



**COMUNE DI ALFONSINE**  
Provincia di Ravenna  
**MEDAGLIA D'ARGENTO AL VALOR CIVILE**  
**MEDAGLIA D'ARGENTO AL VALOR MILITARE**

Area Tecnica - Gestione Associata LLPP  
Alfonsine, Cotignola e Fusignano




Cofinanziato  
dall'Unione europea

**LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
DEL PONTE SUL TORRENTE SENIO**

PNRR - M2C4 I2.2 - INTERVENTI PER LA RESILIENZA, LA VALORIZZAZIONE DEL  
TERRITORIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA DEI COMUNI

**CUP: H27H17001390004**

**Progetto Esecutivo**

Assessore ai LL.PP: Sig. Roberto Laudini		Sindaco: Avv. Riccardo Graziani	
Responsabile Area Tecnica Gestione Associata LLPP Alfonsine, Cotignola e Fusignano			
RUP:Dott. Rodolfo Gaudenzi			
PROGETTISTA COORDINATORE:		Ing. Antonio Tassinari	
PROGETTISTI OPERE STRADALI:		Studio Tassinari e Associati Ing. Antonio Tassinari	
COORD. SICUREZZA PROGETTAZIONE:		Studio Tassinari e Associati Ing. Antonio Tassinari	
		<div><p><b>STUDIO TASSINARI • ASSOCIATI</b> ingegneria • architettura • infrastrutture</p><p>Viale L. Cilla 54 - 48123 - Ravenna Tel: 0544.218506 - Fax: 0544.248148 www.ingtassinari.it - studio@ingtassinari.it</p></div>	

**ELABORATO:** Relazioni specialistiche allegate

Codice Intervento: SEN2019	Data: OTTOBRE 2022	Codice Elaborato: <b>E.GEN-01.B</b>
Scala:	File: 3_ALF-002R2_E.GEN-01.B	Revisione: R02





**4 EMME Service S.p.A.**

**Prove in Sito - Laboratorio Prove Materiali**

Sede legale: Via L. Zuegg, 20 - 39100 Bolzano - ITALY

Tel. 0471/543111 - Fax 543110

[4emme@legalmail.it](mailto:4emme@legalmail.it)

[www.4emme.it](http://www.4emme.it)

Sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato RINA nr. 6441/01/S

## **VERIFICA GENERALE**

### ***PONTE SUL TORRENTE SENIO***

### ***VIA REALE – ALFONSINE (RA)***

**PROVE N° 5597-5598A-5598B/BO**

**22-23-24-25-30 ottobre 2018**

Committente: **Comune di Alfonsine**  
**Ufficio Lavori Pubblici**

Responsabile dei Lavori: **geom. Roberto Moretti**

Relatori: **ing. Thomas Vassalli**  
**ing. Giulio Vittori**



***Ponte sul torrente Senio – Via Reale – Alfonsine (RA)***

Rif: BO – 125 – 18

Bologna, 10 dicembre 2018

C.F./P.I. IT 01288130212		Cap. Soc. 500.000,00 Euro		R.E.A. - BZ 111601		CASSA CENTRALE RAIFFEISEN BZ IT49 B 03493 11600 000300027138	
Bolzano	0471-543111	Firenze	055-461000	Modena	059-395414	Roma	06-71546992
Bologna	051-6346808	Genova	010-586195	Padova	049-8020707	Torino	011-7706023
Cagliari	070-490732	Marche	0734-903279	Palermo	091-6703629	Treviso	0438-990200
Como	031-305253	Milano	02-40092545	Piacenza	0523-755849	Verona	045-8004278
				<b>Laboratori Autorizzati</b>			
				Bolzano		0471-543111	
				Milano		02-40092545	

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Descrizione della struttura .....	4
<b>2. ISPEZIONE VISIVA PRIMARIA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Le anomalie riscontrate .....	4
<b>3. INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI .....</b>	<b>21</b>
3.1 Rilievo pacometrico delle armature.....	21
3.1.1 Ubicazione delle prove .....	21
3.1.2 Rapporto risultati .....	23
3.2 Prove di Pull-Out .....	25
3.2.1 Ubicazione delle prove .....	26
3.2.2 Rapporto risultati .....	28
3.3 Carotaggi.....	31
3.3.1 Ubicazione delle prove .....	31
3.3.1 Rapporto risultati .....	37
3.3.2 Certificato di Laboratorio .....	39
3.4 Determinazione della profondità di carbonatazione del calcestruzzo .....	40
3.4.1 Rapporto risultati .....	40
3.5 Misura dello spessore della soletta .....	41
3.6 Profilo di penetrazione degli ioni cloro .....	42
<b>4. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA .....</b>	<b>47</b>
4.1 Strumentazione impiegata.....	47
4.2 Posizione degli strumenti .....	48
4.3 Acquisizione dei dati.....	50
4.4 Modalità di elaborazione.....	50
4.5 Applicazione degli impulsi .....	50
4.6 Analisi dei dati .....	51
4.7 Risultati .....	59
4.8 Considerazioni relative alle prove di omogeneità .....	59
<b>5. PROVA DI CARICO STATICA DI ANALISI.....</b>	<b>60</b>
5.1 Strumentazione.....	60
5.2 Applicazione del carico.....	61
5.3 Descrizione della prova .....	61
5.4 Risultati dalla configurazione 1 alla 6 dei sensori inclinometrici .....	67
5.5 Risultati dalla configurazione 1 alla 7 dei sensori n. 7-8-9-10.....	84
5.6 Ispezione visiva post prova di carico .....	86



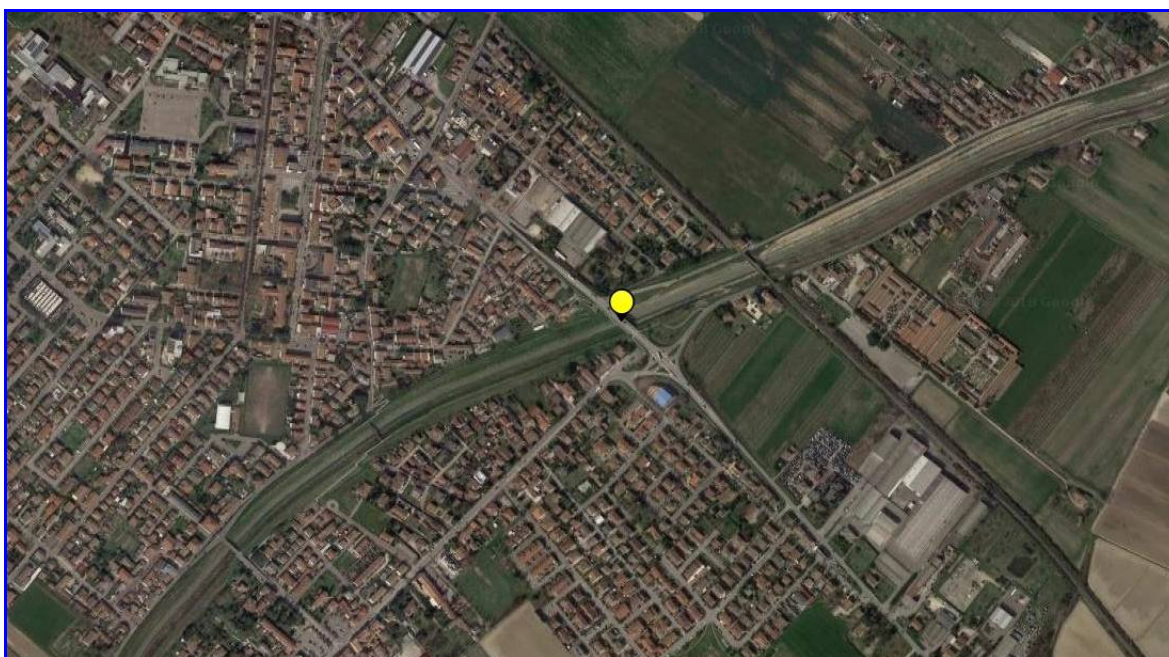
## 1. PREMESSA

La Società **4 EMME Service S.p.A.**, specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dal **Comune di Alfonsine**, con determinazione n. 193/18, di eseguire una serie di indagini sul ponte in oggetto per fornire al consulente incaricato, l'ing. Antonio Tassinari, le informazioni necessarie alla stesura dell'idoneità statica.

I riferimenti alle posizioni sono quelli che nascono seguendo lo sviluppo orografico del corso d'acqua con le spalle posizionate verso la sorgente; ci saranno quindi destra, sinistra, monte e valle.

In particolare, sono state eseguite:

- censimento ed ispezione visiva primaria;
- prove pacometriche e prove di pull-out;
- scapitozzatura e rilievo armatura;
- carotaggi e relative prove di compressione in laboratorio autorizzato;
- determinazione della profondità di carbonatazione e di attacco da parte di agenti chimici del calcestruzzo;
- caratterizzazione dinamica;
- prove di carico statiche di analisi e di verifica.



*Ubicazione del ponte nel Comune di Alfonsine*

### 1.1 Descrizione della struttura

Impalcato:	travi in c.a.p., traversi e soletta in c.a.
Ubicazione:	via Reale
Ostacolo oltrepassato:	torrente Senio
Nr. campate:	3
Luce campate:	9,4 m sx – 24,3 m centrale – 9,55 m dx
Larghezza impalcato:	17 m
Larghezza carreggiata:	10,60 m
Nr. corsie:	2
Protezioni laterali:	parapetto in metallo e guardrail



*Intradosso*



*Frontale*

## 2. ISPEZIONE VISIVA PRIMARIA

L'ispezione visiva è stata condotta il 22 ottobre 2018 secondo il *Metodo della Valutazione Numerica (MVN)*, riportato nel *Manuale per la Valutazione dello stato dei Ponti – Edizione CIAS* a disposizione degli Uffici Tecnici del Comune di Ravenna.

### 2.1 Le anomalie riscontrate

Di seguito vengono riportati i difetti riscontrati sulla struttura e le schede difettologiche, estrapolate direttamente dal software Bridge.

N° campate **3**  
 Lunghezza [m] **43,90**  
 Larghezza [m] **17,00**  
 NG = 5 **5**  
 Non Conformità (NC) **0**  
 Azioni Preventive (AP) **0**  
 DR **22**  
 DA **97**  
 Completamento % **97**


 Data ispezione **22/10/2018**

VIAREA0001

**Spalle**

 Materiale: **Calcestruzzo**

 N° elementi: **2**

N° Foto	Visto	Difetto	G	K1	K2	NC	AP
	X	1.1) Macchie di umidità passiva	1	0,0	0,0		
	X	1.2) Macchie di umidità attiva	4	0,0	0,0		
	X	1.3) CIs dilavato/ammalorato	2	0,5	1,0		
	X	1.4) Vespai	2	0,2	0,2		
	X	1.5) Distacco del copriferro	2	0,2	1,0		
	X	1.6) Armatura ossidata	5	0,5	1,0		
	X	1.13) Lesioni a ragnatela modeste	1	0,0	0,0		
	X	1.14) Fessure orizzontali	2	0,0	0,0		
	X	1.15) Fessure verticali	2	0,0	0,0		
	X	1.16) Fessure diagonali	5	0,0	0,0		
	X	1.25) Riprese successive deteriorate	1	0,0	0,0		
	X	1.29) Danni da urto	4	0,0	0,0		
	X	1.30) Danni causati dagli app. d'appoggio	4	0,0	0,0		
	X	5.1) Fuori piombo	5	0,0	0,0		
	X	5.2) Scalzamento	5	1,0	1,0		
	X	5.3) Dilavamento del rilevato	1	0,0	0,0		
	X	5.4) Dissesto del rilevato	2	0,0	0,0		
	X	5.5) Difetti app. d'appoggio in neoprene	4	1,0	0,2		
	X	5.6) Difetti pendoli	4	0,0	0,0		
	X	5.7) Difetti carrelli	4	0,0	0,0		
	X	5.8) Difetti app. d'appoggio compositi	4	0,0	0,0		
	X	Eventuali note	0	0,0	0,0		





**Foto 1:** Sotto tutte le travi, in particolare quelle di bordo



**Foto 2:** Nella parte sommitale della spalla



**Foto 3:** Ove presente dilavamento



**Foto 4:** Ove presente dilavamento e lungo i bordi esterni



**Foto 5:** Ove presente dilavamento e lungo i bordi esterni più alcuni punti sotto le travi interne



**Foto 6:** Sulla spalla sinistra



**Foto 7:** Fessurazione e screpolature superficiali



**Foto 8:** Presenza di detriti agli appoggi



<b>Pile</b>	<b>Pilastri pila</b>	<b>Materiale: Calcestruzzo</b>	<b>N° elementi: 2</b>
-------------	----------------------	--------------------------------	-----------------------

N° Foto	Visto	Difetto	G	K1	K2	NC	AP
	X	1.1) Macchie di umidità passiva	1	0,0	0,0		
	X	1.2) Macchie di umidità attiva	4	0,0	0,0		
	X	1.3) CIs dilavato/ammalorato	2	0,0	0,0		
	X	1.4) Vespai	2	0,2	0,2		
	X	1.5) Distacco del copriferro	2	0,0	0,0		
	X	1,6) Armatura ossidata	5	0,0	0,0		
	X	1.13) Lesioni a ragnatela modeste	1	0,2	1,0		
	X	1.14) Fessure orizzontali	2	0,0	0,0		
	X	1.15) Fessure verticali	2	0,0	0,0		
	X	1,16) Fessure diagonali	5	0,0	0,0		
	X	1.20) Staffe scoperte/ossidate	3	0,0	0,0		
	X	1.21) Lesioni attacco pilastri	2	0,0	0,0		
	X	1,23) Armatura verticale deformata	5	0,0	0,0		
	X	1.25) Riprese successive deteriorate	1	1,0	1,0		
	X	1.29) Danni da urto	4	0,0	0,0		
	X	1.30) Danni causati dagli app. d'appoggio	4	0,0	0,0		
	X	5,1) Fuori piombo	5	0,0	0,0		
	X	5,2) Scalzamento	5	0,0	0,0		
	X	5.5) Difetti app. d'appoggio in neoprene	4	0,0	0,0		
	X	5.6) Difetti pendoli	4	0,0	0,0		
	X	5.7) Difetti carrelli	4	0,0	0,0		
	X	5.8) Danni app. d'appoggio compositi	4	0,0	0,0		
		Eventuali note	0	0,0	0,0		



**Foto 9:** Pilastro centrale pila sinistra



**Foto 10:** Pilastro monte pila sinistra - lesioni capillari



**Foto 11:** Pilastro monte pila sinistra - lesioni capillari



**Foto 12:** Base pilastro centrale pila sinistra



## Giunti

Materiale: Di dilatazione

N° elementi:

1

N° Foto	Visto	Difetto	G	K1	K2	NC	AP
	X	5.9) Dislivello giunto-pavimentazione	1	0,0	0,0		
	X	5.10) Massetti lesionati	2	0,0	0,0		
	X	5.11) Distacco tampone	1	0,0	0,0		
	X	5.12) Deformazione tampone	1	0,0	0,0		
	X	5.13) Ammaloramento profilati	2	0,0	0,0		
	X	5.14) Scossalina permeabile	2	0,0	0,0		
	X	Eventuali note	0	0,0	0,0		



**Foto 13:** Lesione sulla pavimentazione in corrispondenza dei giunti longitudinale e trasversali

Travi-Traversi

Traversi

Materiale: c.a. - c.a.p.

N° elementi:

7

N° Foto	Visto	Difetto	G	K1	K2	NC	AP
	X	1.1) Macchie di umidità passiva	1	0,0	0,0		
	X	1.2) Macchie di umidità attiva	4	0,0	0,0		
	X	1.3) CIs dilavato/ammalorato	2	0,0	0,0		
	X	1.4) Vespai	2	0,0	0,0		
	X	1.5) Distacco del copriferro	2	0,2	1,0		
	X	1,6) Armatura ossidata	5	0,2	0,5		
	X	1.7) Lesioni capillari ancoraggi	1	0,0	0,0		
	X	1.8) Testate di ancoraggio non sigillate	2	0,0	0,0		
	X	1.9) Distacco tamponi testate	1	0,0	0,0		
	X	1.10) Lesioni su anima lungo cavi	2	0,0	0,0		
	X	1.11) Lesioni lungo suola del bulbo	2	0,0	0,0		
	X	1.12) Guaine in vista	2	0,0	0,0		
	X	1.13) Lesioni a ragnatela modeste	1	0,0	0,0		
	X	1,16) Fessure diagonali	5	0,0	0,0		
	X	1,18) Fessure trasversali	5	0,0	0,0		
	X	1.19) Lesioni/distacco travi-traversi	3	0,0	0,0		
	X	1.20) Staffe scoperte/ossidate	3	0,0	0,0		
	X	1.25) Riprese successive deteriorate	1	0,0	0,0		
	X	1,26) Riduzione armatura di precompr	5	0,0	0,0		
	X	1.27) Umidità dall'interno	2	0,0	0,0		
	X	1.28) Arm. scoperta/ossidata testate	2	0,0	0,0		
	X	1.29) Danni da urto	4	0,0	0,0		
	X	1.30) Danni causati dagli app. d'appoggio	4	0,0	0,0		
		Eventuali note	0	0,0	0,0		



**Foto 24:** Travi e traversi della campata centrale, ove presente dilavamento



**Foto 26:** Su tutti i traversi



**Foto 27:** Su tutti i traversi

Soletta

Materiale: Calcestruzzo

N° elementi:

1

N° Foto	Visto	Difetto	G	K1	K2	NC	AP
	X	1.1) Macchie di umidità passiva	1	0,5	1,0		
	X	1.2) Macchie di umidità attiva	4	0,0	0,0		
	X	1.3) CIs dilavato/ammalorato	2	0,2	1,0		
	X	1.4) Vespai	2	0,0	0,0		
	X	1.5) Distacco del copriferro	2	0,2	1,0		
	X	1.6) Armatura ossidata	5	0,2	0,2		
	X	1.13) Lesioni a ragnatela modeste	1	0,0	0,0		
	X	1.16) Fessure diagonali	5	0,0	0,0		
	X	1.17) Fessure longitudinali	2	0,0	0,0		
	X	1.18) Fessure trasversali	5	0,0	0,0		
	X	1.20) Staffe scoperte/ossidate	3	0,0	0,0		
	X	1.22) Lesioni attacco trave-soletta	2	0,0	0,0		
	X	1.25) Riprese successive deteriorate	1	0,0	0,0		
	X	Eventuali note	0	0,0	0,0		



**Foto 28:** Su più del 50% della superficie dell'intradosso



**Foto 29:** Su entrambi i bordi



**Foto 30:** Su entrambi i bordi



**Foto 31:** In più punti sui bordi



<b>Pile</b>	<b>Pulvini</b>	<b>Materiale: Calcestruzzo</b>	<b>N° elementi:</b>	<b>2</b>
-------------	----------------	--------------------------------	---------------------	----------

N° Foto	Visto	Difetto	G	K1	K2	NC	AP
	X	1.1) Macchie di umidità passiva	1	0,0	0,0		
	X	1.2) Macchie di umidità attiva	4	0,2	1,0		
	X	1.3) CIs dilavato/ammalorato	2	1,0	1,0		
	X	1.4) Vespai	2	0,0	0,0		
	X	1.5) Distacco del copriferro	2	1,0	1,0		
	X	1.6) Armatura ossidata	5	0,5	1,0		
	X	1.13) Lesioni a ragnatela modeste	1	0,0	0,0		
	X	1.14) Fessure orizzontali	2	0,0	0,0		
	X	1.15) Fessure verticali	2	0,0	0,0		
	X	1.16) Fessure diagonali	5	0,0	0,0		
	X	1.20) Staffe scoperte/ossidate	3	0,0	0,0		
	X	1.21) Lesioni attacco pilastri	2	0,0	0,0		
	X	1.23) Armatura verticale deformata	5	0,0	0,0		
	X	1.25) Riprese successive deteriorate	1	0,0	0,0		
	X	1.29) Danni da urto	4	0,0	0,0		
	X	1.30) Danni causati dagli app. d'appoggio	4	0,0	0,0		
	X	5.1) Fuori piombo	5	0,0	0,0		
	X	5.2) Scalzamento	5	0,0	0,0		
	X	5.5) Difetti app. d'appoggio in neoprene	4	0,0	0,0		
	X	5.6) Difetti pendoli	4	0,0	0,0		
	X	5.7) Difetti carrelli	4	0,0	0,0		
	X	5.8) Danni app. d'appoggio compositi	4	0,0	0,0		
		Eventuali note	0	0,0	0,0		



**Foto 14:** In alcuni punti sulle facciate esterne



**Foto 15:** Su tutti i pulvini, al di sotto di tutte le travi, soprattutto quelle di bordo



**Foto 16:** Su tutti i pulvini, al di sotto di tutte le travi, soprattutto quelle di bordo



**Foto 17:** Su tutti i pulvini, al di sotto di tutte le travi, soprattutto quelle di bordo



**Foto 18:** Ove presente dilavamento



**Foto 19:** Ove presente distacco

Travi-Traversi

Travi

Materiale: c.a. - c.a.p.

N° elementi: 32

N° Foto	Visto	Difetto	G	K1	K2	NC	AP
	X	1.1) Macchie di umidità passiva	1	0,0	0,0		
	X	1.2) Macchie di umidità attiva	4	0,0	0,0		
	X	1.3) CIs dilavato/ammalorato	2	0,5	1,0		
	X	1.4) Vespai	2	0,2	0,2		
	X	1.5) Distacco del copriferro	2	0,2	1,0		
	X	1,6) Armatura ossidata	5	0,0	0,0		
	X	1.7) Lesioni capillari ancoraggi	1	0,0	0,0		
	X	1.8) Testate di ancoraggio non sigillate	2	0,0	0,0		
	X	1.9) Distacco tamponi testate	1	0,0	0,0		
	X	1.10) Lesioni su anima lungo cavi	2	0,0	0,0		
	X	1.11) Lesioni lungo suola del bulbo	2	0,0	0,0		
	X	1.12) Guaine in vista	2	0,0	0,0		
	X	1.13) Lesioni a ragnatela modeste	1	0,0	0,0		
	X	1,16) Fessure diagonali	5	0,0	0,0		
	X	1,18) Fessure trasversali	5	0,0	0,0		
	X	1.19) Lesioni/distacco travi-traversi	3	0,0	0,0		
	X	1.20) Staffe scoperte/ossidate	3	0,0	0,0		
	X	1.25) Riprese successive deteriorate	1	0,0	0,0		
	X	1,26) Riduzione armatura di precompr	5	0,0	0,0		
	X	1.27) Umidità dall'interno	2	0,0	0,0		
	X	1.28) Arm. scoperta/ossidata testate	2	0,0	0,0		
	X	1.29) Danni da urto	4	0,0	0,0		
	X	1.30) Danni causati dagli app. d'appoggio	4	0,0	0,0		
		Eventuali note	0	0,0	0,0		





**Foto 20:** In corrispondenza dei giunti tra gli impalcati e nei punti di infiltrazione dell'acqua



**Foto 21:** In corrispondenza dei giunti tra gli impalcati e nei punti di infiltrazione dell'acqua



**Foto 22:** In più punti all'intradosso



**Foto 23:** In più punti all'intradosso



**Foto 24:** Travi e traversi della campata centrale, ove presente dilavamento



**Foto 25:** Travi e traversi della campata centrale, ove presente dilavamento

**Stato della pavimentazione**

N°Foto	Descrizione difetto		NC	AP
	5.15) Dislivello tra rilevato e impalcato			
	5.16) Presenza dossi pavimentazione			
	5.17) Fessure/anomalie pavimentazione			

**Parapetti**

N°Foto	Descrizione difetto		NC	AP
	5.18) Parapetti assenti			
	5.19) Parapetti non a norma			
	5.20) Parapetti danneggiati			

**GuardRail**

N°Foto	Descrizione difetto		NC	AP
	Guardrail assenti			
	5.21) Guardrail danneggiati			
	5.22) Guardrail corrosi			

**Cordoli**

N°Foto	Descrizione difetto		NC	AP
	Cordoli assenti			
	5.23) Cordoli degradati	X		

**Convogliamento acque**

N°Foto	Descrizione difetto		NC	AP
Foto 22: In più	5.24) Convogliamento acque assente	X		X
	5.25) Pozzetti intasati			
	5.26) Scarichi corti			
	5.27) Scarichi ostruiti			
	5.28) Scarichi danneggiati			

**Marciapiedi**

N°Foto	Descrizione difetto		NC	AP
	Marciapiedi assenti			
	5.29) Difetti pavimentazione marciapiedi			

**Pali di illuminazione**

N°Foto	Descrizione difetto		NC	AP
	Pali illuminazione assenti	X		
	5.30) Pali illuminazione mal ancorati			
	5.32) Pali illuminazione arrugginiti			
	5.31) Pali illuminazione danneggiati			

**Sottoservizi**

N°Foto	Descrizione difetto		NC	AP
	Sottoservizi assenti			
	5.33) Sottoservizi mal ancorati			



**Foto 31:** *In più punti sui bordi*




**Foto 22:** *In più punti all'intradosso*

**Non Conformità e Azioni Preventive**

L'ispezione visiva del ponte ha evidenziato 5 difetti potenzialmente pericolosi con G=5, che di fatto non rappresentano un reale pericolo. Non sono state riscontrate Non Conformità.

Si segnalano le seguenti Azioni Preventive

**Azioni Preventive**

	AP 1
	<p>Foto 22:</p> <p>Si consiglia di provvedere alla realizzazione di un convogliamento acque.</p>



### 3. INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

#### 3.1 Rilievo pacometrico delle armature

Lo scopo della prova è quello di determinare la posizione delle armature, lo spessore del copriferro e con buona approssimazione il diametro dei ferri facendo scorrere lungo la superficie una sonda emettitrice di campo magnetico collegata ad un'unità di elaborazione digitale ed acustica.

Per eseguire queste indagini è stato utilizzato un pacometro Proceq modello Profometer 5.



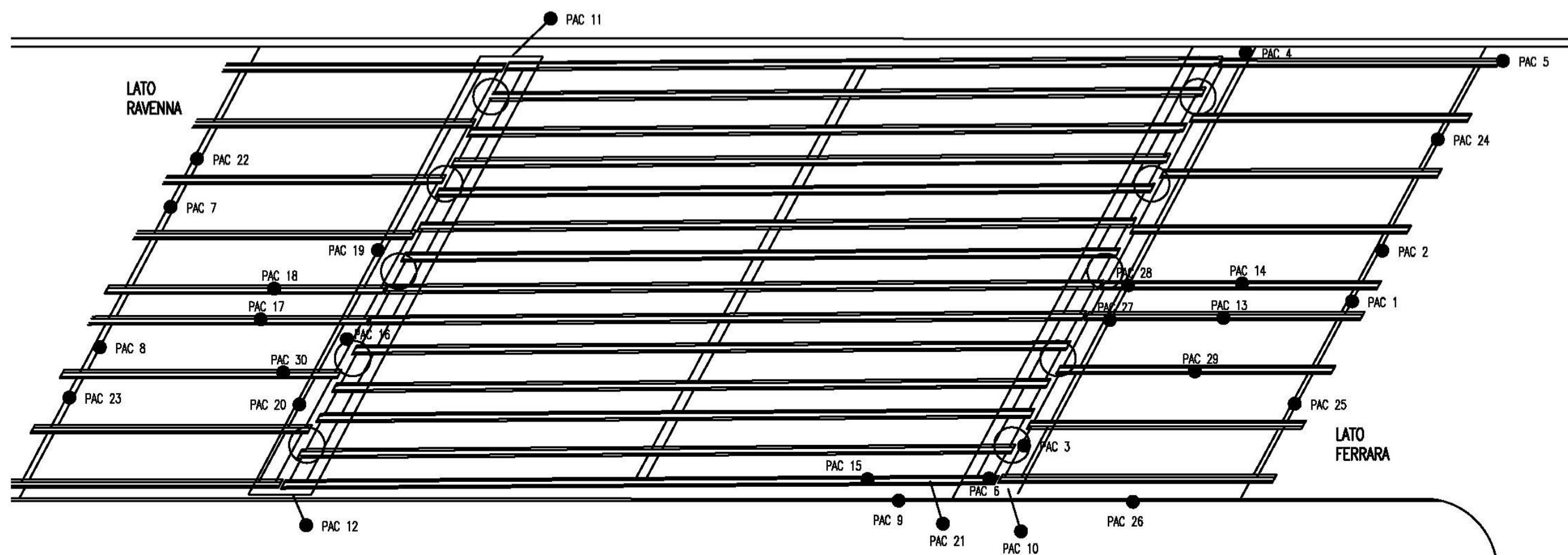
*Proceq Profometer 5*

#### Riferimenti Normativi

UNI 7997

##### 3.1.1 Ubicazione delle prove

Sono state eseguite 30 indagini pacometriche distribuite sull'intera struttura e di seguito si riporta lo schema della loro ubicazione.



Ubicazione delle indagini pacometriche

### 3.1.2 Rapporto risultati

Den.	Elemento indagato e geometria	Copriferro [mm]	Diametro barre e staffe [mm] e interasse [cm]
PAC1 PAC25	Spalla sx – lato valle (parte “vecchia”)	20 25	maglia 20 x 20 cm barre verticali Ø18 barre orizzontali Ø18
PAC2 PAC24	Spalla sx – lato monte (allargamento)	60-70	maglia 25 x 25 cm barre verticali Ø14 barre orizzontali Ø18
PAC3	5° Pilastro da monte pila sx	10-15	20 barre verticali Ø22 staffe Ø12/15 (a spirale)
PAC 16	4° Pilastro da monte pila dx		
PAC4	Pulvino sx lato monte	10	intradosso: 11 barre Ø24/20 estradosso: 11 barre Ø24/20 facciata laterale: 1 barra Ø12 ad h/2  staffe Ø12/25  testate pulvini: 11 barre Ø12 (sagomate a C)
PAC10	Pulvino sx lato valle		
PAC11 PAC19	Pulvino dx lato monte		
PAC12 PAC20	Pulvino dx lato valle		
PAC5	1° trave da monte – campata sx – appoggio spalla	25	bulbo inferiore: 5 trefoli inferiori Ø12 + 5 trefoli superiori Ø12  staffe Ø 10/15-20
PAC 13	6° trave da monte – campata sx – mezzeria		
PAC 14	5° trave da monte – campata sx – mezzeria		
PAC 17	6° trave da monte – campata dx – L/4		
PAC 18	5° trave da monte – campata dx – L/4		



PAC6	1° trave da valle – campata centrale – appoggio pulvino sx	25	bulbo inferiore: 6 trefoli inferiori Ø ¼ di pollice + 6 trefoli superiori Ø ¼ di pollice  staffe Ø 10/15-20
PAC21	1° trave da valle – campata centrale – a 2,0 m dall'appoggio pulvino sx		
PAC 7	Spalla dx – lato monte – al confine con la spalla di valle	45	Maglia 15 x 15 cm barre verticali Ø14 barre orizzontali Ø18
PAC22	Spalla dx – lato monte – mezzeria		
PAC8	Spalla dx – lato valle – al confine con la spalla di monte		Maglia 20 x 20 cm barre verticali Ø14 barre orizzontali Ø18
PAC23	Spalla dx – lato valle – mezzeria		
PAC9	Soletta laterale di valle – campata centrale (c/o C10)	15-20	2 barre orizzontali Ø12  staffe Ø8/20-25
PAC26	Soletta laterale di valle – campata centrale – verso appoggio sx		
PAC27	6° trave da monte – campata sx – appoggio pulvino	25	bulbo inferiore: 5 trefoli inferiori Ø12 + 5 trefoli superiori Ø12  staffe Ø 10/15-20
PAC28	5° trave da monte – campata sx – appoggio pulvino		
PAC29	7° trave da monte – campata sx – mezzeria		
PAC30	7° trave da monte – campata dx – appoggio pulvino		

### 3.2 Prove di Pull-Out

La tecnica di indagine denominata pull-out è utilizzata per determinare le proprietà meccaniche del calcestruzzo in opera. La metodologia consiste nel post-inserire nel calcestruzzo un tassello d'acciaio ad espansione forzata estraendolo successivamente mediante un'adeguata attrezzatura oleodinamica. Dal valore misurato della forza di estrazione, mediante un'apposita curva di correlazione sperimentale, è possibile valutare la resistenza media a compressione del calcestruzzo in opera ( $R_{cub,med}$ ).

Il foro per l'inserimento del tassello, praticato con apposita punta svasata in aree senza ferri per un raggio di 5 cm, deve essere ripulito dalla polvere prima dell'inserimento del tassello ad espansione forzata che ha un'altezza pari a 40 mm.

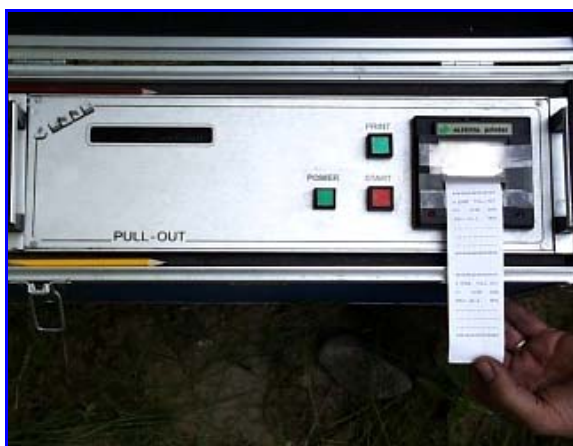
Al tassello inserito ed opportunamente ribattuto andrà avvitato il martinetto cavo, collegato all'apparecchiatura di estrazione, in grado di produrre una forza di tiro con incremento a velocità costante. L'apparecchiatura di tiro è dotata di una cella di carico che permette di arrestare l'incremento della forza non appena il calcestruzzo mostri i primi segni di fessurazione.

La formula di correlazione, ottenuta mediante campagne sperimentali, è la seguente

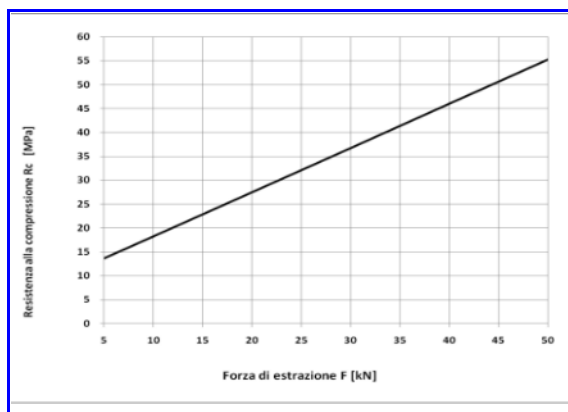
$$R_c = 0,925 \cdot F + 9$$

con F in kN

e  $R_c$  in MPa



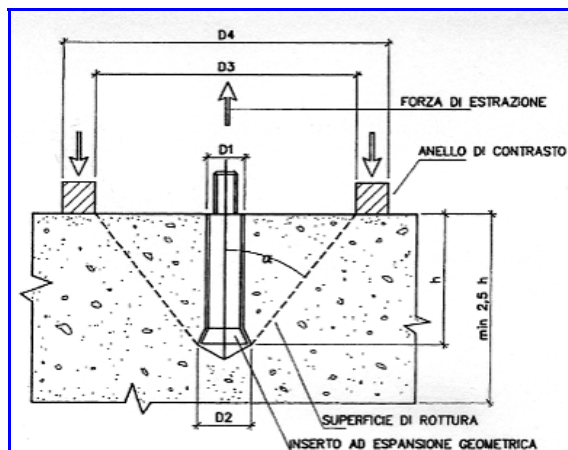
*Apparecchiatura di tiro e misura della forza*



*Curva di correlazione*

### RIFERIMENTI

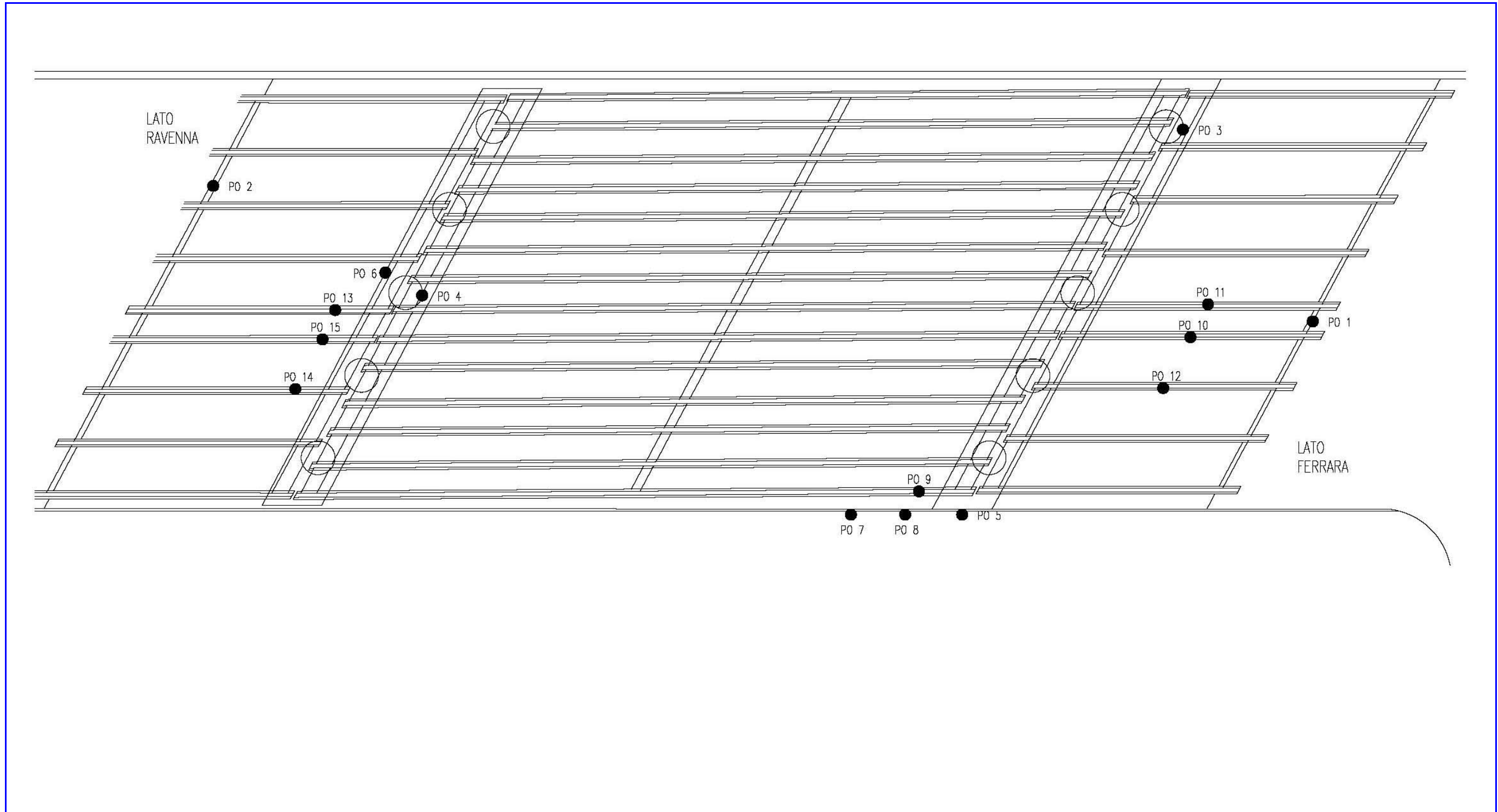
UNI EN 12504-3:2005



*Principio di funzionamento*

### 3.2.1 Ubicazione delle prove

Sono state eseguite 15 indagini pull-out come riportato nello schema successivo.



Ubicazione delle prove di pull-out



*PO 6 – Pulvino*



*PO 2 – Spalla*



*PO 15 – Trave*



*PO 7 – Pila*

### 3.2.2 Rapporto risultati

Nelle tabelle a seguire si riportano i risultati delle prove di pull-out con i valori di carbonatazione misurati nelle zone di estrazione dei coni.

Sezione	Elemento	F [kN]	R <sub>c</sub> [MPa]	R <sub>c</sub> media [Mpa]	Carbonatazione [mm]
PO 1	Spalla sinistra porzione nuova	26,05	33,1	<b>31,1</b>	40
		31,89	38,5		
		35,35	41,7		
PO 2	Spalla destra porzione vecchia	21,30	28,7	<b>19,1</b>	>40
		17,84	25,5		
		18,16	25,8		
PO 3	Pila sinistra 1° pilastro da monte	29,08	35,9	<b>25,5</b>	40
		22,59	29,9		
		24,86	32,0		
PO 4	Pila destra 3° pilastro da monte	16,22	24,0	<b>18,0</b>	n.r.
		20,00	27,5		
		17,73	25,4		
PO 5	Pulvino sinistro	32,65	39,2	<b>35,4</b>	>40
		34,81	41,2		
		38,81	44,9		
PO 6	Pulvino destro	20,97	28,4	<b>17,5</b>	>40
		17,41	25,1		
		14,16	22,1		
PO 7	Soletta lato valle	33,95	40,4	<b>33,1</b>	5
		30,49	37,2		
		34,92	41,3		
PO 8	Soletta lato valle	31,78	38,4	<b>30,1</b>	5
		30,59	37,3		
		27,89	34,8		
PO 9	XIV trave da monte appoggio campata centrale	48,11	53,5	<b>48,9</b>	n.r.
		48,86	54,2		
		49,73	55,0		
PO 10	VI trave da monte L/2 campata sinistra	47,89	53,3	<b>47,2</b>	n.r.
		46,27	51,8		
		47,46	52,9		

PO 11	V trave da monte L/2 campata sinistra	47,57	53,0	<b>48,9</b>	n.r.
		49,84	55,1		
		49,41	54,7		
PO 12	VII trave da monte L/2 campata sinistra	48,86	54,2	<b>46,6</b>	n.r.
		44,65	50,3		
		46,38	51,9		
PO 13	V trave da monte L/4 campata destra	44,86	50,5	<b>42,0</b>	30
		43,57	49,3		
		37,51	43,7		
PO 14	VI trave da monte L/4 campata destra	46,92	52,4	<b>48,1</b>	25
		49,19	54,5		
		48,22	53,6		
PO 15	V trave da monte L/4 campata destra	42,92	48,7	<b>45,5</b>	10 - 15
		46,49	52,0		
		47,24	52,7		

Nella tabella successiva la sintesi dei valori rilevati.

Elemento	Sezione	Rc media [MPa]	Rc media per elemento [MPa]
Travi Campata centrale	PO 9	48,9	<b>48,9</b>
Travi Campata destra	PO 13	42,0	<b>45,2</b>
	PO 14	48,1	
	PO 15	45,5	
Travi Campata sinistra	PO 10	47,2	<b>47,6</b>
	PO 11	48,9	
	PO 12	46,6	
Soletta	PO 7	33,1	<b>31,6</b>
	PO 8	30,1	
Pila destra	PO 4	18,0	<b>18,0</b>
Pila sinistra	PO 3	25,5	<b>25,5</b>
Pulvino destra	PO 6	17,5	<b>17,5</b>

Pulvino sinistra	<i>PO 5</i>	35,4	<b>35,4</b>
Spalla sinistra	<i>PO 1</i>	31,1	<b>31,1</b>
Spalla destra	<i>PO 2</i>	19,1	<b>19,1</b>



### 3.3 Carotaggi

Lo scopo di questa indagine è di fornire al laboratorio il provino da sottoporre a prova di compressione per determinare la  $R_{mc}$  e verificare, ed eventualmente correggere, i risultati ottenuti con metodi non distruttivi.

Dalla prova sulla carota si potrà ricavare il modulo elastico e lo spessore della carbonatazione.

La strumentazione utilizzata è un carotatore di diametro 100 mm. La forma del cilindro estratto è regolata da UNI 12390-1 e le correlazioni con la resistenza del cls ( $R_{ck}$ ) sono da riferirsi generalmente ad un  $R_{ck}$  cubico di lato 15 cm x 15 cm.

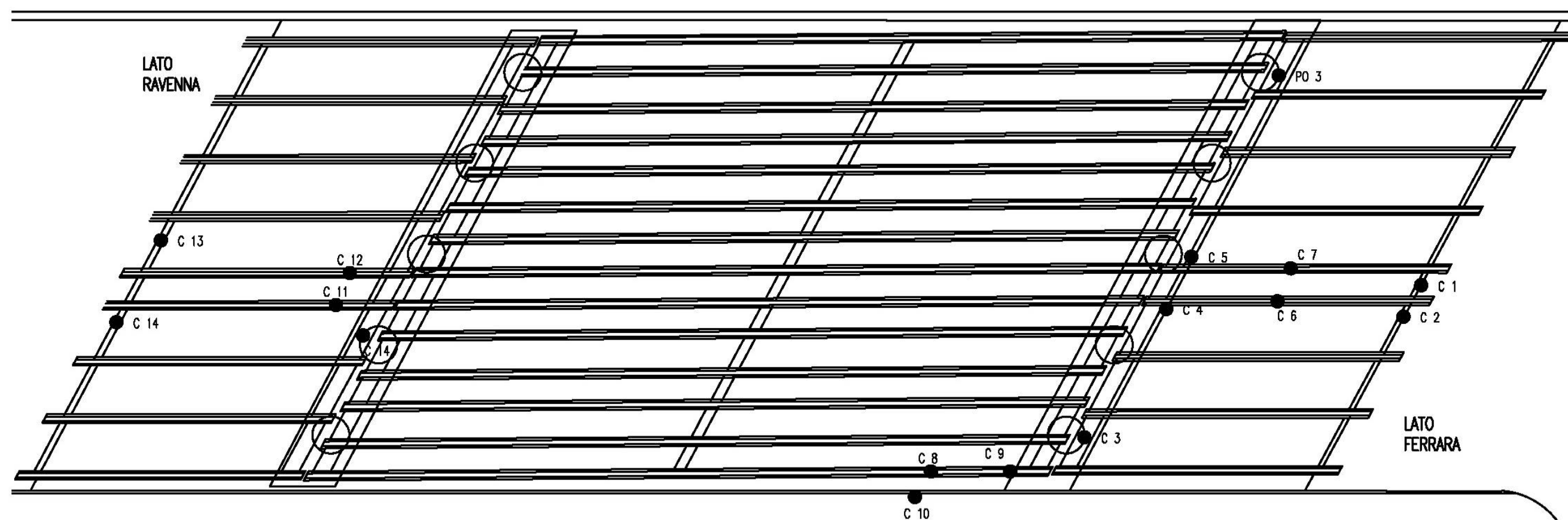
#### RIFERIMENTI

Norma UNI EN 12504-1




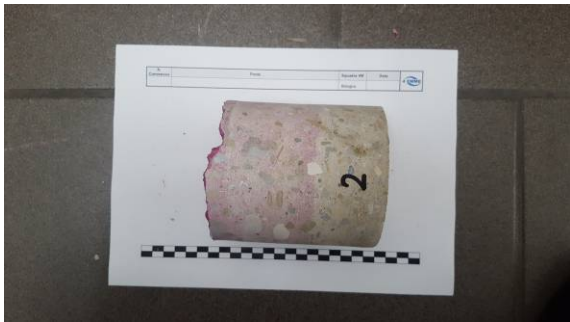


#### 3.3.1 Ubicazione delle prove





Sono stati prelevati 15 campioni cilindrici come riportato nello schema successivo.







Ubicazione dei carotaggi




A seguire la posizione dettagliata dell'estrazione dei campioni cilindrici con la relativa immagine.

Provino	Elemento strutturale e posizione	Immagine
C 1	Spalla sx – lato valle	
C 2	Spalla sx – lato monte	
C 3	Pila sx – 5° pilastro da monte	
C 4	Pulvino sx – lato valle	

Provino	Elemento strutturale e posizione	Immagine
C 5	Pulvino sx – lato monte	
C 6	Campata sx – 6° trave da monte in L/2	
C 7	Campata sx – 5° trave da monte in L/2	
C8	Campata centrale – 14° trave da monte L/4	



Provino	Elemento strutturale e posizione	Immagine
C9	Campata centrale – 14° trave da monte app. sx	
C10	Soletta campata centrale lato valle	
C11	Campata dx – 6° trave da monte in L/4	
C12	Campata dx – 5° trave da monte in L/4	

Provino	Elemento strutturale e posizione	Immagine
C13	Spalla dx – lato monte	
C14	Spalla dx – lato valle	
C15	Pila dx – 4° pilastro da monte	

### 3.3.1 Rapporto risultati

La carota è stata tagliata e rettificata presso il Laboratorio Prove Materiali 4 EMME Service S.p.A..

La prova di schiacciamento è stata condotta in base alla normativa UNI EN 12504-1 e UNI EN 12390-3; i risultati sono riportati nel certificato n. 11798 del 11/06/2018.

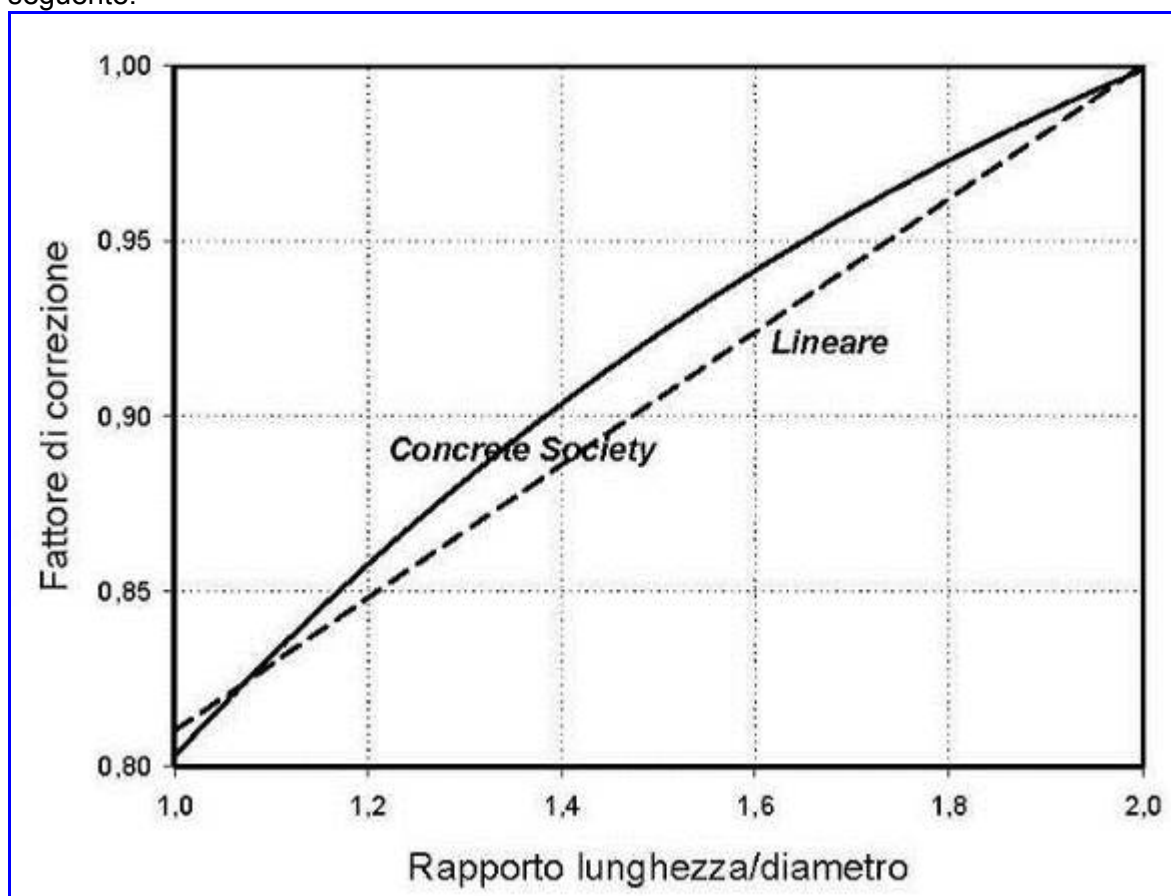
I valori della resistenza cubica sono ottenuti seguendo le indicazioni delle *Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive*.



La formula di correlazione tra resistenza cilindrica e cubica in opera è la seguente:

$$R_{\text{cub}} = 1,25 * R_{\text{cil}} * F \quad \text{dove } F = \text{fattore di correzione}$$

Per campioni cilindrici aventi un rapporto lunghezza/diametro pari a 2,  $F = 1$  altrimenti per valori diversi si può fare riferimento al fattore  $F$  di correzione riportato nel grafico seguente.



Nella tabella seguente sono riportati i risultati della prova di resistenza a compressione.

Provino	Elemento	h/d	f <sub>c</sub> [MPa]
C1	Spalla sx – lato valle	1/1	25,7
C2	Spalla sx – lato monte		16,8
C3	Pila sx – 5° pilastro da monte		19,7
C4	Pulvino sx – lato valle		26,0
C5	Pulvino sx – lato monte		28,1
C6	Campata sx – 6° trave da monte in L/2		44,6
C7	Campata sx – 5° trave da monte in L/2		44,1
C8	Campata centrale – 14° trave da monte L/4		43,7
C9	Campata centrale – 14° trave da monte app. sx		35,0
C10	Soletta campata centrale lato valle		38,1
C11	Campata dx – 6° trave da monte in L/4		45,9
C12	Campata dx – 5° trave da monte in L/4		28,2
C13	Spalla dx – lato monte		38,4
C14	Spalla dx – lato valle		19,4
C15	Pila dx – 4° pilastro da monte		17,2



### 3.3.2 Certificato di Laboratorio



#### 4 EMME Service S.p.A.

##### Laboratorio Prove Materiali

Via Scarsellini 13 – 20161 Milano Tel. 0240092545 – Fax 40092743  
laboratorio.mi@4emme.it – www.4emme.it

Sede legale: Via L. Zuegg 20 – 39100 Bolzano  
Sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato RINA nr. 6441/01/S  
Pagina 1 di 1

<b>RAPPORTO</b>	<b>NR. 1023</b>	<b>del 22/11/2018</b>
-----------------	-----------------	-----------------------

<b>Intestatorio rapporto:</b>	<b>Comune di Alfonsine - Piazza Gramsci,1 Alfonsine (RA)</b>
Verbale di accettazione:	Nr. 2972 del 05/11/2018
<b>Descrizione della prova:</b>	<b>PROVA DI COMPRESSIONE SU PROVINI CILINDRICI IN CALCESTRUZZO</b>
Norme di riferimento:	UNI EN 12390-3:2009; UNI EN 12504-1:2009
Descrizione del materiale:	15 provini cilindrici in calcestruzzo
Cantiere - Luogo del Prelievo:	Ponte sul fiume Senio - Via Reale
Committente delle opere:	Comune di Alfonsine - Piazza Gramsci,1 Alfonsine (RA)
Impresa:	ND
Prelievo eseguito da:	4 Emme Service Spa
Richiesta sottoscritta dal Direttore Lavori:	no

Dati dichiarati			Risultati di prova								
Sigla	Data estrazione	Posizione in opera	Dimensioni [mm]		h/d	Massa volumica [kg/m³]	Resistenza a compressione $f_c$ [N/mm²]	Tipo rottura	Max inerte Ø[mm]	Armatura rilevata [mm]	Data prova
			Ø	h							
C1	22/10/2018	Spalla sinistra - porzione vecchia	104	104	1	2264	25,7	S	21	-	21/11/2018
C2	22/10/2018	Spalla sinistra - porzione nuova	104	87	0,8	2234	16,8	S	21	-	21/11/2018
C3	22/10/2018	Pila sinistra - 5° pilastro da monte	104	104	1	2276	19,7	S	25	-	21/11/2018
C4	22/10/2018	Pulvino sinistro - porzione vecchia	104	104	1	2282	26,0	S	24	-	21/11/2018
C5	22/10/2018	Pulvino sinistro - porzione nuova	104	104	1	2169	28,1	S	31	-	21/11/2018
C6	22/10/2018	Campata sinistra 6° trave da monte L/2	104	104	1	2299	44,6	S	17	-	21/11/2018
C7	22/10/2018	Campata sinistra 5° trave da monte L/2	104	104	1	2318	44,1	S	20	-	21/11/2018
C8	24/10/2018	Campata centrale 14° trave da monte L/4	104	104	1	2293	43,7	S	20	-	21/11/2018
C9	24/10/2018	Campata centrale 14° trave da monte app. sx	104	104	1	2277	35,0	S	31	-	21/11/2018
C10	24/10/2018	Soletta campata centrale lato valle	104	104	1	2296	38,1	S	17	1Ø12	21/11/2018
C11	25/10/2018	Campata destra 6° trave da monte L/4	104	104	1	2313	45,9	S	21	-	21/11/2018
C12	25/10/2018	Campata destra 5° trave da monte L/4	104	104	1	2333	28,2	S	17	-	21/11/2018
C13	25/10/2018	Spalla destra - porzione di monte	104	104	1	2316	38,4	S	24	-	21/11/2018
C14	25/10/2018	Spalla destra - porzione di valle	104	104	1	2199	19,4	S	21	-	21/11/2018
C15	25/10/2018	Pila destra 4° pilastro da monte	104	95	0,9	2202	17,2	S	20	-	21/11/2018

Legenda:  
S = rottura soddisfacente    NS = rottura non soddisfacente    ND = non dichiarato     $f_c$  = resistenza a compressione del provino

Note: I provini C6-C7-C8-C9-C10-C11-C13 sono stati sottoposti a prova mediante l'attrezzatura n° 01  
I provini C1-C2-C3-C4-C5-C12-C14-C15 sono stati sottoposti a prova mediante l'attrezzatura n° 02

Attrezzatura utilizzata					Certificato di taratura		
Nr.	Tipo	Matricola	Marca	Portata	Nr.	Data	Ente
01	5600*	08004992	Controls	3000 kN	LAT104 0334/2018	22/02/2018	Politecnico di Milano
02	65-L/1200*	08004993	Controls	250 kN	LAT104 0335/2018	22/02/2018	Politecnico di Milano

Lo Sperimentatore  
Geom. Maurizio Negri

Il direttore del Laboratorio  
Dott. ing. Aristide Mariani

Il presente certificato non può essere riprodotto, anche parzialmente, senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio.  
Autorizzato con D.M. n° 3312 del 21.05.2009 ad effettuare prove sui materiali da costruzione ai sensi dell' art. 20, legge del 05.11.1971 n°. 1086.

*Certificato rilasciato dal Laboratorio Ministeriale relativo ai carotaggi*

### 3.4 Determinazione della profondità di carbonatazione del calcestruzzo

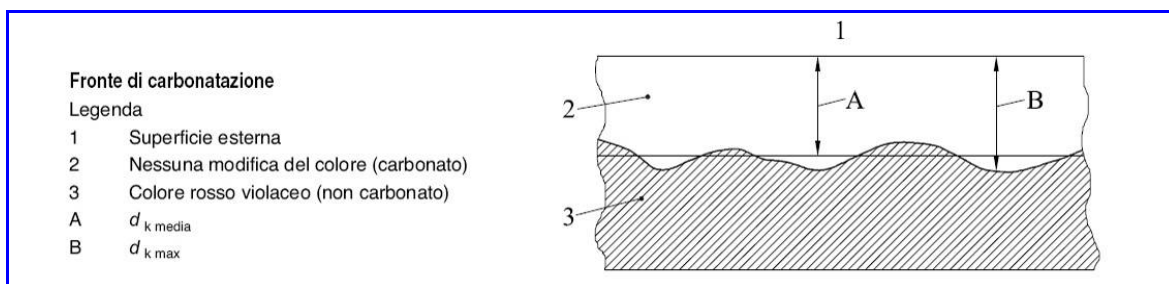
La prova ha lo scopo di determinare la profondità di carbonatazione dello strato superficiale del calcestruzzo.

Il calcestruzzo possiede un valore di pH di circa 12,5, cosa che gli conferisce un carattere fortemente alcalino. Questa forte alcalinità costituisce una protezione naturale dell'armatura contro la corrosione.

Il calcestruzzo carbonatato è fortemente permeabile e riduce la capacità protettiva; fornisce inoltre una durezza superiore che tende ad ingannare i metodi di determinazione della resistenza a compressione misurati con sclerometro.

#### RIFERIMENTI

UNI EN 14630



*Misurazione fronte di carbonatazione secondo UNI EN 14630*

#### 3.4.1 Rapporto risultati

A seguire vengono riportati i valori di carbonatazione rilevati sulle carote estratte: in grassetto i massimi rilevati per ogni elemento strutturale.

Elemento	Denominazione	Carbonatazione	
		$d_{k \text{ max}}$ [mm]	$d_{k \text{ media}}$ [mm]
Travi	C 6	20	17
	C 7	<b>15</b>	13
	C 8	10	10
	C 9	10	10
	C 11	15	13
	C12	30	30
Spalle	C 1	<b>50</b>	47
	C 2	<b>60</b>	57
	C 13	<b>30</b>	27
	C 14	<b>50</b>	50

Pulvino	C 4	45	42
	C 5	30	25
Soletta	C 10	0	0
Pilastro-pila	C 3	50	47
	C 15	40	37

### 3.5 Misura dello spessore della soletta

Per misurare lo spessore della soletta è stato eseguito un foro all'estradosso della pavimentazione stradale; tale misura è risultata pari a 45 cm: i primi 20 cm sono di asfalto, 20 cm sono di soletta e gli ultimi 5 cm relativi alle lastre prefabbricate (visibili dall'intradosso della struttura) utilizzate come cassero per i getti.



*Esecuzione del foro*

### **3.6 Profilo di penetrazione degli ioni cloro**

Lo scopo della prova è quello di calcolare la quantità di ioni cloruro presente all'interno di un provino di calcestruzzo.

Le linee guida del Servizio Tecnico del Ministero delle Infrastrutture indicano, come parametri di controllo per la durabilità delle strutture, che la concentrazione degli ioni cloruro, espressa come percentuale in peso sul contenuto di cemento, sia inferiore alla soglia critica dello 0,2%, valori che impediscono la reazione che regola la corrosione delle armature.

L'analisi è stata eseguita a 4 profondità progressive sulla carota C5, estratta dal 5° pilastro da monte della pila sinistra.

Si allegano di seguito i certificati delle analisi rilasciate da Laboratorio Ministeriale.



SEA CONSULENZE E SERVIZI S.R.L.  
CON UNICO SOCIO  
SEDE  
38122 TRENTO  
T. (+39) 0461 433433  
F. (+39) 0461 1866430  
www.seaconsulzeneservizi.com  
info@grupposea.net - seaconsulenze@pec.it



Pagina 1 di 1

Rapporto di prova n°: **18LA23680** del **18/12/2018**

Committente

**Comune di Alfonsine**  
Piazza Gramsci, 1  
48011 ALFONSINE (RA)

*Descrizione campione:* provino in calcestruzzo  
*Tecnico campionatore:* Committente  
*Data campionamento:* 22/10/2018  
*Modulo di accettazione:* 18LA23680  
*Luogo di prelievo:* Cantiere Ponte sul Senio, Via Reale (RA)  
*Punto di campionamento:* C3 pila sinistra - 5° pilastro da monte - 0-2 cm  
  
*Data arrivo/accettazione:* 30/11/2018  
*Data inizio analisi:* 30/11/2018 *Data fine analisi:* 18/12/2018  
*Codice commessa n°:* 16441118

Prova Metodo	UM	Risultato	LR	LQ
Cloruri UNI 11087:2003 + APAT CNR IRSI 4020 Mar 29 2003	% Cl	0,03	0,01	0,02

Legenda:  
UM: unità di misura  
LR: limite di rilevabilità  
LQ: limite di quantificazione

Qualora il campionamento non sia stato eseguito da personale abilitato SEA Consulenze e Servizi srl, la stessa non si assume la responsabilità del campionamento, della rappresentatività del campione consegnato al Laboratorio, dell'identificazione del campione e delle condizioni di trasporto. Tutte le prove, se non diversamente specificato, sono state eseguite dal Laboratorio ubicato presso la sede di Trento. Il presente rapporto di prova riguarda solo il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Responsabile del Laboratorio. L'eventuale aliquota di campione non sottoposto a prova viene conservata per un massimo di 10 giorni lavorativi dalla data di emissione del rapporto di prova, salvo diversi accordi tra il Committente e SEA Consulenze e Servizi srl.

**dott. Stefano Molinari**  
**Responsabile del Laboratorio**



Documento originale in formato elettronico con estensione p7m e firma digitale avanzata. Qualsiasi file privo dell'estensione p7m o stampa cartacea è copia dell'originale.

Fine del rapporto di prova n° **18LA23680**

SEA CONSULENZE E SERVIZI S.R.L. CON UNICO SOCIO Via Giambattista Unterverger, 52 - 38122 TRENTO  
N. ISCR. REG. IMPRESE DI TRENTO C.F. E P.IVA 02455120226 R.E.A. DI TRENTO N. 225876 - CAP.SOC. 100.000 I.V.

*Profilo di penetrazione sulla carota C3 tra 0 ed i 2 cm di  
profondità*

SEA CONSULENZE E SERVIZI S.R.L.  
CON UNICO SOCIO  
SEDE  
38122 TRENTO  
T. (+39) 0461 433433  
F. (+39) 0461 1866430  
www.seaconsulzeneservizi.com  
info@grupposea.net - seaconsulenze@pec.it



Pagina 1 di 1

Rapporto di prova n°: **18LA23679** del **18/12/2018**

Committente

**Comune di Alfonsine**  
Piazza Gramsci, 1  
48011 ALFONSINE (RA)

*Descrizione campione:* provino in calcestruzzo  
*Tecnico campionatore:* Committente  
*Data campionamento:* 22/10/2018  
*Modulo di accettazione:* 18LA23679  
*Luogo di prelievo:* Cantiere Ponte sul Senio, Via Reale (RA)  
*Punto di campionamento:* C3 pila sinistra - 5° pilastro da monte - 2-4 cm  
  
*Data arrivo/accettazione:* 30/11/2018  
*Data inizio analisi:* 30/11/2018 *Data fine analisi:* 18/12/2018  
*Codice commessa n°:* 16441118

Prova Metodo	UM	Risultato	LR	LQ
Cloruri UNI 11087:2003 + APAT CNR IRSI 4020 Mar 29 2003	% Cl	0,05	0,01	0,02

Legenda:  
UM: unità di misura  
LR: limite di rilevabilità  
LQ: limite di quantificazione

Qualora il campionamento non sia stato eseguito da personale abilitato SEA Consulenze e Servizi srl, la stessa non si assume la responsabilità del campionamento, della rappresentatività del campione consegnato al Laboratorio, dell'identificazione del campione e delle condizioni di trasporto. Tutte le prove, se non diversamente specificato, sono state eseguite dal Laboratorio ubicato presso la sede di Trento. Il presente rapporto di prova riguarda solo il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Responsabile del Laboratorio. L'eventuale aliquota di campione non sottoposto a prova viene conservata per un massimo di 10 giorni lavorativi dalla data di emissione del rapporto di prova, salvo diversi accordi tra il Committente e SEA Consulenze e Servizi srl.

**dott. Stefano Molinari**  
**Responsabile del Laboratorio**



Documento originale in formato elettronico con estensione p7m e firma digitale avanzata. Qualsiasi file privo dell'estensione p7m o stampa cartacea è copia dell'originale.

Fine del rapporto di prova n° **18LA23679**

SEA CONSULENZE E SERVIZI S.R.L. CON UNICO SOCIO Via Giambattista Unterverger, 52 - 38122 TRENTO  
N. ISCR. REG. IMPRESE DI TRENTO C.F. E P.IVA 02455120226 R.E.A. DI TRENTO N. 225876 - CAP.SOC. 100.000 I.V.

*Profilo di penetrazione sulla carota C3 tra i 2 ed i 4 cm di profondità*

SEA CONSULENZE E SERVIZI S.R.L.  
CON UNICO SOCIO  
SEDE  
38122 TRENTO  
T. (+39) 0461 433433  
F. (+39) 0461 1866430  
www.seaconsulzenzeservizi.com  
info@grupposea.net - seaconsulzenze@pec.it



Pagina 1 di 1

Rapporto di prova n°: **18LA23658** del **18/12/2018**

Committente

**Comune di Alfonsine**  
Piazza Gramsci, 1  
48011 ALFONSINE (RA)

*Descrizione campione:* provino in calcestruzzo  
*Tecnico campionatore:* Committente  
*Data campionamento:* 22/10/2018  
*Modulo di accettazione:* 18LA23658  
*Luogo di prelievo:* Cantiere Ponte sul Senio, Via Reale (RA)  
*Punto di campionamento:* C3 pila sinistra - 5° pilastro da monte - 4-6 cm  
  
*Data arrivo/accettazione:* 30/11/2018  
*Data inizio analisi:* 30/11/2018 *Data fine analisi:* 18/12/2018  
*Codice commessa n°:* 16441118

Prova Metodo	UM	Risultato	LR	LQ
Cloruri UNI 11087:2003 + APAT CNR IRSI 4020 Mar 29 2003	% Cl	0,01	0,01	0,02

Legenda:  
UM: unità di misura  
LR: limite di rilevabilità  
LQ: limite di quantificazione

Qualora il campionamento non sia stato eseguito da personale abilitato SEA Consulenze e Servizi srl, la stessa non si assume la responsabilità del campionamento, della rappresentatività del campione consegnato al Laboratorio, dell'identificazione del campione e delle condizioni di trasporto. Tutte le prove, se non diversamente specificato, sono state eseguite dal Laboratorio ubicato presso la sede di Trento. Il presente rapporto di prova riguarda solo il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Responsabile del Laboratorio. L'eventuale aliquota di campione non sottoposto a prova viene conservata per un massimo di 10 giorni lavorativi dalla data di emissione del rapporto di prova, salvo diversi accordi tra il Committente e SEA Consulenze e Servizi srl.

**dott. Stefano Molinari**  
**Responsabile del Laboratorio**



Documento originale in formato elettronico con estensione p7m e firma digitale avanzata. Qualsiasi file privo dell'estensione p7m o stampa cartacea è copia dell'originale.

Fine del rapporto di prova n° **18LA23658**

SEA CONSULENZE E SERVIZI S.R.L. CON UNICO SOCIO Via Giambattista Unterverger, 52 - 38122 TRENTO  
N. ISCR. REG. IMPRESE DI TRENTO C.F. E P.IVA 02455120226 R.E.A. DI TRENTO N. 225876 - CAP.SOC. 100.000 I.V.

*Profilo di penetrazione sulla carota C3 tra i 4 ed i 6 cm di profondità*

SEA CONSULENZE E SERVIZI S.R.L.  
CON UNICO SOCIO  
SEDE  
38122 TRENTO  
T. (+39) 0461 433433  
F. (+39) 0461 1866430  
www.seaconsulzenzeservizi.com  
info@grupposea.net - seaconsulzenze@pec.it



Pagina 1 di 1

Rapporto di prova n°: **18LA23657** del **18/12/2018**

Committente

**Comune di Alfonsine**  
Piazza Gramsci, 1  
48011 ALFONSINE (RA)

*Descrizione campione:* provino in calcestruzzo  
*Tecnico campionatore:* Committente  
*Data campionamento:* 22/10/2018  
*Modulo di accettazione:* 18LA23657  
*Luogo di prelievo:* Cantiere Ponte sul Senio, Via Reale (RA)  
*Punto di campionamento:* C3 pila sinistra - 5° pilastro da monte - 6-8 cm  
  
*Data arrivo/accettazione:* 30/11/2018  
*Data inizio analisi:* 30/11/2018 *Data fine analisi:* 18/12/2018  
*Codice commessa n°:* 16441118

Prova Metodo	UM	Risultato	LR	LQ
Cloruri UNI 11087:2003 + APAT CNR IRSI 4020 Mar 29 2003	% Cl	< LR	0,01	0,02

Legenda:  
UM: unità di misura  
LR: limite di rilevabilità  
LQ: limite di quantificazione

Qualora il campionamento non sia stato eseguito da personale abilitato SEA Consulenze e Servizi srl, la stessa non si assume la responsabilità del campionamento, della rappresentatività del campione consegnato al Laboratorio, dell'identificazione del campione e delle condizioni di trasporto. Tutte le prove, se non diversamente specificato, sono state eseguite dal Laboratorio ubicato presso la sede di Trento. Il presente rapporto di prova riguarda solo il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Responsabile del Laboratorio. L'eventuale aliquota di campione non sottoposto a prova viene conservata per un massimo di 10 giorni lavorativi dalla data di emissione del rapporto di prova, salvo diversi accordi tra il Committente e SEA Consulenze e Servizi srl.

**dott. Stefano Molinari**  
**Responsabile del Laboratorio**



Documento originale in formato elettronico con estensione p7m e firma digitale avanzata. Qualsiasi file privo dell'estensione p7m o stampa cartacea è copia dell'originale.

Fine del rapporto di prova n° **18LA23657**

SEA CONSULENZE E SERVIZI S.R.L. CON UNICO SOCIO Via Giambattista Unterverger, 52 - 38122 TRENTO  
N. ISCR. REG. IMPRESE DI TRENTO C.F. E P.IVA 02455120226 R.E.A. DI TRENTO N. 225876 - CAP.SOC. 100.000 I.V.

*Profilo di penetrazione sulla carota C3 tra i 6 e gli 8 cm di profondità*



## 4. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA

Lo scopo dell'indagine dinamica è quello di individuare sperimentalmente le frequenze libere di vibrazione.

I parametri dinamici, essendo legati a tutti gli elementi geometrici e meccanici della struttura, rappresentano un valido strumento di controllo nel tempo dell'eventuale variazione delle condizioni generali.

### 4.1 Strumentazione impiegata

La misura delle frequenze proprie della struttura è stata eseguita utilizzando 3 tromografi digitali Microsismic 6S costituiti ognuno da una terna accelerometrica e una terna geofonica.

Sensibilità velocimetri:  $\pm 1,5 \div \pm 45,6$  mm/s.

Fondo scala accelerometri:  $\pm 3$  g nella banda 0.5 Hz-1600 Hz per gli assi X e Y e 0.5 Hz- 550 Hz per l'asse Z.

La densità di potenza spettrale del rumore è 280  $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$  rms per gli assi X e Y e 350  $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$  rms per l'asse Z.

La tipologia è MEMS®.

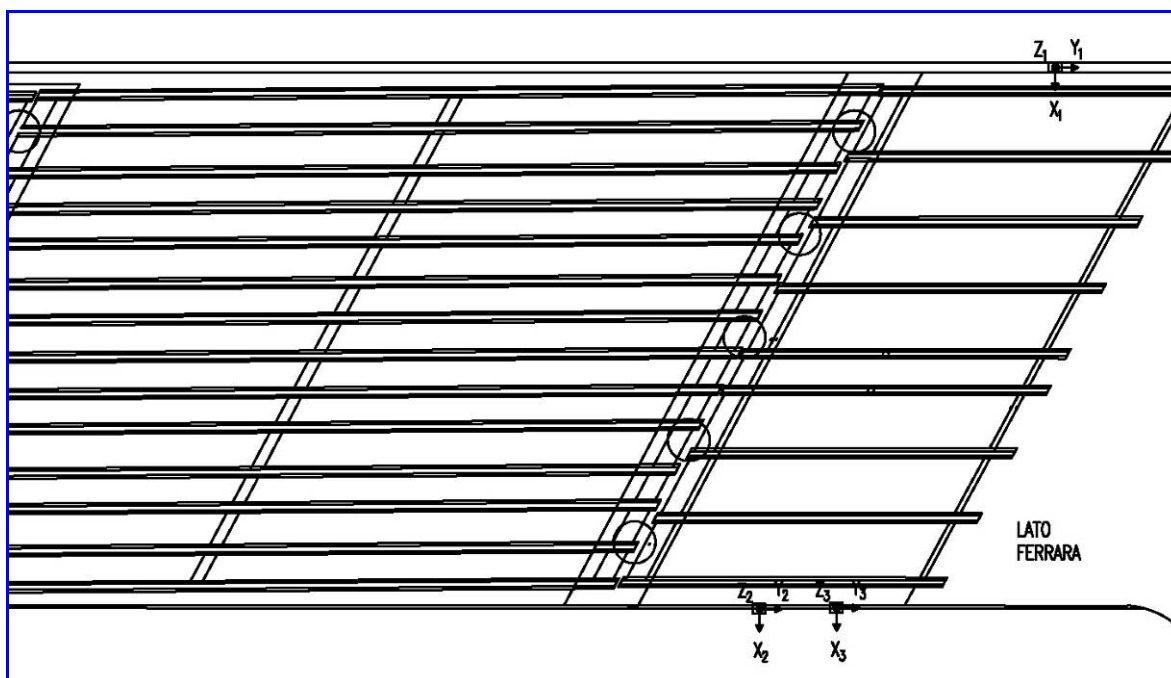


*Microsismic*

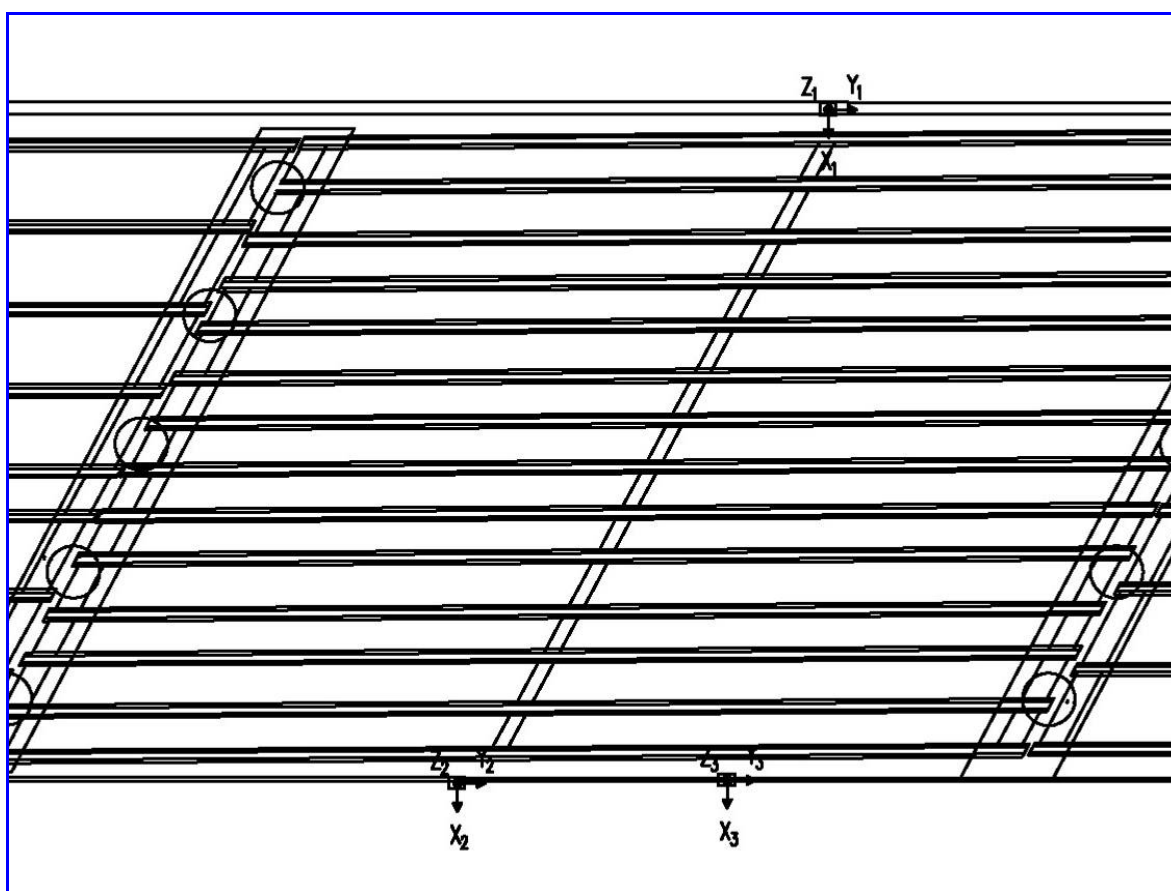
Il collegamento avviene via radio per consentire la sincronizzazione del segnale.

## 4.2 Posizione degli strumenti

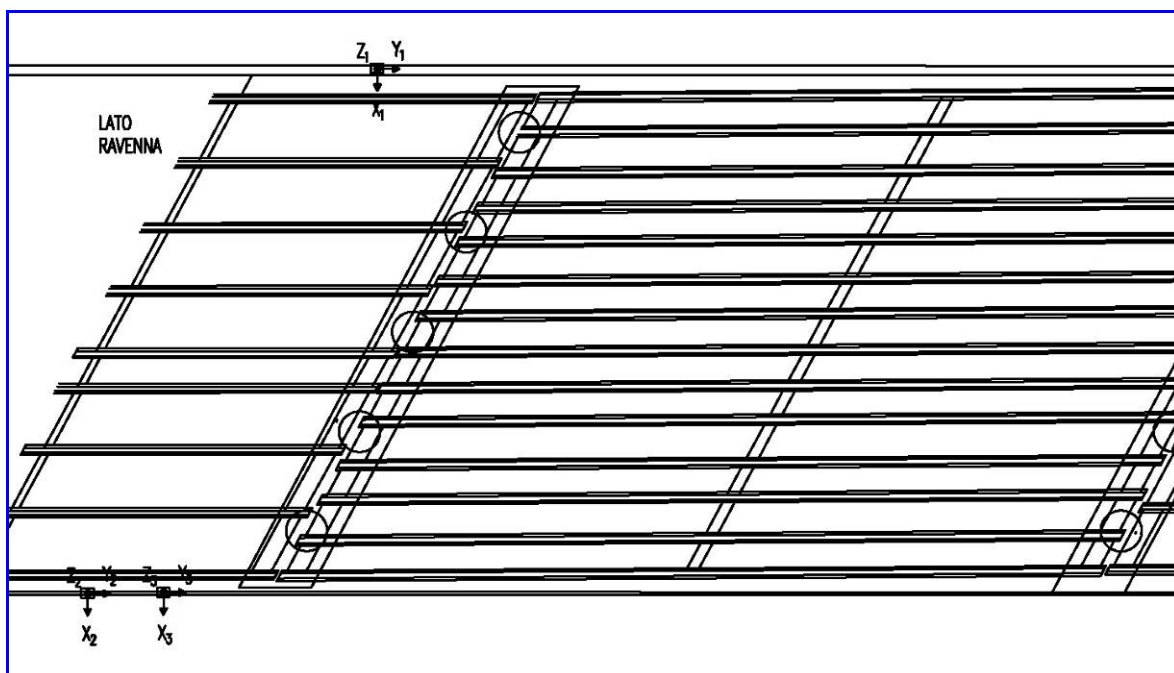
I Microsismic sono stati posizionati sulla struttura come riportato negli schemi seguenti.



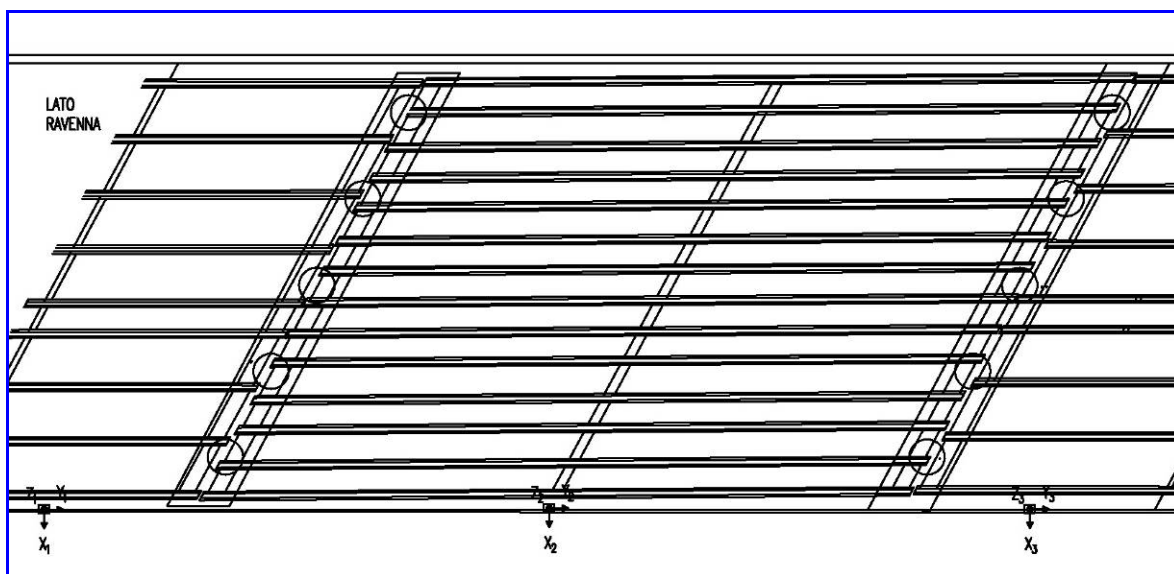
*Schema di posizionamento sensori – Configurazione 1*



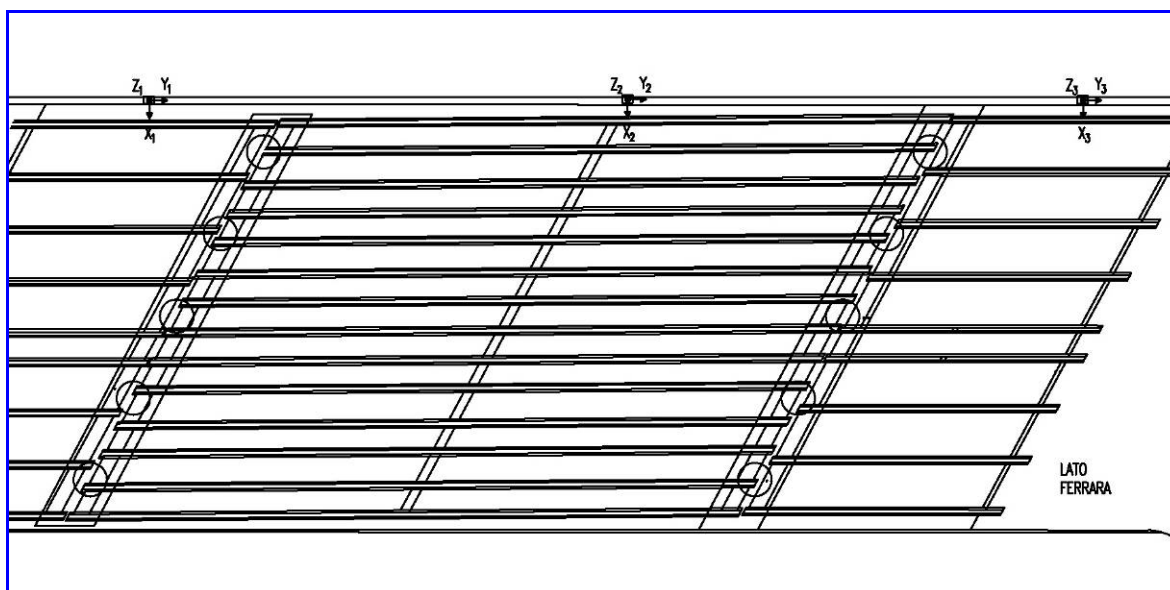
*Schema di posizionamento sensori – Configurazione 2*



*Schema di posizionamento sensori – Configurazione 3*



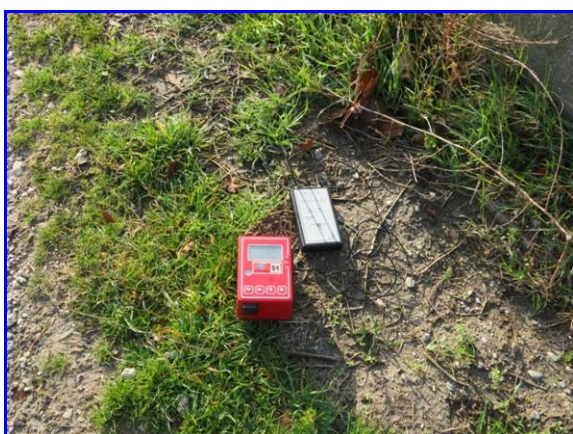
*Schema di posizionamento sensori – Configurazione 4*



*Schema di posizionamento sensori – Configurazione 5*

#### 4.3 Acquisizione dei dati

Il campionamento dei dati è stato di 128 Hz. Sono stati acquisiti 10 file di 4 minuti ciascuno, denominati da A1 ad A10.



*Microsismic 1*



*Sensori in acquisizione*

#### 4.4 Modalità di elaborazione

L'elaborazione è avvenuta utilizzando un software dedicato rispettoso delle indicazioni e delle formule riportate nelle norme UNI ISO 5347 e 5348.

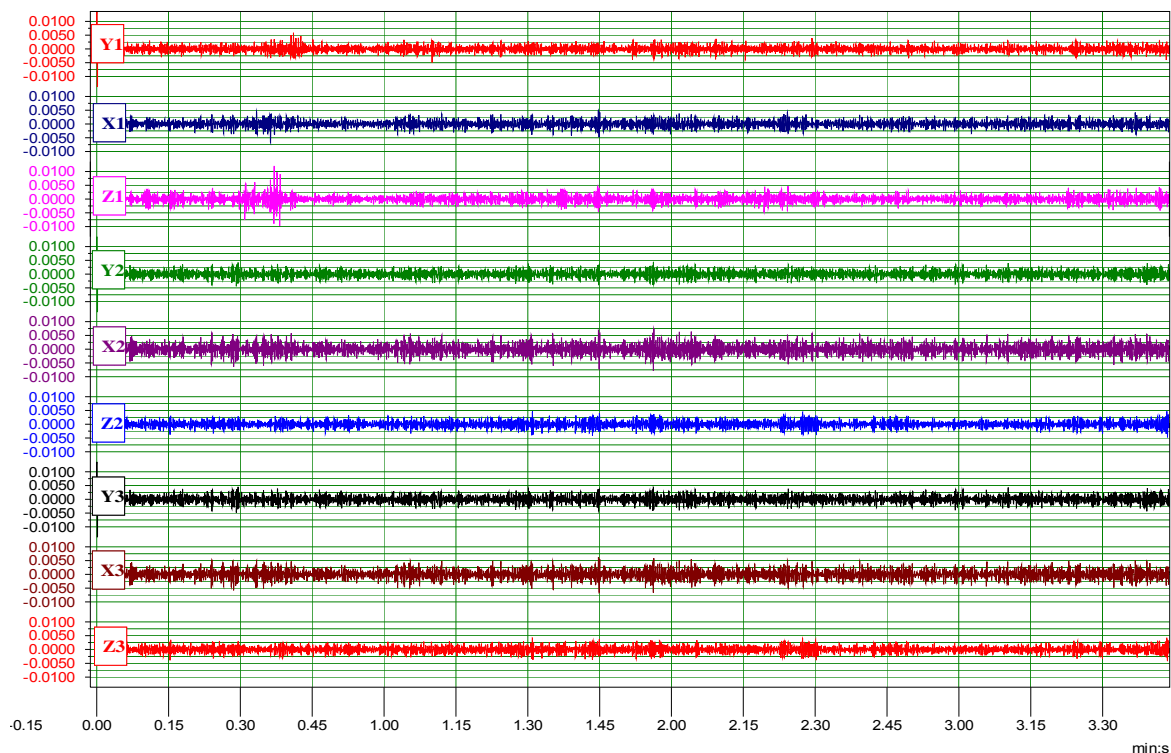
#### 4.5 Applicazione degli impulsi

L'eccitazione della struttura è stata di tipo naturale e/o prodotta dalla spinta del vento.



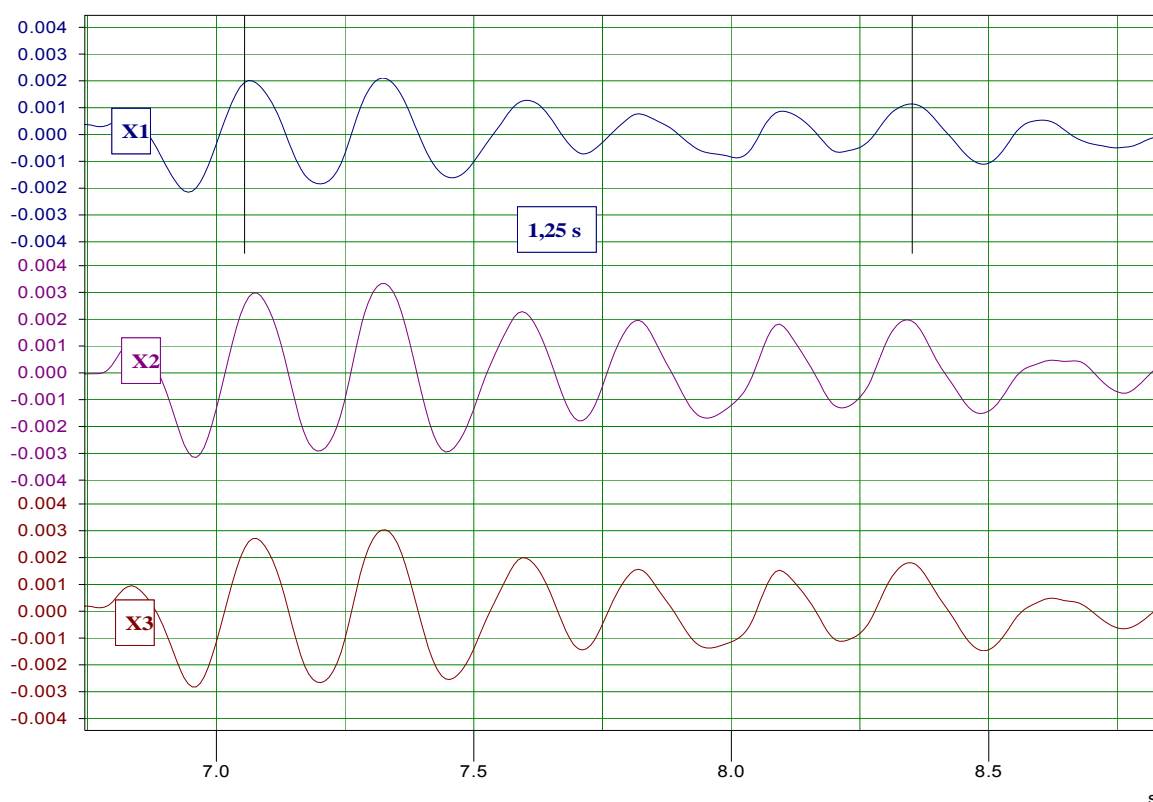
#### 4.6 Analisi dei dati

Nel grafico seguente si riporta l'oscillogramma dei 9 sensori nell'acquisizione A1. In ascissa c'è il tempo in minuti ed in ordinata la velocità in mm/s.



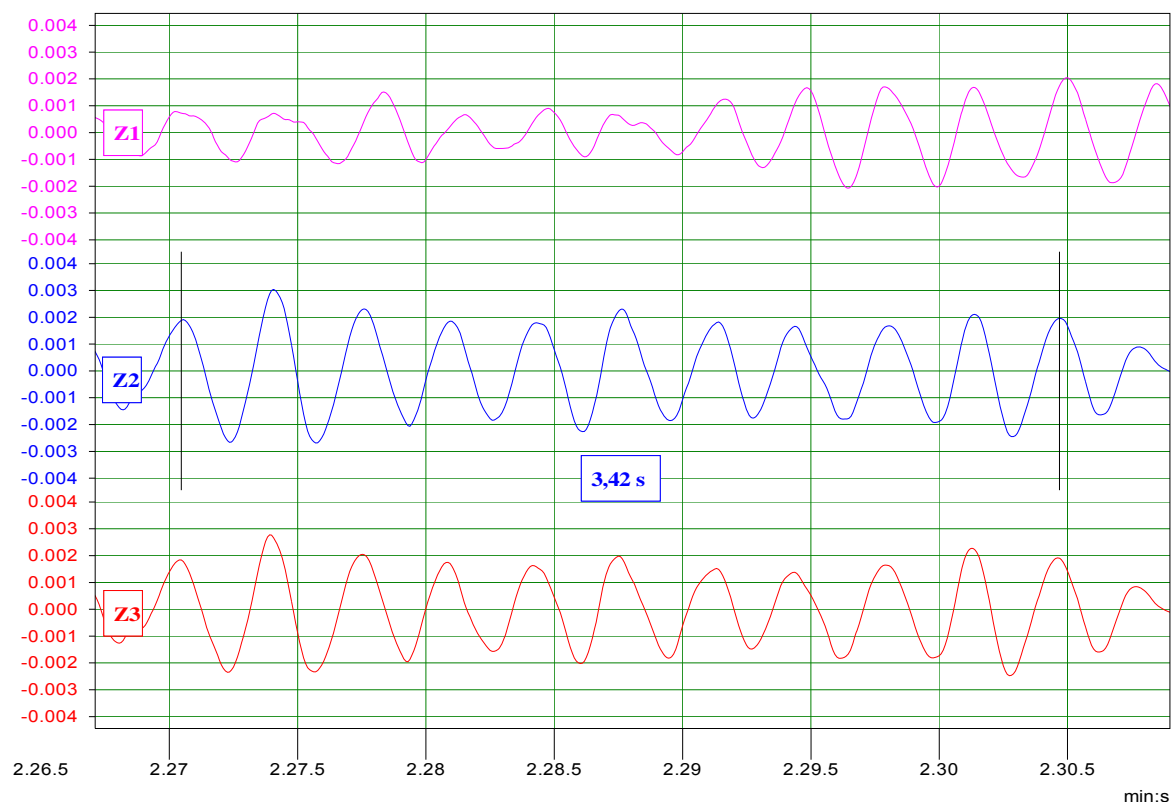
A seguire si riporta una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 7 Hz.

In direzione  $X_1$ , in fase con  $X_2$  e  $X_3$  si possono contare 5 oscillazioni in un intervallo di 1,250 secondi, pari ad una frequenza  $f = 5 / 1,25 = 4 \text{ Hz}$ .

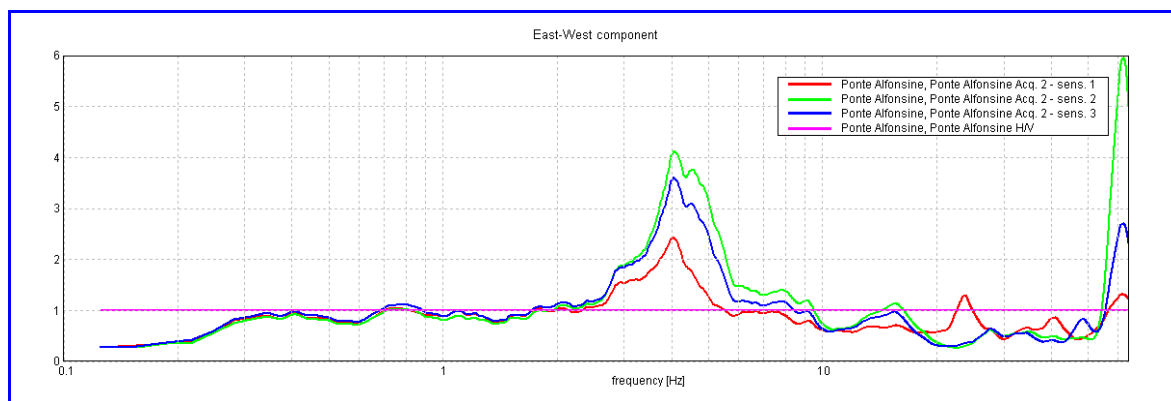


Di seguito una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 5 Hz.

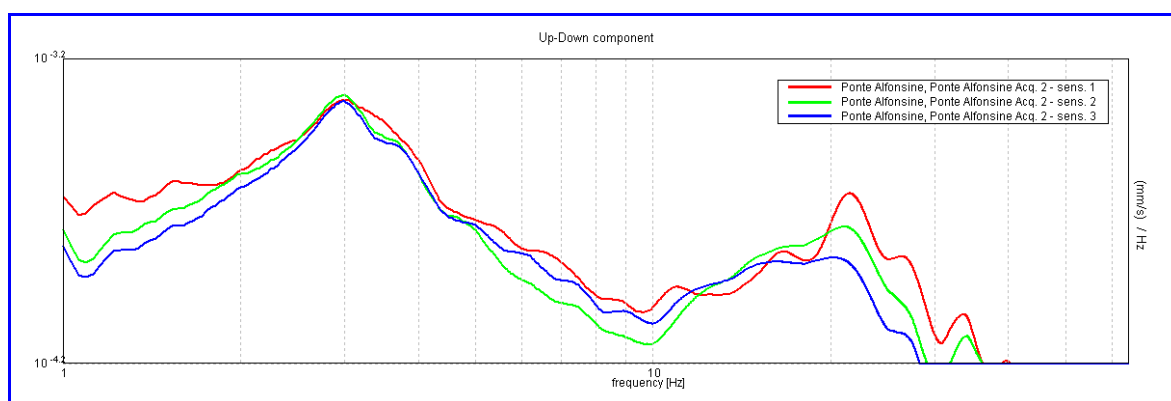
In direzione  $Z_1$ , in fase con  $Z_2$  e  $Z_3$  si possono contare 10 oscillazioni in un intervallo di 3,420 secondi, pari ad una frequenza  $f = 10 / 3,42 = 2,9$  Hz.



L'elaborazione nel dominio delle frequenze della stessa acquisizione, ottenuta con la trasformata di Fourier, ci fornisce gli spettri sottostanti, che confermano le frequenze rilevate nel dominio del tempo.



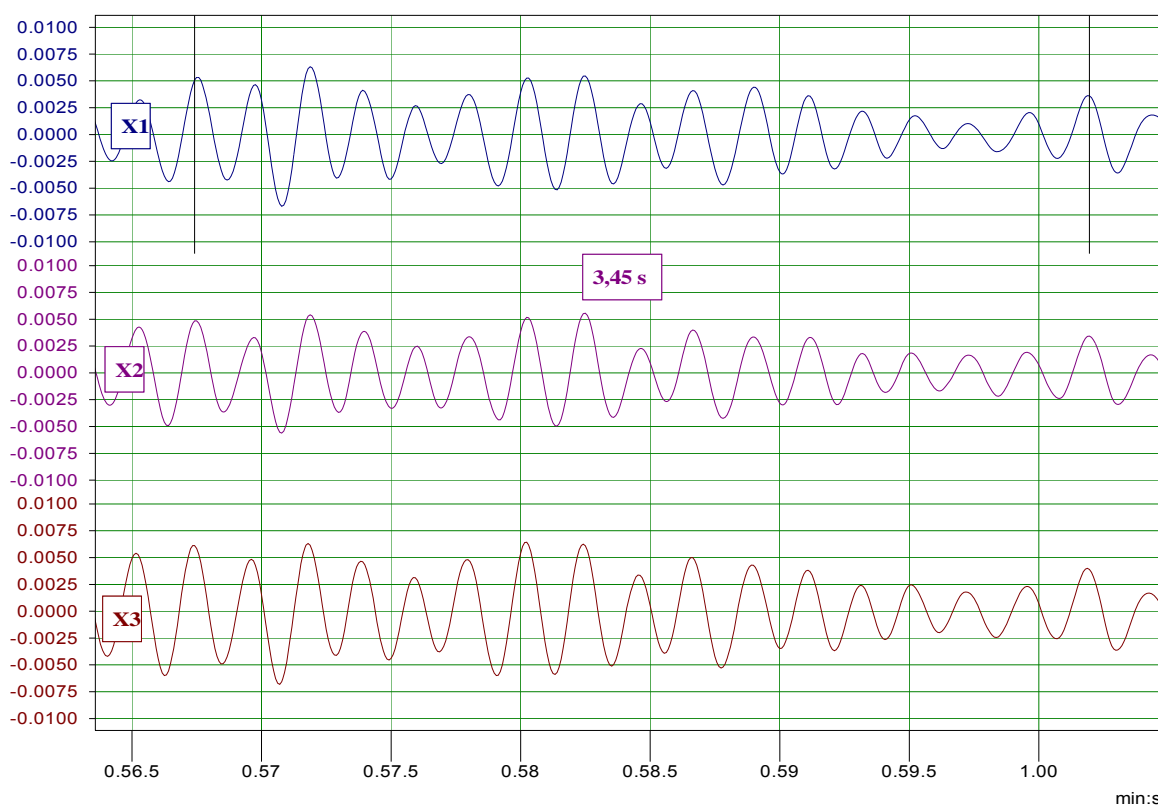
*Spettro in direzione trasversale – configurazione 1*



*Spettro in direzione verticale – configurazione 1*

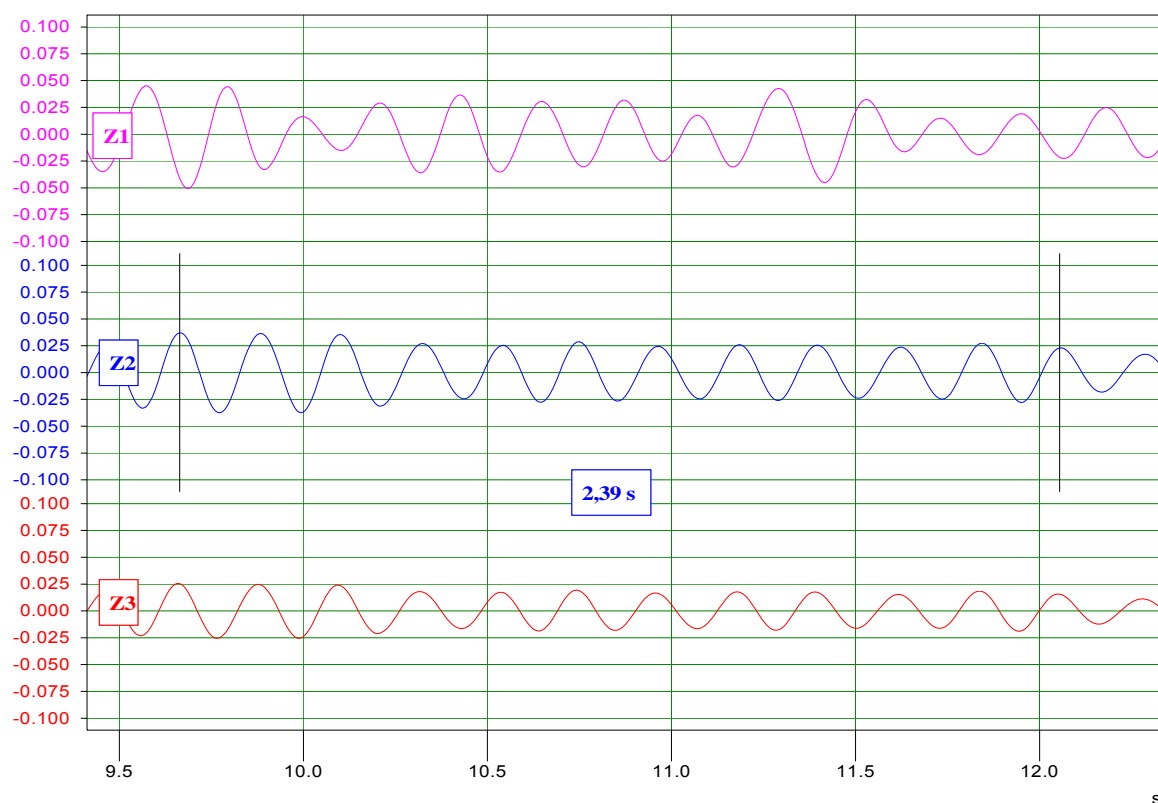
A seguire si riporta una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 7 Hz.

In direzione  $X_1$ , in fase con  $X_2$  e  $X_3$  si possono contare 16 oscillazioni in un intervallo di 3,450 secondi, pari ad una frequenza  $f = 16 / 3,45 = 4,6$  Hz.



Di seguito una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 5 Hz.

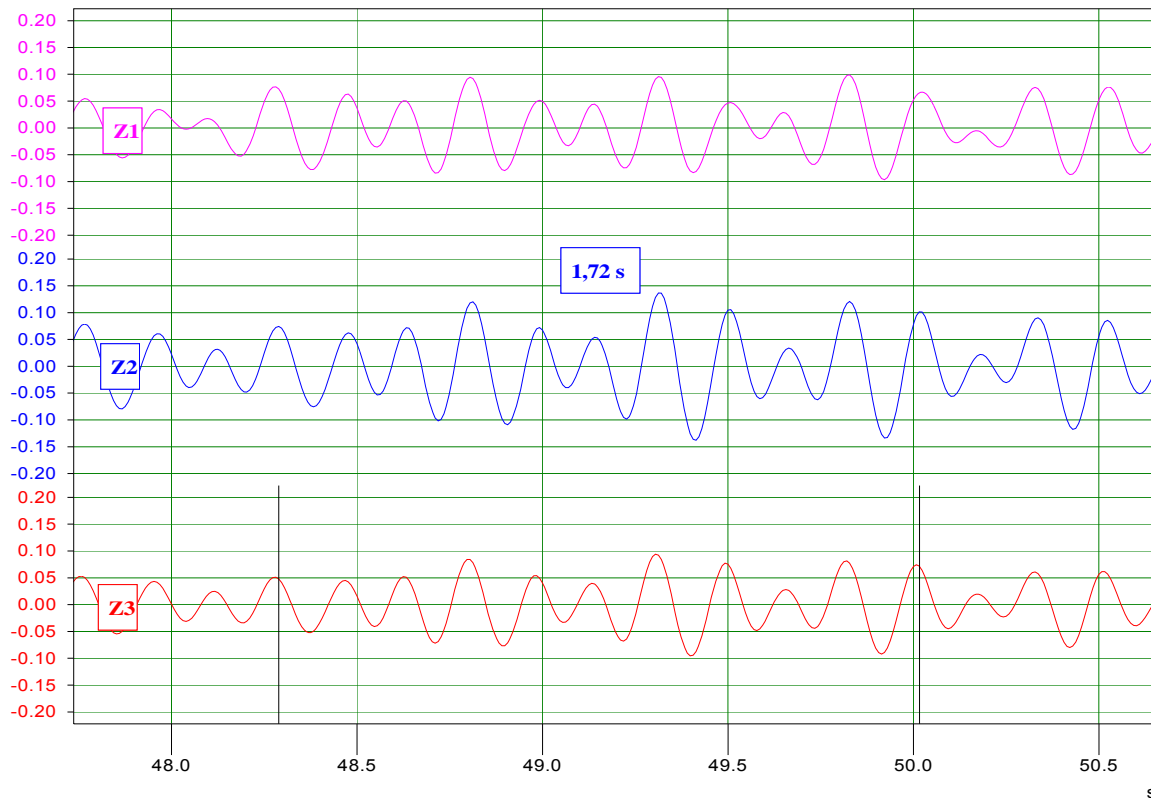
In direzione  $Z_1$ , in opposizione di fase con  $Z_2$  e  $Z_3$ , si possono contare 11 oscillazioni in un intervallo di 2,390 secondi, pari ad una frequenza  $f = 11 / 2,39 = 4,6$  Hz.



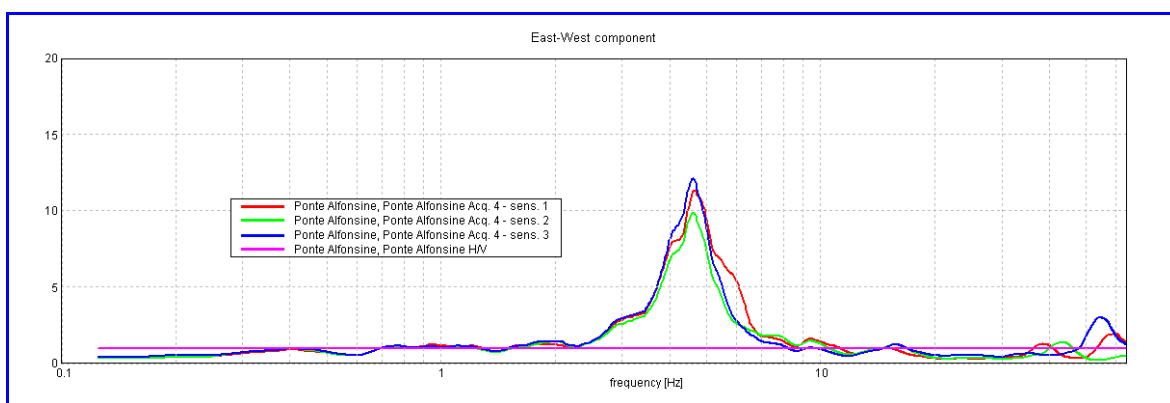


Di seguito una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 5 Hz.

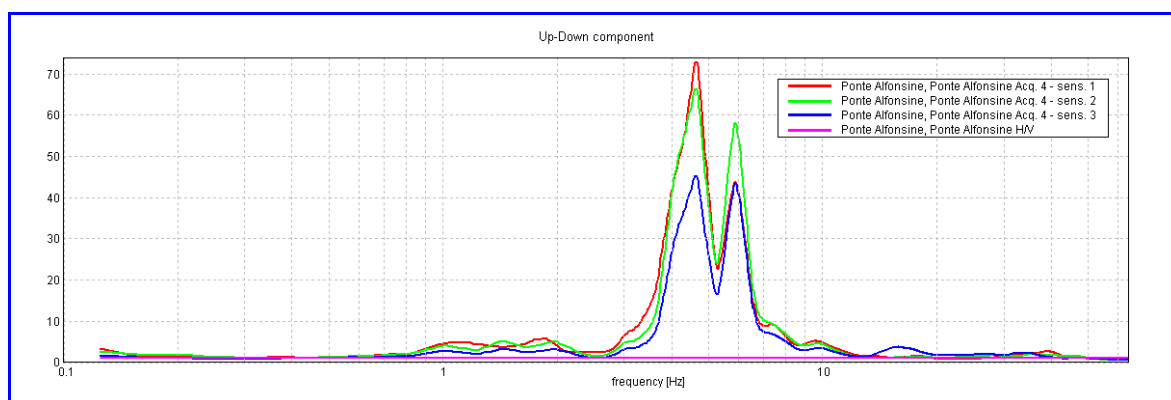
In direzione  $Z_1$ , in fase con  $Z_2$  e  $Z_3$ , si possono contare 10 oscillazioni in un intervallo di 1,720 secondi, pari ad una frequenza  $f = 10 / 1,72 = 5,8 \text{ Hz}$ .



L'elaborazione nel dominio delle frequenze della stessa acquisizione, ottenuta con la trasformata di Fourier, ci fornisce gli spettri sottostanti, che confermano le frequenze rilevate nel dominio del tempo.



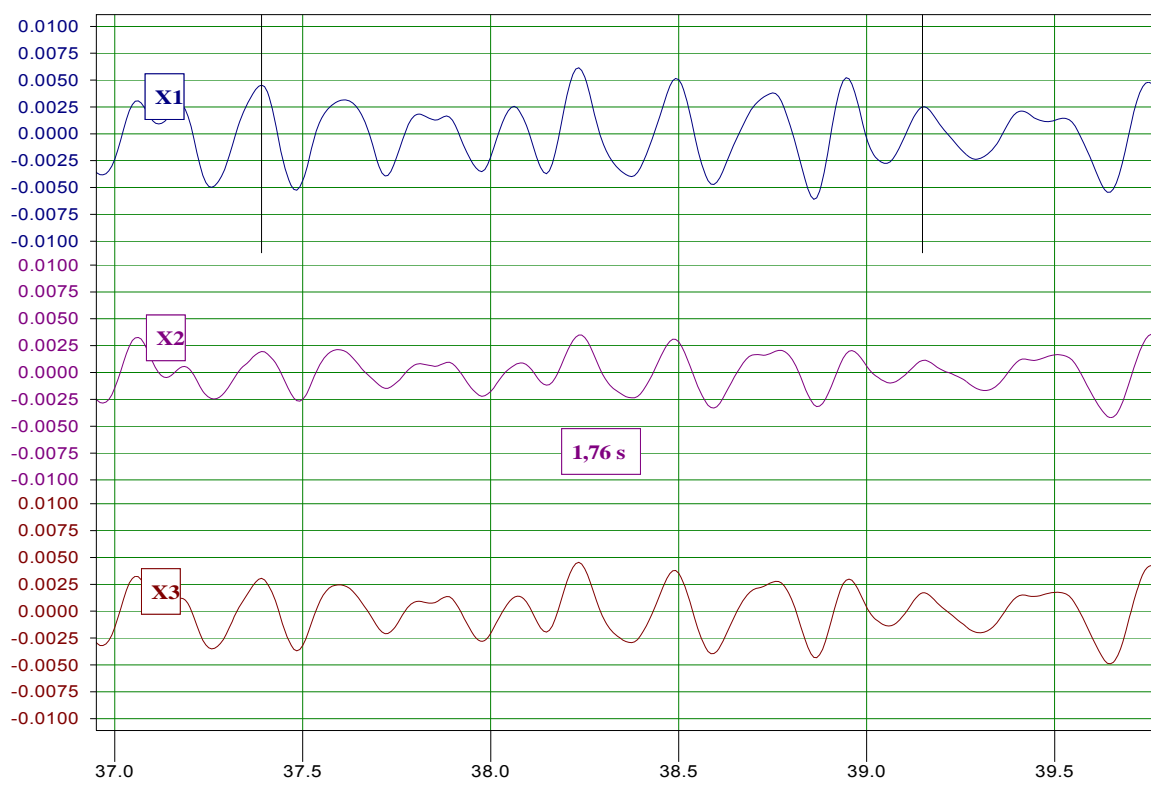
*Spettro in direzione trasversale – configurazione 2*



*Spettro in direzione verticale – configurazione 2*

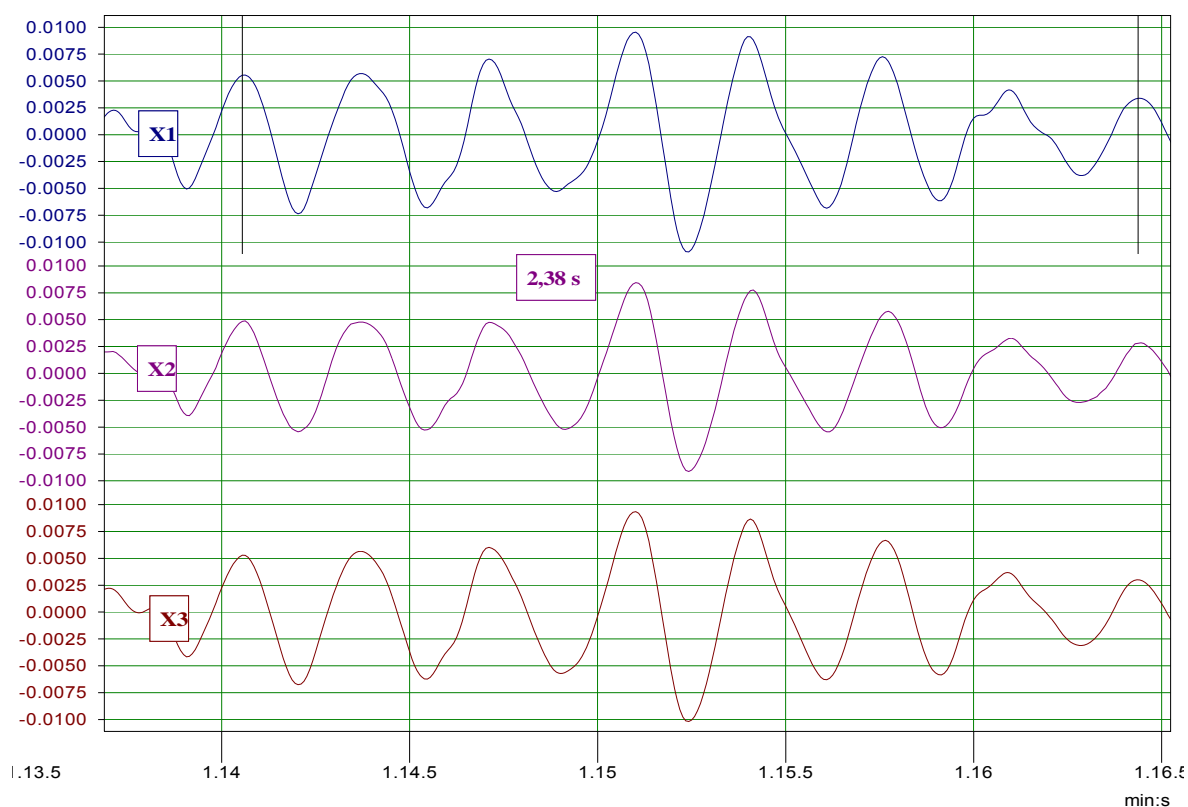
A seguire si riporta una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 7 Hz.

In direzione  $X_1$ , in fase con  $X_2$  e  $X_3$  si possono contare 8 oscillazioni in un intervallo di 1,76 secondi, pari ad una frequenza  $f = 8 / 1,76 = 4,5$  Hz.

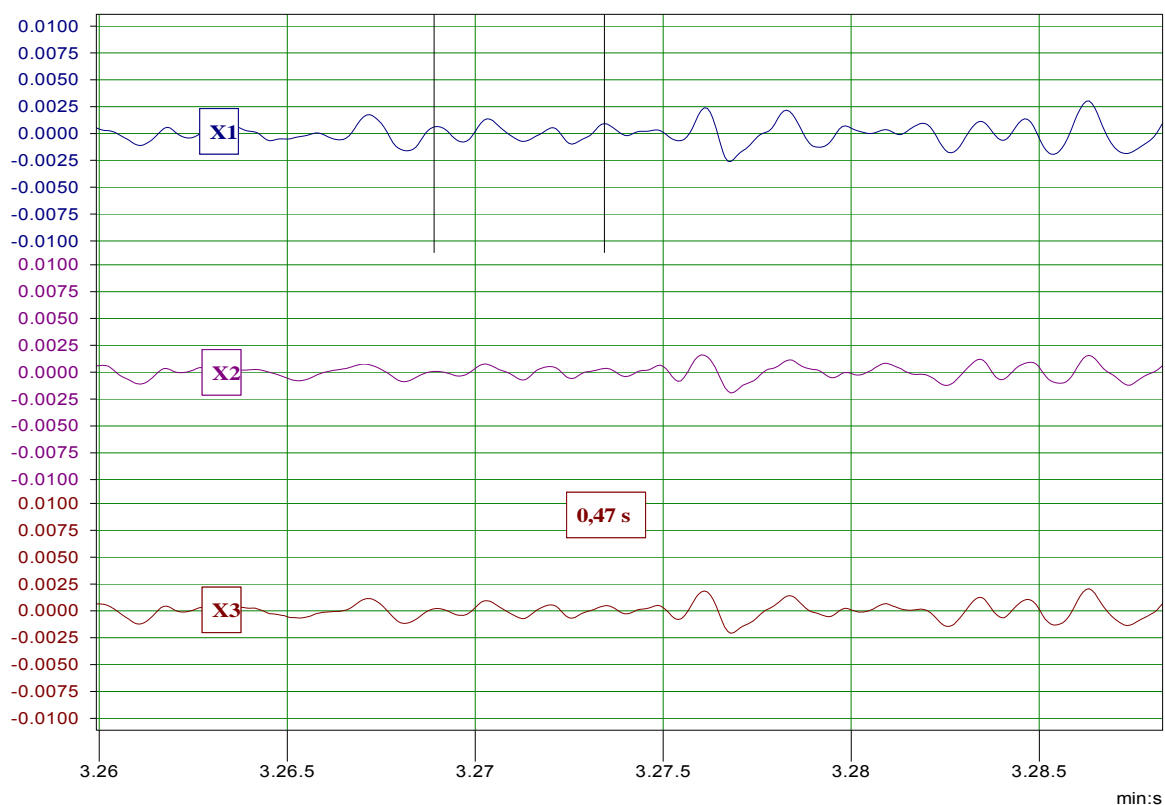


A seguire si riporta una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 7 Hz.

In direzione  $X_1$ , in fase con  $X_2$  e  $X_3$  si possono contare 7 oscillazioni in un intervallo di 2,38 secondi, pari ad una frequenza  $f = 7 / 2,38 = 2,9$  Hz.

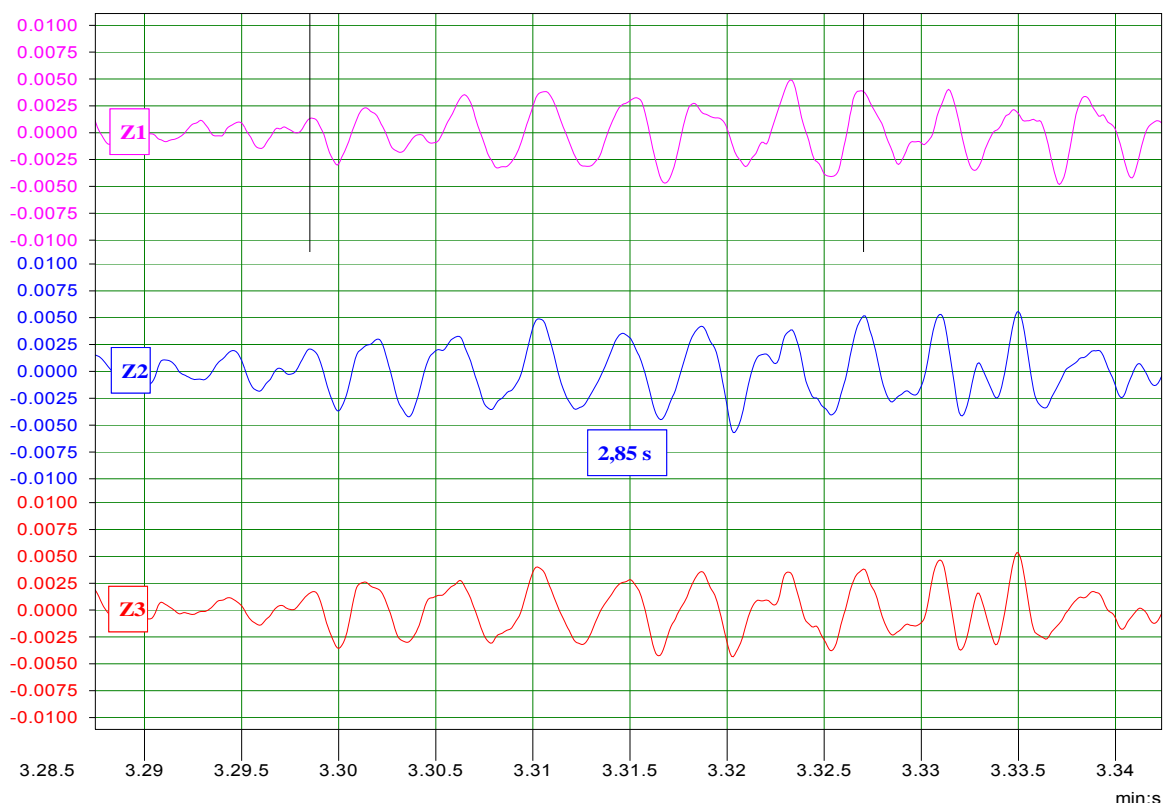


A seguire si riporta una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 7 Hz.  
In direzione  $X_1$ , in fase con  $X_2$  e  $X_3$  si possono contare 3 oscillazioni in un intervallo di 0,47 secondi, pari ad una frequenza  $f = 3 / 0,47 = 6,3$  Hz.

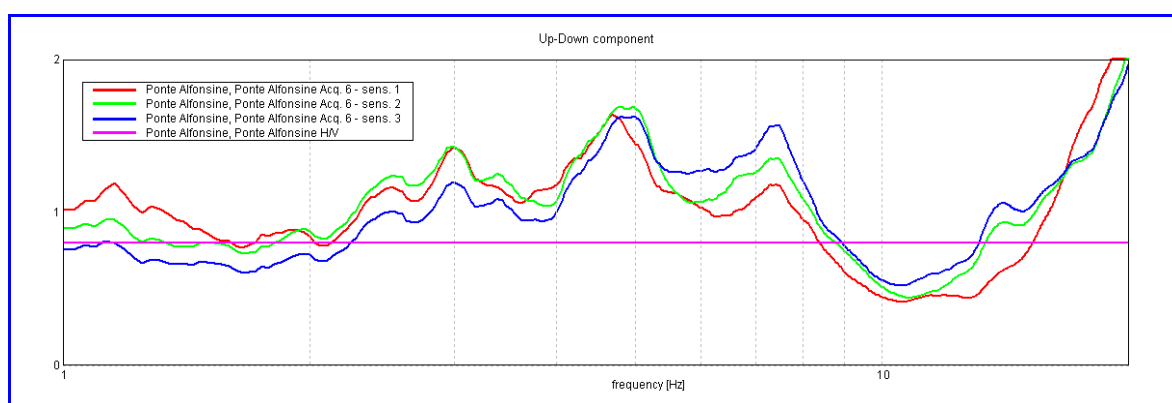


Di seguito una finestra temporale del segnale acquisito, filtrato attraverso un passa basso tipo Butterworth di 5 Hz.

In direzione  $Z_1$ , in opposizione di fase con  $Z_2$  e  $Z_3$ , si possono contare 7 oscillazioni in un intervallo di 2,850 secondi, pari ad una frequenza  $f = 7 / 2,85 = 2,4 \text{ Hz}$ .

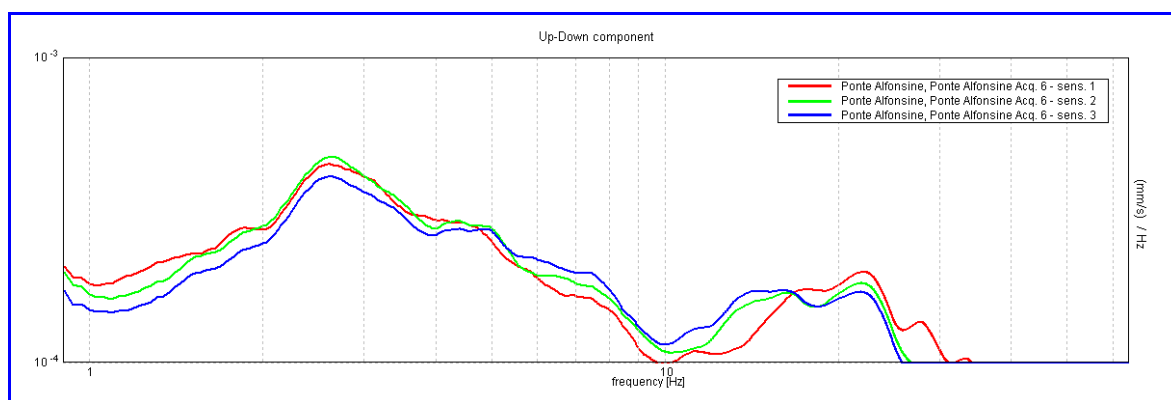


L'elaborazione nel dominio delle frequenze della stessa acquisizione, ottenuta con la trasformata di Fourier, ci fornisce gli spettri sottostanti, che confermano le frequenze rilevate nel dominio del tempo.



*Spettro in direzione trasversale – configurazione 3*





*Spettro in direzione verticale – configurazione 3*

#### 4.7 Risultati

Nella tabella successiva la sintesi dei risultati ottenuti. Le elaborazioni consentono di ottenere una precisione di  $\pm 0,1$  Hz.

ACQUISIZIONE	DESCRIZIONE	FREQUENZA [Hz]
A1	Trasversale Flessionale	4,0
	Verticale Flessionale	2,9
A2	Trasversale Flessionale	4,6
	Verticale Torsionale	4,6
	Verticale Flessionale	5,8
A3	Trasversale Flessionale	2,9
		4,5
		6,3
	Verticale Flessionale	2,4

#### 4.8 Considerazioni relative alle prove di omogeneità

Le prove di omogeneità rappresentano un'analisi dinamica speditiva per valutare le campate maggiormente meno rigide, quindi con frequenza propria più bassa, sulle quali concentrare le successive prove di carico.

Le campate prescelte, in base ai risultati ottenuti, sono quella centrale e quella rivolta verso Ravenna.

## 5. PROVA DI CARICO STATICA DI ANALISI

Per realizzare una accurata analisi della struttura si è eseguita nella giornata del 29 ottobre 2018 una prova di carico di analisi con carichi crescenti e lo stato deformativo rilevato nelle diverse condizioni di carico verrà stato utilizzato per la calibrazione del modello numerico.

### 5.1 Strumentazione

La rilevazione delle deformazioni è stata effettuata con:

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni GS03 AD 24;
- 4 trasduttori di spostamento di tipo LVDT modello Schaevitz E 200 HQ;
- 8 sensori inclinometrici *Midori Precisions PM-5TH-Z1*;
- software di elaborazione 4 EMME Service S.p.A.

Caratteristiche sensori inclinometrici:

- risoluzione  $\pm 0.001^\circ$ ;
- campo  $\pm 4^\circ$ .

Caratteristiche trasduttori di spostamento:

- escursione 10,0 mm; 25,0 mm e 50,0 mm;
- sensibilità  $\pm 0,002$  mm;
- linearità 99,6%.



*Postazione di acquisizione*

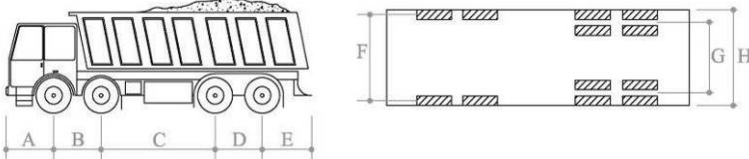


*Sensori inclinometrici*

Tutti gli strumenti sono stati tarati dal Laboratorio Tarature della 4 EMME Service S.p.A. utilizzando dei sensori campione come previsto dalla procedura 7.6 "Gestione degli Strumenti" del Manuale di Qualità.

## 5.2 Applicazione del carico

La sollecitazione della struttura è stata ottenuta tramite quattro autocarri a 4 assi di diverso carico e di seguito sono indicati i loro pesi, la denominazione e le misure caratteristiche.

												
Camion a 4 assi												
N°	TARGA	Peso [kN]			Distanze [m]							
		Ant.	Post.	Totale	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CA108EP	148,60	245,00	<b>406,60</b>	1,35	1,50	2,60	1,40	1,20	1,90	2,50	2,20
2	ET976FM	138,10	251,80	<b>403,20</b>	1,44	1,87	2,37	1,38	1,51	1,95	2,50	2,10
3	EW760WJ	153,90	246,40	<b>413,60</b>	1,50	1,74	2,60	1,35	1,60	1,85	2,40	2,20
4	DY037RF	154,50	233,20	<b>406,40</b>	1,30	1,95	2,30	1,40	1,35	1,95	2,50	2,10

## 5.3 Descrizione della prova

Sono stati eseguiti 14 cicli di carico e scarico, mantenendo le posizioni sino alla stabilizzazione delle deformazioni; il carico è stato ottenuto posizionando i camion sulla carreggiata in sette differenti condizioni, come indicato di seguito e negli schemi della pagina successiva:

- Configurazione 1 – Camion 1 e 4 sulla campata centrale – lato monte;
- Configurazione 2 – Camion 2 e 2 sulla campata centrale – lato valle;
- Configurazione 3 – Camion 1, 2, 3 e 4 sulla campata centrale e laterali – lato valle;
- Configurazione 4 – Camion 1, 2, 3 e 4 sulla campata centrale e laterali – lato monte;
- Configurazione 5 – Camion 1, 2, 3 e 4 sulla campata centrale – lato monte;
- Configurazione 6 – Camion 1, 2, 3 e 4 sulla campata centrale – lato monte;
- Configurazione 7 – Camion 1 e 3 sulla campata lato Ravenna – lato monte e valle;



Configurazione 1



Configurazione 2



Configurazione 3



Configurazione 4



Configurazione 5



Configurazione 6

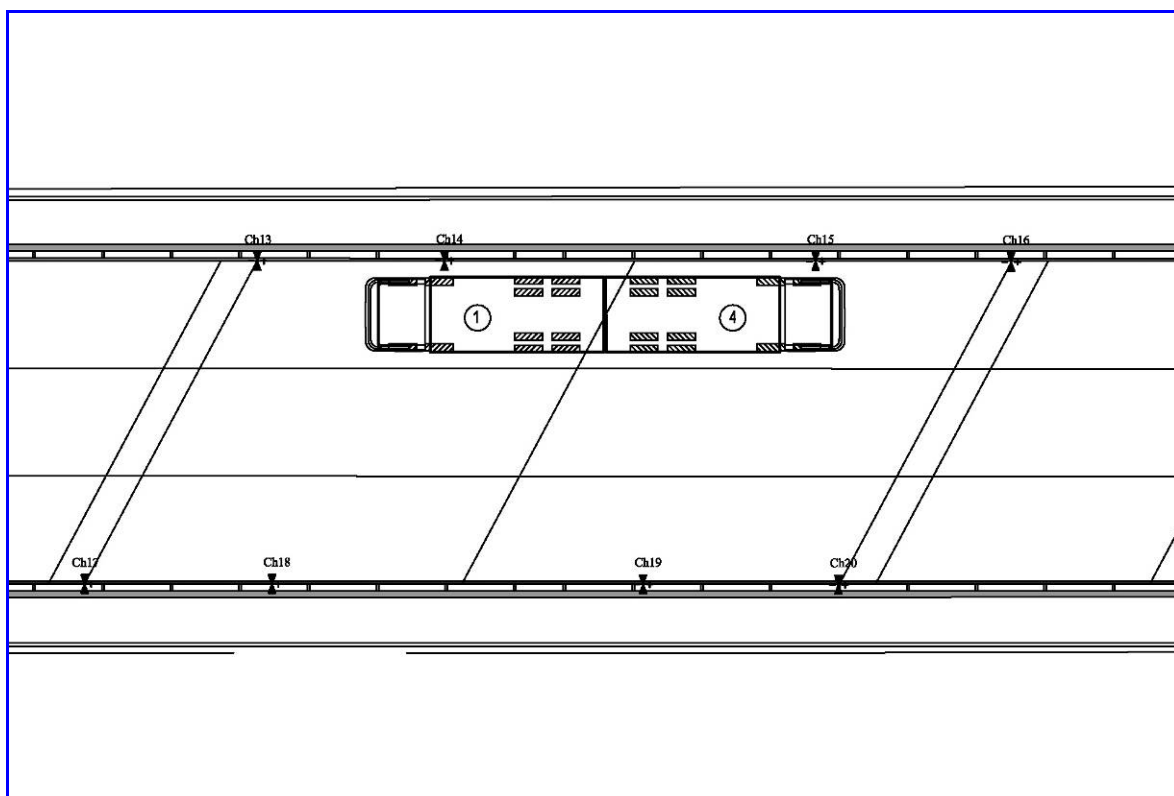


Configurazione 7 – estradosso

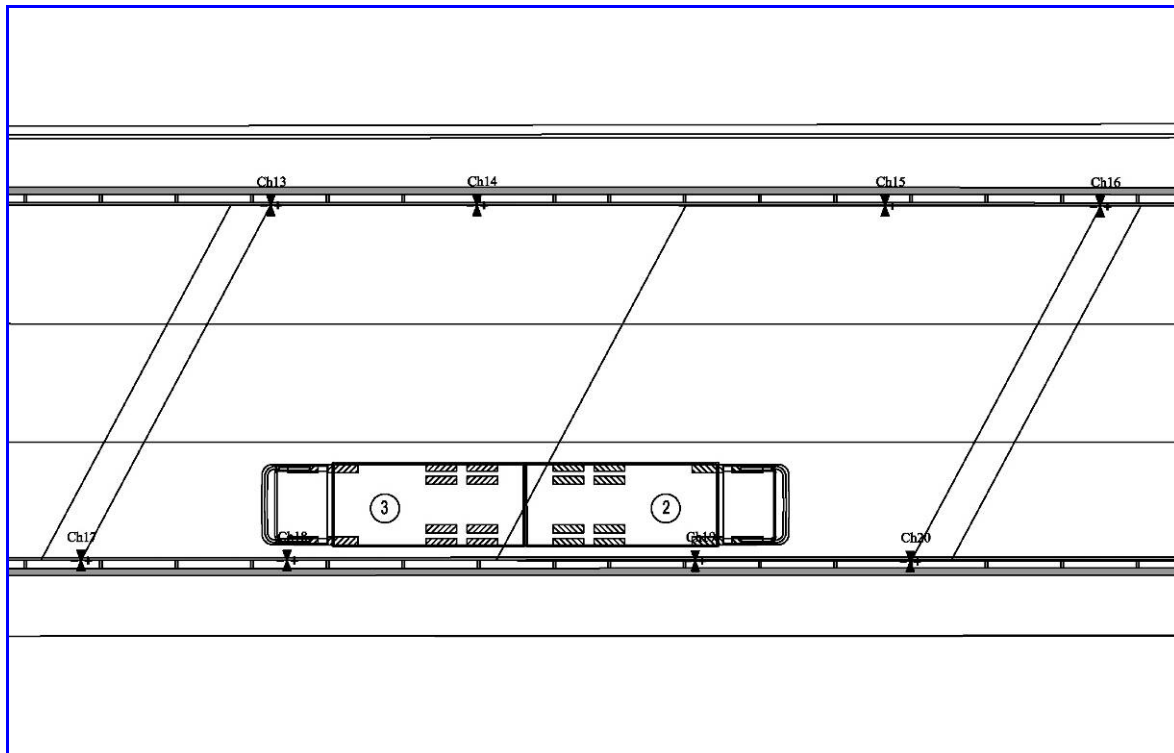


Configurazione 7 – intradosso

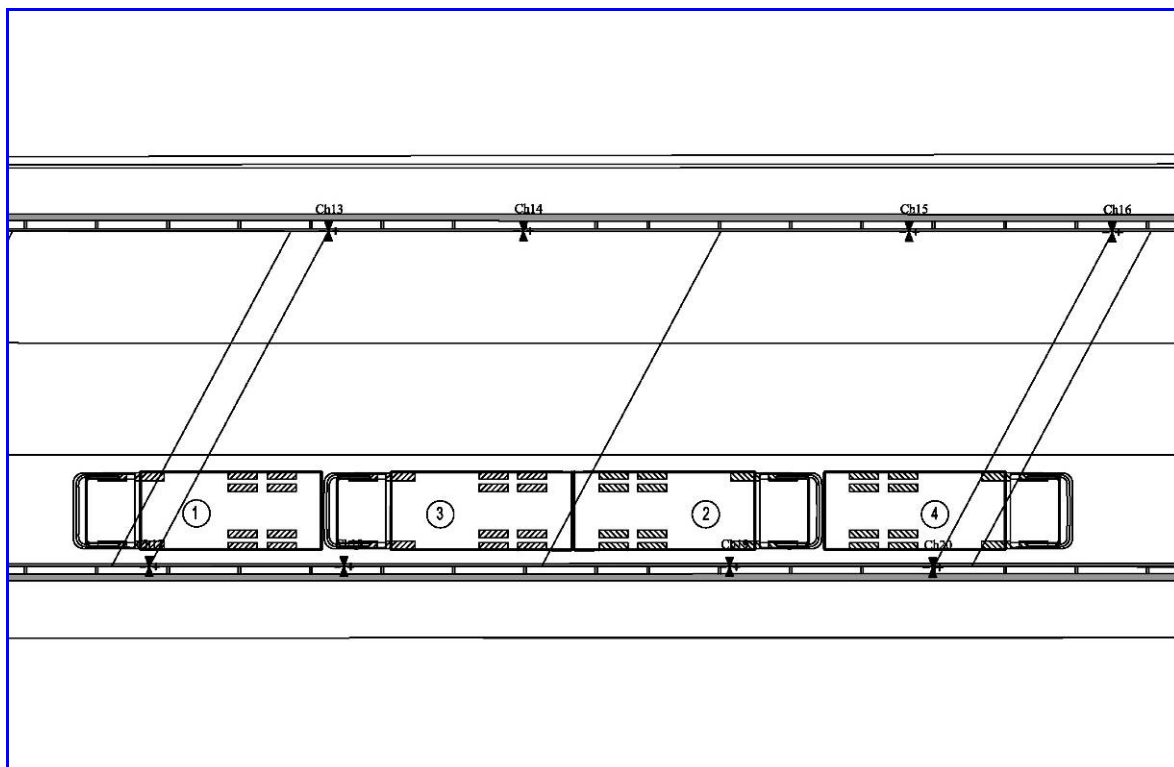




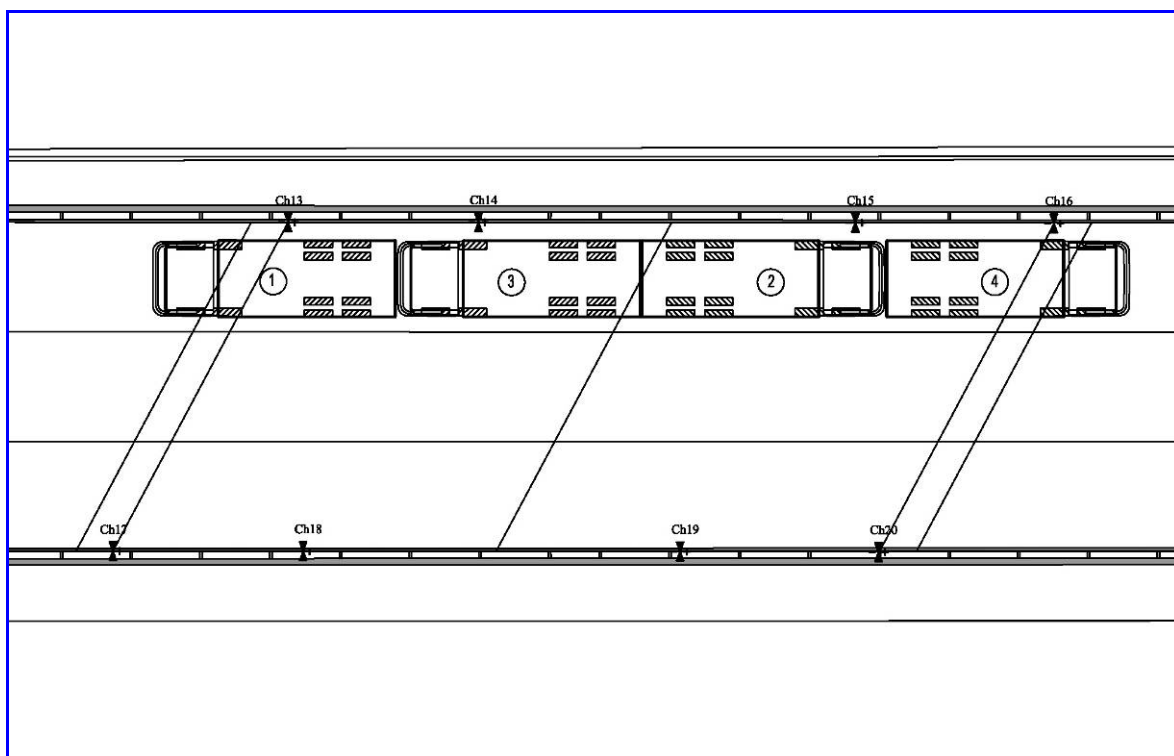
Configurazione 1



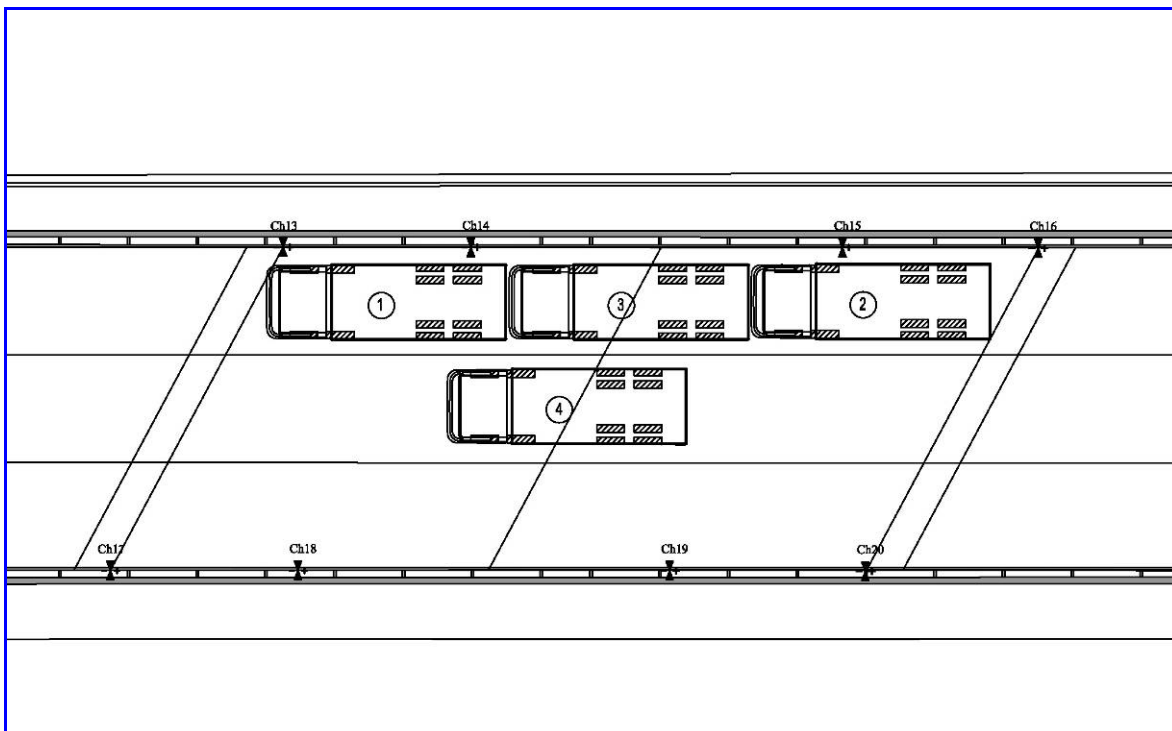
Configurazione 2



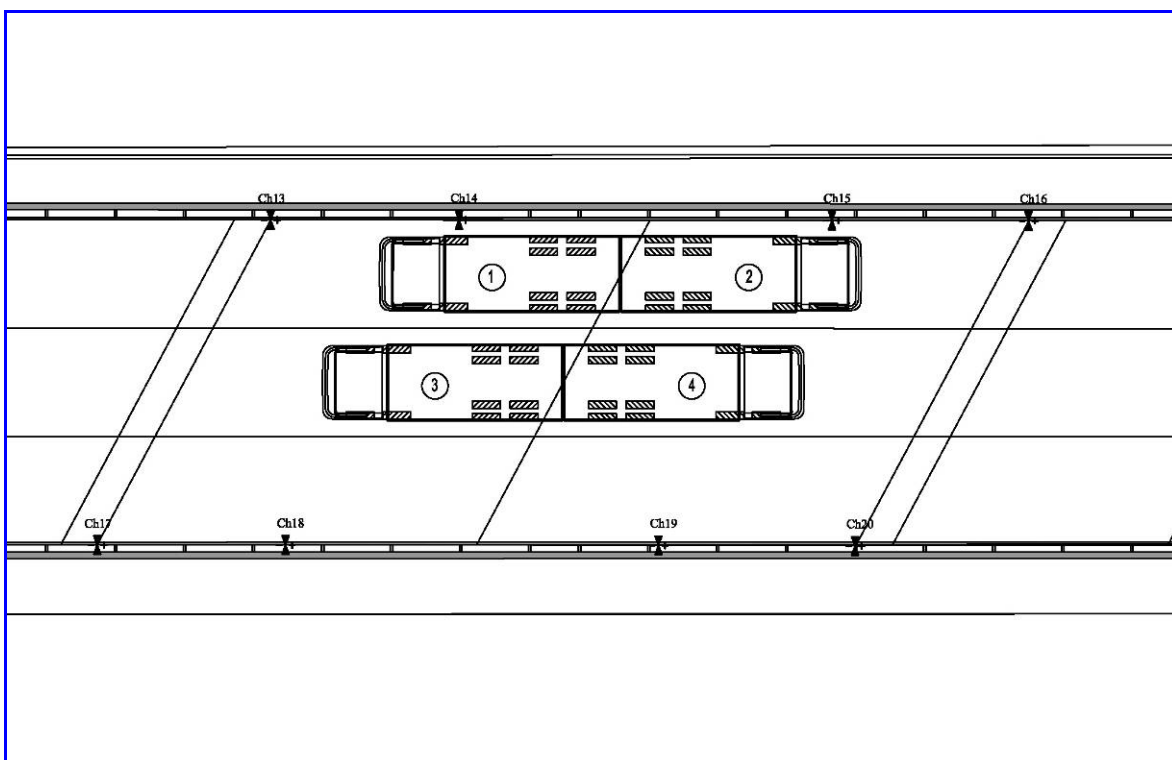
Configurazione 3



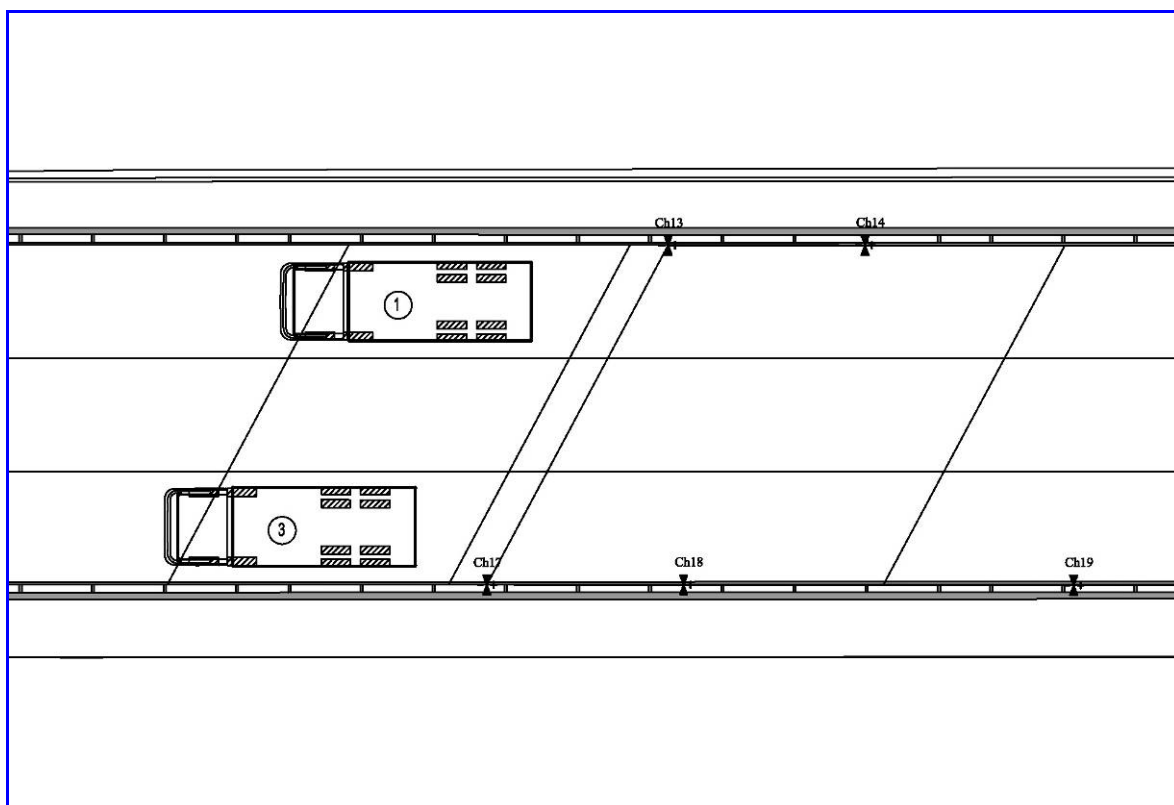
Configurazione 4



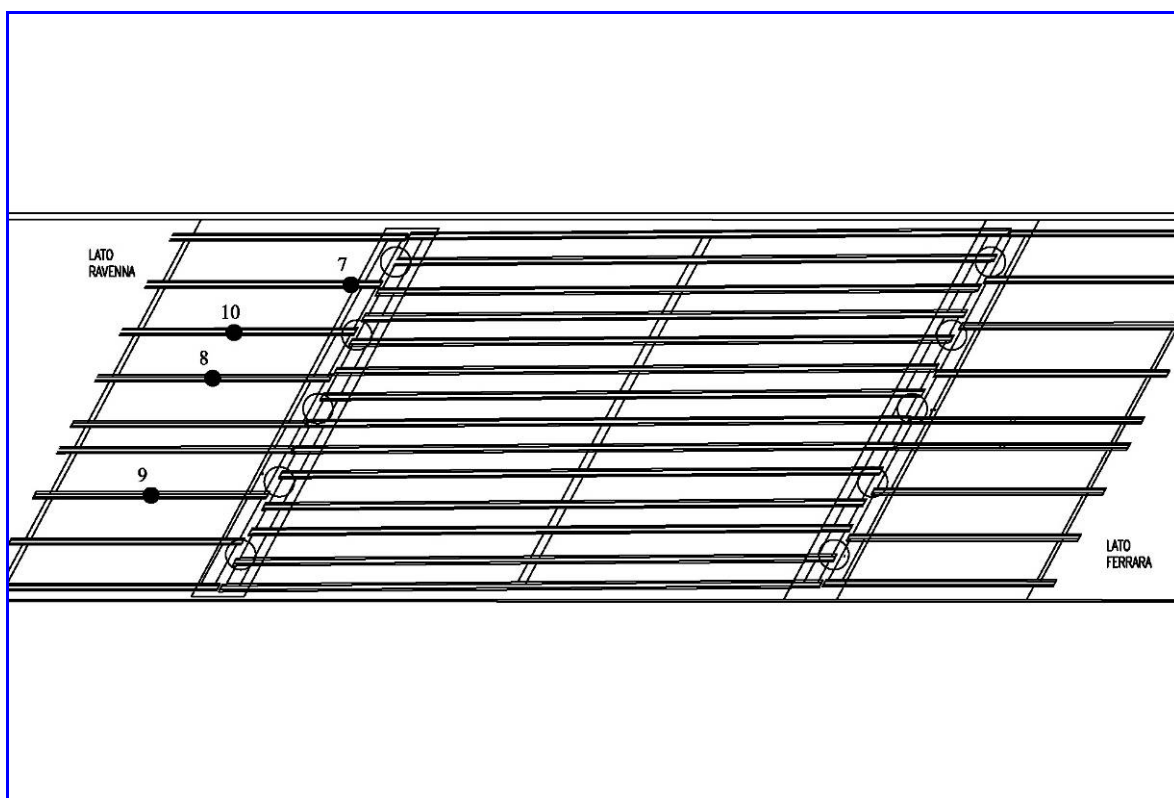
Configurazione 5



Configurazione 6



Configurazione 7 – posizione dei camion



Configurazione 7 – posizione dei sensori all'intradosso

#### 5.4 Risultati dalla configurazione 1 alla 6 dei sensori inclinometrici

Nella tabella seguente sono riportati i valori delle deformazioni assolute rilevate.

Ciclo	Fase	DEFORMAZIONI [mm]	
		Mezzeria Lato Monte	Mezzeria Lato Valle
I	Config. 1	9,23	0,20
II		9,10	0,34
I	Config. 2	0,11	11,17
II		0,20	11,18
I	Config. 3	0,16	11,55
I	Config. 4	10,10	-0.09
I	Config. 5	11,64	2,34
I	<b>Config. 6</b>	<b>15,17</b>	<b>3,39</b>
I	Config. 7	0,00	0,00

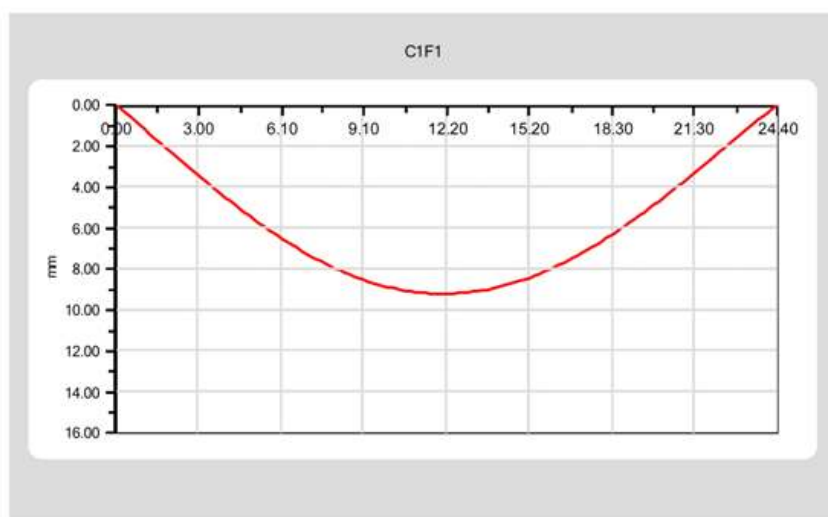


longitudinale monte

29/10/2018 10.49.19

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Assoluto	Relativo	Q.C.
13	0.00	0.592	-0.069	0.069
14	6.10	0.661	-0.054	0.054
15	18.30	0.393	0.045	-0.045
16	24.40	-0.736	0.055	-0.055

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.11	9.23



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	3.47	6.52	8.55	9.23	8.44	6.34	3.31	0.00

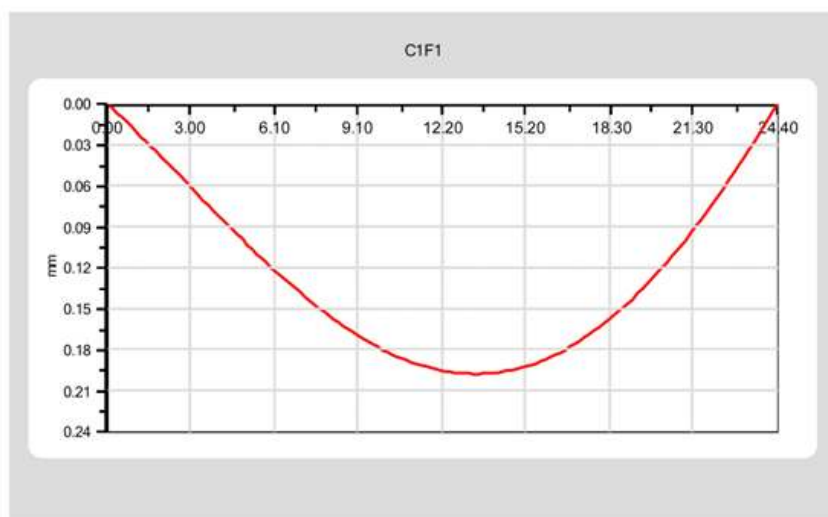
Stampa della deformata di monte nella configurazione 1 – ciclo 1

longitudinale valle

29/10/2018 10.49.19

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
17	0.00	-0.363	-0.001	0.001
18	6.10	0.232	-0.001	0.001
19	18.30	0.203	0.001	-0.001
20	24.40	0.477	0.002	-0.002

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
13.34	0.20



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	0.06	0.12	0.17	0.20	0.19	0.16	0.09	0.00

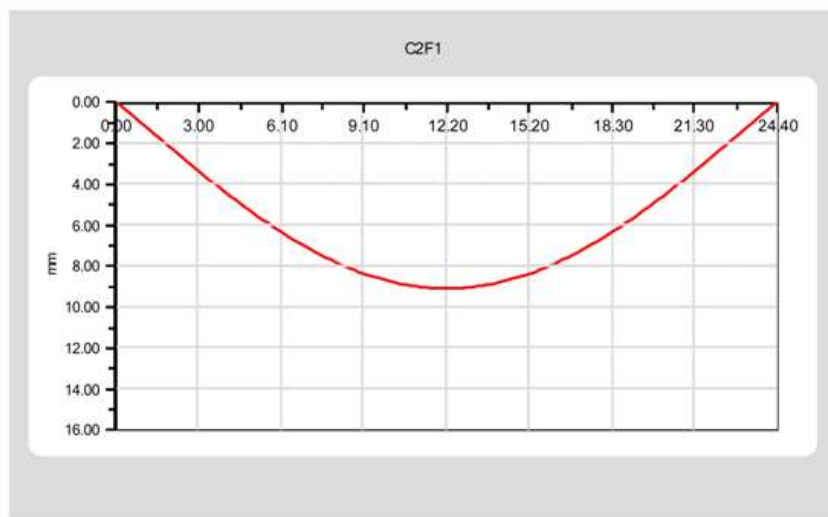
Stampa della deformata di valle nella configurazione 1 – ciclo 1

longitudinale monte

29/10/2018 10.53.30

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
13	0.00	0.590	-0.068	0.068
14	6.10	0.659	-0.054	0.054
15	18.30	0.392	0.043	-0.043
16	24.40	-0.733	0.057	-0.057

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.11	9.10



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	3.38	6.37	8.39	9.10	8.39	6.37	3.38	0.00

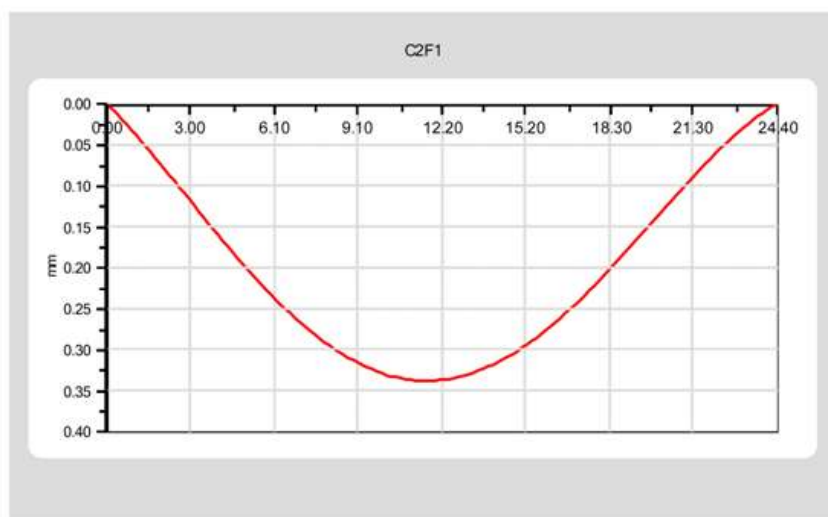
Stampa della deformata di monte nella configurazione 1 – ciclo 2

longitudinale valle

29/10/2018 10.53.30

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
17	0.00	-0.364	-0.001	0.001
18	6.10	0.234	0.001	0.001
19	18.30	0.204	0.003	-0.003
20	24.40	0.477	0.002	-0.002

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
11.23	0.34



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	0.12	0.24	0.32	0.34	0.29	0.20	0.09	0.00

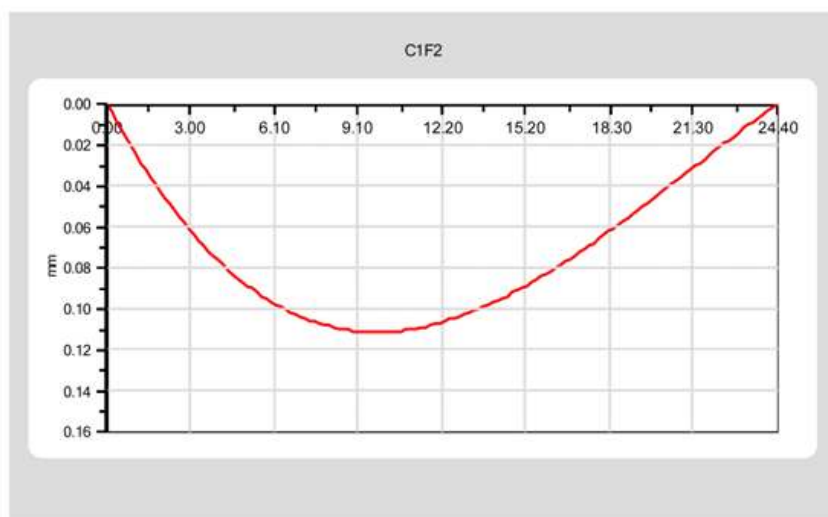
Stampa della deformata di valle nella configurazione 1 – ciclo 2

longitudinale monte

29/10/2018 10.56.56

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
13	0.00	0.656	-0.002	0.002
14	6.10	0.711	-0.001	0.001
15	18.30	0.348	0.000	0.000
16	24.40	-0.789	0.000	0.000

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
8.95	0.11



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccia [mm]	0.00	0.06	0.10	0.11	0.11	0.09	0.06	0.03	0.00

Stampa della deformata di monte nella configurazione 2 – ciclo 1

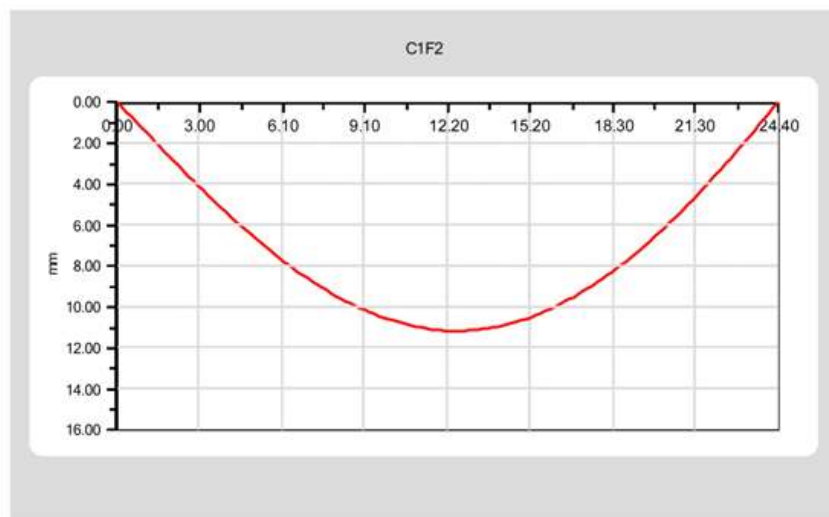


longitudinale valle

29/10/2018 10.56.56

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
17	0.00	-0.445	-0.083	0.083
18	6.10	0.172	-0.061	0.061
19	18.30	0.254	0.053	-0.053
20	24.40	0.565	0.090	-0.090

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.46	11.17



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	4.17	7.74	10.18	11.16	10.52	8.27	4.64	0.00

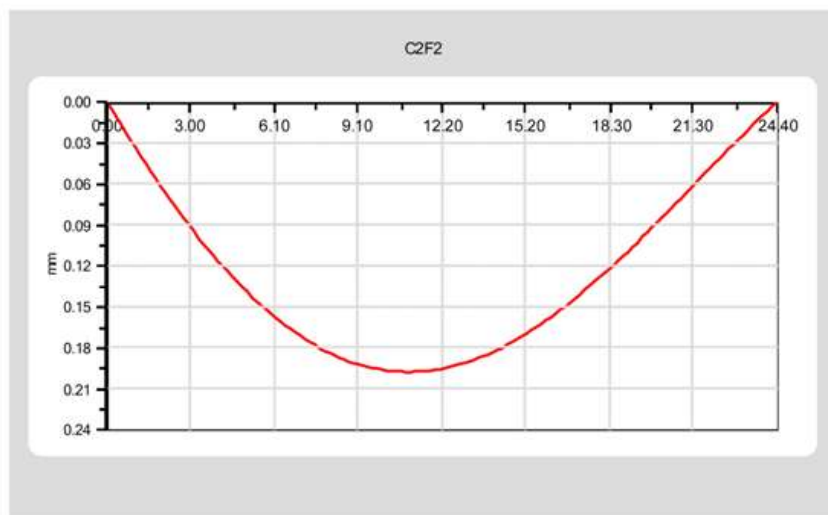
Stampa della deformata di valle nella configurazione 2 – ciclo 1

longitudinale monte

29/10/2018 11.02.53

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
13	0.00	0.657	-0.002	0.002
14	6.10	0.711	-0.001	0.001
15	18.30	0.347	0.001	-0.001
16	24.40	-0.790	0.001	-0.001

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
10.88	0.20



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccia [mm]	0.00	0.09	0.16	0.19	0.20	0.17	0.12	0.06	0.00

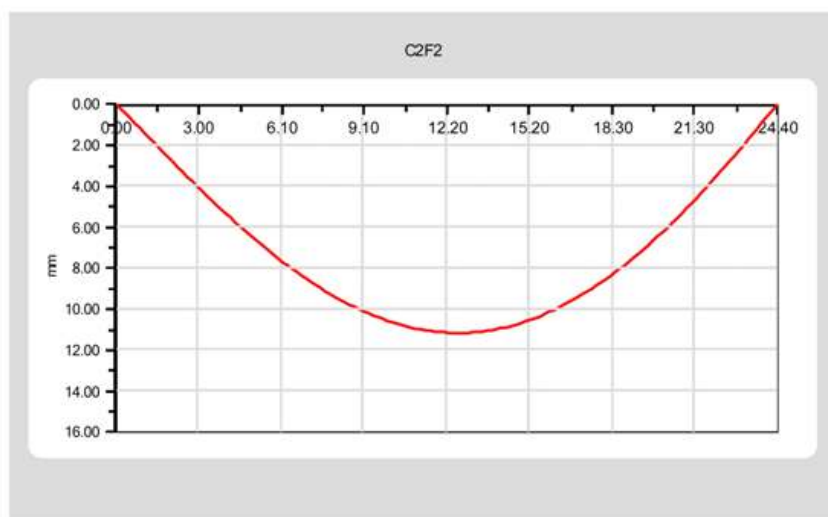
Stampa della deformata di monte nella configurazione 2 – ciclo 2

longitudinale valle

29/10/2018 11.02.53

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Assoluto	Relativo	Q.C.
17	0.00	-0.449	-0.082	0.082
18	6.10	0.169	-0.062	0.062
19	18.30	0.255	0.052	-0.052
20	24.40	0.567	0.091	-0.091

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.64	11.18



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	4.11	7.67	10.14	11.16	10.56	8.34	4.70	0.00

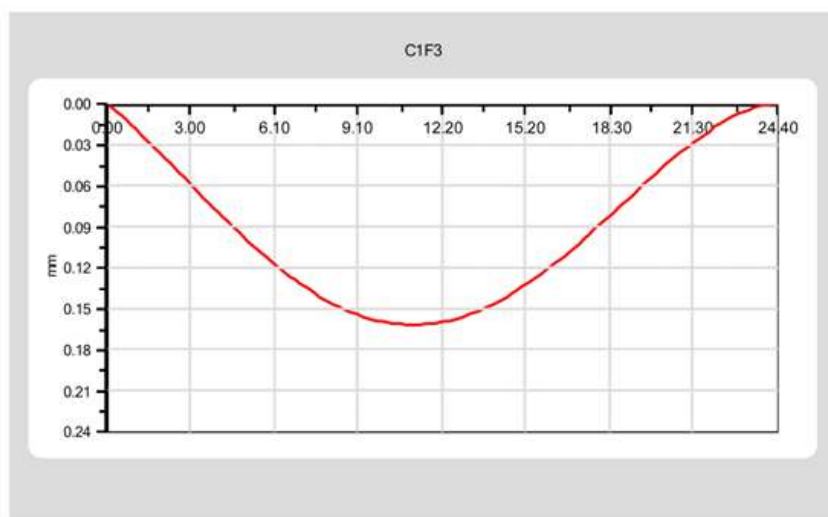
Stampa della deformata di valle nella configurazione 2 – ciclo 2

longitudinale monte

29/10/2018 11.12.01

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
13	0.00	0.656	-0.001	0.001
14	6.10	0.711	-0.001	0.001
15	18.30	0.347	0.001	-0.001
16	24.40	-0.791	0.000	0.000

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
10.88	0.16



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccia [mm]	0.00	0.06	0.12	0.15	0.16	0.13	0.08	0.03	0.00

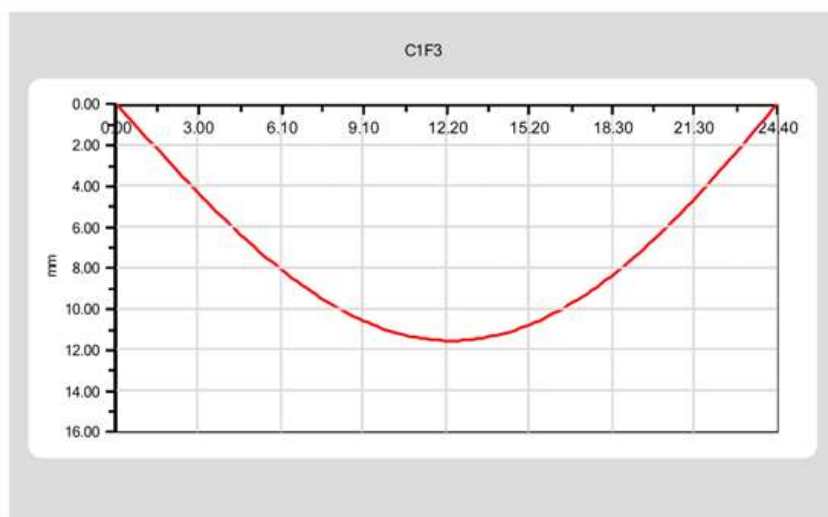
Stampa della deformata di monte nella configurazione 3 – ciclo 1

longitudinale valle

29/10/2018 11.12.02

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
17	0.00	-0.451	-0.082	0.082
18	6.10	0.173	-0.058	0.058
19	18.30	0.263	0.061	-0.061
20	24.40	0.569	0.093	-0.093

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.29	11.55



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	4.38	8.10	10.61	11.55	10.79	8.39	4.63	0.00

Stampa della deformata di valle nella configurazione 3 – ciclo 1

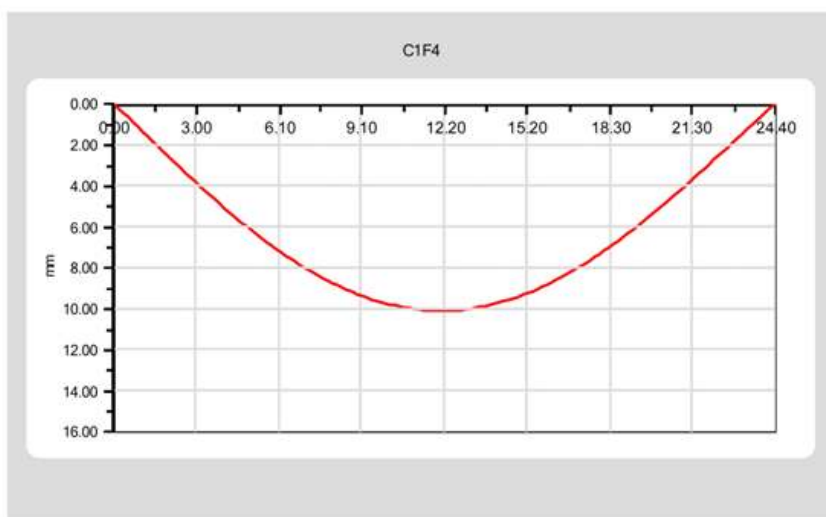


longitudinale monte

29/10/2018 11.16.18

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
13	0.00	0.580	-0.078	0.078
14	6.10	0.654	-0.058	0.058
15	18.30	0.395	0.049	-0.049
16	24.40	-0.729	0.063	-0.063

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.11	10.10



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	3.87	7.19	9.38	10.10	9.25	6.98	3.69	0.00

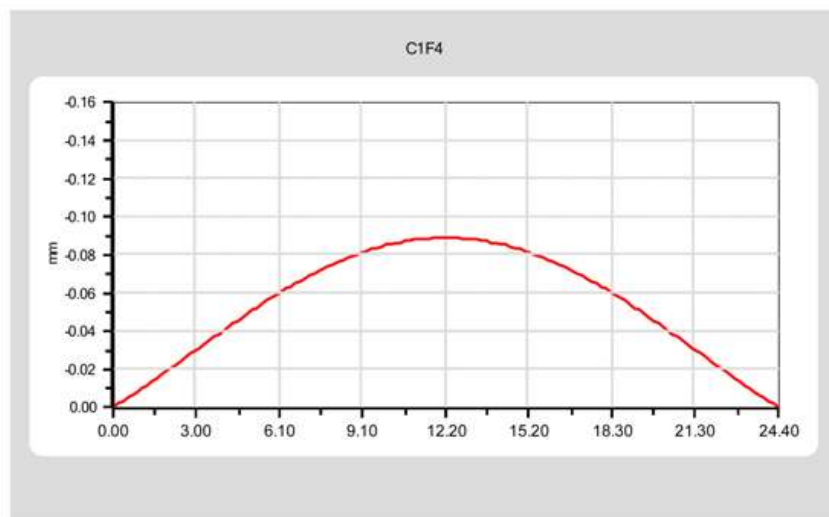
Stampa della deformata di monte nella configurazione 4 – ciclo 1

longitudinale valle

29/10/2018 11.16.19

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Assoluto	Relativo	Q.C.
17	0.00	-0.370	0.001	-0.001
18	6.10	0.229	0.001	-0.001
19	18.30	0.203	0.000	0.000
20	24.40	0.478	0.000	0.000

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
11.76	-0.09



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccia [mm]	0.00	-0.03	-0.06	-0.08	-0.09	-0.08	-0.06	-0.03	0.00

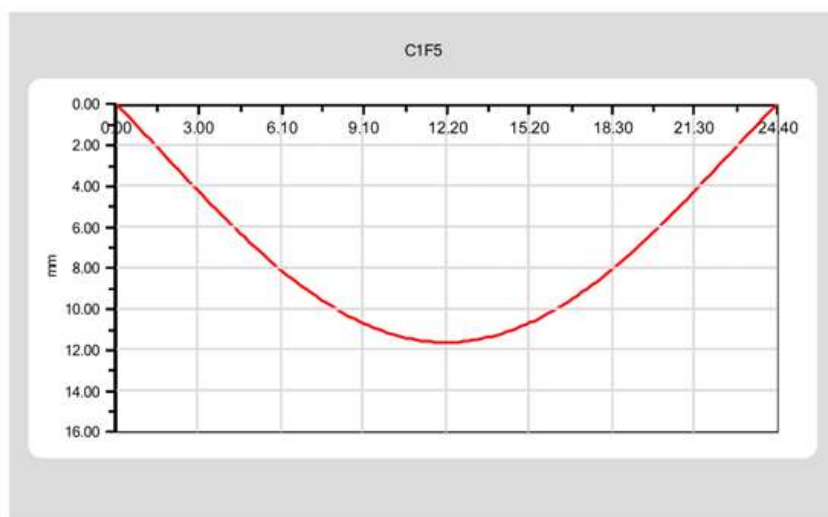
Stampa della deformata di valle nella configurazione 4 – ciclo 1

longitudinale monte

29/10/2018 11.24.19

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
13	0.00	0.566	-0.087	0.087
14	6.10	0.636	-0.071	0.071
15	18.30	0.400	0.054	-0.054
16	24.40	-0.722	0.069	-0.069

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.11	11.64



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	4.29	8.12	10.73	11.64	10.71	8.09	4.26	0.00

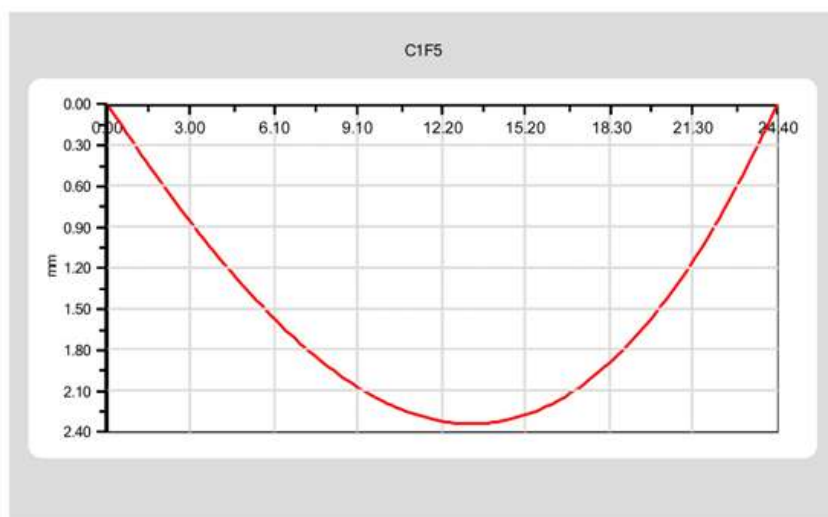
Stampa della deformata di monte nella configurazione 5 – ciclo 1

longitudinale valle

29/10/2018 11.24.19

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
17	0.00	-0.386	-0.017	0.017
18	6.10	0.217	-0.011	0.011
19	18.30	0.212	0.011	-0.011
20	24.40	0.501	0.026	-0.026

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
13.17	2.34



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	0.87	1.58	2.08	2.32	2.28	1.90	1.15	0.00

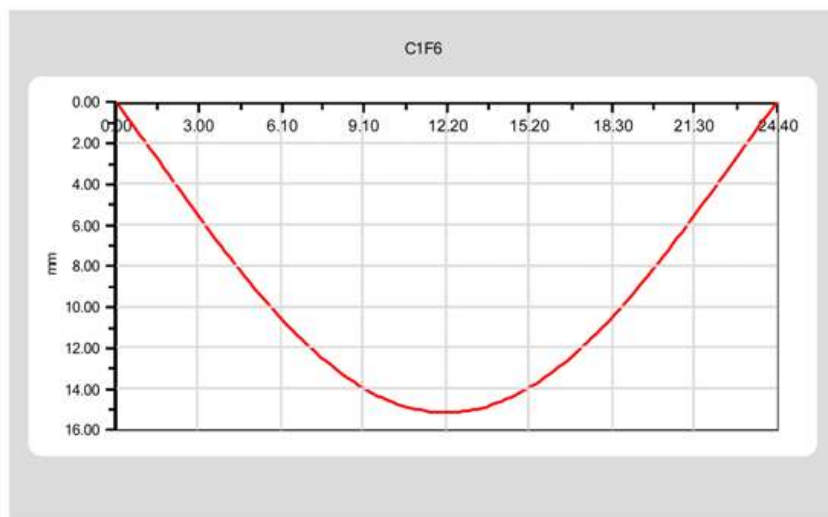
Stampa della deformata di valle nella configurazione 5 – ciclo 1

longitudinale monte

29/10/2018 11.31.57

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
13	0.00	0.541	-0.112	0.112
14	6.10	0.615	-0.091	0.091
15	18.30	0.418	0.072	-0.072
16	24.40	-0.701	0.091	-0.091

Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.11	15.17



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Frecce [mm]	0.00	5.59	10.60	13.99	15.17	13.95	10.52	5.53	0.00

Stampa della deformata di monte nella configurazione 6 – ciclo 1

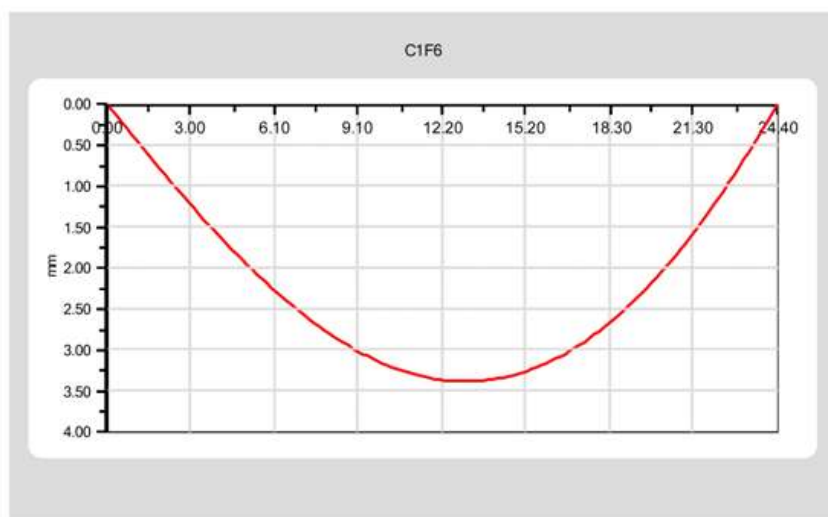


longitudinale valle

29/10/2018 11.31.57

Ch.	Posizione [ m ]	Rotazioni [ ° ]		
		Absoluto	Relativo	Q.C.
17	0.00	-0.393	-0.023	0.023
18	6.10	0.212	-0.016	0.016
19	18.30	0.217	0.017	-0.017
20	24.40	0.510	0.035	-0.035

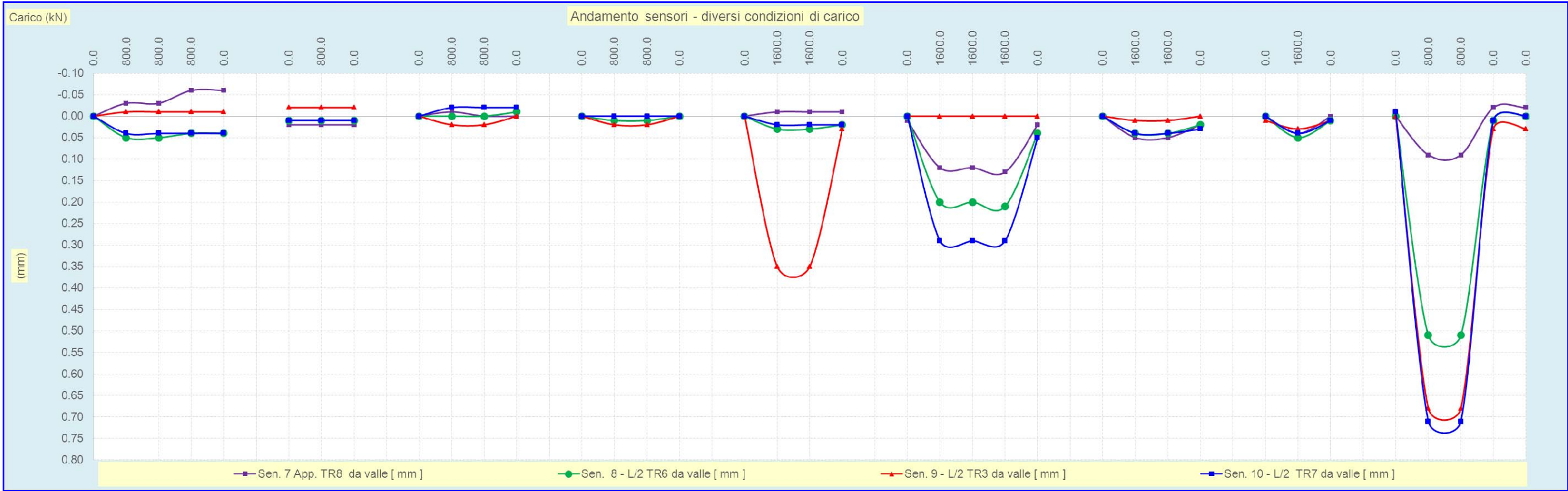
Deformata Max.	
Posizione [m]	Freccia [mm]
12.99	3.39



Posizione [m]	0.00	3.05	6.10	9.15	12.20	15.25	18.30	21.35	24.40
Freccie [mm]	0.00	1.23	2.28	3.02	3.37	3.27	2.67	1.58	0.00

Stampa della deformata di valle nella configurazione 6 – ciclo 1

5.5 Risultati dalla configurazione 1 alla 7 dei sensori n. 7-8-9-10



Grafici carico-cedimento dalla configurazione 1 alla 6 per i sensori n. 7-8-9-10

Sen. 7 App. TR8 da valle [ mm ]	Sen. 8 L/2 TR6 da valle [ mm ]	Sen. 9 L/2 TR3 da valle [ mm ]	Sen. 10 L/2 TR7 da valle [ mm ]	Commento
0.00	0.00	0.00	0.00	Config. 1 ciclo 1
-0.03	0.05	-0.01	0.04	
<b>-0.03</b>	<b>0.05</b>	<b>-0.01</b>	<b>0.04</b>	
-0.06	0.04	-0.01	0.04	
-0.06	0.04	-0.01	0.04	
0.02	0.01	-0.02	0.01	Config. 1 ciclo 2
0.02	0.01	-0.02	0.01	
<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>-0.02</b>	<b>0.01</b>	
0.00	0.00	0.00	0.00	Config. 2 ciclo 1
-0.01	0.00	0.02	-0.02	
<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.02</b>	<b>-0.02</b>	
0.00	-0.01	0.00	-0.02	
0.00	0.00	0.00	0.00	Config. 2 ciclo 2
0.00	0.01	0.02	0.00	
<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	
0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	Config. 3 ciclo 1
-0.01	0.03	0.35	0.02	
<b>-0.01</b>	<b>0.03</b>	<b>0.35</b>	<b>0.02</b>	
-0.01	0.02	0.03	0.02	
0.01	0.00	0.00	0.00	Config. 4 ciclo 1
0.12	0.20	0.00	0.29	
0.12	0.20	0.00	0.29	
<b>0.13</b>	<b>0.21</b>	<b>0.00</b>	<b>0.29</b>	
0.02	0.04	0.00	0.05	
0.00	0.00	0.00	0.00	Config. 5 ciclo 1
0.05	0.04	0.01	0.04	
<b>0.05</b>	<b>0.04</b>	<b>0.01</b>	<b>0.04</b>	

0.02	0.02	0.00	0.03	
0.00	0.00	0.01	0.00	Config. 6 ciclo 1
<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	
0.00	0.01	0.01	0.01	
0.00	0.00	0.00	-0.01	Config. 7 ciclo 1
0.09	0.51	0.68	0.71	
<b>0.09</b>	<b>0.51</b>	<b>0.68</b>	<b>0.71</b>	
-0.02	0.01	0.03	0.01	
-0.02	0.00	0.03	0.00	

### 5.6 Ispezione visiva post prova di carico

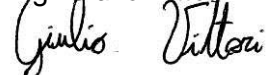
Immediatamente dopo la prova di carico è stata eseguita un'ispezione visiva che non ha evidenziato l'instaurarsi di nuove anomalie di carattere strutturale.

La 4 EMME Service S.p.A. si assume la responsabilità per la precisione delle misurazioni effettuate. L'elaborazione dei dati rappresenta invece solamente un sussidio da verificare ed approvare a cura del Collaudatore o del Tecnico Incaricato.

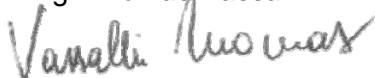
Bologna, 10 dicembre 2018

I Relatori

Ing. Giulio Vittori



Ing. Thomas Vassalli



4 EMME Service S.p.A.  
Dir. del Centro di Bologna

