

PROVE IN SITO

LABORATORIO PROVE MATERIALI AUTORIZZ. D.M. 52187 del 28.07.2004

4 EMME SERVICE S.p.A. - 39100 BOLZANO - ITALY - Via L. Zuegg, 20



PROVE DI CARICO
“PASSERELLE CICLO-PEDONALI”
PASTRENGO E RIVOLI VERONESE (VR)

PROVE N° 3720-3721/VR

15-16 giugno 2010

Committente: **Provincia di Verona**

Collaudatore: **dott. ing. Luciano Ortolani**

Relatore: **geom. Simone Marcolini**



Panoramica della passerella ciclo-pedonale in loc. Ragano di Rivoli V.se (VR)

RIF.: VR-071-10 Provincia di Verona

Verona, 18 giugno 2010

MOD. 1

BOLZANO Tel. 0471/543111 Fax 0471/543110 info@4emme.it www.4emme.it	LABORATORIO Tel. 0471/543181	FIRENZE Tel. 055/461000	NOVARA Tel. 0321/624873	ROMA Tel. 06/71546992
	BOLOGNA Tel. 051/6346808	GENOVA Tel. 010/586195	PADOVA Tel. 049/8020707	TORINO Tel. 011/7706023
	CAGLIARI Tel. 070/490732	MILANO Tel. 02/40092545	PALERMO Tel. 091/6703629	TREVISO Tel. 0438/990200
	COMO Tel. 031/305253	MODENA Tel. 059/395414	PIACENZA Tel. 0523/755849	VERONA Tel. 045/8004278

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	Descrizione delle strutture.....	3
2	DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE	4
2.1	Parametri di controllo	5
3	PASSERELLA IN LOC. CAMPARA – PROVA N° 3720/VR	6
3.1	Descrizione della prova.....	6
3.2	Schema ubicazione carico e sensori.....	7
3.3	Risultati della prova – 5° ciclo di carico/scarico.....	8
4	PASSERELLA IN LOC. RAGANO – PROVA N° 3721/VR	9
4.1	Descrizione della prova.....	9
4.2	Schema ubicazione carico e sensori.....	10
4.3	Risultati della prova – 4° ciclo di carico/scarico.....	11
5	CONSIDERAZIONI TECNICHE FINALI	12
6	ALLEGATI	12
6.1	Tabulati originali della prova n° 3720/VR	12
6.2	Tabulati originali della prova n° 3721/VR	13

1 PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.* è stata incaricata dalla **Provincia di Verona** di eseguire due prove di carico sulle nuove **passerelle ciclo-pedonali** in legno lamellare situate in loc. Ragano di Rivoli V.se e in loc. Campara di Pastrengo (VR).

Attraverso queste indagini s'intende verificare la capacità portante delle passerelle esaminate confrontando le frecce ottenute sperimentalmente con quelle derivanti dal calcolo.

La scelta degli elementi strutturali da sottoporre a verifica, la determinazione e la disposizione dei carichi, le modalità di rilevazione ed i punti di misura sono stati preventivamente concordati con il Progettista dott. ing. Claudio Cattich ed approvati dal Collaudatore dott. ing. Luciano Ortolani.

Le prove di carico sono state eseguite nei giorni **15-16 giugno 2010**.

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

ing.	L. Ortolani	Collaudatore;
geom.	L. Gherardi	D.L. (Provincia VR);
ing.	F. Cecco	R.U.P (Provincia VR);
geom.	E. Gabrielli	Assistente al Collaudatore;
ing.	C. Cattich	Progettista;
geom.	P. Quinteretto	Appaltatore;
ing.	G. Pasquazzo	Armalam S.r.l.;

e per la *4 EMME Service S.p.A.*:

geom.	P. Bassi;
ing.	A. Palermo;
geom.	S. Marcolini;
geom.	M. Mantovani.

1.1 Descrizione delle strutture

Le strutture in oggetto sono formate da due travi lamellari principali laterali collegate tra loro con 8 elementi scatolari in acciaio (interasse di 2,71 m) sui quali poggiano delle travi secondarie lignee sormontate dall'assito di calpestio.

Le passerelle, di larghezza complessiva pari a 3,10 m, hanno rampe con un'inclinazione del 12% intervallate da pianerottoli di sosta circolari.

La passerella in loc. Campara scavalca la strada SP27A mentre quella in loc. Ragano la strada SP11, entrambe parallele al "Canale Medio Adige o Biffis".

2 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Collaudatore GS03

La rilevazione delle deformazioni è stata effettuata con l'attrezzatura denominata GS03 costituita da:

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni GS03;
- trasduttori di spostamento di tipo LVDT modello *Schaevitz E 200 HQ*;
- cella di carico bidirezionale classe 1 modello *TCQ 200 kN*;
- software di elaborazione *4 Emme Service*.

Trasduttori di spostamento

I trasduttori di spostamento sono portati a contatto dell'intradosso attraverso apposite aste telescopiche. La catena di misura, sensore–cavo–unità, comporta un errore massimo pari al $\pm 1\%$.

I sensori impiegati hanno le seguenti caratteristiche:

<i>escursione</i>	$\pm 12,5 \text{ mm}$	$\pm 25 \text{ mm}$
<i>sensibilità</i>	$0,003 \text{ mm}$	$0,003 \text{ mm}$
<i>linearità</i>	$>99,5\%$	

Cella di carico

La cella di carico, è uno strumento a funzionamento estensimetrico che consente di rilevare il valore della forza applicata. La cella è installata direttamente su uno dei martinetti utilizzati per l'applicazione del carico. La catena di misura, strumento–cavo–unità, comporta un errore massimo pari a $\pm 1,5\%$.

La cella di carico ha le seguenti caratteristiche:

<i>escursione</i>	$\pm 250 \text{ kN}$
<i>sensibilità</i>	10 daN
<i>linearità</i>	$99,4\%$

Calibrazione

La calibrazione è stata effettuata in data 25 maggio 2010 e documentata col Certificato di Taratura n. 684/10. Tutti gli strumenti sono stati tarati dal Laboratorio della *4 EMME Service S.p.A.* utilizzando dei sensori campione come previsto dalla procedura 7.6 del "Manuale Qualità".

2.1 Parametri di controllo

Nella prova sperimentale durante il carico delle strutture oltre alle frecce e al carico sono costantemente, ed in tempo reale, tenuti sotto controllo tre ulteriori parametri: Linearità, Ripetibilità e Permanenza.

Ripetibilità: è il rapporto percentuale, a parità di carico, tra i valori della freccia (depurata del residuo) di due cicli diversi.

Linearità: è il rapporto percentuale tra le tangenti alla curva d'isteresi passanti per i punti individuati dall'ultimo e dal primo carico.

Permanenza: è il rapporto percentuale tra il residuo e la freccia massima.

Questi parametri con:

Ripetibilità > 95 % Linearità > 85 % Permanenza < 5 %

non rappresentano un limite invalicabile ma un'analisi statistica su una grande quantità di prove eseguite. Non superando questi limiti, si rientra in un comportamento d'insieme che corrisponde a strutture progettate per resistere ad un determinato carico.

3 PASSERELLA IN LOC. CAMPARA – PROVA N° 3720/VR

3.1 Descrizione della prova

La prova di carico è stata eseguita per verificare l'idoneità statica della passerella ciclo-pedonale in loc. Campara a Pastrengo (VR).

La campata oggetto di prova è la 3^a da nord con una luce delle travi lamellari, all'interasse degli appoggi, di 19,55 m; il carico richiesto dal Collaudatore, dott. ing. Luciano Ortolani, è pari a $q = 5,00 \text{ kN/m}^2$ che corrisponde a 30,00 kN concentrati per singola forza (180,00 kN totali).

La prova di carico, eseguita con il sistema oleodinamico in 5 cicli di carico/scarico, consiste nel generare lo stesso momento flettente che si otterrebbe col carico distribuito attraverso l'utilizzo di forze concentrate.

Il carico è stato applicato “a tiro” mediante l'utilizzo di 6 martinetti oleodinamici posizionati in mezzeria degli elementi scatolari in acciaio mediante ancoraggio con catena e contrastati da elementi tubolari in calcestruzzo.



Foto 1: Panoramica della prova di carico sulla 3^a campata da nord



Foto 2: Martinetti, sensori e blocchi di calcestruzzo

3.2 Schema ubicazione carico e sensori

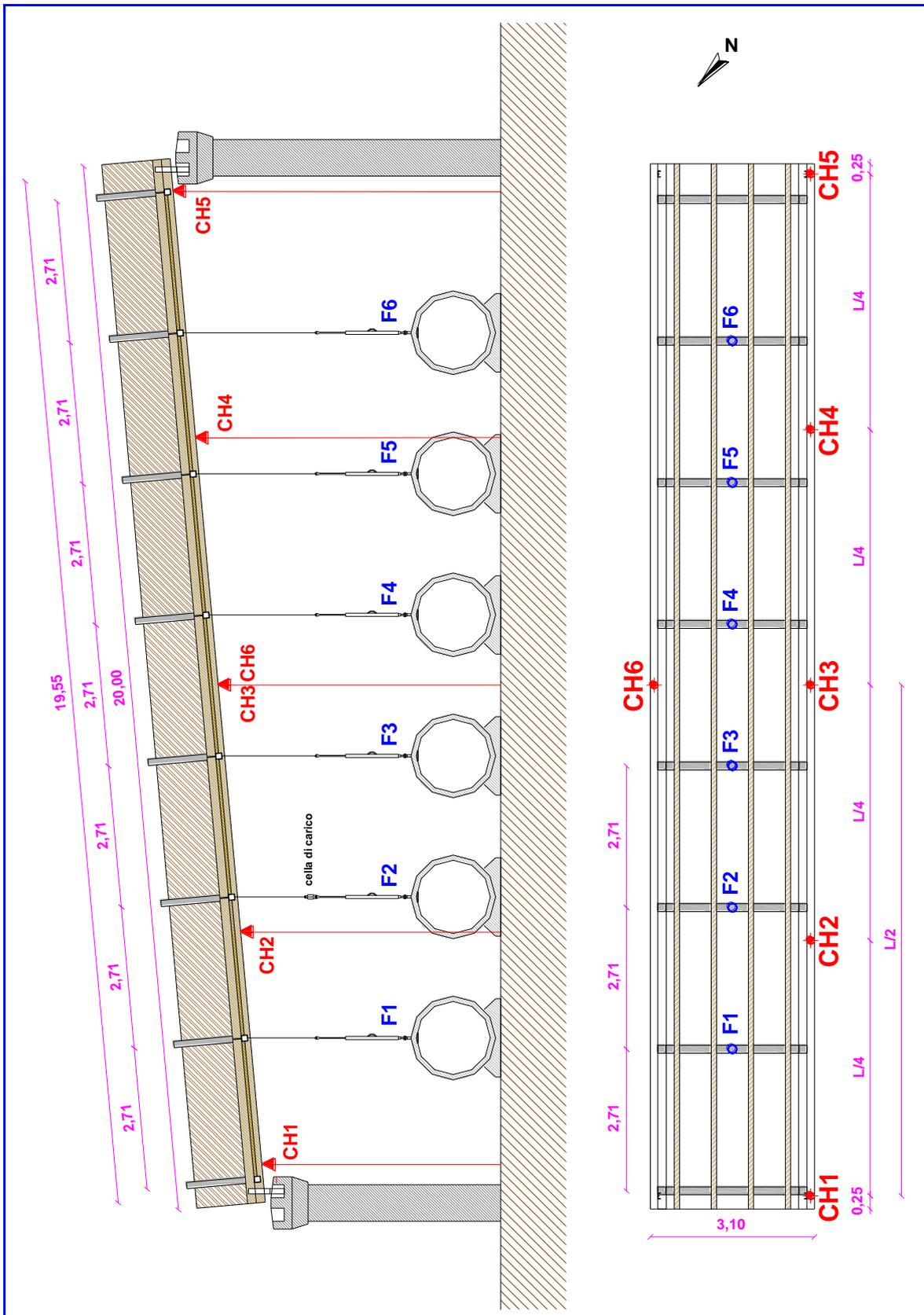


Fig. 1: Disposizione martinetti e punti di misura

3.3 Risultati della prova – 5° ciclo di carico/scarico

Forza (kN)	Carico (kN/m ²)	Freccie (mm)						Tempo (h.m.s)	Linearità
		Trave W				Trave E			%
		CH 1 App. N	CH 2 L/4 N	CH 3 L/2	CH 4 L/4 S	CH 5 App. S	CH 6 L/2		(CH 6)
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.16.46	-
36,0	1,00	0,36	4,00	5,63	4,04	0,35	6,31	13.18.42	-
72,0	2,00	0,75	8,50	11,92	8,59	0,95	13,35	13.20.41	95
108,0	3,00	1,15	12,82	17,91	12,88	1,45	20,08	13.22.43	94
144,0	4,00	1,58	17,40	24,28	17,57	2,10	27,29	13.24.46	92
180,0	5,00	2,04	21,96	30,69	22,27	2,75	34,41	13.26.48	92
144,0	4,00	1,76	17,86	24,89	18,08	2,28	27,99	13.28.42	-
108,0	3,00	1,39	13,63	18,97	13,81	1,83	21,38	13.30.46	-
72,0	2,00	0,93	9,14	12,73	9,30	1,29	14,38	13.32.52	-
36,0	1,00	0,54	4,56	6,39	4,68	0,67	7,22	13.34.54	-
0,0	0,00	0,08	-0,06	-0,12	-0,04	0,03	-0,14	13.36.51	-

N.B. Il segno negativo indica un innalzamento della struttura.

Ripetibilità (%)	Linearità media (%)	Linearità minima (%)	Permanenza (%)	Area ist./carico (%)
CH 3				
99	93	92	0	4,13
CH 6				
99	93	92	0	4,49

Curva d'isteresi per il carico distribuito

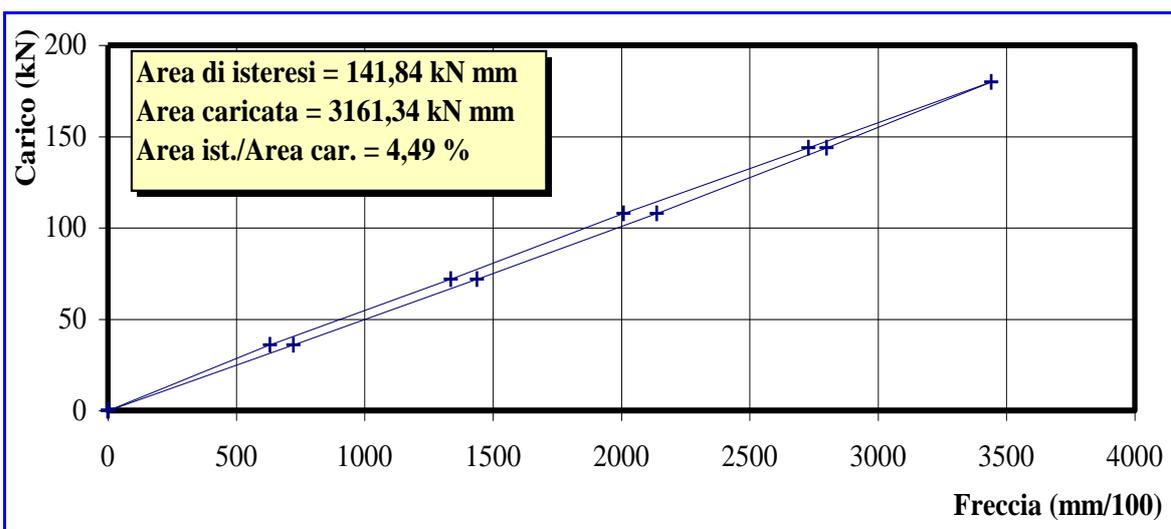


Fig. 2: Grafico rappresentativo dell'area d'isteresi relativa al CH 6

4 PASSERELLA IN LOC. RAGANO – PROVA N° 3721/VR

4.1 Descrizione della prova

La prova di carico è stata eseguita per verificare l'idoneità statica della passerella ciclo-pedonale in loc. Ragano di Rivoli V.se (VR).

La campata oggetto di prova è la 3^a da nord con una luce delle travi lamellari, all'interasse degli appoggi, di 19,55 m; il carico richiesto dal Collaudatore, dott. ing. Luciano Ortolani, è pari a $q = 5,00 \text{ kN/m}^2$ che corrisponde a 30,00 kN concentrati per singola forza (180,00 kN totali).

La prova è stata eseguita in 4 cicli di carico/scarico con le stesse modalità della precedente.



Foto 3: Panoramica della prova di carico sulla 3^a campata da nord



Foto 4: Particolare della cella di carico per la lettura della forza



Foto 5: Intradosso della campata durante la prova di carico

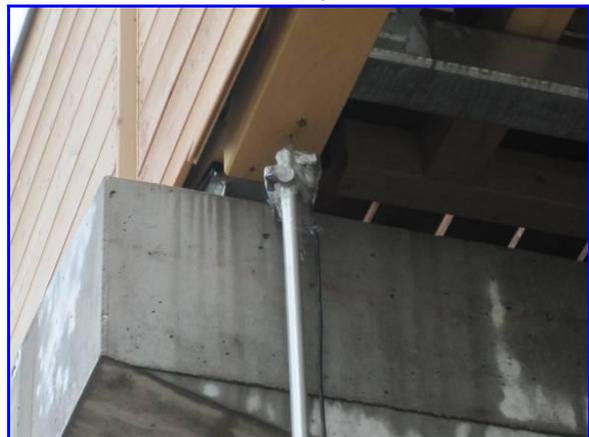


Foto 6: Particolare di un sensore in appoggio

4.2 Schema ubicazione carico e sensori

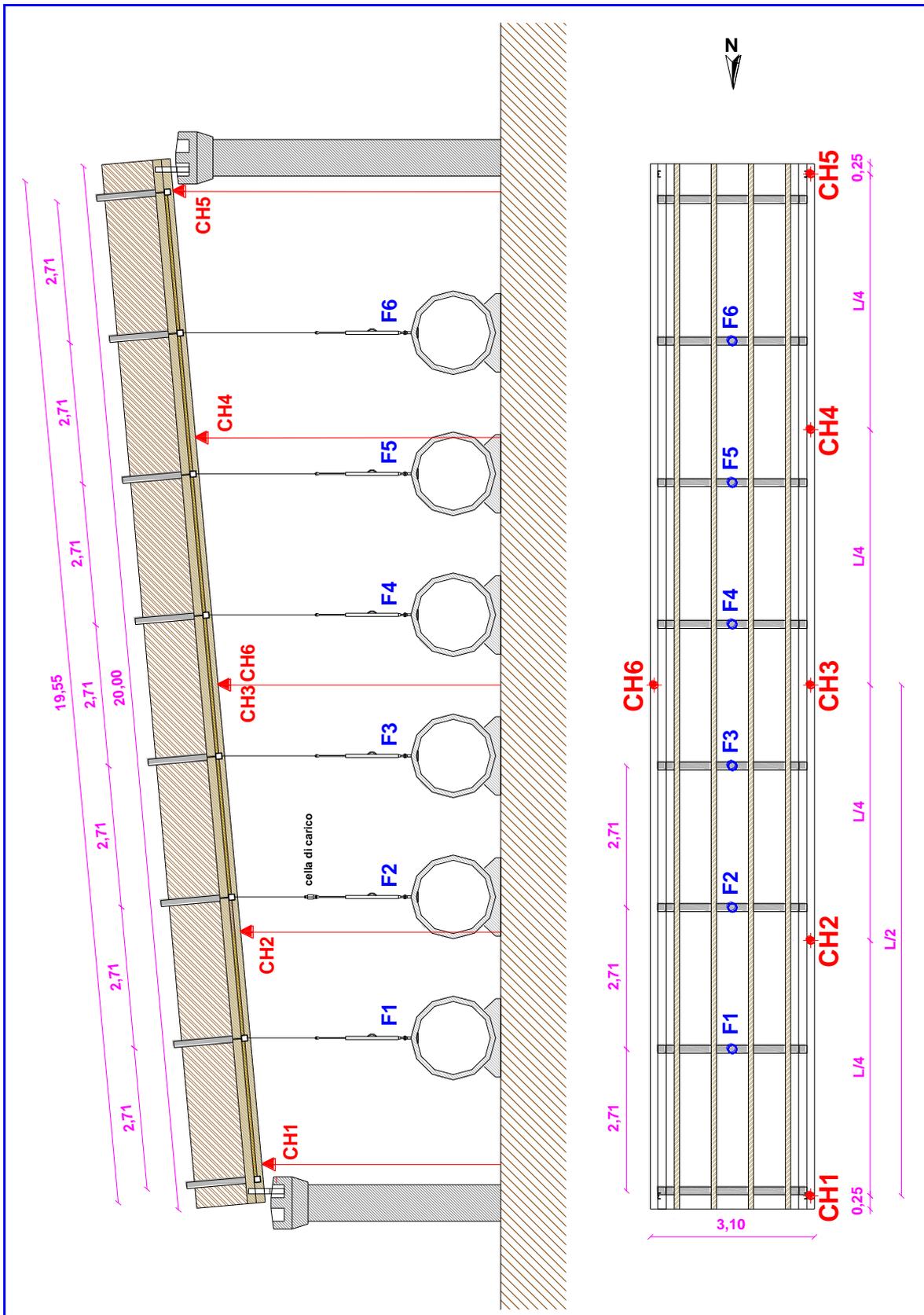


Fig. 3: Disposizione martinetti e punti di misura

4.3 Risultati della prova – 4° ciclo di carico/scarico

Forza (kN)	Carico (kN/m ²)	Freccie (mm)						Tempo (h.m.s)	Linearità
		Trave W			Trave E				%
		CH 1 App. N	CH 2 L/4 N	CH 3 L/2	CH 4 L/4 S	CH 5 App. S	CH 6 L/2		(CH 6)
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.58.30	-
36,0	1,00	0,32	4,07	5,84	4,15	0,28	6,31	11.00.33	-
72,0	2,00	0,75	8,39	11,91	8,43	0,65	12,63	11.02.30	100
108,0	3,00	1,21	12,75	18,03	12,85	1,11	19,15	11.04.31	99
144,0	4,00	1,69	17,20	24,30	17,35	1,65	25,85	11.06.40	98
180,0	5,00	2,19	21,71	30,73	21,98	2,16	32,65	11.08.39	97
144,0	4,00	1,84	18,02	25,42	18,21	1,83	27,02	11.10.31	-
108,0	3,00	1,39	13,77	19,40	13,91	1,48	20,66	11.12.29	-
72,0	2,00	0,85	9,14	12,97	9,35	0,87	13,82	11.14.30	-
36,0	1,00	0,40	4,55	6,47	4,61	0,45	6,97	11.16.25	-
0,0	0,00	-0,05	-0,03	0,04	0,05	-0,01	0,01	11.18.33	-

N.B. Il segno negativo indica un innalzamento della struttura.

Ripetibilità (%)	Linearità media (%)	Linearità minima (%)	Permanenza (%)	Area ist./carico (%)
CH 3				
99	96	95	0	5,37
CH 6				
100	98	97	0	5,46

Curva d'isteresi per il carico distribuito

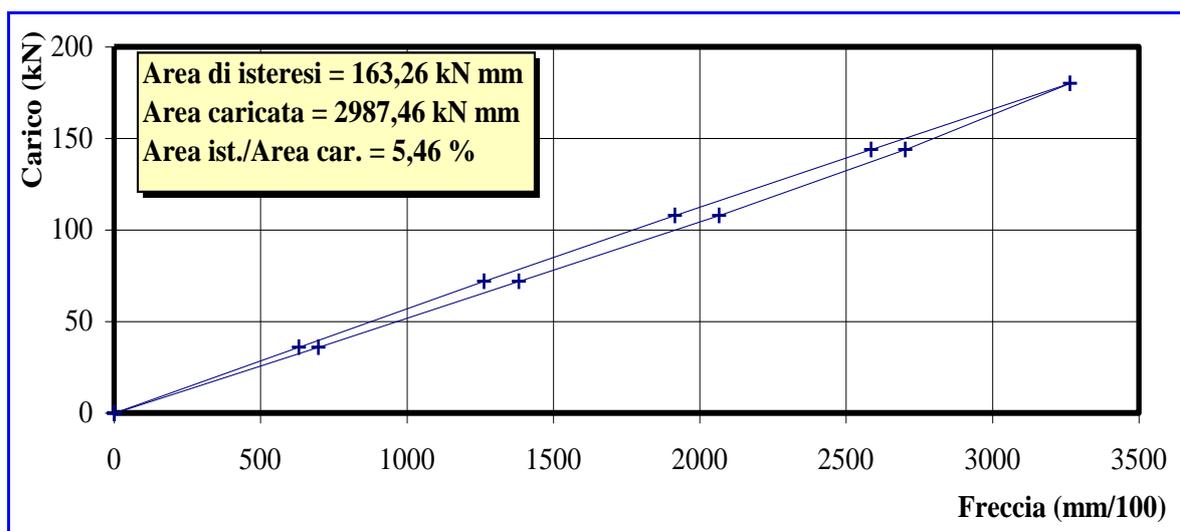


Fig. 4: Grafico rappresentativo dell'area d'isteresi relativa al CH 6

5 CONSIDERAZIONI TECNICHE FINALI

Le frecce a carico massimo per entrambe le campate risultano inferiori rispetto alle frecce calcolate (circa 45 mm in L/2) ed i parametri di controllo sono contenuti entro i limiti statistici indicati precedentemente (pag. 5).

Si può notare come le travi lamellari rivolte ad est, monitorate per entrambe le prove, abbiano una deformazione in mezzzeria leggermente superiore alle travi rivolte ad ovest probabilmente per il carico non perfettamente baricentrico.

Verona, 18 giugno 2010

Il relatore
geom. Simone Marcolini

4 EMME Service S.p.A.
Il Direttore del Centro di Verona
geom. Paolo Bassi

RELAZIONE REVISIONATA DA:
dott. ing. Andrea Palermo

6 ALLEGATI

6.1 Tabulati originali della prova n° 3720/VR

Fase	Forza	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	Commento	Orario
	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(H.m.s)
C=001F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	I° CICLO	11.04.32
C=001F=002	6	0,40	4,31	6,07	4,39	0,38	6,95		11.06.39
C=001F=003	12	0,93	8,91	12,47	9,03	1,01	14,27		11.08.43
C=001F=004	18	1,46	13,62	18,94	13,73	1,70	21,60		11.10.33
C=001F=005	0	0,28	0,66	0,85	0,71	0,19	1,31		11.14.21
C=002F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	II° CICLO	11.14.32
C=002F=002	6	0,38	4,19	5,90	4,24	0,42	6,64		11.16.33
C=002F=003	12	0,78	8,51	11,95	8,60	0,96	13,45		11.18.35
C=002F=004	18	1,29	13,14	18,31	13,23	1,60	20,62		11.20.33
C=002F=005	24	1,90	18,05	25,04	18,21	2,41	28,33		11.22.36
C=002F=006	0	0,29	0,28	0,27	0,23	0,16	0,46	11.28.46	
C=003F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	III° CICLO	11.28.52
C=003F=002	6	0,33	4,18	5,90	4,29	0,45	6,68		11.30.46
C=003F=003	12	0,74	8,60	12,07	8,67	1,00	13,54		11.32.46
C=003F=004	18	1,18	13,13	18,32	13,24	1,61	20,58		11.34.43
C=003F=005	24	1,69	17,94	24,98	18,10	2,32	28,10		11.36.42
C=003F=006	24	1,95	18,37	25,52	18,60	2,69	28,86		12.21.39
C=003F=007	18	1,61	14,13	19,59	14,35	2,26	22,23		12.23.42
C=003F=008	12	1,22	9,69	13,46	9,89	1,67	15,30		12.25.38
C=003F=009	6	0,84	5,31	7,33	5,49	1,20	8,47		12.27.39
C=003F=010	0	0,38	0,71	0,89	0,78	0,49	1,16		12.29.49
C=003F=011	0	0,35	0,67	0,87	0,74	0,48	1,06	12.41.34	
C=004F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	IV° CICLO	12.47.49
C=004F=002	6	0,37	4,26	6,00	4,31	0,48	6,77		12.49.53
C=004F=003	12	0,81	8,64	12,11	8,73	1,01	13,63		12.51.54

Fase	Forza	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	Commento	Orario
	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(H.m.s)
C=004F=004	18	1,22	13,09	18,23	13,17	1,66	20,51		12.53.48
C=004F=005	24	1,70	17,67	24,60	17,82	2,28	27,69		12.55.40
C=004F=006	30	2,28	22,48	31,33	22,83	3,07	35,24		12.57.55
C=004F=007	30	2,47	22,76	31,62	23,14	3,36	35,62		13.12.20
C=004F=008	0	0,45	0,54	0,59	0,60	0,60	0,75		13.16.39
C=005F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		13.16.46
C=005F=002	6	0,36	4,00	5,63	4,04	0,35	6,31		13.18.42
C=005F=003	12	0,75	8,50	11,92	8,59	0,95	13,35		13.20.41
C=005F=004	18	1,15	12,82	17,91	12,88	1,45	20,08		13.22.43
C=005F=005	24	1,58	17,40	24,28	17,57	2,10	27,29		13.24.46
C=005F=006	30	2,04	21,96	30,69	22,27	2,75	34,41		13.26.48
C=005F=007	24	1,76	17,86	24,89	18,08	2,28	27,99	13.28.42	
C=005F=008	18	1,39	13,63	18,97	13,81	1,83	21,38	13.30.46	
C=005F=009	12	0,93	9,14	12,73	9,30	1,29	14,38	13.32.52	
C=005F=010	6	0,54	4,56	6,39	4,68	0,67	7,22	13.34.54	
C=005F=011	0	0,08	-0,06	-0,12	-0,04	0,03	-0,14	13.36.51	

6.2 Tabulati originali della prova n° 3721/VR

Fase	Forza	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	Commento	Orario
	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(H.m.s)
C=001F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	I° CICLO	10.05.32
C=001F=002	6	0,47	4,40	6,16	4,42	0,40	6,56		10.07.35
C=001F=003	12	0,99	9,06	12,66	9,12	1,02	13,46		10.09.30
C=001F=004	18	1,50	13,66	19,03	13,75	1,67	20,22		10.11.30
C=001F=005	0	0,36	0,83	0,93	0,89	0,54	0,98		10.16.15
C=002F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	II° CICLO	10.17.02
C=002F=002	6	0,34	4,03	5,70	4,06	0,30	6,10		10.19.22
C=002F=003	12	0,79	8,46	11,95	8,47	0,74	12,76		10.21.16
C=002F=004	18	1,18	12,98	18,30	13,09	1,32	19,51		10.23.21
C=002F=005	24	1,70	17,52	24,65	17,72	1,96	26,38		10.25.17
C=002F=006	0	0,19	0,54	0,63	0,61	0,46	0,75		10.28.11
C=003F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	III° CICLO	10.29.13
C=003F=002	6	0,38	4,08	5,74	4,07	0,34	6,12		10.31.18
C=003F=003	12	0,79	8,44	11,94	8,46	0,76	12,71		10.33.13
C=003F=004	18	1,20	12,78	18,04	12,85	1,22	19,23		10.35.12
C=003F=005	24	1,59	17,20	24,27	17,36	1,73	25,86		10.37.17
C=003F=006	30	2,26	22,11	31,14	22,42	2,48	33,21		10.39.19
C=003F=007	30	2,63	22,55	31,64	22,89	2,67	33,80		10.54.14
C=003F=008	0	0,47	1,00	1,10	1,04	0,54	1,27		10.57.42
C=004F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	IV° CICLO	10.58.30
C=004F=002	6	0,32	4,07	5,84	4,15	0,28	6,31		11.00.33
C=004F=003	12	0,75	8,39	11,91	8,43	0,65	12,63		11.02.30
C=004F=004	18	1,21	12,75	18,03	12,85	1,11	19,15		11.04.31
C=004F=005	24	1,69	17,20	24,30	17,35	1,65	25,85		11.06.40
C=004F=006	30	2,19	21,71	30,73	21,98	2,16	32,65		11.08.39
C=004F=007	24	1,84	18,02	25,42	18,21	1,83	27,02		11.10.31
C=004F=008	18	1,39	13,77	19,40	13,91	1,48	20,66		11.12.29
C=004F=009	12	0,85	9,14	12,97	9,35	0,87	13,82		11.14.30
C=004F=010	6	0,40	4,55	6,47	4,61	0,45	6,97		11.16.25
C=004F=011	0	-0,05	-0,03	0,04	0,05	-0,01	0,01		11.18.33