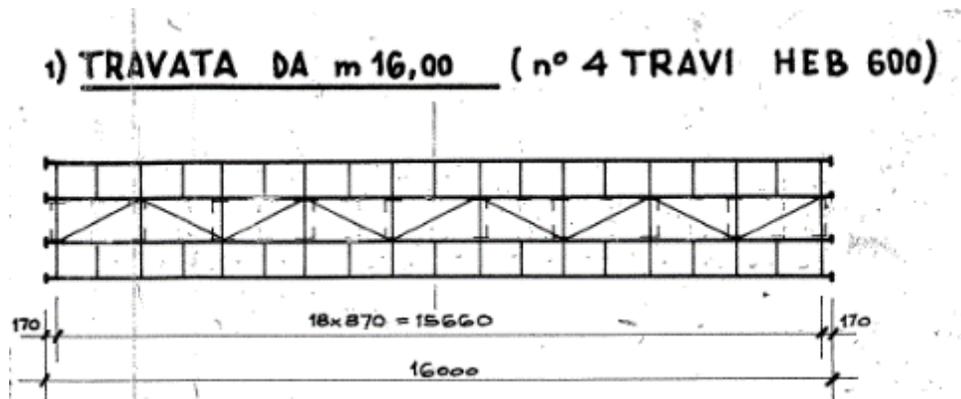


Figura 1: planimetria travata da 16m

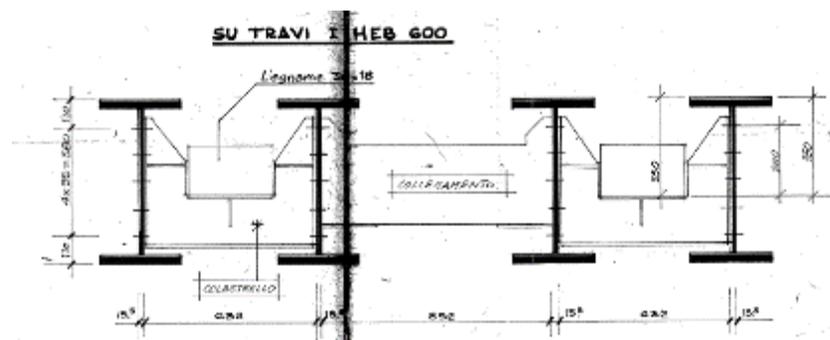


Figura 2: sezione travata da 16m

**MATERIALE PREVISTO**

Acciaio Fe 44 C UNI 7070-72 calmato per profilati e lamiera.  
Bulloni Ø 18, classe 5.0 - Legge 5-11-71 n° 1086 - DM. 26-3-80  
Saldature: come da "Istruzioni Tecniche" Circ. 207/4-4 del  
17-7-71 del Servizio Lavori e Costruzioni.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato</p>												
<p>Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti</p>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RC0Y</td> <td>00</td> <td>R 10 RG</td> <td>OC0000 002</td> <td>A</td> <td>36 di 44</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	36 di 44
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	36 di 44								

Figura 3: materiale previsto

Peso travi

HEB 600	4 x 15 x 212 =	13568
Calastrelli	33 x 48 =	1584
Collegamenti	10 x 20 =	200
Controventi	9 x 10 =	90
		<u>15378</u>

Figura 4: peso travi

A partire da questa configurazione, sono state fatte due ipotesi:

- 1) Retrotrave pari a 0.55m, per una luce teorica pari a  $16.7 - 0.55 \times 2 = 15.6\text{m}$
- 2) Retrotrave pari a 0.10m, per una luce teorica pari a  $16.7 - 0.10 \times 2 = 16.5\text{m}$

### 8.3 ANALISI DEI CARICHI ED INERZIE

$$G1 = 961.13 \text{ kg/m}$$

$$G2 = 400 \text{ kg/m}$$

$$I_y \text{ (singola trave)} = 171000 \text{ cm}^4$$

### 8.4 SMORZAMENTO

Tipologia di ponte	$\zeta$ [%] Smorzamento adimensionale rispetto al critico
Ponti con attacco diretto	1,5
Ponti con armamento su ballast	4

Tabella 2.5.1.4.2.6.3.1-1 - Valori di smorzamento da considerare nel progetto

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC0Y	00	R 10 RG	OC0000 002	A	37 di 44

## 8.5 CALCOLO DELLA FREQUENZA PROPRIA

### 8.5.1 I ipotesi: $L_{teorica}=15.6m$

Lunghezza asse appoggi	L	<b>15.60</b>	m	
Momento di inerzia per l'impalcato	$I_{imp}$	684000	$cm^4$	(4*ly)
Modulo elastico impalcato	$E_{imp}$	210000	Mpa	
Carichi permanenti al ml	q	13.61	kN/m	
Freccia in mezzera	$\delta_0$	<b>7.31</b>	mm	$\delta_0 = \frac{5}{384} \frac{q L^4}{E_{imp} I_{imp}}$
Prima frequenza flessionale	$n_0$	6.566	Hz	$n_0 = \frac{17.75}{\sqrt{\delta_0}}$ [Hz]

#### Valori limite per la frequenza naturale

Luce caratteristica	$L_\Phi$	15.60	m	
Limite superiore	$n_{0,sup}$	<b>12.14</b>	Hz	$n_{0,sup}=94.76 L_\Phi^{-0.748}$
Limite inferiore	$n_{0,inf}$	<b>5.13</b>	Hz	$\left[ \begin{array}{l} n_{0,inf}=80/ L_\Phi \\ \text{se } 4m \leq L_\Phi \leq 20m \\ \\ n_{0,inf}=23.58 L_\Phi^{-0.592} \\ \text{se } 20m < L_\Phi \leq 100m \end{array} \right.$
		Luce ok		
Prima frequenza flessionale	$n_0$	<b>6.57</b>	Hz	$n_0 = \frac{17.75}{\sqrt{\delta_0}}$ [Hz]
		$n_{0,inf} < n_0 < n_{0,sup}$	<b>Ok</b>	

Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti

PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 38 di 44
------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

### 8.5.2 Il ipotesi: $L_{teorica}=16.5m$

Lunghezza asse appoggi	L	16.60	m	
Momento di inerzia per l'impalcato	$I_{imp}$	684000	$cm^4$	$(4 \cdot I_y)$
Modulo elastico impalcato	$E_{imp}$	210000	Mpa	
Carichi permanenti al ml	q	13.61	kN/m	
Freccia in mezzeria	$\delta_0$	9.37	mm	$\delta_0 = \frac{5}{384} \frac{q L^4}{E_{imp} I_{imp}}$
Prima frequenza flessionale	$n_0$	5.799	Hz	$n_0 = \frac{17.75}{\sqrt{\delta_0}}$ [Hz]

#### Valori limite per la frequenza naturale

Luce caratteristica	$L_\Phi$	16.60	m	
Limite superiore	$n_{0,sup}$	11.59	Hz	$n_{0,sup} = 94.76 L_\Phi^{-0.748}$
Limite inferiore	$n_{0,inf}$	4.82 Luce ok	Hz	$\left[ \begin{array}{l} n_{0,inf} = 80 / L_\Phi \\ \text{se } 4m \leq L_\Phi \leq 20m \\ n_{0,inf} = 23.58 L_\Phi^{-0.592} \\ \text{se } 20m < L_\Phi \leq 100m \end{array} \right.$
Prima frequenza flessionale	$n_0$	5.80	Hz	$n_0 = \frac{17.75}{\sqrt{\delta_0}}$ [Hz]
	$n_{0,inf} < n_0 < n_{0,sup}$	Ok		

## 8.6 COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE DINAMICA E ACCELERAZIONI

### 8.6.1 I ipotesi: $L_{teorica}=15.6m$

#### DATI VIADOTTO

Nome viadotto	4 Travi HEB600
Lunghezza ponte	15.60 (m)
Smorzamento	0.015
Incrementi Velocità	5 (Km)

Analisi Modale	periodo	massa
	(s)	(ton/m)
Modo1	0.152	1.387

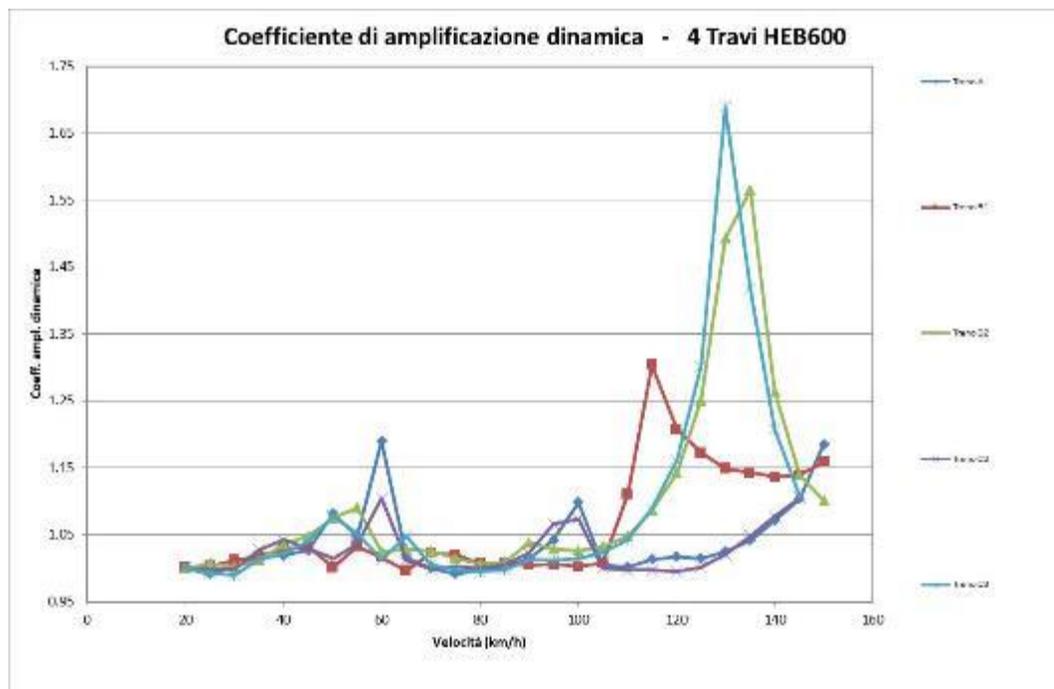
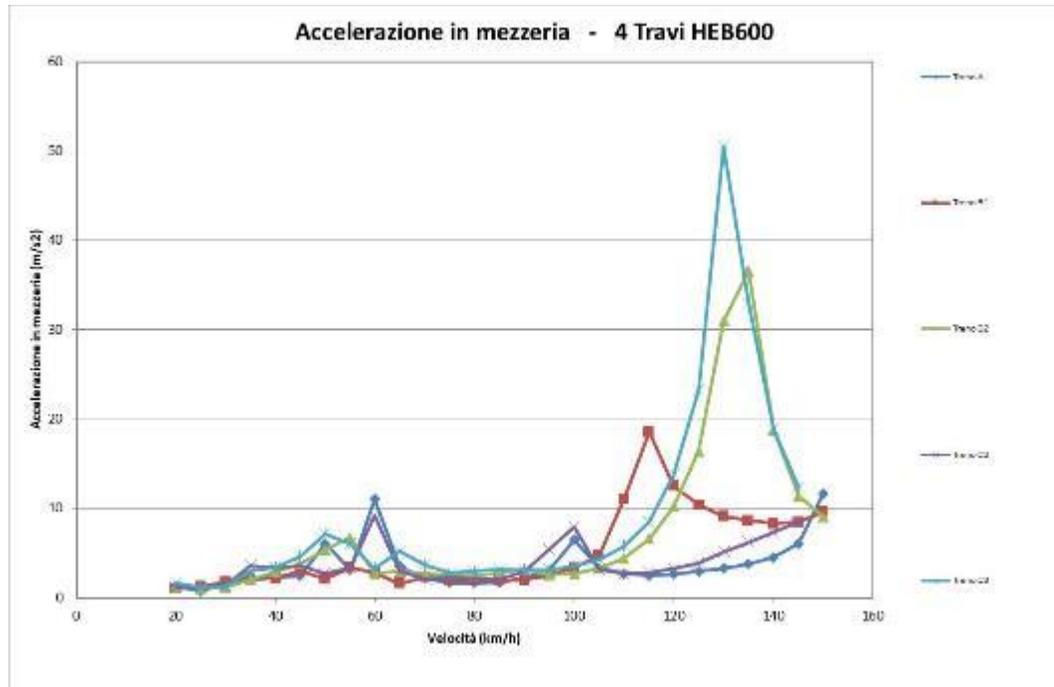
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RC0Y 00 R 10 RG OC0000 002 A 39 di 44

Treno A			Treno B1			Treno B2			Treno C2			Treno C3		
velocità	coeff. Ampl. Dinamica flessionale	accelerazione in mezzeria	velocità	coeff. Ampl. Dinamica flessionale	accelerazione in mezzeria	velocità	coeff. Ampl. Dinamica flessionale	accelerazione in mezzeria	velocità	coeff. Ampl. Dinamica flessionale	accelerazione in mezzeria	velocità	coeff. Ampl. Dinamica flessionale	accelerazione in mezzeria
20	1.00	1.26	20	1.00	0.94	20	1.00	1.12	20	1.00	1.12	20	1.00	1.61
25	0.99	0.71	25	1.00	1.24	25	1.01	1.01	25	1.00	1.16	25	0.99	1.11
30	1.00	1.47	30	1.01	1.74	30	1.00	1.14	30	1.00	1.33	30	0.99	1.17
35	1.01	1.92	35	1.02	2.17	35	1.01	2.00	35	1.03	3.56	35	1.01	2.93
40	1.02	2.28	40	1.03	2.18	40	1.04	2.85	40	1.04	3.34	40	1.02	3.39
45	1.03	2.40	45	1.03	2.99	45	1.05	3.75	45	1.03	3.58	45	1.04	4.61
50	1.08	6.03	50	1.00	2.07	50	1.07	5.37	50	1.01	2.68	50	1.08	7.14
55	1.05	3.07	55	1.03	3.37	55	1.09	6.70	55	1.04	3.36	55	1.05	6.01
60	1.19	11.02	60	1.02	2.76	60	1.02	2.64	60	1.10	9.20	60	1.01	3.28
65	1.02	3.47	65	1.00	1.54	65	1.03	2.94	65	1.01	2.96	65	1.05	5.23
70	1.00	2.15	70	1.02	2.29	70	1.03	2.70	70	1.00	2.08	70	1.01	3.65
75	0.99	1.61	75	1.02	1.99	75	1.01	2.59	75	1.00	2.33	75	1.00	2.76
80	1.00	1.65	80	1.01	1.90	80	1.01	2.42	80	1.00	2.05	80	0.99	2.94
85	1.00	1.67	85	1.01	1.86	85	1.01	2.77	85	1.00	2.11	85	1.00	3.17
90	1.01	2.19	90	1.00	1.97	90	1.04	3.11	90	1.02	2.84	90	1.01	3.08
95	1.04	3.03	95	1.01	2.49	95	1.03	2.56	95	1.07	5.36	95	1.01	3.06
100	1.10	6.47	100	1.00	3.31	100	1.03	2.66	100	1.07	7.93	100	1.01	3.51
105	1.00	3.32	105	1.01	4.71	105	1.03	3.26	105	1.00	3.17	105	1.02	4.24
110	1.00	2.62	110	1.11	11.08	110	1.05	4.41	110	1.00	2.66	110	1.04	5.80
115	1.01	2.48	115	1.30	18.51	115	1.09	6.56	115	1.00	2.80	115	1.09	8.44
120	1.02	2.58	120	1.21	12.49	120	1.14	10.15	120	0.99	3.23	120	1.16	13.72
125	1.01	2.93	125	1.17	10.39	125	1.25	16.41	125	1.00	3.84	125	1.30	23.22
130	1.02	3.28	130	1.15	9.07	130	1.49	30.97	130	1.02	5.13	130	1.69	50.54
135	1.04	3.77	135	1.14	8.66	135	1.57	36.58	135	1.05	6.18	135	1.42	32.94
140	1.07	4.48	140	1.14	8.26	140	1.26	18.73	140	1.08	7.29	140	1.21	18.86
145	1.10	6.02	145	1.14	8.44	145	1.14	11.36	145	1.10	8.47	145	1.11	12.30
150	1.19	11.62	150	1.16	9.57	150	1.10	9.02	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

**RANGO A** → Treni tipo C (C2-C3) → velocità da 80 km/h a 140 km/h

**RANGO B e C** → Treni tipo A-B (A-B1-B2) → velocità da 85 km/h a 150 km/h



Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RC0Y 00 R 10 RG OC0000 002 A 41 di 44

### 8.6.2 Il ipotesi: $L_{teorica}=16.5m$

#### DATI VIADOTTO

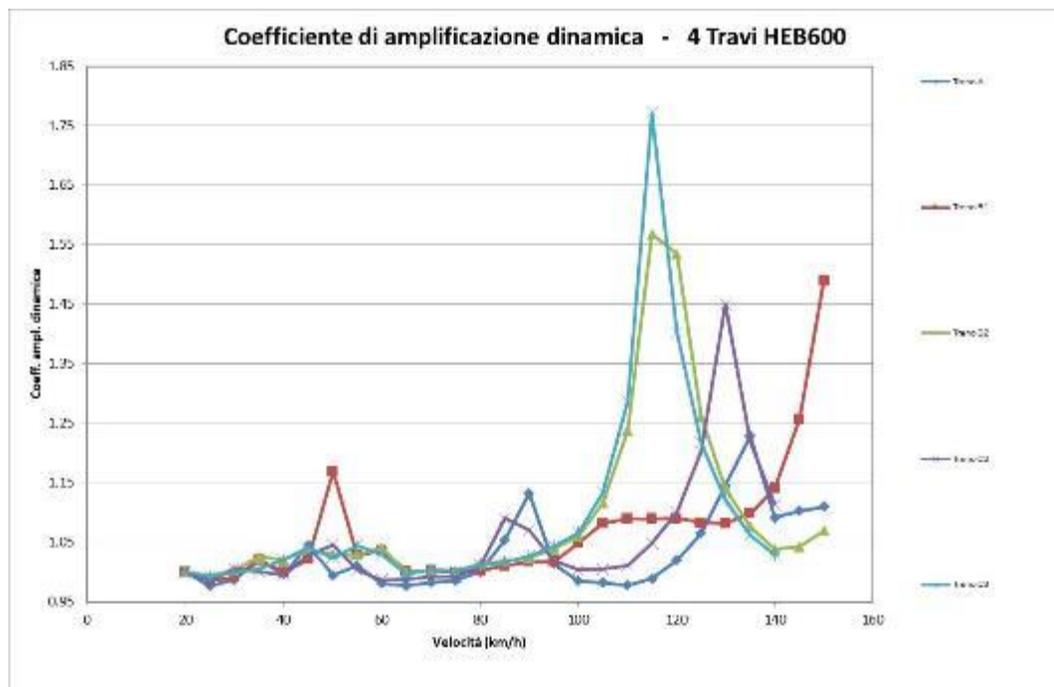
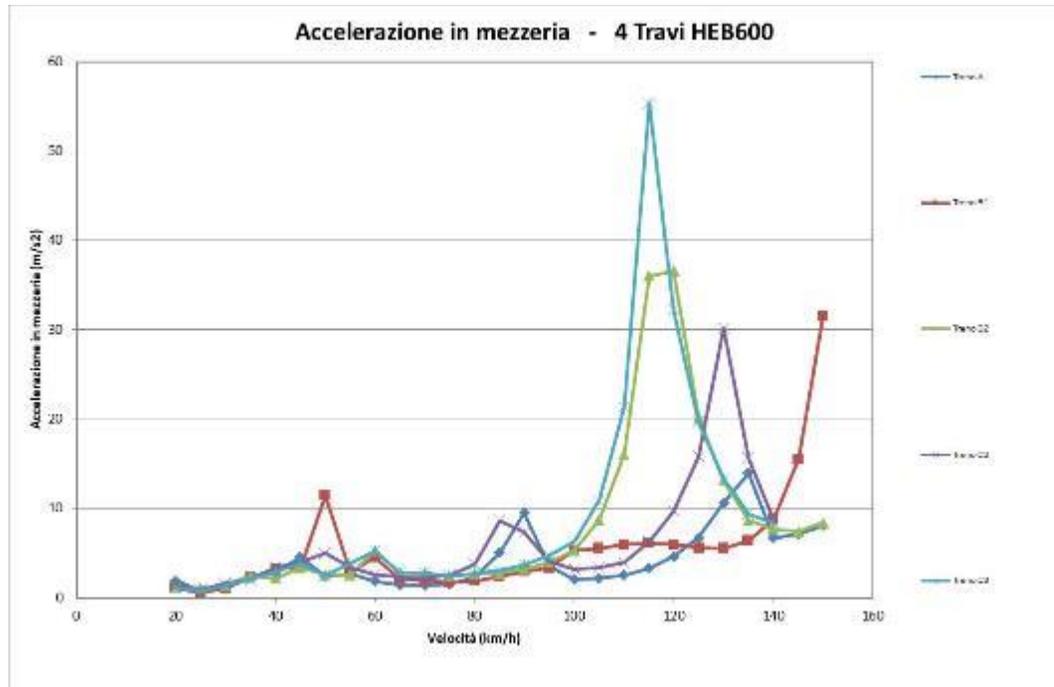
Nome viadotto	4 Travi HEB600
Lunghezza ponte	16.60 (m)
Smorzamento	0.015
Incrementi Velocità	5 (Km)

Analisi Modale	periodo	massa
	(s)	(ton/m)
Modo1	0.172	1.387

Treno A			Treno B1			Treno B2			Treno C2			Treno C3		
velocità	coeff. Dinamica flessionale	accelerazioni e in mezzeria	velocità	coeff. Dinamica flessionale	accelerazioni e in mezzeria	velocità	coeff. Dinamica flessionale	accelerazioni e in mezzeria	velocità	coeff. Dinamica flessionale	accelerazioni e in mezzeria	velocità	coeff. Dinamica flessionale	accelerazioni e in mezzeria
20	1.00	1.88	20	1.00	1.06	20	1.00	1.14	20	1.00	1.32	20	1.00	1.15
25	0.98	0.78	25	0.99	0.56	25	0.99	1.04	25	0.98	0.85	25	0.99	0.71
30	0.99	1.00	30	0.99	1.01	30	1.00	1.31	30	1.00	1.61	30	1.00	1.28
35	1.02	2.36	35	1.02	2.20	35	1.02	2.47	35	1.00	1.97	35	1.01	2.10
40	1.00	2.74	40	1.00	3.24	40	1.02	2.13	40	0.99	3.39	40	1.02	2.86
45	1.04	4.55	45	1.02	3.26	45	1.04	3.36	45	1.03	3.93	45	1.04	3.84
50	0.99	2.38	50	1.17	11.39	50	1.03	2.56	50	1.05	4.99	50	1.02	2.48
55	1.01	2.64	55	1.03	2.77	55	1.03	2.51	55	1.00	3.36	55	1.04	3.88
60	0.98	1.82	60	1.04	4.48	60	1.04	5.24	60	0.99	2.57	60	1.03	5.22
65	0.98	1.38	65	1.00	2.06	65	1.00	2.79	65	0.99	2.30	65	1.00	2.78
70	0.98	1.36	70	1.00	1.87	70	1.00	2.66	70	0.99	2.15	70	1.00	2.79
75	0.99	1.48	75	1.00	1.68	75	1.00	2.41	75	0.99	2.46	75	1.00	2.42
80	1.00	2.31	80	1.00	1.81	80	1.01	2.67	80	1.01	3.75	80	1.01	2.72
85	1.05	5.02	85	1.01	2.35	85	1.02	2.74	85	1.09	8.61	85	1.02	3.03
90	1.13	9.48	90	1.02	2.88	90	1.02	3.18	90	1.07	7.36	90	1.03	3.64
95	1.01	3.52	95	1.02	3.32	95	1.04	3.95	95	1.02	4.01	95	1.04	4.69
100	0.98	2.03	100	1.05	5.28	100	1.06	5.24	100	1.00	3.17	100	1.07	6.23
105	0.98	2.16	105	1.08	5.52	105	1.12	8.68	105	1.00	3.34	105	1.13	10.89
110	0.98	2.50	110	1.09	5.92	110	1.24	16.03	110	1.01	3.90	110	1.29	21.34
115	0.99	3.27	115	1.09	6.09	115	1.57	36.01	115	1.05	6.24	115	1.77	55.37
120	1.02	4.60	120	1.09	5.95	120	1.53	36.56	120	1.10	9.65	120	1.40	32.24
125	1.06	6.73	125	1.08	5.54	125	1.26	20.15	125	1.20	15.77	125	1.22	19.65
130	1.15	10.56	130	1.08	5.48	130	1.14	13.05	130	1.45	30.18	130	1.12	13.31
135	1.23	13.92	135	1.10	6.40	135	1.08	8.63	135	1.22	15.56	135	1.06	9.35
140	1.09	6.68	140	1.14	8.81	140	1.04	7.61	140	1.11	8.62	140	1.03	8.32
145	1.10	7.08	145	1.26	15.54	145	1.04	7.37	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
150	1.11	8.03	150	1.49	31.43	150	1.07	8.38	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

**RANGO A** → Treni tipo C (C2-C3) → velocità da 80 km/h a 140 km/h

**RANGO B e C** → Treni tipo A-B (A-B1-B2) → velocità da 85 km/h a 150 km/h



	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 43 di 44

## 8.7 RISULTATI DELL'ANALISI

Le analisi condotte nelle due differenti ipotesi geometriche evidenziano un incremento di carico sulla trave dell'ordine del 70% rispetto alla configurazione attuale per effetto della velocizzazione.

Tale incremento di carico è molto rilevante e si ritiene non compatibile con la travata esistente.

Si prevede pertanto la demolizione e rifacimento della struttura.

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
Relazione tecnico descrittiva delle opere esistenti	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 10 RG	DOCUMENTO OC0000 002	REV. A	FOGLIO 44 di 44

## 9. CAVALCAFERROVIA PK 29+121

L'opera di scavalco ferroviario esistente alla pk 29+121 è costituita da due campate realizzate con impalcati in calcestruzzo armato di lunghezza circa pari a 14.4m.



Nell'ambito del presente progetto, in corrispondenza del cavalcaferrovia è previsto uno scostamento planimetrico tra il binario esistente e il binario di progetto di circa 1m in direzione della spalla, con conseguente spostamento del sedime.

Essendo l'opera inquadrabile come *opera esistente* ai sensi delle NTC2018 e del Manuale di Progettazione Opere Civili di RFI per la quale *non sono previsti interventi connessi al progetto di velocizzazione*, si ritiene non necessario adottare provvedimenti.