

LINEA FERROVIARIA TURISTICA MACOMER/BOSA

RISANAMENTO E MANUTENZIONE STRAORDINARIA TRAVATA METALLICA

- Ponte n. 19 km 1+793

PROGETTO ESECUTIVO

progettazione: Servizio Tecnico - ARST SpA

TAVOLE DI RILIEVO (ALLEGATE)

OGGETTO:

PONTE 19

RELAZIONE EXPERIMENTATIONS SRL - N.11076-ROPG/17

NOME-FILE

SCALA:

REV.	MODIFICHE	DATA	ELABORAZIONE
0	PRIMA EMISSIONE	DIC.2019	SERVIZIO TECNICO
1			
2			
3			
4			

TAVOLA:

A-19-05

ARST - TRASPORTI REGIONALI DELLA SARDEGNA

Attività di collaudo periodico e verifica prestazionale delle travate metalliche delle linee ferroviarie turistiche ARST

LINEA: *MACOMER – BOSA*

OPERA: **PONTE n. 19 Progr. km 1+793**

ESECUZIONE LAVORI: *Experimentations S.r.l. – Via Y. Gagarin, 69/71 -
06073 S. Mariano di Corciano (PG)*

VERBALE DI COLLAUDO E CERTIFICAZIONE DI PORTATA

**ai sensi dell'Art.7 del Capitolato Tecnico-Amministrativo (Allegato A
alla lettera di invito)**

Il sottoscritto Dott. Ing. Alberto Bufali, iscritto da oltre dieci anni all'Albo Professionale degli Ingegneri della Provincia di Perugia al n.A440 ed inserito nell'Albo dei Collaudatori Statici, è stato incaricato dalla Società EXPERIMENTATIONS S.r.l. di S. Mariano di Corciano (PG), di redigere i verbali di collaudo e le certificazioni di portata per i ponti soggetti ad indagini e verifiche in esecuzione del contratto in oggetto.



1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il ponte a via inferiore ha una luce $L=11.70$ m. La struttura è costituita da due travi principali a doppio "T" realizzata con angolari e piattabande, da travi secondarie ortogonali alle travi principali ed infine da travi portabinari. La controventatura orizzontale è presente solo nella parte inferiore della trave a doppio "T".

Gli appoggi sono costituiti da una cerniera fissa e da un carrello a rullo monodirezionale.

Le spalle sono realizzate in muratura di blocchi di pietra naturale.

2. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Sull'opera in oggetto sono state eseguite le seguenti indagini sperimentali:

- Rilievo geometrico di dettaglio
- Ispezione visiva e a contatto delle travate
- Verifica endoscopica dell'integrità delle spalle
- Ricostruzione della deformata per effetto dei carichi statici
- Misurazione dell'inflessione sotto carichi dinamici
- Misurazione delle tensioni effettive indotte da carichi statici e dinamici
- Misura dei cedimenti e degli spostamenti degli apparecchi di appoggio sottocarico statico e dinamico
- Modellazione numerica, mediante codice di calcolo ad elementi finiti STRAUS 7 (release 2.1.1) della G+D Computing.

3. RISULTATI DELLE INDAGINI E SEGNALAZIONE DI EVENTUALI ANOMALIE

Dalla valutazione visiva è emerso che tutta la struttura presenta ossidazione diffusa.

L'impalcato risulta in pessime condizioni di verniciatura. Le pareti delle travi portanti principali sono ossidate, per zone estese, sia all'interno che all'esterno. Le passerelle, le travi longitudinali e trasversali, sia quelle portanti che quelle sotto rotaia e i diagonali, sono ossidati. Manca un diagonale di controventatura in mezzzeria. Una trave principale risulta



piegata e deformata in più punti insieme alla trave trasversale intermedia.

Tutti gli appoggi sono ossidati.

I risultati ottenuti con le prove di carico secondo cicli successivi e distinti sono del tutto soddisfacenti e compatibili con i comportamenti di tipo elastico lineare previsti per gli elementi strutturali sottoposti a prova.

I parametri e fattori caratteristici sono contenuti ampiamente nei limiti di comportamento previsto per strutture in acciaio aventi caratteristiche analoghe a quelle della struttura in prova.

La misurazione degli abbassamenti e spostamenti degli appoggi ha fornito valori modesti e comunque compatibili con la struttura in esame e con la tipologia degli apparecchi stessi. Tali valori sono risultati indispensabili per definire il campo di comportamento elastico dell'impalcato.

L'analisi dinamica ha confermato un comportamento vibrazionale del ponte pienamente congruente con le caratteristiche attese

4. CERTIFICATO DI PORTATA

Il sottoscritto Ingegnere Alberto Bufali Collaudatore

Visti i risultati delle prove di carico statiche e dinamiche condotte sul ponte oggetto del presente certificato;

Visti i risultati della modellazione teorica di comportamento dell'impalcato calibrata con le informazioni sperimentali;

Considerato l'esito dei controlli e delle verifiche in situ, ritiene di poter certificare la transitabilità dei convogli per i carichi attualmente previsti;

Considerato che il confronto tra i valori ottenuti dalle indagini sperimentali della campagna attuale con quelli della campagna del 2006, non



evidenziano variazioni significative del comportamento complessivo del ponte;

CERTIFICA

che il Ponte n. 19 localizzato alla progressiva km 1+793 della Linea Macomer-Bosa ha una portata massima di almeno t 9,50 per asse e una portata massima distribuita di almeno t 3.50 al metro di ponte, corrispondenti al treno di carico più sfavorevole circolante sulla linea e conformi alle portate previste per linee a scartamento ridotto di gruppo IV (ai sensi della Circolare U.R.M. n.525/0.20 del 4 marzo 1947).

5. PRESCRIZIONI

Vista la non adempienza delle indicazioni e prescrizioni riportate nel verbale di collaudo e certificazione di portata relativo al medesimo ponte rilasciato con la campagna di indagini dell'anno 2006, si prescrive, affinché permangano le caratteristiche di portata indicate, l'esecuzione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria entro 6 mesi. Come già specificato è necessario prevedere interventi di manutenzione ordinaria, quali eliminazione della corrosione con ciclo di verniciatura protettiva, onde evitare un aumento dello stato di degrado superficiale delle strutture in acciaio. Per quella straordinaria si rende indispensabile provvedere al ripristino del diagonale di controventatura mancante in mezzera, prevedere interventi di sistemazione di una trave principale piegata e deformata in più punti insieme alla trave trasversale intermedia e ripristinare le sezioni dei profili danneggiati dalla corrosione (delaminazione



e diminuzione della sezione resistente) che potrebbe generare un decadimento delle caratteristiche di portata della struttura.

Corciano, 28 febbraio 2017

IL COLLAUDATORE

Dott.Ing. Alberto Bufali



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio

PERUGIA Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi
- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

RELAZIONE 11076-ROPG/17_Rev.0 DEL 28/02/2017

(Rif. Commessa 11076-ROP/17)

OGGETTO: ATTIVITÀ DI COLLAUDO PERIODICO E VERIFICA PRESTAZIONALE
DI N°8 TRAVATE METALLICHE, DELLA LINEE FERROVIARIE
TURISTICHE ARST
LINEA FERROVIARIA TURISTICA MACOMER – BOSA
LOTTO 3 - PONTE N.19 – km 1+793



COMMITTENTE: ARST S.p.A.
Via Posada, 8/10
Cagliari

EXPERIMENTATIONS S.r.l.

Elaborazione dati

Dott. Ing. Riccardo Butta

BUREAU VERITAS
Certification



EXPERIMENTATIONS SRL

Sede Legale:
Via Yurj Gagarin, 69 - Fraz. San Mariano – 06073 CORCIANO (PG)

Certificato multisito. Il dettaglio dei siti è nell'appendice di questo certificato.

Bureau Veritas Italia spa certifica che il sistema di gestione dell'organizzazione sopra indicata è stato valutato e giudicato conforme ai requisiti della norma di sistema di gestione seguente

Norma

ISO 9001:2008

Campo di applicazione

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Certificazione rilasciata in conformità al Regolamento Tecnico ACCREDIA: RT-05
Settore/i EA di attività: **35, 28**

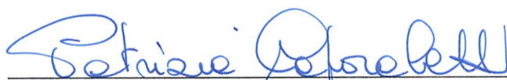
Data d'inizio del presente ciclo di certificazione: **23 aprile 2015**

Soggetto al continuo e soddisfacente mantenimento del sistema di gestione
questo certificato è valido fino al: **27 aprile 2018**

Data della certificazione originale: **28 ottobre 2014**

Certificate No. **IT260359**

Rev. 1 del: **23 aprile 2015**



Patrizia Caporaletti – Quality Technical Committee

Indirizzo dell'organismo di certificazione: Bureau Veritas Italia S.p.A., Via Miramare, 15, - 20126 Milano, Italia

La presente certificazione si intende riferita agli aspetti gestionali dell'impresa nel suo complesso ed è utilizzabile ai fini della qualificazione delle imprese di costruzione ai sensi dell'articolo 40 della legge 163 del 12 aprile 2006 e successive modificazioni e del DPR 5 ottobre 2010 n. 207. La validità del presente certificato è consultabile sul sito www.certification.bureauveritas.it. Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente certificato, si prega contattare l'indirizzo e-mail registro.certificati@it.bureauveritas.com



SGQ	N° 009A	PRS	N° 076C
SCA	N° 008D	SGE	N° 009M
PRD	N° 009B	EMAS	N° 004P
SCR	N° 008F	GHG	N° 008D
FSMS	N° 003I	ISP	N° 006E

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA e IAF
Signatory of EA and IAF mutual Recognition Agreements



INDICE

INDICE	3
PREMESSA	4
1. DEFINIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE.....	5
1.1. ESAME VISIVO E DIMENSIONALE.....	5
1.2. INDAGINI VIDEOENDOSCOPICHE.....	5
1.3. PROVA DI CARICO STATICO E PROVA CON CARICO DINAMICO.....	5
1.4. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DELL'IMPALCATO	6
1.5. INDAGINI MAGNETOSCOPICHE	7
1.6. INDAGINI ULTRASONORE.....	7
1.7. MODELLAZIONE NUMERICA AGLI ELEMENTI FINITI	7
2. RAPPORTO DI PROVA – ESAME VISIVO E DIMENSIONALE	8
3. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI VIDEOENDOSCOPICHE SU SPALLE IN MURATURA	15
4. RAPPORTO DI PROVA – PROVA DI CARICO STATICO E PASSAGGIO IN VELOCITÀ.....	20
5. RAPPORTO DI PROVA – CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DELL'IMPALCATO	37
6. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI MAGNETOSCOPICHE.....	46
7. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI ULTRASONORE.....	52
8. RAPPORTO DI PROVA – MODELLAZIONE NUMERICA AGLI ELEMENTI FINITI	56
ALLEGATO A – VERIFICHE DI TARATURA.....	I
ALLEGATO B – RELAZIONE TECNICO-DIAGNOSTICA	I
B.1. DESCRIZIONE DELL'IMPALCATO	II
B.2. INDAGINI EFFETTUATE.....	II
B.3. RISULTATI DELLE INDAGINI.....	III
B.4. GIUDIZIO COMPLESSIVO DELLA STABILITA' DELL'OPERA ED EVENTUALI INTERVENTI	IV

PREMESSA

La *EXPERIMENTATIONS S.r.l.* è stata incaricata dell'esecuzione di una campagna di indagine atte alle attività di collaudo periodico e verifica prestazionale delle travate metalliche della linea ferroviaria turistica ARST.

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle indagini sotto elencate relative a:

Ponte n.19 – Prog. km 1+793 – Linea Ferroviaria Macomer Bosa

Le indagini effettuate si articolano come indicato nella tabella seguente:

TIPO D'INDAGINE	Numerosità
Esame visivo e dimensionale	A corpo
Indagini videoscopiche	6
Prova di carico statico	2 posizioni, 4 cicli
Prova con carico dinamico (passaggio in velocità)	2 cicli
Indagini magnetoscopiche	A corpo
Indagini ultrasonore	A corpo
Caratterizzazione dinamica dell'impalcato	1
Modellazione numerica agli elementi finiti	1
Relazione tecnico-diagnostica (in allegato)	1

Tali indagini, eseguite per conto della ARST S.p.A. – Via Posada, 8/10 – Cagliari, sono state effettuate il giorno 07 Febbraio 2017 dai seguenti Tecnici:

<i>Geom. Giorgio Falleri</i>	<i>Responsabile</i>
<i>Dott. Ing. Fabio Usai</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
<i>Geom. Diego Deiana</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
<i>P.I. Danilo Sirigu</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
<i>P.I. Paolo Roscini Vitale</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
<i>Sig. Fabio Bellavita</i>	<i>Assistente di Cantiere</i>

ed alla presenza di

<i>Dott. Ing. Giovanni Pirino</i>	<i>Per ARST S.p.A.</i>
<i>Dott. Ing. Paolo Diana</i>	<i>Per ARST S.p.A.</i>
<i>Geom. Paolo Atzori</i>	<i>Per ARST S.p.A. – Def. Cagliari</i>
<i>Geom. Davide Cuscusa</i>	<i>Per ARST S.p.A. – Def. Macomer-Sassari</i>
<i>Geom. Massimo Dettori</i>	<i>Per ARST S.p.A. – Def. Sassari-Ma comer</i>

Viene allegato alla seguente relazione un cd contenente tutta la documentazione fotografica realizzata, tutti gli scatti videoendoscopici eseguiti e file digitali di input ed output della modellazione numerica.

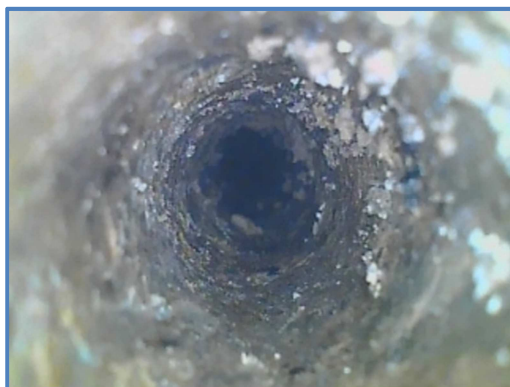
1. DEFINIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

1.1. ESAME VISIVO E DIMENSIONALE

L'ispezione a contatto delle travate è stata eseguita da un operatore tecnico esperto con verifica visiva dello stato di conservazione e di finitura di tutti gli elementi strutturali principali, degli apparecchi di appoggio, compreso il controllo, mediante battitura manuale con martelline, dell'integrità delle chiodature e degli altri dispositivi di unione quali bullonature e saldature.

1.2. INDAGINI VIDEOENDOSCOPICHE

Sono state eseguite indagini videoendoscopiche al fine di verificare l'integrità delle spalle. L'endoscopio utilizzato consente di illuminare ed ispezionare zone altrimenti non visibili, come l'interno delle strutture in cls, in muratura e in legno. L'apparecchiatura utilizzata, è costituita da un endoscopio snodabile, che genera una sorgente luminosa che viene portata alla zona da ispezionare tramite un fascio di fibre ottiche.



Un altro fascio di fibre ottiche provvede a far tornare l'immagine all'oculare, che è contenuto in uno strumento a mano dove le immagini sono immediatamente visibili in un video ad alta risoluzione 5'' LCD. L'apparecchiatura consente inoltre la creazione di immagini gestibili e riproducibili mediante apposito software.

1.3. PROVA DI CARICO STATICO E PROVA CON CARICO DINAMICO

È stata eseguita n. 1 prova di carico statico posizionando i locomotori utilizzati come carico statico, in n.2 configurazioni, inoltre è stata eseguita n. 1 prova con carico dinamico (passaggio in velocità), come riportato nella tabella seguente:

CONFIGURAZIONE N.	N° CICLI	MODALITÀ DI CARICO
1 Carico statico	3	N.1 locomotore, per la posizione vedi schema grafico all'interno del Rapporti di prova
2 Carico statico	1	N.1 locomotore posizionato con l'interasse del primo carrello in corrispondenza della mezzeria
3 Carico dinamico	2	Passaggio in velocità N.1 locomotore direzione Bosa - Macomer

Il carico massimo impiegato è rappresentato da n. 1 locomotore fornito dalla Committenza. Si è proceduto all'esecuzione di n. 3 cicli di carico per la configurazione n. 1, di n. 1 ciclo di carico per la configurazione n. 2 e si sono effettuati n. 2 passaggi in velocità in direzione Bosa - Macomer (gli schemi grafici di riferimento sono riportati nel Rapporto di Prova).



Per la ricostruzione della deformata e la misura dei cedimenti e spostamenti degli apparecchi di appoggio per effetto di carichi statici di prova, sono stati utilizzati n.6 trasduttori elettronici e n.6 inclinometri collegati in continuo mediante centralina di acquisizione ad un computer che elabora istantaneamente il segnale grazie ad uno specifico software visualizzando sia il valore degli spostamenti sia il diagramma numero acquisizioni-spostamenti.

Istantaneamente sono state misurate le tensioni effettive, indotte dai carichi, nelle zone maggiormente sollecitate della struttura, mediante l'impiego di estensimetri resistivi (strain-gauges) collegati ad un'unità di acquisizione dati in grado di elaborare e restituire l'andamento delle tensioni.

Convenzionalmente le tensioni di trazione e gli abbassamenti della struttura vengono indicate con segno positivo, le tensioni di compressione e gli innalzamenti con segno negativo.

1.4. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DELL'IMPALCATO

La caratterizzazione dinamica dell'impalcato è stata eseguita in conformità alla norma UNI 10985/2002, mediante l'impiego di n. 5 geofoni triassiali necessari per l'acquisizione dei dati relativi alla risposta della struttura. I geofoni sono stati posizionati in corrispondenza delle sezioni più significative (vedi schemi grafici di riferimento riportati nei Rapporti di Prova).

La risposta della struttura in campo dinamico è stata caratterizzata mediante vibrazioni ambientali e vibrazioni forzate provocate da un'eccitazione impulsiva realizzate a mezzo di una massa battente di 17,5 kg, lasciata cadere da un'altezza di 1,00 m nelle sezioni di appoggio.

I segnali vibrazionali sono stati registrati ed elaborati con la tecnica della trasformata discreta di Fourier a mezzo di aree spettrali.

1.5. INDAGINI MAGNETOSCOPICHE

Sono stati eseguiti esami magnetoscopici delle zone strutturali sottoposte alle maggiori sollecitazioni e di altre zone, indicate dai Tecnici incaricati presenti, al fine di verificare l'esistenza di discontinuità, cricche e microlesioni nel metallo. Tali esami sono stati eseguiti da un operatore tecnico esperto con qualifica.

1.6. INDAGINI ULTRASONORE

Al fine di verificare l'integrità delle chiodature e dello spessore della carpenteria metallica sono state eseguite indagini ultrasonore da un operatore tecnico esperto con qualifica.

1.7. MODELLAZIONE NUMERICA AGLI ELEMENTI FINITI

È stata eseguita la modellazione numerica dell'impalcato, mediante l'impiego di un programma di calcolo agli elementi finiti, atta a determinare le frequenze principali di vibrazione e le corrispondenti forme modali. Tale modello numerico consente il calcolo degli abbassamenti, delle sollecitazioni e del relativo stato tensionale.

Tutti gli strumenti e le attrezzature impiegate sono sottoposti periodicamente a taratura, come riportato in "Allegato A – Verifiche di taratura".

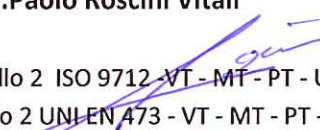
2. RAPPORTO DI PROVA – ESAME VISIVO E DIMENSIONALE

ESAME VISIVO E DIMENSIONALE VISUAL AND DIMENSIONAL TEST REPORT		CERTIFICATO / Test Report N° VT/EXP/03/17 Pag/Sheet 1 di 6
OGGETTO /Object : PONTE N° 19	CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari	ORDINE/Order : 11076/17
Norma di Riferimento/Reference Stand. UNI EN 5817 Liv.B UNI EN ISO 17637: 2011	N°Disegno/Drawing n°: Dis. N° P2900-19	Estensione esame/Covered area VEDERE PAG.2

PONTE N° 19 -Progr.Km. 1 + 793 Linea MACOMER - BOSA

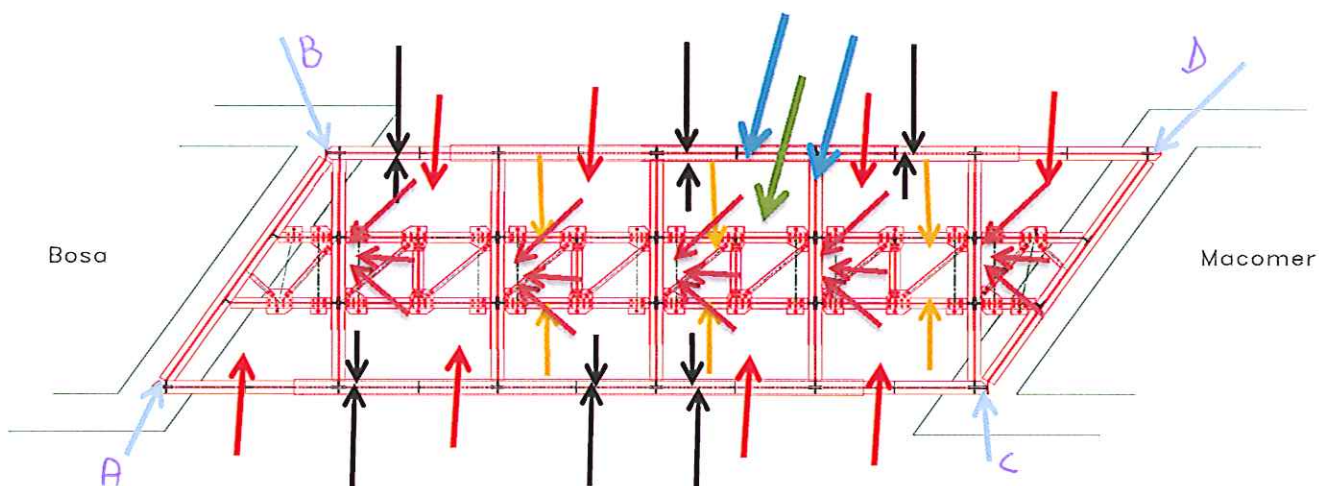
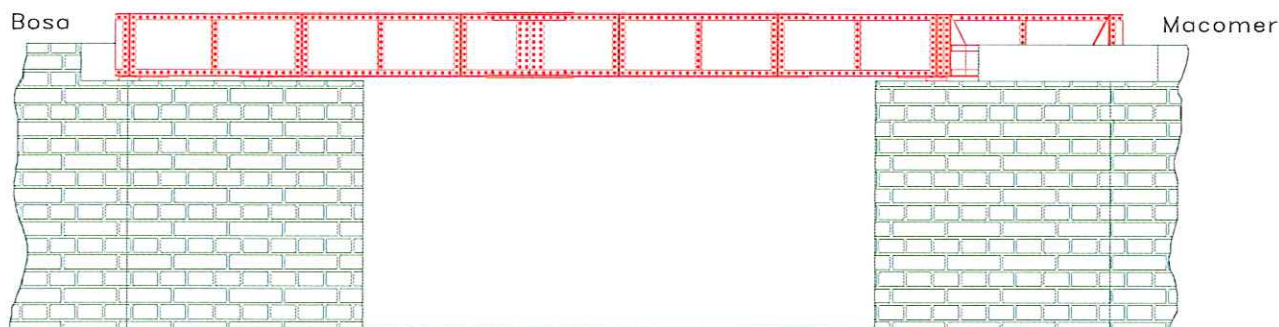


- 1- E' stato eseguito esame visivo dello stato di conservazione degli elementi strutturali principali ,degli apparecchi di appoggio ,dei giunti di collegamento e delle chiodature.
- 2- Esito dell' Esame : descritto alla pagina allegata

DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief
07/02/2017	P.I.Paolo Roscini Vitali  Livello 2 ISO 9712 -VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT -UT - RT	

		ESAME VISIVO E DIMENSIONALE VISUAL AND DIMENSIONAL TEST REPORT		CERTIFICATO / Test Report N° VT/EXP/03/17 Pag/Sheet 2 di 6 allegato	
OGGETTO / Object : PONTE N°19			CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari		ORDINE/Order : 11076/17
Norma di Riferimento/Reference Stand. UNI EN 5817 Liv.B UNI EN ISO 17637: 2011			N°Disegno/Drawing n°: Dis. N° P2900-19		Estensione esame/Covered area 100%
<p align="center">PONTE N° 19 -Progr.Km. 1 + 793 Linea MACOMER - BOSA</p> <p>ESAME VISIVO preliminare : Tutta la Struttura presenta ossidazione diffusa ed in alcune zone anche corrosiva</p> <p>La struttura risulta in pessime condizioni di verniciatura. Le pareti delle travi portanti principali A -C (foto n° 1) e B - D (foto n° 2) sono attaccate a zone estese dall'ossido in maniera importante sia all'interno che all'esterno Le passerelle (foto n° 3) e le travi longitudinali e trasversali sia quelle portanti che quelle sotto rotaia sono ossidate come pure i diagonali (foto n° 4) manca completamente un diagonale controventatura al centro del ponte asportato causa incidente, (foto n° 5)anche la trave principale B - D risulta piegata e deformata in piu' punti insieme alla trave trasversale intermedia(foto n° 6) causa incidente. Tutti e quattro gli appoggi sono ossidati in maniera eccessiva (foto n° 7-8-9-10)</p>					
DATA/ Date		ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.		RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief	
07/02/2017		P.I.Paolo Roscini Vitali Livello 2 ISO 9712 -VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT -UT - RT			

ESAME VISIVO E DIMENSIONALE VISUAL AND DIMENSIONAL TEST REPORT		CERTIFICATO / Test Report N° VT/EXP/03/17 Pag/Sheet 3 di 7
OGGETTO /Object : PONTE N° 19	CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari	ORDINE/Order : 11076/17
Norma di Riferimento/Reference Stand. UNI EN 5817 Liv.B UNI EN ISO 17637: 2011	N°Disegno/Drawing n°: Dis. N° P2900-19	Estensione esame/Covered area 100%



- trave portante e trave trasversale fortemente deformate
- diagonale controventatura mancante
- pareti interne ed esterne
- travi sottorotaia
- travi trasversali e controventatura
- lamiere passerelle
- appoggi fissi e mobili

DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief
07/02/2017	P.I. Paolo Roscini Vitali Livello 2 ISO 9712 - VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT - UT - RT	

ESAME VISIVO E DIMENSIONALE VISUAL AND DIMENSIONAL TEST REPORT		CERTIFICATO / Test Report N° VT/EXP/03/17 Pag/Sheet 4 di 6
OGGETTO /Object : PONTE N° 19	CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari	ORDINE/Order : 11076/17

Foto 1 - esame visivo preliminare
parete esterna lato A-C



Foto 2 -esame visivo preliminare
parete esterna lato B-D




Foto 3 - passerelle



Foto 4- travi principali ,diagonali e
sottorotaia



DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief
07/02/2017	P.I. Paolo Roscini Vitali  Livello 2 ISO 9712 -VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT - UT - RT	

ESAME VISIVO E DIMENSIONALE VISUAL AND DIMENSIONAL TEST REPORT		CERTIFICATO / Test Report N° VT/EXP/03/17 Pag/Sheet 5 di 6
OGGETTO /Object : PONTE N°19	CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari	ORDINE/Order : 11076/17

Foto 5 - particolare diagonale mancante



Foto 6 -particolare trave principale e trasversale deformata

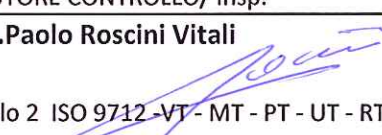


Foto 7 - appoggio "A"



Foto 8 -Appoggio "B"



DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief
07/02/2017	P.I. Paolo Roscini Vitali  Livello 2 ISO 9712 - VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT - UT - RT	

		ESAME VISIVO E DIMENSIONALE VISUAL AND DIMENSIONAL TEST REPORT	CERTIFICATO / Test Report N° VT/EXP/03/17 Pag/Sheet 6 di 6
OGGETTO /Object : PONTE N° 19		CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari	ORDINE/Order : 11076/17

Foto 9 - Appoggio "C"



Foto 10 -Appoggio "D"



DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief
07/02/2017	P.I. Paolo Roscini Vitali Livello 2 ISO 9712 -VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT - UT - RT	

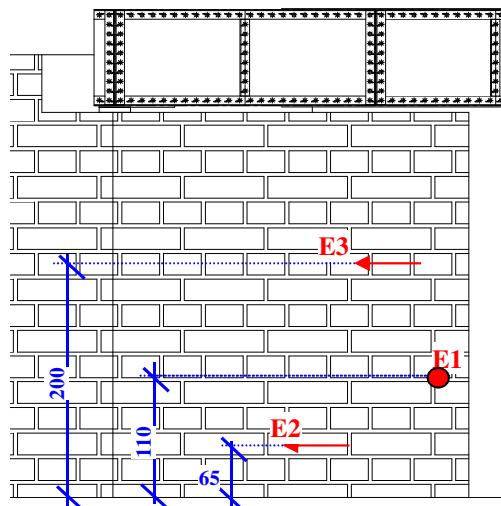
3. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI VIDEOENDOSCOPICHE SU SPALLE IN MURATURA

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

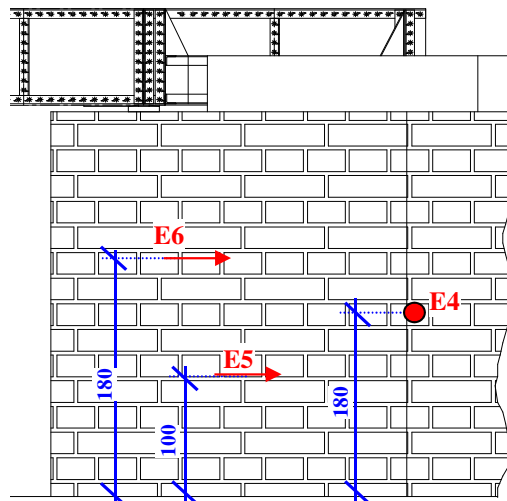
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

INDAGINI ENDOSCOPICHE

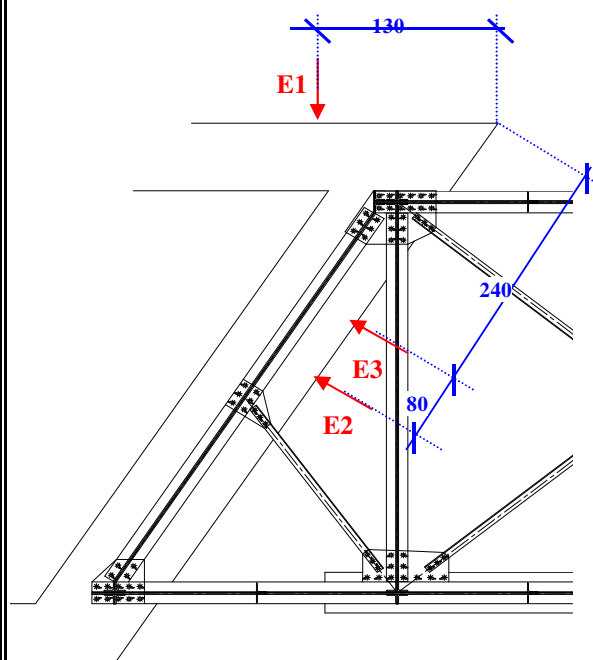
DISLOCAZIONE DELLE ENDOSCOPIE ESEGUITE



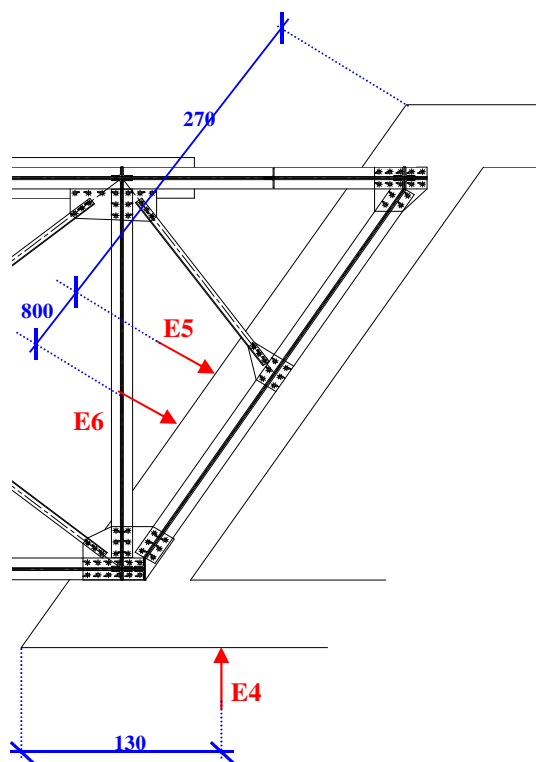
PROSPETTO - SPALLA LATO BOSA



PROSPETTO - SPALLA LATO MACOMER



PIANTA - SPALLA LATO BOSA



PIANTA - SPALLA LATO MACOMER

N.B. Le misure sono espresse in cm

SPessori E NATURA DELLA MURATURA

Natura della muratura: pietra magmatica

Spessori: spalla lato Bosa, 200 cm
spalla lato Macomer, 200 cm

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

INDAGINI ENDOSCOPICHE

ENDOSCOPIA - E1



E1 - 1

Muratura in pietra con disconnessione in corrispondenza del giunto di malta



E1 - 2

Muratura in pietra con disconnessione in corrispondenza del giunto di malta

ENDOSCOPIA - E2



E2 - 1

Muratura in pietra con cavità in corrispondenza del giunto di malta



E2 - 2

Muratura in pietra con cavità in corrispondenza del giunto di malta

ENDOSCOPIA - E3



E3 - 1

Muratura in pietra con presenza di una cavità da 60 a 105 cm di profondità dall'inizio del foro



E3 - 2

Muratura in pietra con cavità in corrispondenza del giunto di malta

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

INDAGINI ENDOSCOPICHE

ENDOSCOPIA - E4



E4 - 1
Muratura compatta in pietra



E4 - 2
Muratura compatta in pietra

ENDOSCOPIA - E5



E5 - 1
Muratura in pietra con cavità in corrispondenza
del giunto di malta

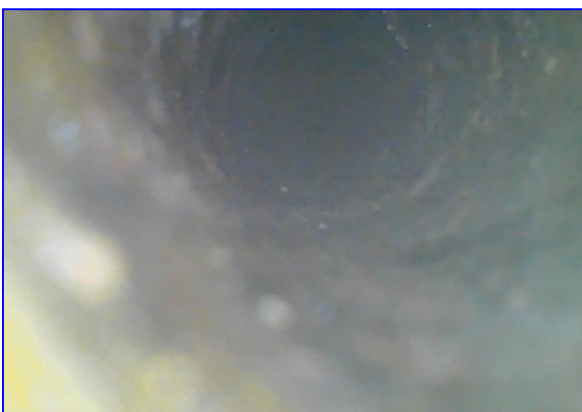


E5 - 2
Muratura compatta in pietra

ENDOSCOPIA - E6



E6 - 1
Muratura compatta in pietra



E6 - 2
Muratura compatta in pietra

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Esecuzione dell'indagini videoendoscopiche

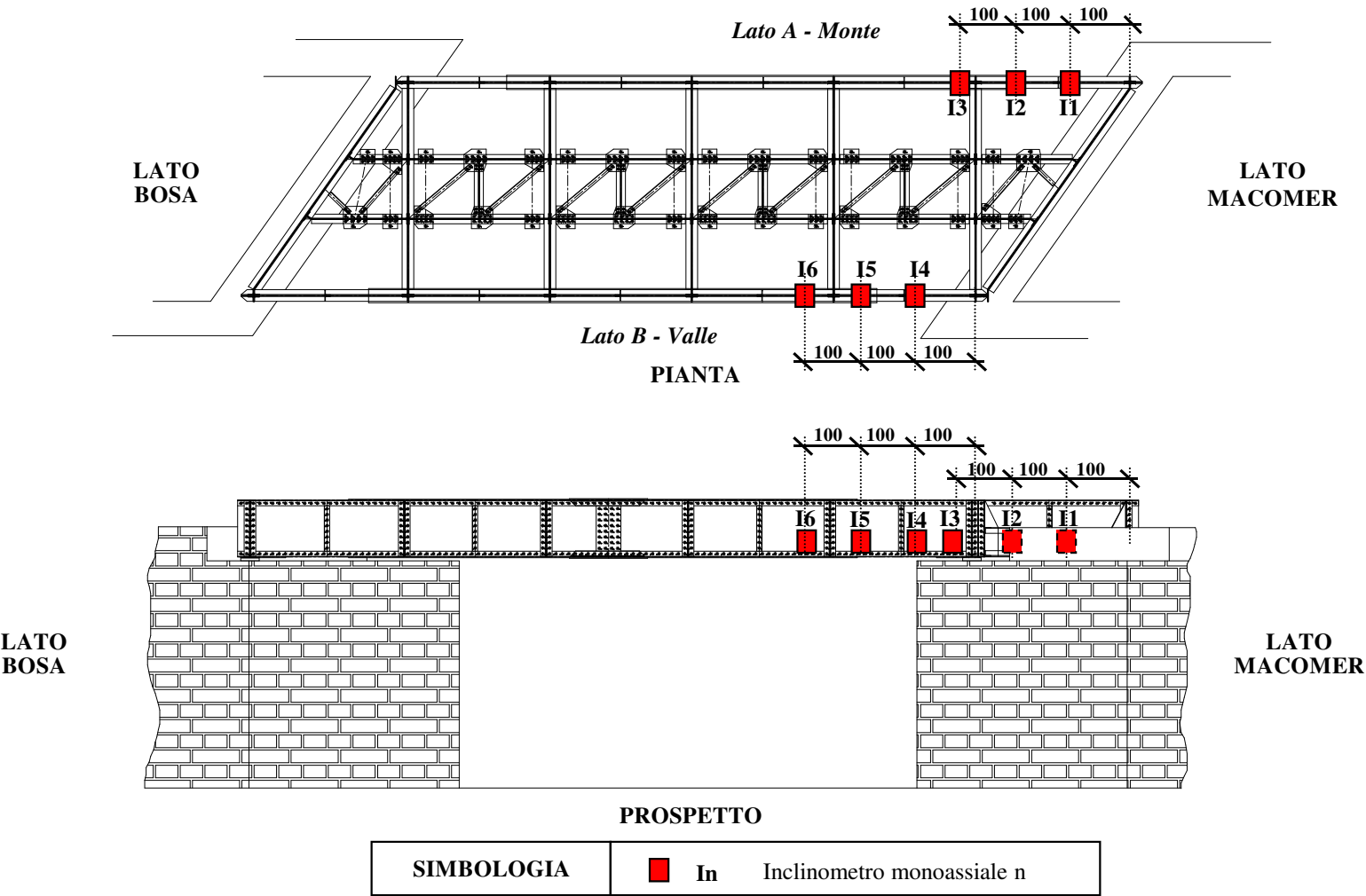
4. RAPPORTO DI PROVA – PROVA DI CARICO STATICO E PASSAGGIO IN VELOCITÀ

<i>Dislocazione strumentazione</i>	<i>pag.21</i>
<i>Schemi configurazioni di carico n. 1</i>	<i>pag.23</i>
<i>Configurazione n. 1 - N.1 locomotore, per la posizione vedi schema grafico all'interno del Rapporto di prova</i>	<i>pag.24</i>
<i>Schemi configurazioni di carico n. 2</i>	<i>pag.27</i>
<i>Configurazione n. 2 - N.1 locomotore posizionato con l'interasse del primo carrello in corrispondenza della mezzeria</i>	<i>pag.28</i>
<i>Configurazione n. 3 - Passaggio in velocità di n.2 locomotori – Direzione Bosa-Macomer</i>	<i>pag.32</i>

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

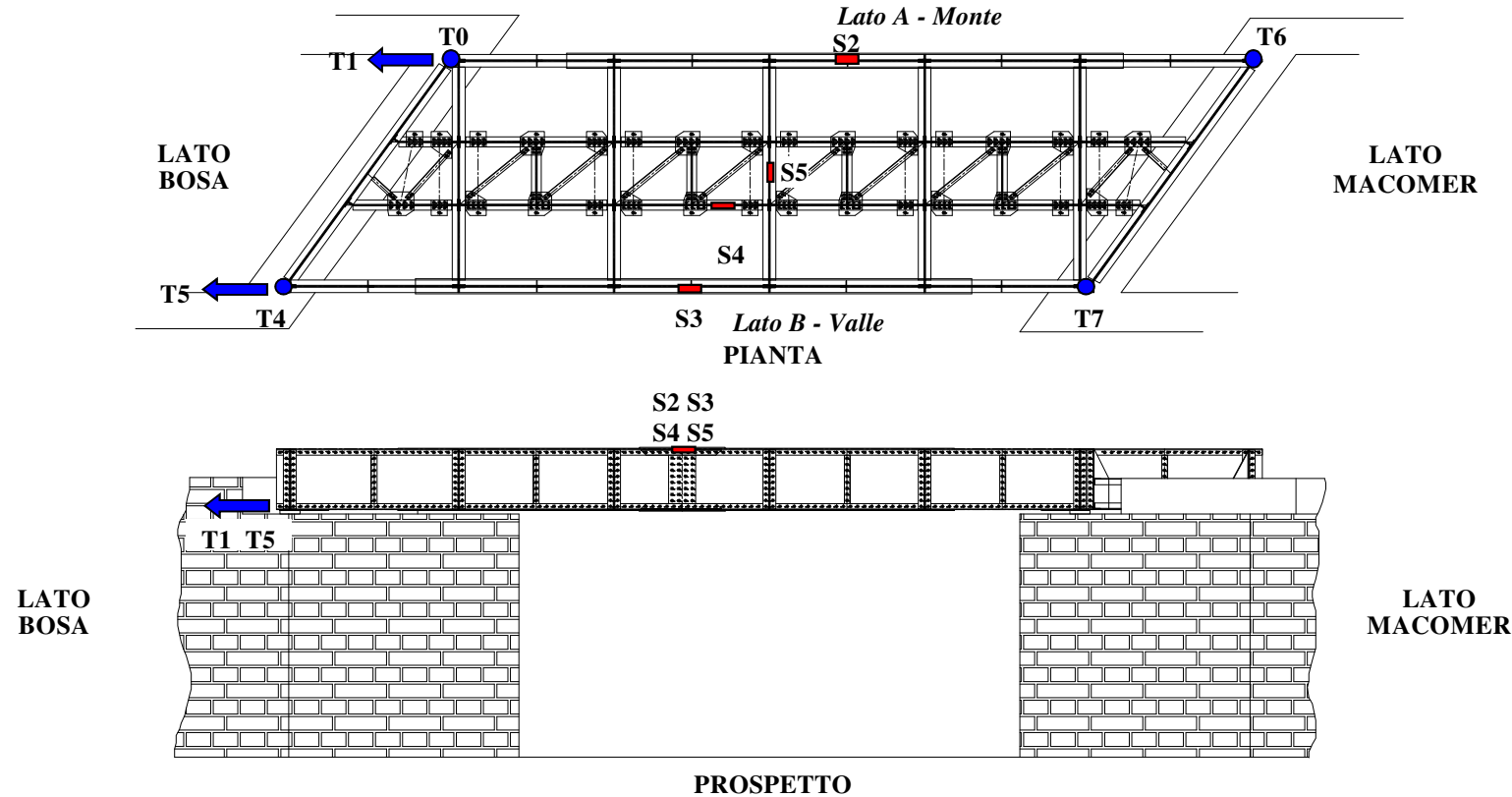
SCHEMI GRAFICI DI RIFERIMENTO - Dislocazione degli inclinometri per il rilievo delle rotazioni dell'asse longitudinale



LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

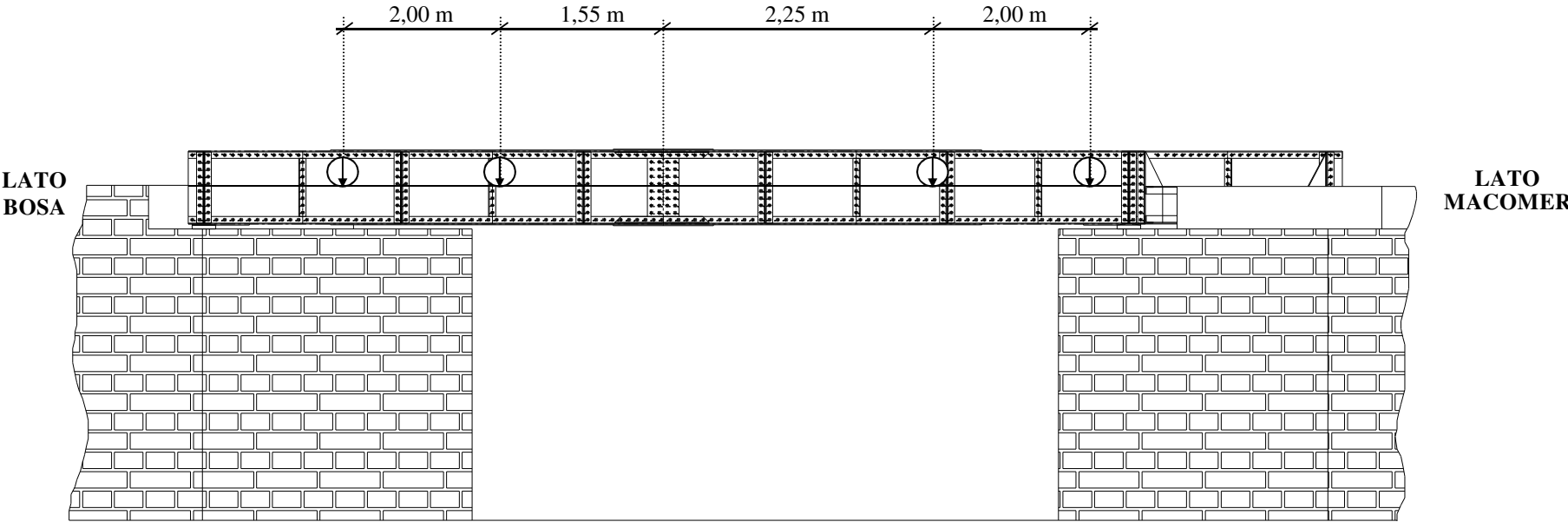
SCHEMI GRAFICI DI RIFERIMENTO - Dislocazione degli strumenti utilizzati per il rilievo degli spostamenti e delle tensioni




SIMBOLOGIA	<div><div>Tn</div><div>Trasduttore di deformazione n. per il rilievo degli spostamenti verticali degli appoggi. Valori Positivi indicano abbassameto, valori</div></div>	<div><div>Tn</div><div>Trasduttore di deformazione n. per il rilievo degli spostamenti orizzontali degli appoggi. Valori positivi indicano uno spostamento lato Bosa, valori negativi lato Macomer.</div></div>
	<div><div>Sn</div><div>Strain gauge bidirezionale n. per il rilievo dello stato tensionale</div></div>	

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

Posizione di carico n° 1

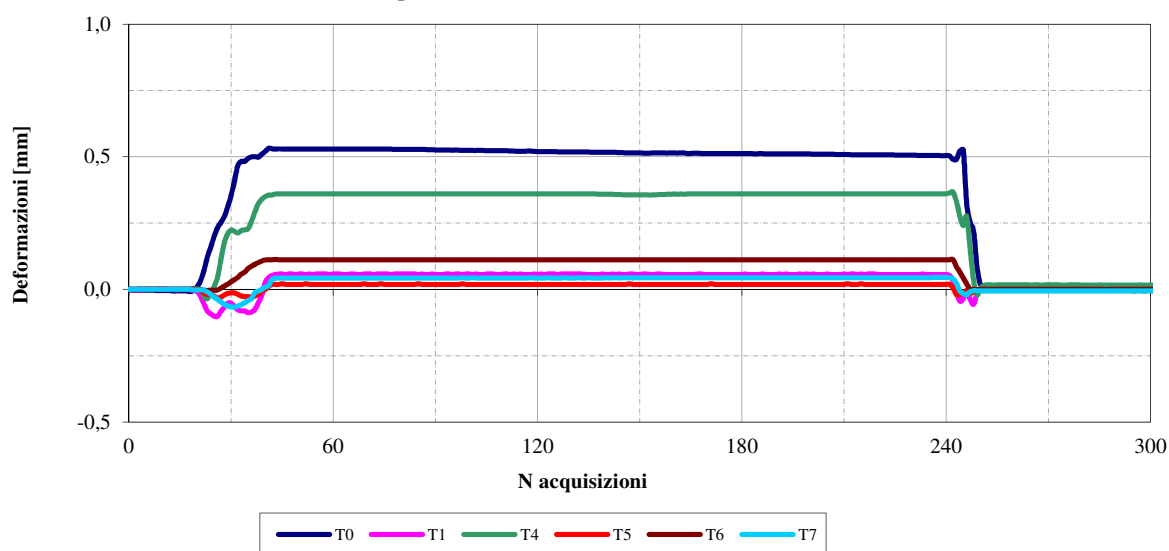


PROSPETTO

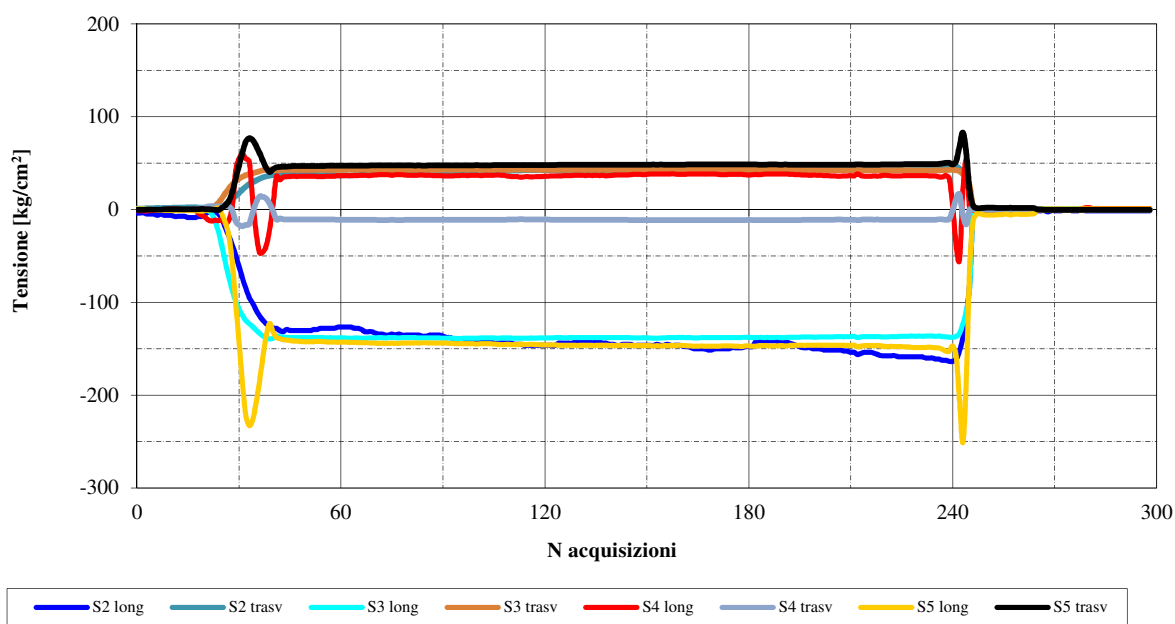
SIMBOLOGIA	 Peso per asse = 9325 kg
------------	---

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m
PROVA DI CARICO STATICO - Posizione di carico n° 1 - Ciclo n° 3

CARICO	T0 [mm]	T1 [mm]	T4 [mm]	T5 [mm]	T6 [mm]	T7 [mm]
MAX	0,53	0,06	0,36	0,02	0,11	0,04
0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

Diagramma delle deformazioni

RILIEVO DELLO STATO TENSIONALE

CARICO	S2 long [kg/cm ²]	S2 trasv [kg/cm ²]	S3 long [kg/cm ²]	S3 trasv [kg/cm ²]	S4 long [kg/cm ²]	S4 trasv [kg/cm ²]	S5 long [kg/cm ²]	S5 trasv [kg/cm ²]
MAX	-148	43	-138	43	36	-11	-148	49
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Diagramma delle tensioni


LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

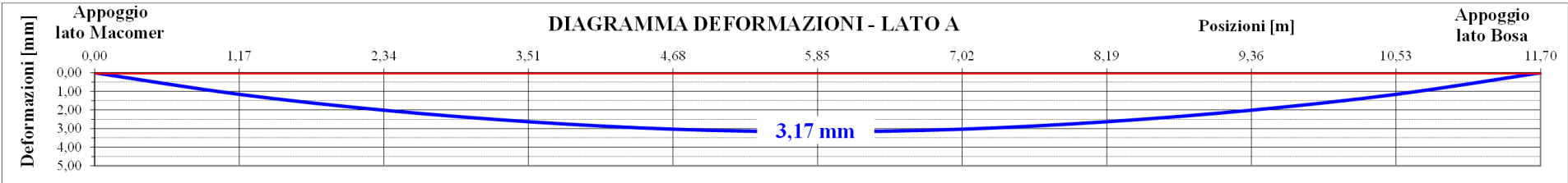
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

RILIEVO DELLE ROTAZIONI DELL'ASSE LONGITUDINALE E VALORI DI DEFORMAZIONE OTTENUTI TRAMITE INTEGRAZIONE CON METODO DELLE TANGENTI

PROVA DI CARICO STATICO - Posizione di carico n° 1 - Ciclo n° 3
 LATO A - Monte

ROTAZIONI			
INCLINOMETRO N.	DISTANZA DA APPOGGIO	ROTAZIONI	
	[m]	[m°]	
Inclinometro n. I1	1,00	50	0
Inclinometro n. I2	2,00	39	0
Inclinometro n. I3	3,00	30	0

DEFORMAZIONI		
POSIZIONE	CARICO MAX	SCARICO
	LATO B	LATO B
[m]	[mm]	[mm]
0,00	0,00	0,00
1,17	1,16	0,00
2,34	2,01	0,00
3,51	2,63	0,00
4,68	3,03	0,00
5,85	3,17	0,00
7,02	3,03	0,00
8,19	2,63	0,00
9,36	2,01	0,00
10,53	1,16	0,00
11,70	0,00	0,00



LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

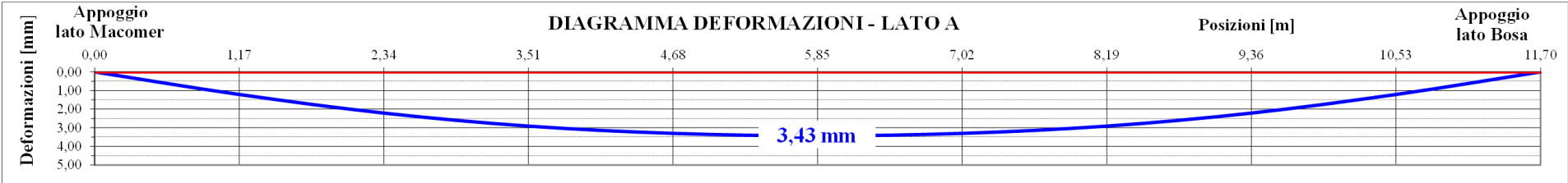
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

RILIEVO DELLE ROTAZIONI DELL'ASSE LONGITUDINALE E VALORI DI DEFORMAZIONE OTTENUTI TRAMITE INTEGRAZIONE CON METODO DELLE TANGENTI

PROVA DI CARICO STATICO - Posizione di carico n° 1 - Ciclo n° 3
 LATO B - Valle

ROTAZIONI			
INCLINOMETRO N.	DISTANZA DA APPOGGIO	ROTAZIONI	
	[m]	[m°]	
Inclinometro n. I4	1,00	57	0
Inclinometro n. I5	2,00	46	0
Inclinometro n. I6	3,00	33	0

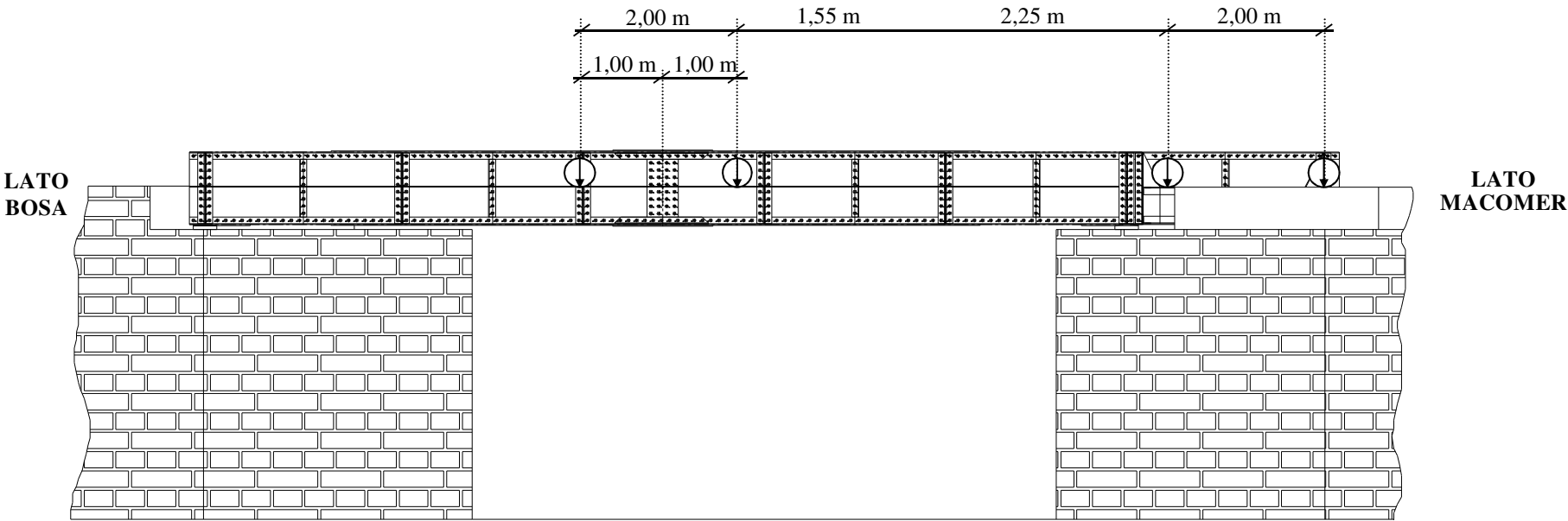
DEFORMAZIONI		
POSIZIONE	CARICO MAX	SCARICO
	LATO A	LATO A
[m]	[mm]	[mm]
0,00	0,00	0,00
1,17	1,21	0,00
2,34	2,21	0,00
3,51	2,91	0,00
4,68	3,30	0,00
5,85	3,43	0,00
7,02	3,30	0,00
8,19	2,91	0,00
9,36	2,21	0,00
10,53	1,21	0,00
11,70	0,00	0,00




LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

Posizione di carico n° 2

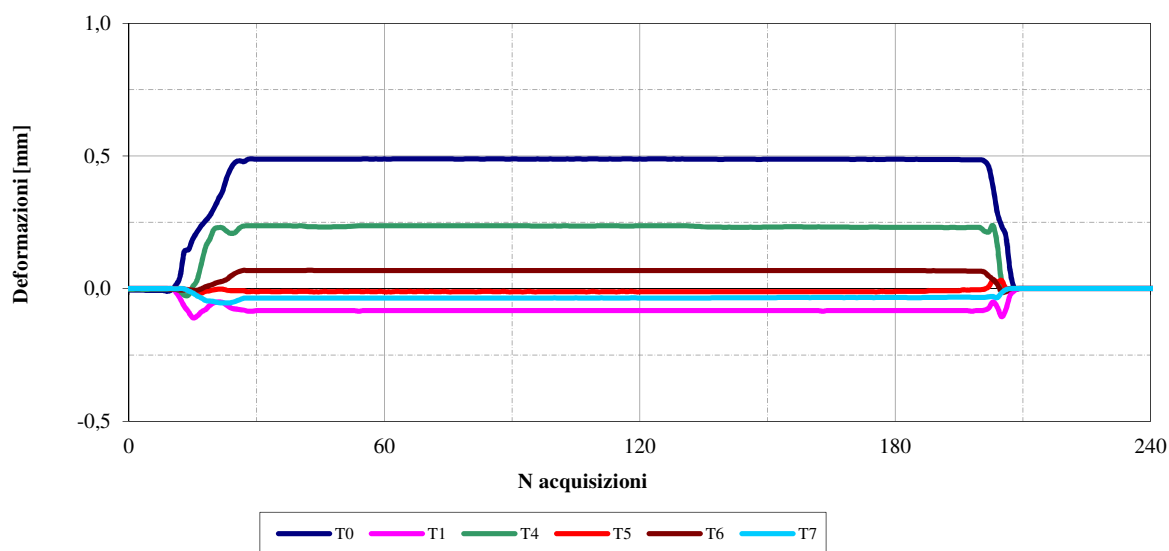


PROSPETTO

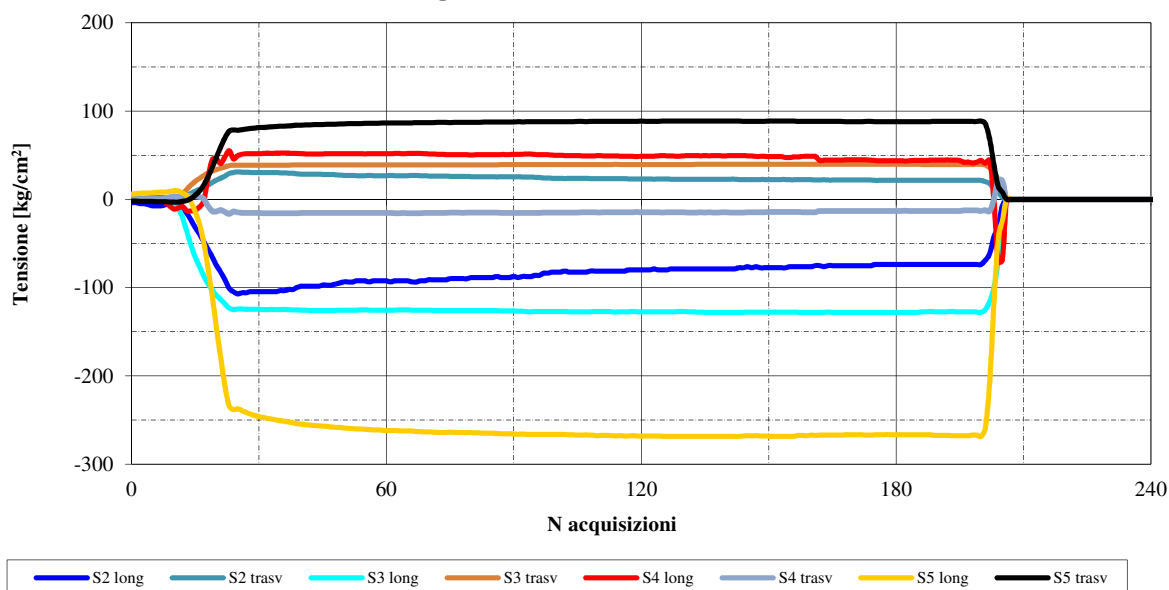
SIMBOLOGIA	 Peso per asse = 9325 kg
------------	---

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m
PROVA DI CARICO STATICO - Posizione di carico n° 2 - Ciclo n° 1

CARICO	T0 [mm]	T1 [mm]	T4 [mm]	T5 [mm]	T6 [mm]	T7 [mm]
MAX	0,49	-0,08	0,24	-0,01	0,07	-0,04
0	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00

Diagramma delle deformazioni

RILIEVO DELLO STATO TENSIONALE

CARICO	S2 long [kg/cm ²]	S2 trasv [kg/cm ²]	S3 long [kg/cm ²]	S3 trasv [kg/cm ²]	S4 long [kg/cm ²]	S4 trasv [kg/cm ²]	S5 long [kg/cm ²]	S5 trasv [kg/cm ²]
MAX	-75	21	-127	39	44	-13	-267	88
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Diagramma delle tensioni


LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

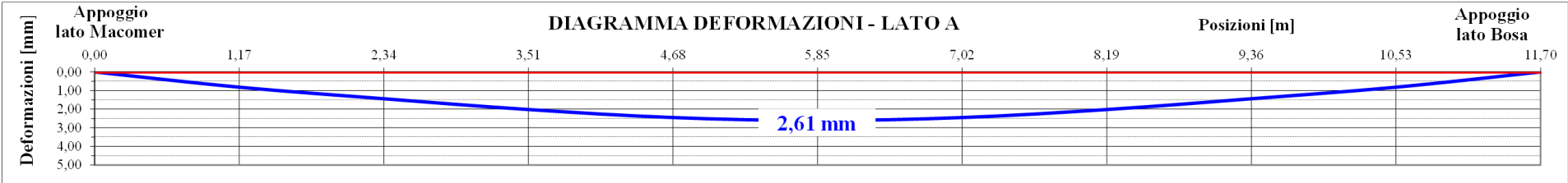
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

RILIEVO DELLE ROTAZIONI DELL'ASSE LONGITUDINALE E VALORI DI DEFORMAZIONE OTTENUTI TRAMITE INTEGRAZIONE CON METODO DELLE TANGENTI

PROVA DI CARICO STATICO - Posizione di carico n° 2 - Ciclo n° 1
 LATO A - Monte

ROTAZIONI			
INCLINOMETRO N.	DISTANZA DA APPOGGIO	ROTAZIONI	
	[m]	[m°]	
Inclinometro n. I1	1,00	34	0
Inclinometro n. I2	2,00	30	0
Inclinometro n. I3	3,00	28	0

DEFORMAZIONI		
POSIZIONE	CARICO MAX	SCARICO
	LATO A	LATO A
[m]	[mm]	[mm]
0,00	0,00	0,00
1,17	0,82	0,00
2,34	1,44	0,00
3,51	2,02	0,00
4,68	2,45	0,00
5,85	2,61	0,00
7,02	2,45	0,00
8,19	2,02	0,00
9,36	1,44	0,00
10,53	0,82	0,00
11,70	0,00	0,00



LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

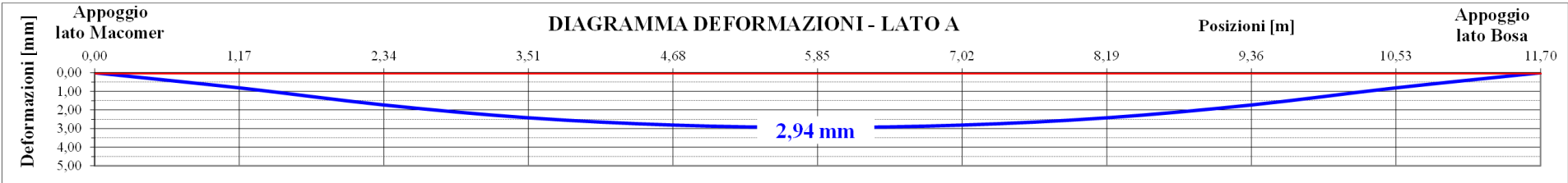
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

RILIEVO DELLE ROTAZIONI DELL'ASSE LONGITUDINALE E VALORI DI DEFORMAZIONE OTTENUTI TRAMITE INTEGRAZIONE CON METODO DELLE TANGENTI

PROVA DI CARICO STATICO - Posizione di carico n° 2 - Ciclo n° 1
 LATO B - Valle

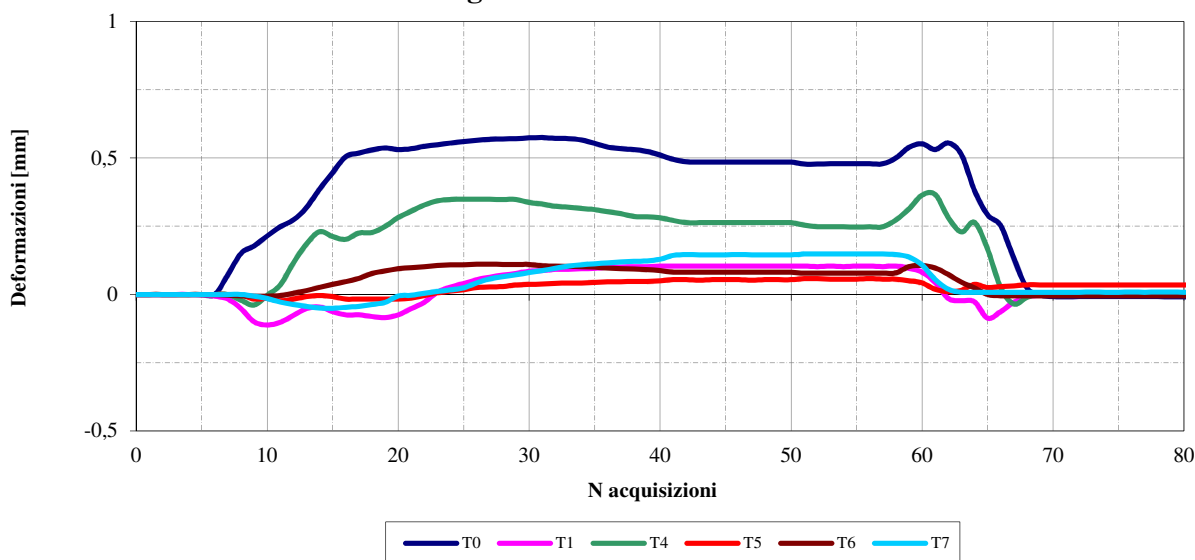
ROTAZIONI			
INCLINOMETRO N.	DISTANZA DA APPOGGIO	ROTAZIONI	
	[m]	[m°]	
Inclinometro n. I4	1,00	46	0
Inclinometro n. I5	2,00	40	0
Inclinometro n. I6	3,00	33	0

DEFORMAZIONI		
POSIZIONE	CARICO MAX	SCARICO
	LATO B	LATO B
[m]	[mm]	[mm]
0,00	0,00	0,00
1,17	0,81	0,00
2,34	1,73	0,00
3,51	2,42	0,00
4,68	2,81	0,00
5,85	2,94	0,00
7,02	2,81	0,00
8,19	2,42	0,00
9,36	1,73	0,00
10,53	0,81	0,00
11,70	0,00	0,00

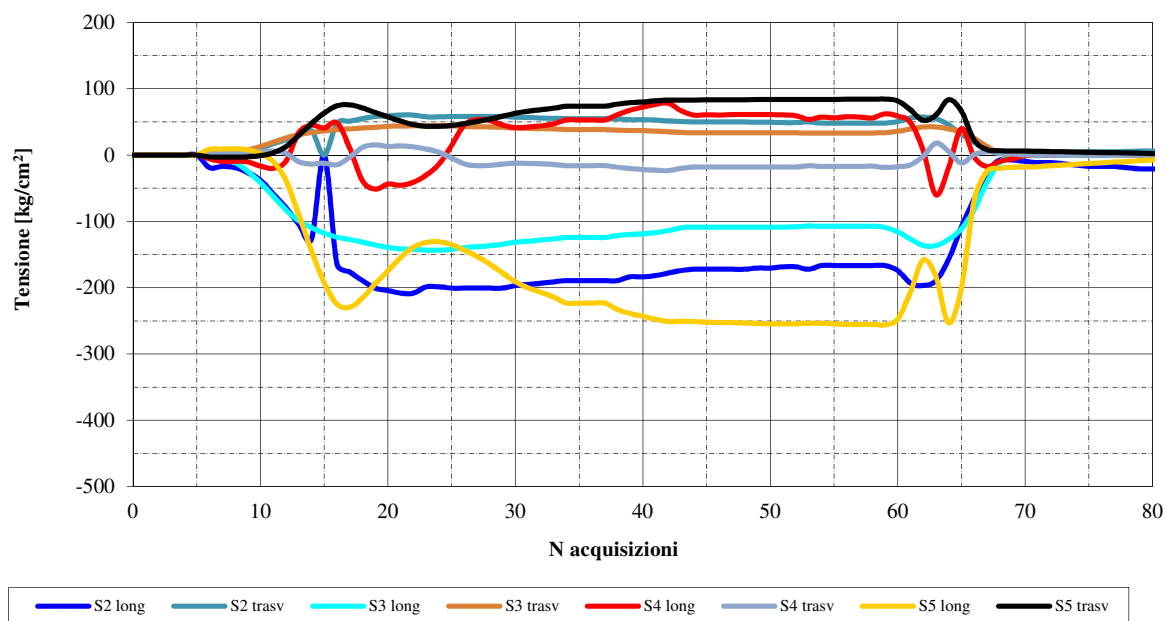


LINEA FERROVIARIA IMACOMER - BOSA
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m
PASSAGGIO IN VELOCITA' - Bosa-Macomer - Valore massimo registrato Ciclo n° 2

Direzione	T0 [mm]	T1 [mm]	T4 [mm]	T5 [mm]	T6 [mm]	T7 [mm]
BOSA MACOMER	0,58	0,10	0,37	0,06	0,11	0,15

Diagramma delle deformazioni

RILIEVO DELLO STATO TENSIONALE

CARICO	S2 long [kg/cm ²]	S2 trasv [kg/cm ²]	S3 long [kg/cm ²]	S3 trasv [kg/cm ²]	S4 long [kg/cm ²]	S4 trasv [kg/cm ²]	S5 long [kg/cm ²]	S5 trasv [kg/cm ²]
MAX	-168	48	-107	33	56	-16	-254	84

Diagramma delle tensioni


LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

RILIEVO DELLE ROTAZIONI DELL'ASSE LONGITUDINALE E VALORI DI DEFORMAZIONE OTTENUTI TRAMITE INTEGRAZIONE CON METODO DELLE TANGENTI

PROVA DI CARICO STATICO - Passaggio in velocità - Ciclo n° 2

Bosa - Macomer

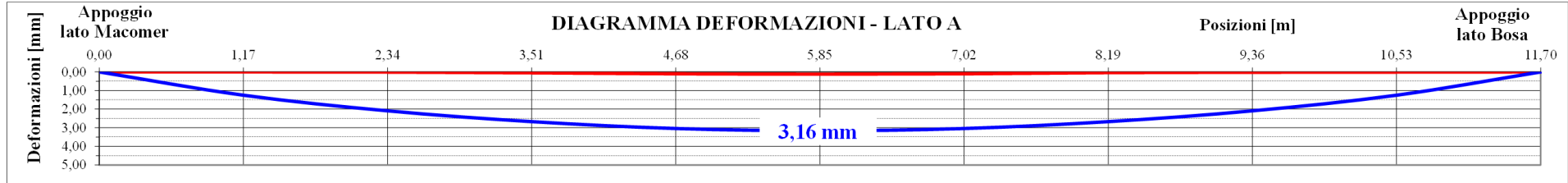
LATO A - Monte

ROTAZIONI

INCLINOMETRO N.	DISTANZA DA APPOGGIO	ROTAZIONI	
	[m]	[m°]	
Inclinometro n. I1	1,00	52	0
Inclinometro n. I2	2,00	38	0
Inclinometro n. I3	3,00	28	0

DEFORMAZIONI

POSIZIONE	CARICO MAX	SCARICO
	LATO B	LATO B
[m]	[mm]	[mm]
0,00	0,00	0,00
1,17	1,25	0,00
2,34	2,09	0,00
3,51	2,67	0,00
4,68	3,04	0,00
5,85	3,16	0,00
7,02	3,04	0,00
8,19	2,67	0,00
9,36	2,09	0,00
10,53	1,25	0,00
11,70	0,00	0,00



LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

RILIEVO DELLE ROTAZIONI DELL'ASSE LONGITUDINALE E VALORI DI DEFORMAZIONE OTTENUTI TRAMITE INTEGRAZIONE CON METODO DELLE TANGENTI

PROVA DI CARICO STATICO - Passaggio in velocità - Ciclo n° 2

Bosa - Macomer

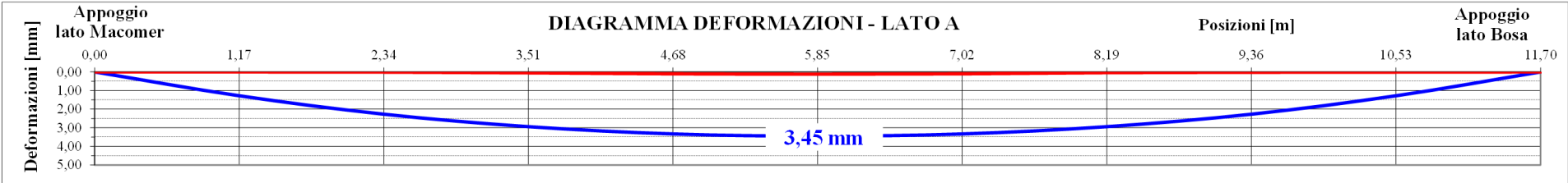
LATO B - Valle

ROTAZIONI

INCLINOMETRO N.	DISTANZA DA APPOGGIO	ROTAZIONI	
	[m]	[m°]	
Inclinometro n. I4	1,00	58	0
Inclinometro n. I5	2,00	45	0
Inclinometro n. I6	3,00	32	0

DEFORMAZIONI

POSIZIONE	CARICO MAX	SCARICO
	LATO A	LATO A
[m]	[mm]	[mm]
0,00	0,00	0,00
1,17	1,28	0,00
2,34	2,27	0,01
3,51	2,94	0,05
4,68	3,33	0,10
5,85	3,45	0,12
7,02	3,33	0,10
8,19	2,94	0,04
9,36	2,27	0,02
10,53	1,28	0,01
11,70	0,00	0,00



LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m



Locomotori utilizzati per l'applicazione del carico - Configurazione di carico n. 1



Locomotori utilizzati per l'applicazione del carico - Configurazione di carico n. 2

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m



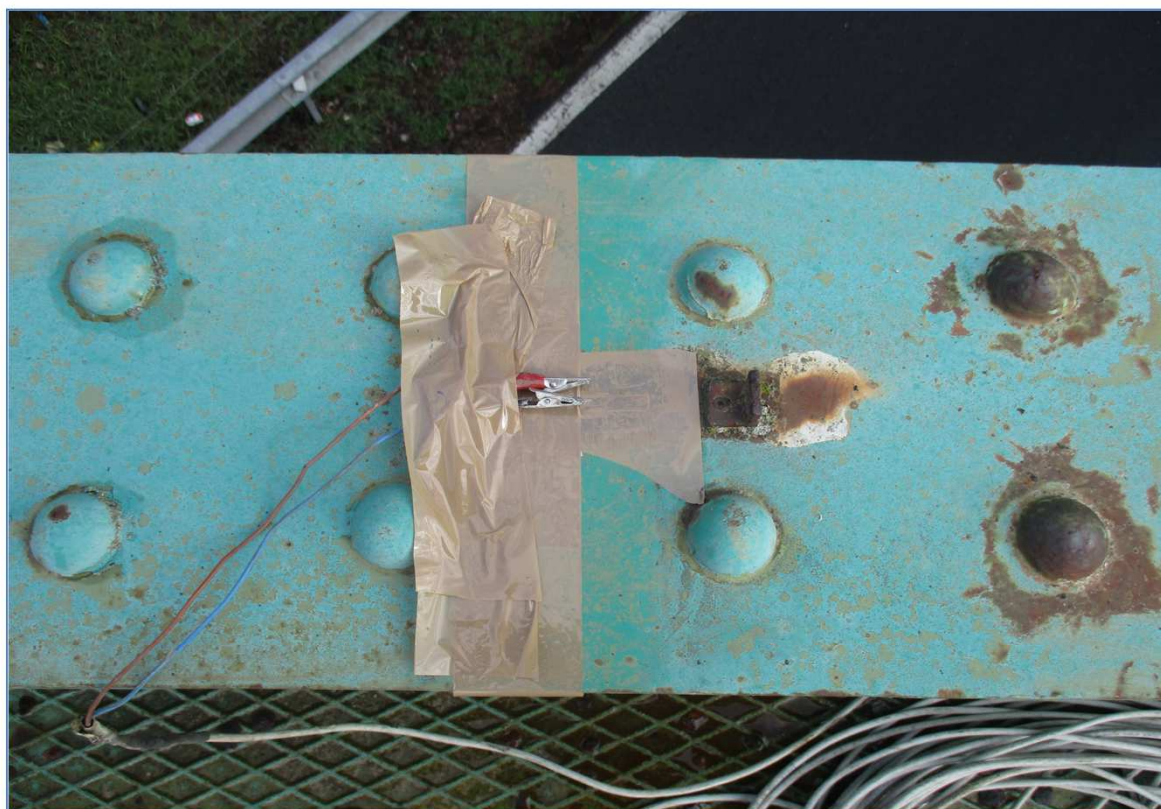
Inclinometri monoassiali per il rilievo delle rotazioni delle sezioni



Trasduttori elettronici per il rilievo degli spostamenti dell'appoggio

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m



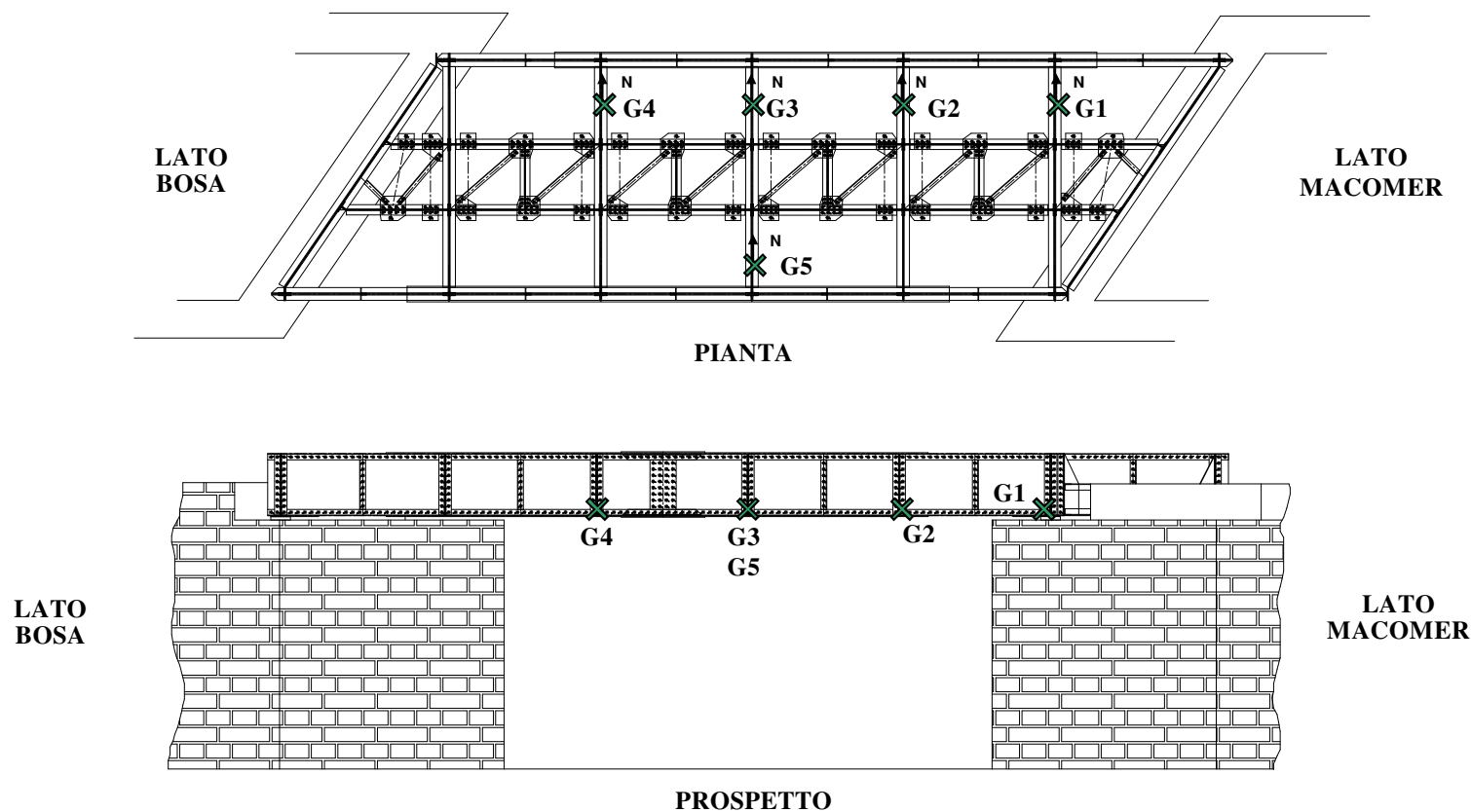
Strain-Gauge per il rilievo delle deformazioni unitarie

5. RAPPORTO DI PROVA – CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DELL’IMPALCATO

LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DELL'IMPALCATO
Dislocazione degli strumenti utilizzati per il rilievo delle frequenze



SIMBOLOGIA



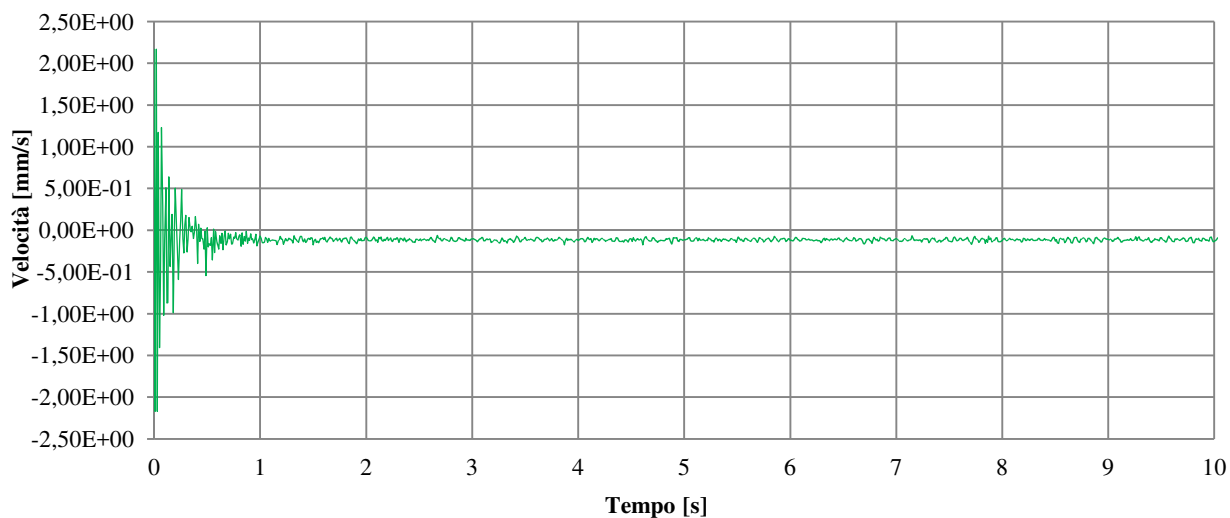
G_n

Geofono triassiale n. per il rilievo delle frequenze

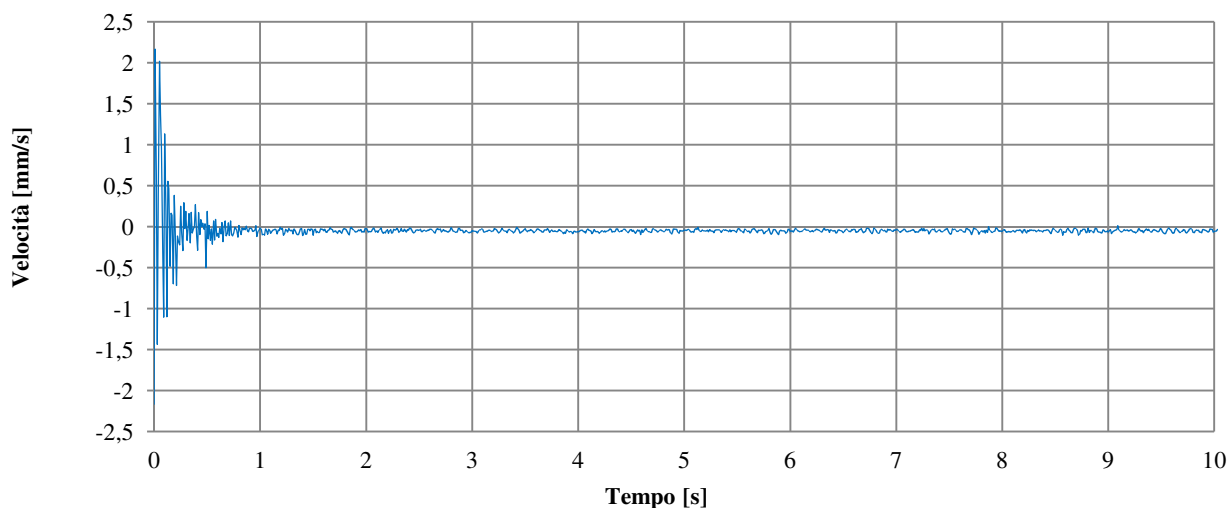
LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

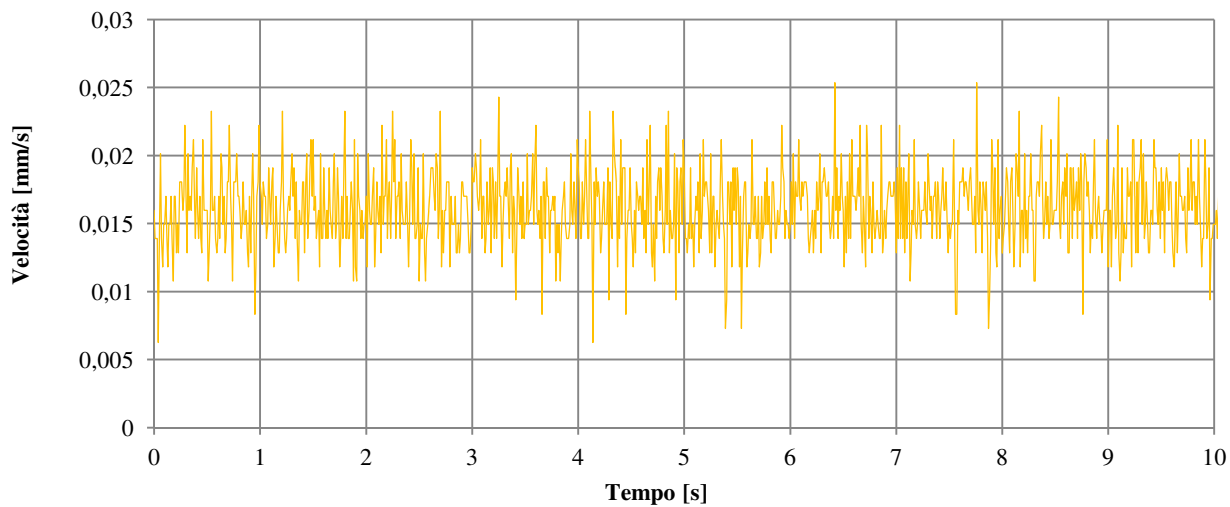
Geofono G1 - Asse verticale Z - Time History



Geofono G1 - Asse orizzontale trasversale N - Time History



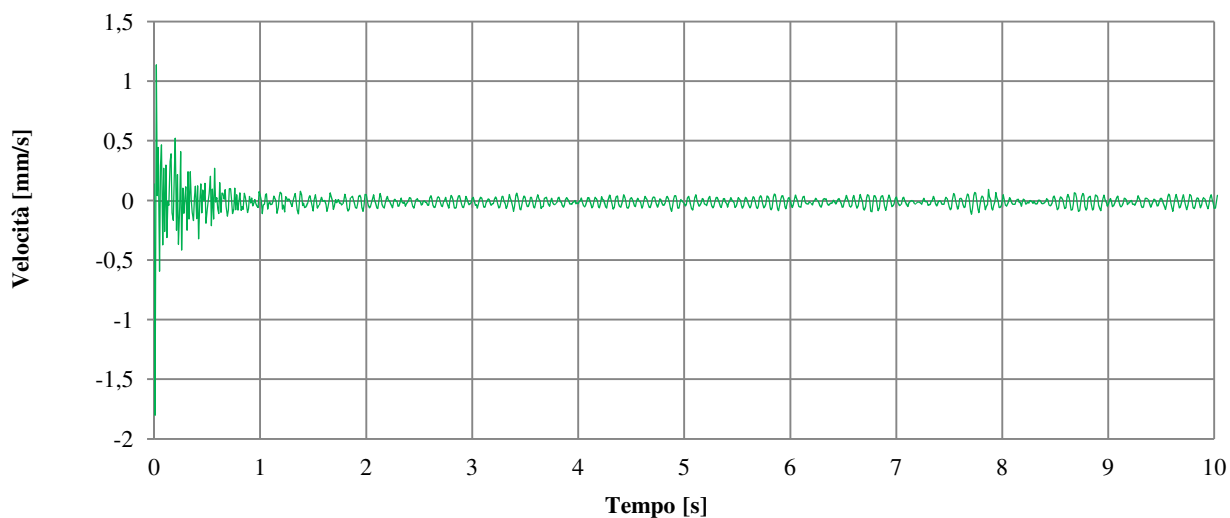
Geofono G1 - Asse orizzontale longitudinale O - Time History



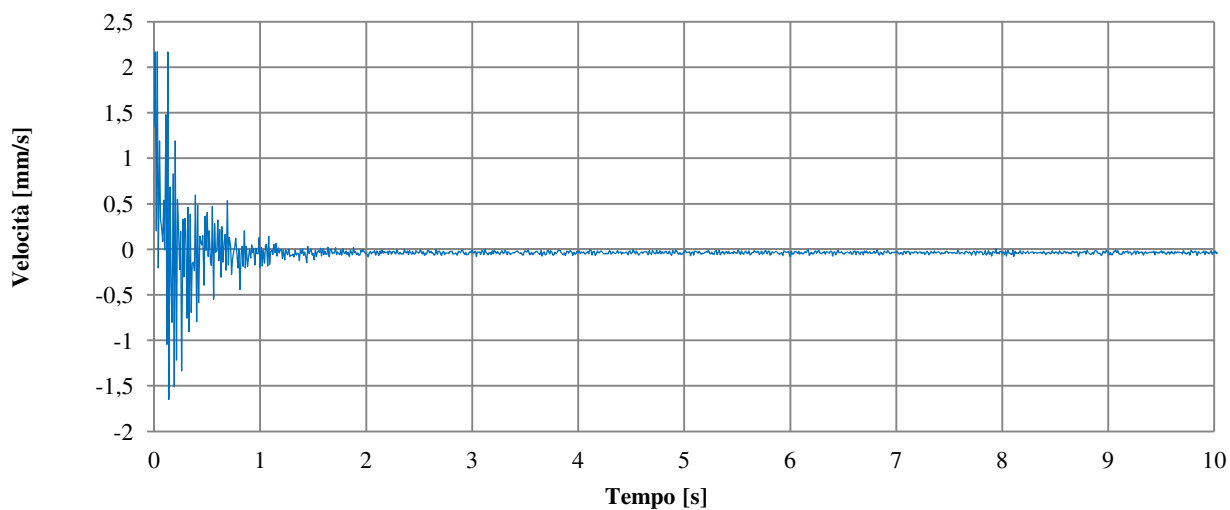
LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

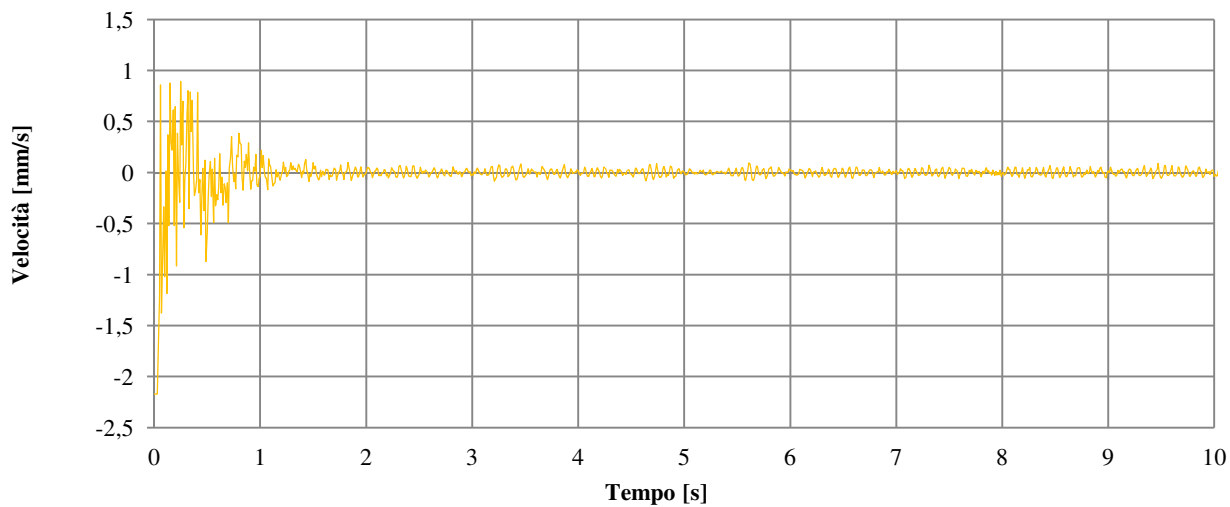
Geofono G2 - Asse verticale Z - Time History



Geofono G2 - Asse orizzontale trasversale N - Time History



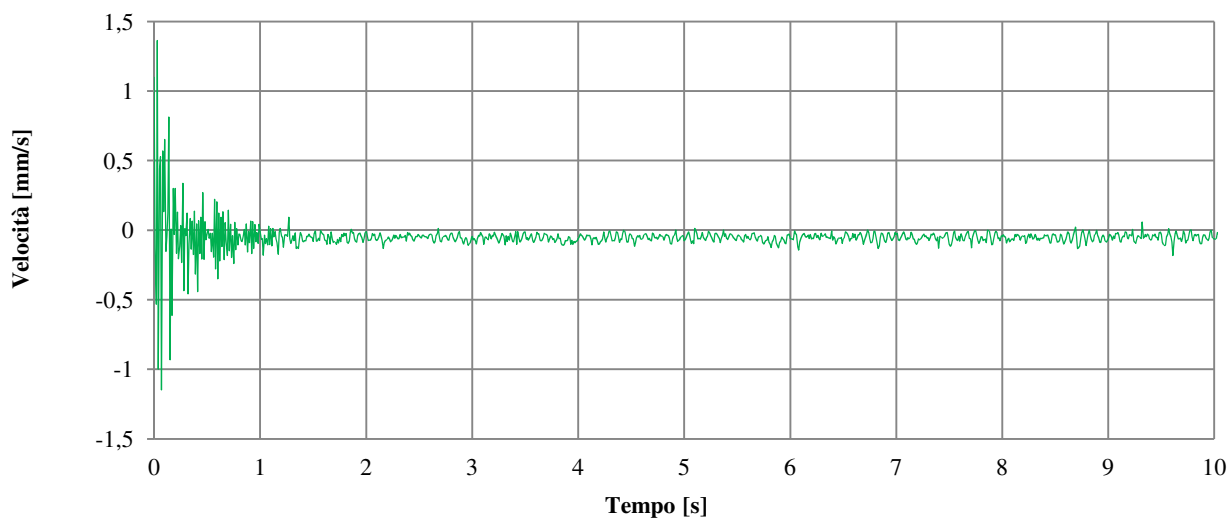
Geofono G2 - Asse orizzontale longitudinale O - Time History



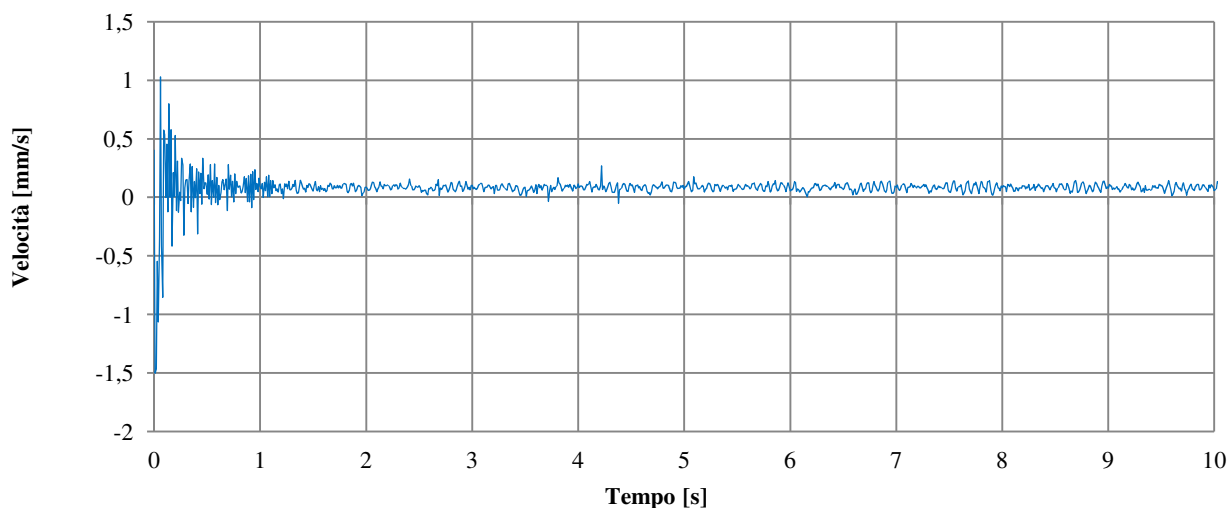
LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

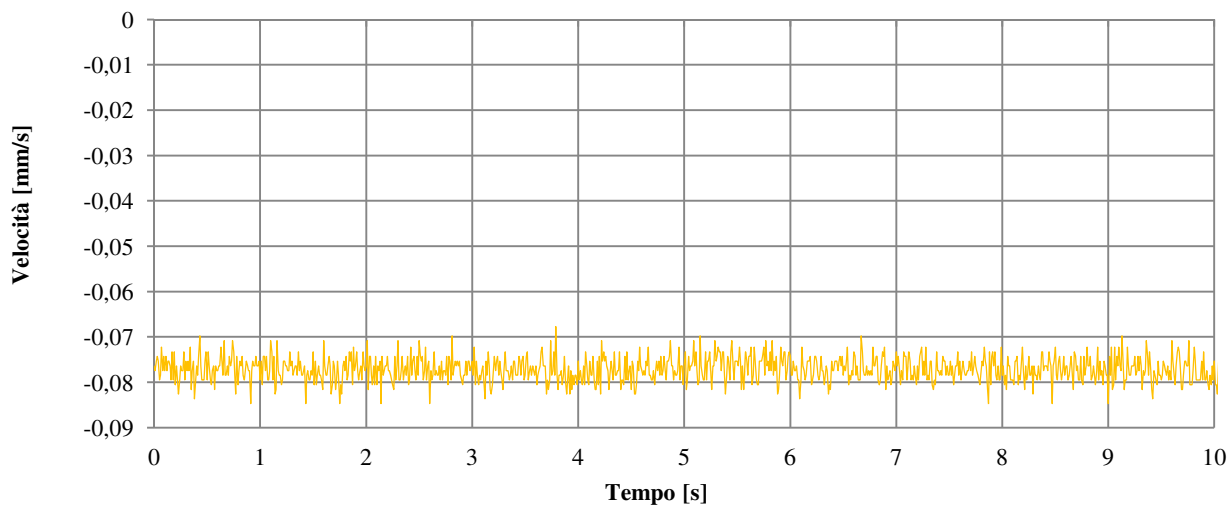
Geofono G3 - Asse verticale Z - Time History



Geofono G3 - Asse orizzontale trasversale N - Time History



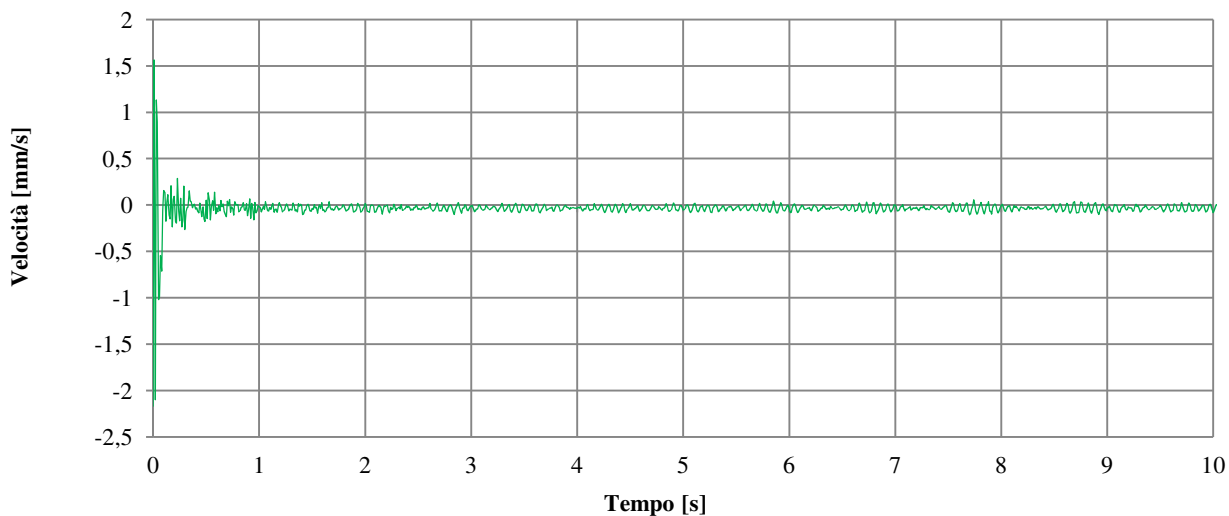
Geofono G3 - Asse orizzontale longitudinale O - Time History



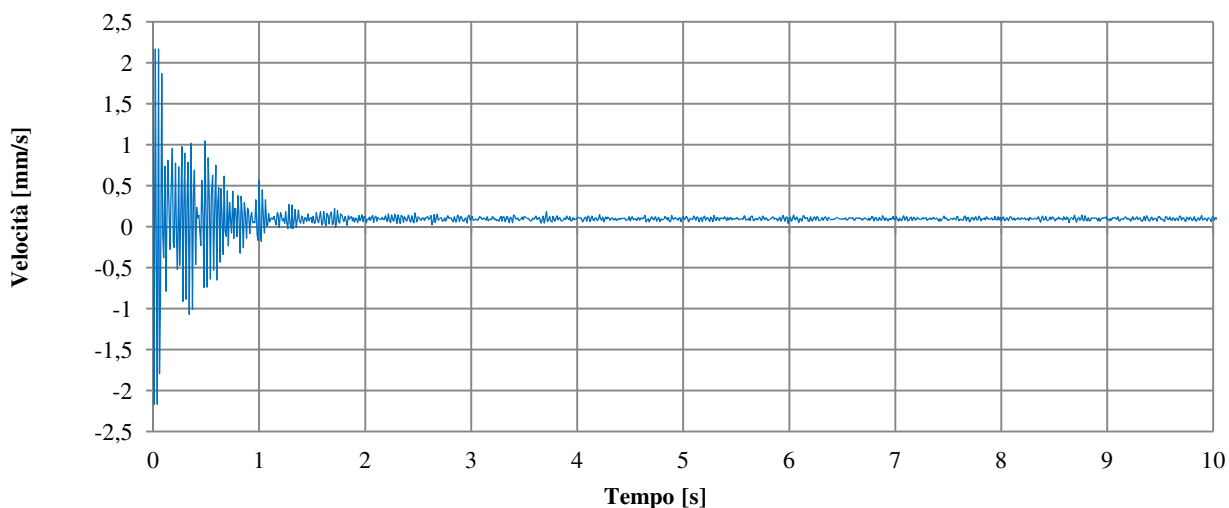
LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

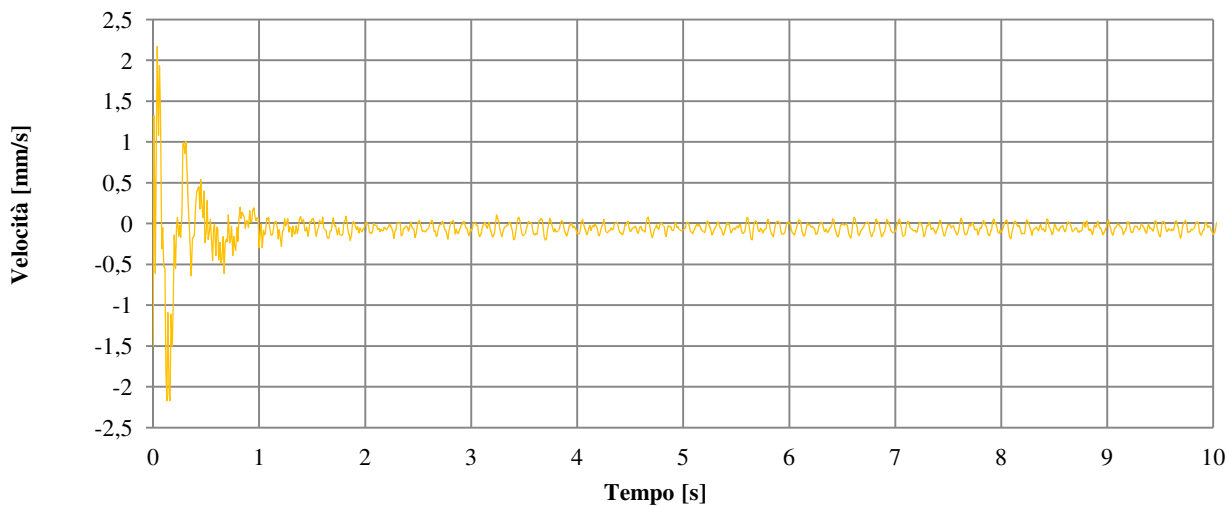
Geofono G4 - Asse verticale Z - Time History

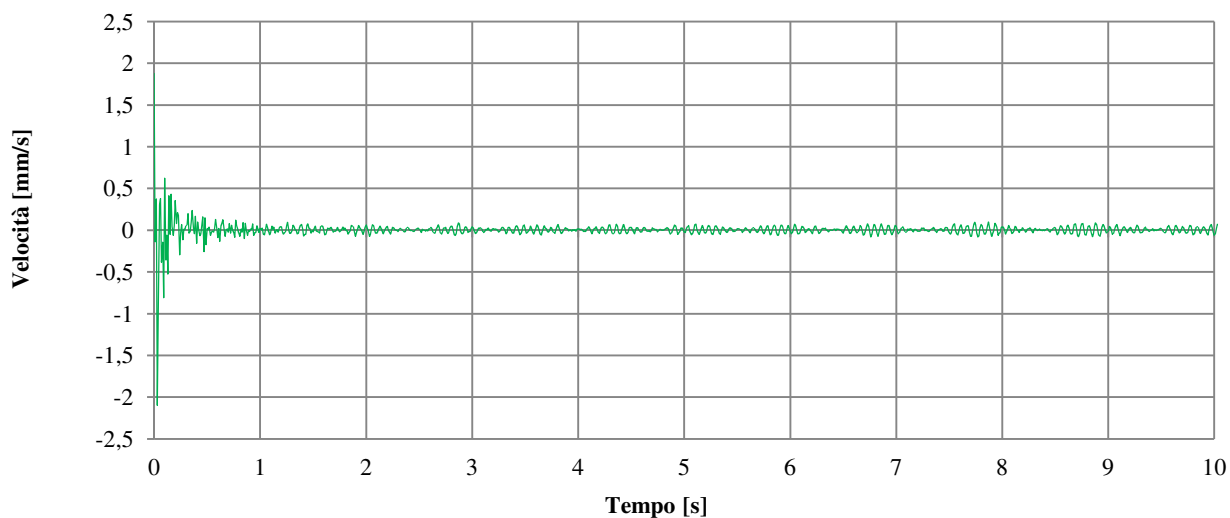
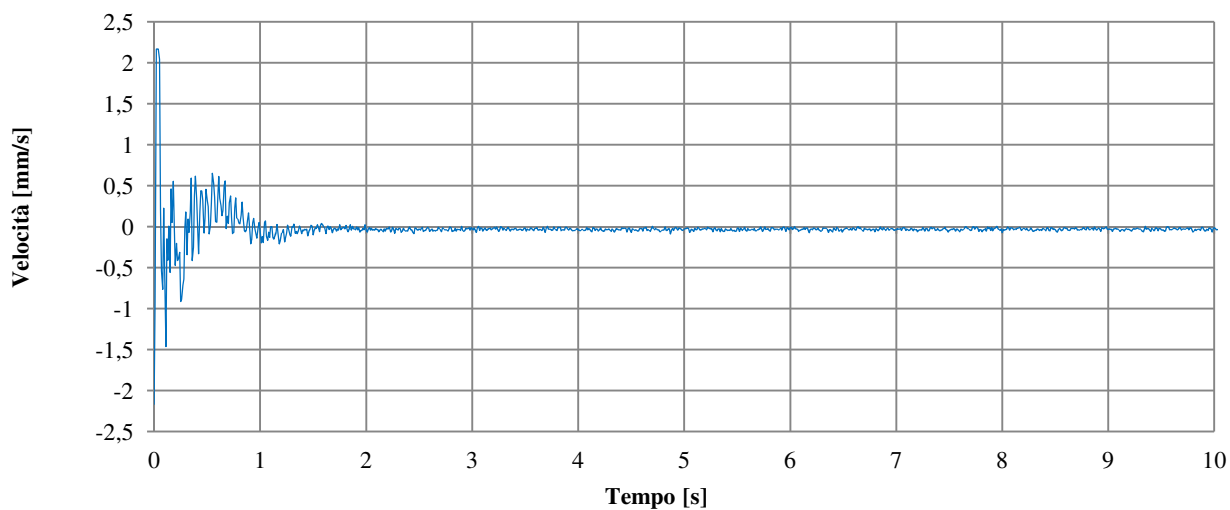
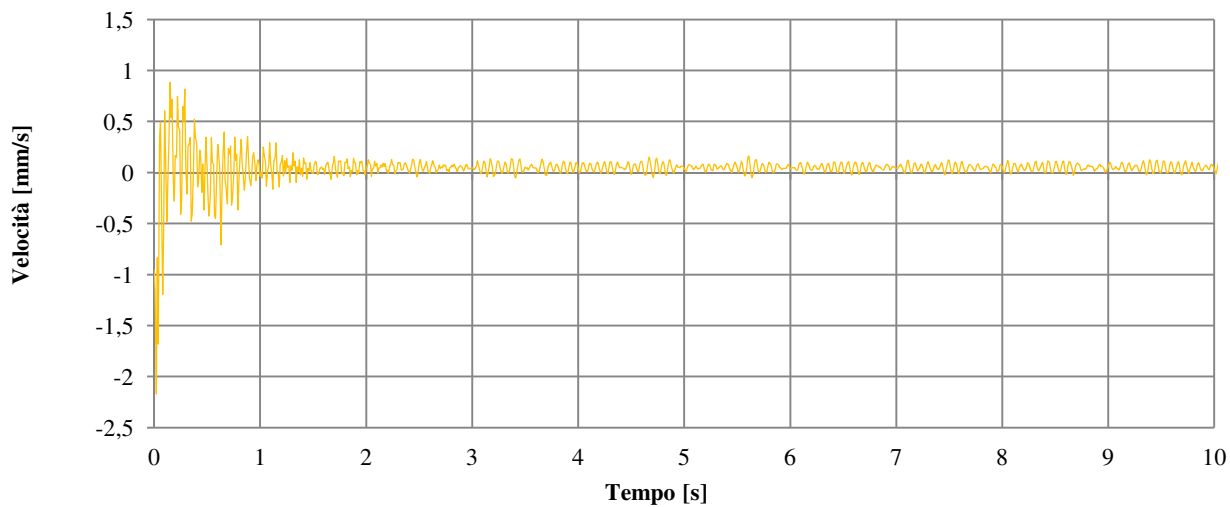


Geofono G4 - Asse orizzontale trasversale N - Time History



Geofono G4 - Asse orizzontale longitudinale O - Time History

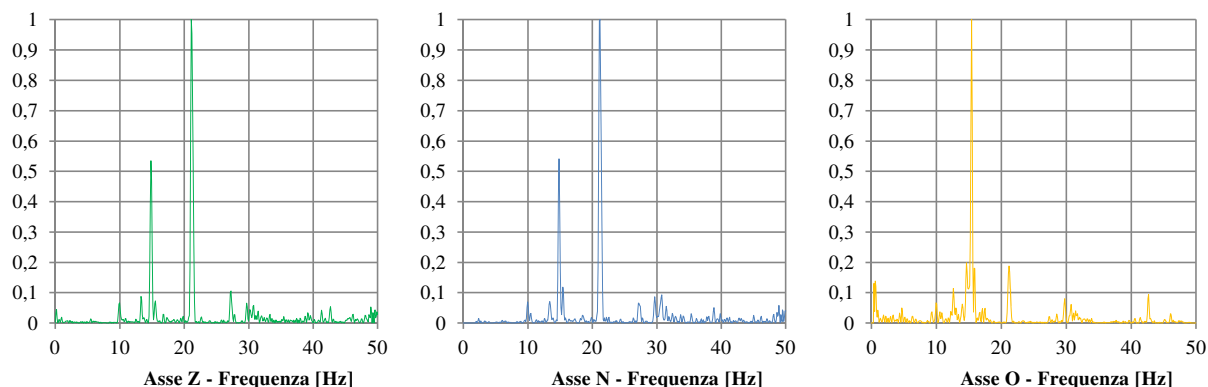


LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA**PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m****Geofono G5 - Asse verticale Z - Time History****Geofono G5 - Asse orizzontale trasversale N - Time History****Geofono G5 - Asse orizzontale longitudinale O - Time History**

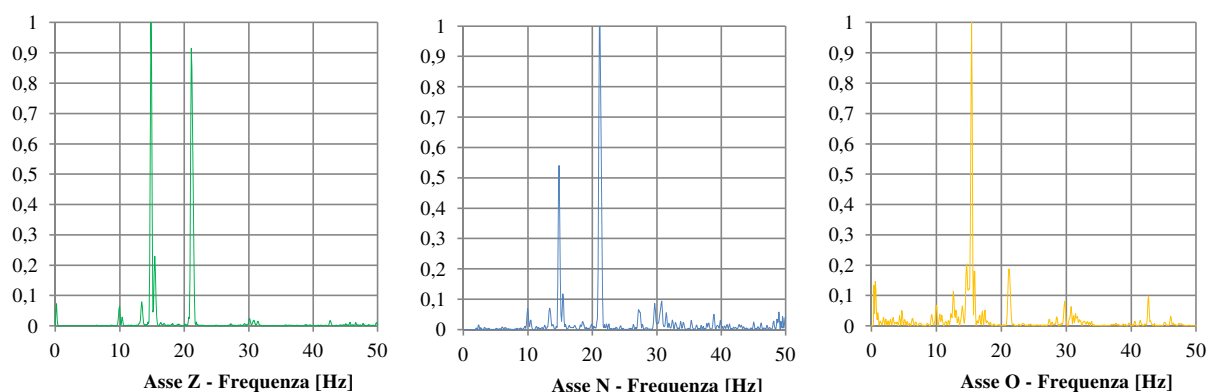
LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA

PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m

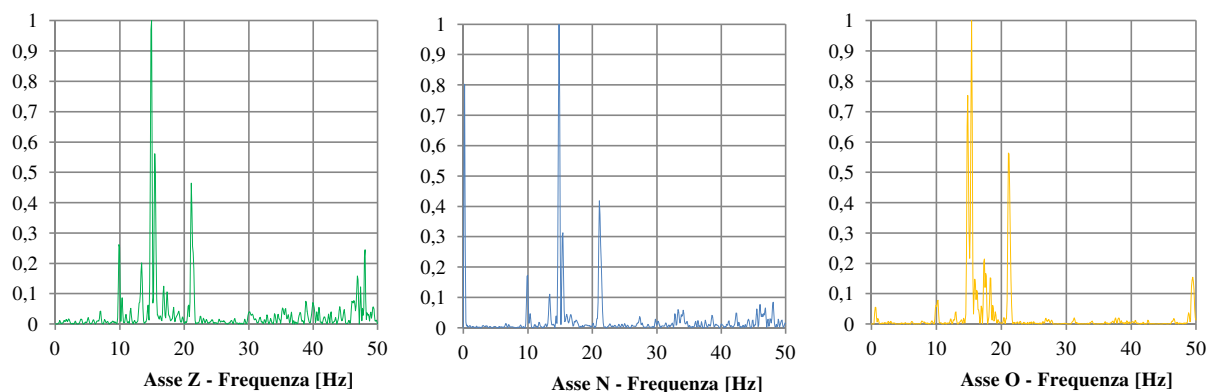
Geofono G1 - DIAGRAMMA SPETTRALE NORMALIZZATO



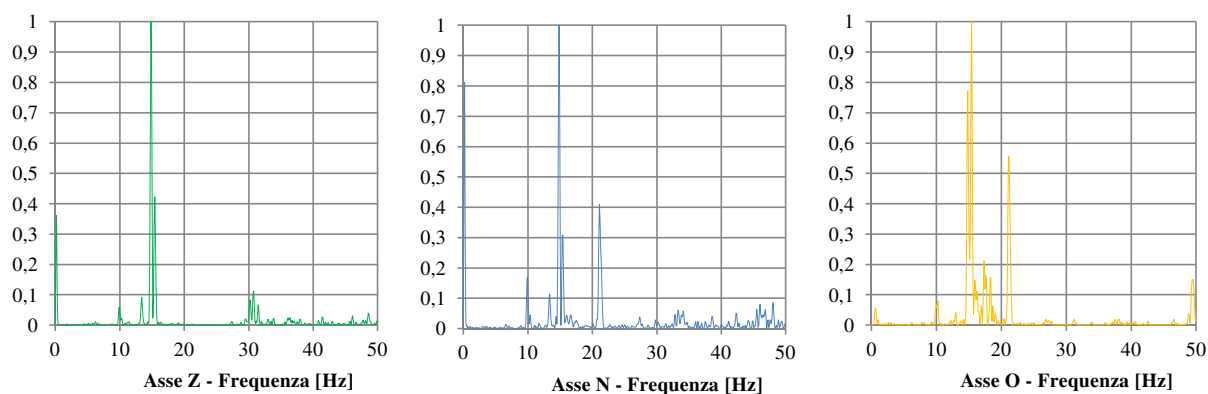
Geofono G2 - DIAGRAMMA SPETTRALE NORMALIZZATO

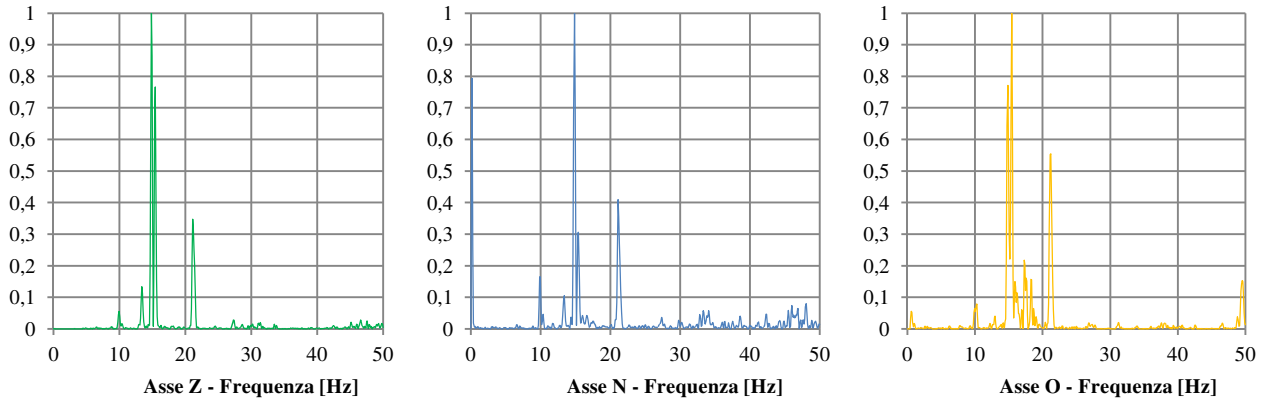


Geofono G3 - DIAGRAMMA SPETTRALE NORMALIZZATO



Geofono G4 - DIAGRAMMA SPETTRALE NORMALIZZATO



LINEA FERROVIARIA MACOMER - BOSA
PONTE N° 19 - km 1+793 - L = 11,70 m
Geofono G1 - DIAGRAMMA SPETTRALE NORMALIZZATO


Frequenze significative	1° modo	2° modo	3° modo	4° modo
Asse di riferimento	[Hz]	[Hz]	[Hz]	[Hz]
G1 - Asse Z	9,87	13,19	14,76	21,01
G1 - Asse N	9,87	13,19	14,76	21,01
G1 - Asse O	9,97	12,51	15,34	21,11
G2 - Asse Z	9,87	13,19	14,76	21,01
G2 - Asse N	9,87	13,19	14,76	21,01
G2 - Asse O	9,97	12,51	15,34	21,11
G3 - Asse Z	9,87	13,19	14,76	21,01
G3 - Asse N	9,87	13,19	14,76	21,01
G3 - Asse O	9,97	12,51	15,34	21,11
G4 - Asse Z	9,87	13,19	14,76	15,35
G4 - Asse N	9,87	13,19	14,76	21,01
G4 - Asse O	10,16	14,76	15,37	17,20
G5 - Asse Z	9,87	13,19	14,76	15,35
G5 - Asse N	9,87	13,19	14,76	21,01
G5 - Asse O	10,16	14,76	15,37	17,20

SMORZAMENTI NELLE TRE DIREZIONI

(valutata in una delle acquisizioni)

valori [i]	Asse Z		Asse N		Asse O	
	A_i	ζ	A_i	ζ	A_i	ζ
1	1,25	0,052283	0,85	0,0076716	1,17	0,0249879
2	0,90	0,0279299	0,81	0,0143217	1,00	0,0386355
3	0,88	0,0250194	0,71	0,0337403	0,72	0,0320056
4	0,78	0,0333959	0,45	0,0280503	0,64	0,0300342
5	0,54	0,0347163	0,42	0,038954	0,55	0,0304149
6	0,42		0,25		0,45	
	MEDIA	3,47%	MEDIA	2,09%	MEDIA	3,14%

6. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI MAGNETOSCOPICHE

CONTROLLO MAGNETOSCOPICO MAGNETIC EXAMINATION		CERTIFICATO / Test Report N° MT/EXP/03/17 Pag/Sheet 1 di 5
OGGETTO /Object : PONTE N° 19	CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari	ORDINE/Order : 11076/17
Norme di Riferimento/Reference Stand. UNI EN 1369 Liv.1 UNI EN 10228-1 Classe 4	N°Disegno/Drawing n°: Dis. N° P2900-19	Estensione esame/Covered area SPOT

PONTE N° 19 - Progr. 1 + 793 Linea MACOMER - BOSA



- 1- E' stato eseguito controllo Magnetoscopico a campione
sui chiodi in corrispondenza dei puntoni come pure degli apparecchi di appoggio

- 2- Esito dell'esame :il controllo magnetoscopico a campione sui chiodi in corrispondenza
dei puntoni (foto n° 1 - 2 -3 - 4)non ha rilevato difetti degni di nota,
come pure sugli appoggi non si ha evidenza di difetti a fatica o rotture (foto n° 5-6-7-8)

DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief
07/02/2017	P.I.Paolo Roscini Vitali Livello 2 ISO 9712 -VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT -UT - RT	

RESOCONTO DI PROVA CONTROLLO MAGNETOSCOPICO / Magnetic Particle Examination Report			
OGGETTO / Object : PONTE N° 19 Linea MACOMER-BOSA		IDENTIFICAZIONE/Identification: Dis. N° P2900-19	DATA PROVA / TestDate: 07/02/2017
RAPP.PROVA/Test Report: MT/EXP/03/17		PROCEDURA DI PROVA Test Proced. :UNI EN 1369	NORMA DI RIFERIMENTO Ref.Stand.UNI EN 1369
ACCETTABILITA' / Acceptance Criteria : UNI EN 1369 Liv.1			
MATERIALE BASE /Parent Material	MATERIALE D'APPORTO/Filler Met.	VERNICIATO/Painted <input checked="" type="checkbox"/> SI /yes <input type="checkbox"/> NO/No	Zincatura Elettr./Galvanized <input type="checkbox"/> SI/yes <input checked="" type="checkbox"/> NO/No
PROC.SALDATURA / Welding Proc.		IN FABBRICAZIONE/ In Fabrication <input type="checkbox"/> PRESERVIZIO/Pre Service <input type="checkbox"/>	IN SERVIZIO/ In Service <input checked="" type="checkbox"/>
SPESSORE/ Th VARI	LUNGHEZZA / Length mm	DIAMETRO ESTERNO Ext. Diam.	DIAMETRO INTERNO Internal Diam.
CONDIZIONI SUPERFICIALI / Surface Conditions			
TEMPERATURA /Temp. 10°C	<input type="checkbox"/> COME SALDATO/ As Welded <input type="checkbox"/> MOLATO A RASO/ smothed <input type="checkbox"/> ABBIATO/Sand Blasted <input type="checkbox"/> MOLATO/ Grinded <input type="checkbox"/> LAVORATO DI MACCHINA/ Machined <input type="checkbox"/> ZINCATO/Galvanized		
ESAME VISIVO PRELIMINARE Preliminary Visual Test		VEDI ESAME VISIVO N°VT/ EXP/03/17	
TECNICHE E MATERIALI IMPIEGATI / techniques & materials			
PUNTALI/Poles <input type="checkbox"/> CORRENTE <input type="checkbox"/> ALTERNATA current Alternated A _500_ <input type="checkbox"/> RADDRIZZ. S.O. Straightened S.O. DISTANZA PUNTALI cm Pole specing cm COPRIPUNTALI/Cover pole Pb	BOBINA/ Coil <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CONTINUA/Continue CORRENTE <input type="checkbox"/> ALTERNATA/Alternated Current <input type="checkbox"/> RADDRIZZ. S.O./Straightened S.O. A _____ <input type="checkbox"/> RADDRIZZ. O.I./Straightened O.I. LUNGHEZZA cm /Length cm _____ DIAMETRO cm/Diameter cm _____ NUMERO SPIRE/Coils number _____	ELETTROMAGNETE/ Elettromagnet <input checked="" type="checkbox"/> CORRENTE CONTINUA/Continue Curr. <input type="checkbox"/> CORRENTE ALTERNATA/ Alternated Curr. <input checked="" type="checkbox"/> TENSIONE /Voltage V 35 DISTANZA Puntali /Pole spac. cm 10 POTERE DI SOLL.Kg /Raising power kg. 4,55 MAGNETE PERMANENTE/ Permanent Magnet <input type="checkbox"/> POTERE DI SOLLEVAMENTO/ Raising Power Kg _____	
APPARECCHIATURA/Equipment GIOGO CGM MATR.62151		DATA ULTIMA TARATURA / Last Calibration 03/01/2017	
PARTICELLE MAGNETICHE / Magnetic Particles			
A SECCO / Dry		IN UMIDO / Wet	
TIPO / Type		FLUORESCENTI / Fluorescents	
COLORE / Color		NON FLUORESCENTI/ Non Flurescents	
LANCIAPOLVERI MANUALE/ Man. Powder jet <input type="checkbox"/>		TIPO / Type BW 2	
CONCENTRAZIONE / Concentration		COLORE / Color NERO	
LANCIAPOLVERI AUTOMATICO/Aut. Powder jet <input type="checkbox"/>		VEICOLO LIQUIDO/ Liquid medium KEROSENOIL	
LACCA DI CONTRASTO/Contrast med. SI/Yes <input checked="" type="checkbox"/> NO/No <input type="checkbox"/>		TIPO/Type VECOPLAST	
LAMPADA LUCE NERA/Black light	INTENSITA'/Intensity	ILLUMINAMENTO/ Lightning	
TIPO SPOT N°/ Type	STRUMENTO MISURA/Measuring Instrument	STRUMENTO MISURA/Measuring Instrument	
SMAGNETIZZAZIONE Demagnetization <input type="checkbox"/> RICHIESTA/ Required <input type="checkbox"/> NON RICH./ Not Req. <input checked="" type="checkbox"/>	TECNICA/ Technique //	CAMPO MAGNETICO RESIDUO / Residual Magnetic Field	SCHEDE ALLEGATE Annexes
RISULTATI DEL CONTROLLO / Results:		NOTE DELL'ESAMINATORE/ Remarks	
ACCETTABILE Acceptable			
OK			
		IL CONTROLLO E' STATO ESEGUITO A SPOT SUI CHIODI ELEMENTI PRINCIPALI COME DESCRITTO ALLA Pag .1 di 5	
DATA/ Date 07/02/2017	COSTRUTTORE/ Man.	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp. P.I.Paolo Roscini Vitali Livello 2 ISO 9712 PT MT UT VT RT Livello 2 UNI EN 473 PT MT UT VT RT	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief

RESOCONTO DI PROVA CONTROLLO MAGNETOSCOPICO / Magnetic Particle Examination Report			
OGGETTO / Object : PONTE N° 19 Linea MACOMER - BOSA		IDENTIFICAZIONE/Identification: Dis. N° P2900-19	DATA PROVA / TestDate: 07/02/2017 PAG./Pag: DI / Of : 3 5
RAPP.PROVA/Test Report: MT/EXP/03/17-2	PROCEDURA DI PROVA Test Proced. :UNI EN 10228-1	NORMA DI RIFERIMENTO Ref.Stand.UNI EN 10228-1	ACCETTABILITA' / Acceptance Criteria : UNI EN 10228 Classe 4°
MATERIALE BASE /Parent Material	MATERIALE D'APPORTO/Filler Met.	VERNICIATO/Painted <input checked="" type="checkbox"/> SI /yes <input type="checkbox"/> NO/No Zincatura Elettr./Galvanized <input type="checkbox"/> SI/yes <input checked="" type="checkbox"/> NO/No	
PROC.SALDATURA / Welding Proc.		IN FABBRICAZIONE/ In Fabrication <input type="checkbox"/> PRESERVIZIO/Pre Service <input type="checkbox"/> IN SERVIZIO/ In Service <input checked="" type="checkbox"/>	
SPESSORE/ Th VARI	LUNGHEZZA / Length mm	DIAMETRO ESTERNO Ext. Diam.	DIAMETRO INTERNO Internal Diam.
CONDIZIONI SUPERFICIALI / Surface Conditions			
TEMPERATURA /Temp. 10°C	<input type="checkbox"/> COME SALDATO/ As Welded <input type="checkbox"/> MOLATO A RASO/ smothed <input type="checkbox"/> ABBIATO/Sand Blasted <input type="checkbox"/> MOLATO/ Grinded <input type="checkbox"/> LAVORATO DI MACCHINA/ Machined <input type="checkbox"/> ZINCATO/Galvanized		
ESAME VISIVO PRELIMINARE Preliminary Visual Test		VEDI ESAME VISIVO N° EXP/03/17	
TECNICHE E MATERIALI IMPIEGATI / techniques & materials			
PUNTALI/Poles <input type="checkbox"/> CORRENTE <input type="checkbox"/> ALTERNATA current Alternated A _500_ <input type="checkbox"/> RADDRIZZ. S.O. Straightened S.O. DISTANZA PUNTALI cm Pole specing cm COPRI PUNTALI/Cover pole Pb	BOBINA/ Coil <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CONTINUA/Continue CORRENTE <input type="checkbox"/> ALTERNATA/Alternated Current A _____ <input type="checkbox"/> RADDRIZZ. S.O./Straightened S.O. <input type="checkbox"/> RADDRIZZ. O.I./Straightened O.I. LUNGHEZZA cm /Length cm _____ DIAMETRO cm/Diameter cm _____ NUMERO SPIRE/Coils number _____	ELETTROMAGNETE/ Elettromagnet <input checked="" type="checkbox"/> CORRENTE CONTINUA/Continue Curr. <input type="checkbox"/> CORRENTE ALTERNATA/ Alternated Curr. <input checked="" type="checkbox"/> TENSIONE /Voltage V 35 DISTANZA Puntali /Pole spac. cm 10 POTERE DI SOLL.Kg /Raising power kg. 4,55 MAGNETE PERMANENTE/ Permanent Magnet <input type="checkbox"/> POTERE DI SOLLEVAMENTO/ Raising Power Kg ____	
APPARECCHIATURA/Equipment GIOGO CGM MATR.62151		DATA ULTIMA TARATURA / Last Calibration 03/01/2017	
PARTICELLE MAGNETICHE / Magnetic Particles			
A SECCO / Dry		IN UMIDO / Wet	
TIPO / Type		FLUORESCENTI / Fluorescents	
COLORE / Color		NON FLUORESCENTI/ Non Flurescents	
LANCIAPOLVERI MANUALE/ Man. Powder jet <input type="checkbox"/>		TIPO / Type BW 2	
CONCENTRAZIONE / Concentration		COLORE / Color NERO	
LANCIAPOLVERI AUTOMATICO/Aut. Powder jet <input type="checkbox"/>		VEICOLO LIQUIDO/ Liquid medium KEROSENOIL	
LACCA DI CONTRASTO/Contrast med. SI/Yes <input checked="" type="checkbox"/> NO/No <input type="checkbox"/>		TIPO/Type VECOPLAST	
LAMPADA LUCE NERA/Black light		ILLUMINAMENTO/ Lightning	
TIPO SPOT N°/ Type		STRUMENTO MISURA/Measuring Instrument	
SMAGNETIZZAZIONE Demagnetization <input type="checkbox"/> RICHIESTA/ Required <input checked="" type="checkbox"/> NON RICH./ Not Req.	TECNICA/ Technique //	CAMPO MAGNETICO RESIDUO / Residual Magnetic Field	SCHEDE ALLEGATE Annexes
RISULTATI DEL CONTROLLO / Results:		NOTE DELL'ESAMINATORE/ Remarks _____	
ACCETTABILE Acceptable		IL CONTROLLO E' STATO ESEGUITO A SPOT SUGLI APPOGGI COME DESCRITTO ALLA Pag.1 di 5	
OK			
DATA/ Date 07/02/2017	COSTRUTTORE/ Man.	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp. P.I.Paolo Roscini Vitali Livello 2 ISO 9712 PT MT UT VT RT Livello 2 UNI EN 473 PT MT UT VT RT	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief

		ESAME MAGNETOSCOPICO MAGNETIC EXAMINATION	CERTIFICATO / Test Report N° MT/EXP/03/17 Pag/Sheet 4 di 5
OGGETTO / Object : PONTE N° 19		CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari	ORDINE/Order : 11076/17

Foto 1-chiodi puntone "A"



Foto 2 -chiodi puntone "B"



Foto 3-chiodi puntone "C"



foto 4 -chiodi puntone "D"



DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief
07/02/2017	P.I. Paolo Roscini Vitali Livello 2 ISO 9712 - VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT - UT - RT	

		ESAME MAGNETOSCOPICO MAGNETIC EXAMINATION		CERTIFICATO / Test Report N° MT/EXP/03/17 Pag/Sheet 5 di 5	
OGGETTO /Object : PONTE N° 19			CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari		ORDINE/Order : 11076/17
Foto 5-appoggio "A"			Foto 6-appoggio "B"		
					
Foto 7-appoggio "C"			foto 8-appoggio "D"		
					
DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.		RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief		
07/02/2017	P.I. Paolo Roscini Vitali Livello 2 ISO 9712 - VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT - UT - RT				

7. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI ULTRASONORE

		CONTROLLO ULTRASONORO ULTRASONIC EXAMINATION		CERTIFICATO / Test Report N° UT/EXP/03/17 Pag/Sheet 1 di 3	
OGGETTO / Object : PONTE N° 19		CLIENTE / Customer : A.R.S.T. Spa - Cagliari		ORDINE/Order : 11076/17	
Norme di Riferimento/Reference Stand. UNI EN 10228-3 / UNI EN 10308 Liv.4 (chiodi) UNI EN 10160 / 10308 Liv.4 (spessori) UNI EN 12680-1 Classe I (appoggi)		N°Disegno/Drawing n°: Dis. N° P2900-19		Estensione esame/Covered area SPOT	

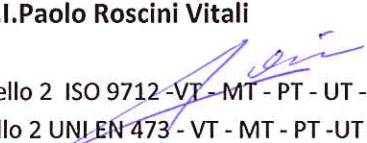
PONTE N° 19 -Progr.Km. 1 + 793 Linea MACOMER - BOSA



1- E' stato eseguito controllo Ultrasonoro a campione
 sui chiodi in corrispondenza dei puntoni
 inoltre il controllo e' stato eseguito anche su tutti gli apparecchi di appoggio
 E stato eseguito anche il controllo spessimetrico delle travi principali

2- ESITO DELL'ESAME:

il controllo ad Ultrasuoni non ha evidenziato difetti degni di nota.(vedere Pag.2 e 3 allegate)
 La spessimetria delle travi ha dato valori che vanno da un minimo di 8,00 mm
 ad un massimo 8,60 mm

DATA/ Date	ESECUTORE CONTROLLO/ Insp.	RESPONSABILE DEL SERVIZIO/ Dept. Chief
07/02/2017	P.I.Paolo Roscini Vitali  Livello 2 ISO 9712 -VT - MT - PT - UT - RT Livello 2 UNI EN 473 - VT - MT - PT -UT - RT	

		VERBALE DI CONTROLLO ULTRASONORO <i>ULTRASONIC EXAMINATION REPORT</i>				UT/EXP/03/17 Pag.2... /3.... Sheet Rev. ...0..... Rev.	
Oggetto: PONTE N° 19- Linea MACOMER - BOSA Object:						Comm.: 11076/17 job:	
Cliente: A.R.S.T. Spa - Cagliari. Customer:			Costruttore: na Manufacturer:		Disegno: P2900-19 Drawing:		
Materiale base: na Base material:		Spessore (mm): vari Thickness (mm):		Ø est. (mm): na Ø ext. (mm):		Proc. di saldatura: na Welding process:	
CONDIZIONI D'ESAME / TEST CONDITIONS							
Norma di riferimento: UNI EN 10308 Liv.4 Reference standard:				Procedura di controllo: UNI EN 10228-3 Test procedure:			
Superficie d'esame: (x) Esterna () Interna Test surface: External Internal				Condizioni superficiali: LAVORATO Surface finish: lavoro di macchina		T (°C): 10° C T (°C):	
ATTREZZATURA / EQUIPMENT							
Apparecchio ad ultrasuoni: GILARDONI RDG 500 Ultrasonic tester:				N° I000381 n°		Costruttore: GILARDONI Producer:	
Pos. Pos.	N° n°	Costruttore Manufacturer	Tipo sonda Probe type	Onde Waves	Mhz MHz	Angolo Angle	Dimens. Dim. (mm)
1	BL 2	Gilardoni	DD 10/4	L	4	0°	10
Amplificazione d'esame: D.A.C. Scanning gain setting:				Mezzo di accoppiamento: METILCELLULOSA Couplant:			
TARATURA / CALIBRATION							
Taratura asse dei tempi: In percorso ultrasonoro Time base calibration:				Blocco campione: ISO V1 Calibration block:		N° n°	
Taratura sensibilità: Curva D.A.C. 100% ad amplificazione costante Sensitivity calibration:							
Blocco campione: Reference block:			Materiale: Material:		Spessore (mm): Thickness (mm):		N° n°
Tipo riflettori: Reflectors type:				Dimensioni (mm): Sizes (mm):			
Esito: (X) Accettabile () Non accettabile Result: Acceptable Non acceptable				Note: Remarks:			
N.B.: il controllo e' stato eseguito a campione sui chiodi come descritto a Pag.1							
Luogo Place		Data Date 07/02/2017		Esecutore del Controllo P.I Paolo Roscini		Responsabile del Servizio	
				Level 2 ISO 9712 - PT-MT-UT-VT-RT Livello 2 UNI EN 473 - PT-MT-UT-VT-RT			

AIRONE P.G. s.a.s.		VERBALE DI CONTROLLO ULTRASONORO <i>ULTRASONIC EXAMINATION REPORT</i>				UT/EXP/03/17-2 Pag.3... /3..... <i>Sheet</i> Rev. ...0..... <i>Rev.</i>	
Oggetto: PONTE N° 19 – Linea MACOMER - BOSA <i>Object:</i>						Comm.: 11076/17 <i>job:</i>	
Cliente: A.R.S.T. Spa - Cagliari <i>Customer:</i>			Costruttore: na <i>Manufacturer:</i>		Disegno: P2900-19 <i>Drawing:</i>		
Materiale base: na <i>Base material:</i>		Spessore (mm): vari <i>Thickness (mm):</i>		Ø est. (mm): na <i>Ø ext. (mm):</i>		Proc. di saldatura: na <i>Welding process:</i>	
CONDIZIONI D'ESAME / TEST CONDITIONS							
Norma di riferimento: UNI EN 12680 Classe 1 <i>Reference standard:</i>				Procedura di controllo: UNI EN 12680 <i>Test procedure:</i>			
Superficie d'esame: (x) Esterna () Interna <i>Test surface:</i> External Internal				Condizioni superficiali: LAVORATO <i>Surface finish:</i> lavorato di macchina		T (°C): 10° C <i>T (°C):</i>	
ATTREZZATURA / EQUIPMENT							
Apparecchio ad ultrasuoni: GILARDONI RDG 500 <i>Ultrasonic tester:</i>				N° I000381 <i>n°</i>		Costruttore: GILARDONI <i>Producer:</i>	
Pos.	N°	Costruttore	Tipo sonda	Onde	Mhz	Angolo	Dimens. Dim. (mm)
1	BZ5	Gilardoni	DP25/4	L	4	0°	10
Amplificazione d'esame: D.A.C. <i>Scanning gain setting:</i>				Mezzo di accoppiamento: METILCELLULOSA <i>Couplant:</i>			
TARATURA / CALIBRATION							
Taratura asse dei tempi: In percorso ultrasonoro <i>Time base calibration:</i>				Blocco campione: ISO V1 <i>Calibration block:</i>		N° <i>n°</i>	
Taratura sensibilità: Curva D.A.C. 100% ad amplificazione costante <i>Sensitivity calibration:</i>							
Blocco campione: <i>Reference block:</i>			Materiale: <i>Material:</i>		Spessore (mm): <i>Thickness (mm):</i>		N° <i>n°</i>
Tipo riflettori: <i>Reflectors type:</i>				Dimensioni (mm): <i>Sizes (mm):</i>			
Esito: (X) Accettabile () Non accettabile <i>Result:</i> Acceptable Non acceptable				Note: <i>Remarks:</i>			
N.B.: il controllo e' stato eseguito a spot sugli appoggi come descritto a Pag.1							
Luogo <i>Place</i>		Data <i>Date</i> 07/02/2017		Esecutore del Controllo <i>P.I Paolo Roscini V.</i> Level 2 ISO 9712 –PT-MT-UT-VT-RT Livello 2 UNI EN 473 – PT-MT-UT –VT-RT		Responsabile del Servizio	

8. RAPPORTO DI PROVA – MODELLAZIONE NUMERICA AGLI ELEMENTI FINITI

Il ponte a via inferiore ha una luce $L=11,70$ m. La struttura è costituita da due travi principali a doppio "T" realizzata con angolari e piattabande, da travi secondarie ortogonali alle travi principali ed infine da travi portabinari. La controventatura orizzontale è presente solo nella parte inferiore della trave a doppio "T". Gli appoggi sono costituiti da una cerniera fissa e da un carrello a rullo monodirezionale. Le spalle sono realizzate in muratura di blocchi squadrate di pietra naturale.

Convenzionalmente, l'asse X della terna cartesiana destogira di riferimento, coincide con l'asse longitudinale del ponte; le quote sono pertanto disposte lungo l'asse Z, così come i carichi applicati. E' stato realizzato un unico modello analitico sia per le analisi statiche che per quelle dinamiche.

La modellazione per le analisi statiche è stata effettuata trascurando il peso proprio della struttura ed inserendo solo i carichi applicati come forze concentrate costituite dagli assi dei locomotori impiegati per le prove di carico.

La modellazione per le analisi dinamiche è stata effettuata considerando le aste dotate di peso proprio e determinando la massa dovuta agli elementi non strutturali, quali parapetti, passerella pedonale e corrimano ed inserendola in corrispondenza dei nodi interessati.

È stato realizzato anche un modello considerando sia il peso proprio della struttura che i carichi statici di prova applicati, in modo da poter verificare gli sforzi globali teorici agenti sul ponte in oggetto.

Descrizione della travata metallica

Caratteristiche dell'opera	Ponte ferroviario
Tipologia strutturale	Impalcato bidimensionale con controventi diagonali e ortogonali
Schema strutturale	Trave semplicemente appoggiata
Tipologia appoggi	Carrelli lato Bosa - Cerniere lato Macomer
Luce ponte	11,70 m
Altezza impalcato	-
Larghezza impalcato	3,75 m
N. sezioni aste principali	8
N. nodi	58
N. elementi finiti	101

Caratteristiche dei materiali: Acciaio Fe360

Modulo di elasticità	2100000 daN/cm ²
f_y	2350 daN/cm ²
Coefficiente di Poisson ν	0,30

Carichi applicati nel corso delle prove statiche

N.1 Locomotore (Configurazione di carico n°1)

Peso per asse	9325 daN
Numero degli assi	4
Interasse degli assi	2 m / 3,8 m / 2 m

CONFRONTO FRA LE FRECCE SPERIMENTALI E IL MODELLO TEORICO STATICO

		Valori sperimentali	Valori Teorici	n° nodo
Abbassamento mezzeria – Lato monte	[mm]	3,17	4,02	53
Abbassamento mezzeria – Lato valle	[mm]	3,43	4,02	6

FREQUENZE PRINCIPALI DI VIBRAZIONE RICAVATE DAL MODELLO TEORICO DINAMICO

		Valori Sperimentali	Valori Teorici
I Modo di vibrare	[Hz]	9,87	11,98
II Modo di vibrare	[Hz]	13,19	13,22
III Modo di vibrare	[Hz]	14,76	16,89
IV Modo di vibrare	[Hz]	21,01	33,56

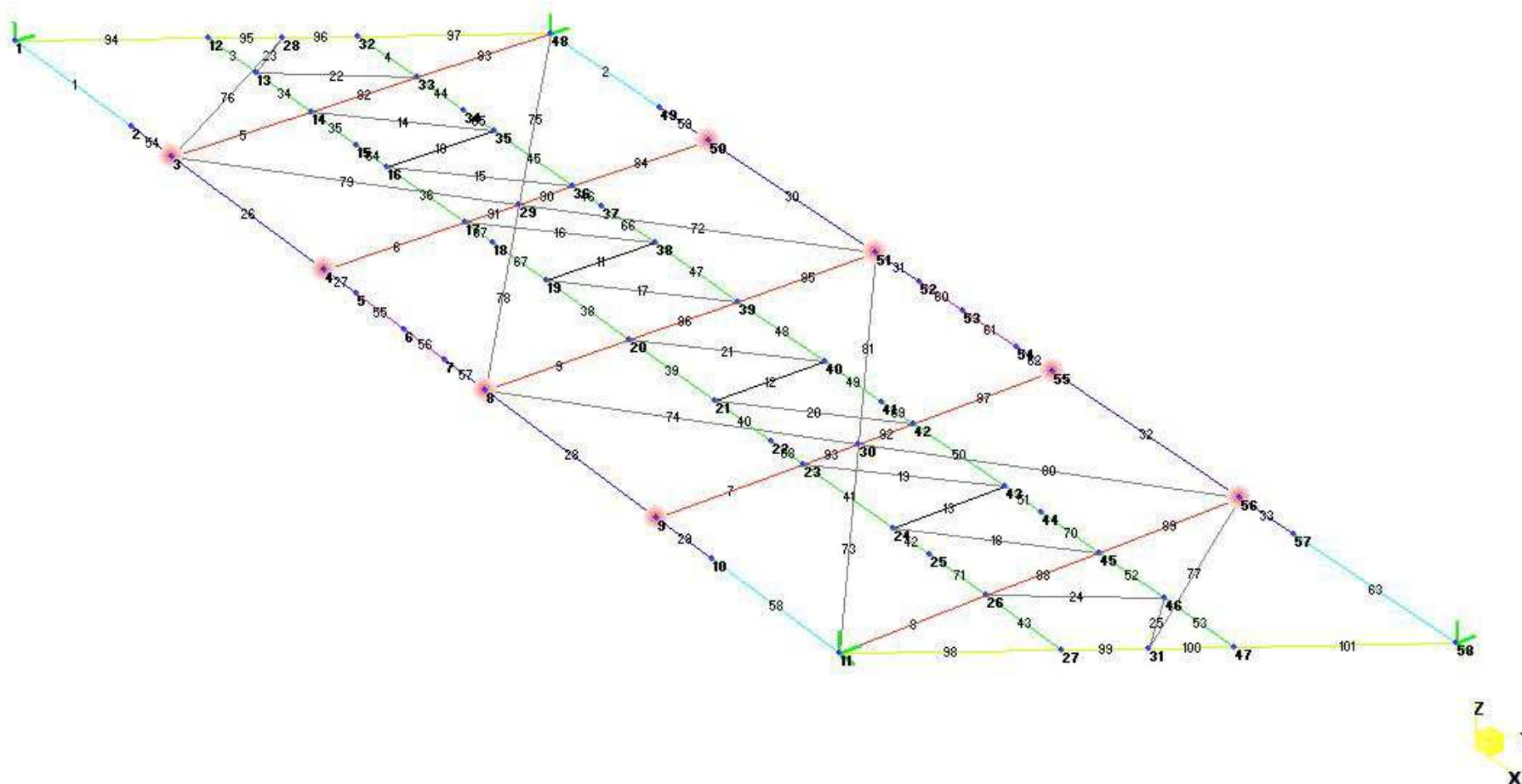
CONFRONTO FRA LE TENSIONI SPERIMENTALI E IL MODELLO TEORICO STATICO *

		Valori sperimentali	Valori Teorici	n° asta
Tensione longitudinale in mezzeria – estradosso trave lato a monte (S2 l)	[daN/cm ²]	-148	-187	61
Tensione trasversale in mezzeria – estradosso trave lato a monte (S2 t)	[daN/cm ²]	43	56	61
Tensione longitudinale in mezzeria – estradosso trave lato a valle (S3 l)	[daN/cm ²]	-138	-187	56
Tensione trasversale in mezzeria – estradosso trave lato a valle (S3 t)	[daN/cm ²]	43	56	56
Tensione longitudinale corrente interno – estradosso trave (S4 l)	[daN/cm ²]	36	41	38
Tensione trasversale corrente interno – estradosso trave (S4 t)	[daN/cm ²]	-11	-12	38
Tensione longitudinale traverso– estradosso trave in mezzeria (S5 l)	[daN/cm ²]	-148	-173	86
Tensione trasversale traverso– estradosso trave in mezzeria (S5 t)	[daN/cm ²]	49	52	86

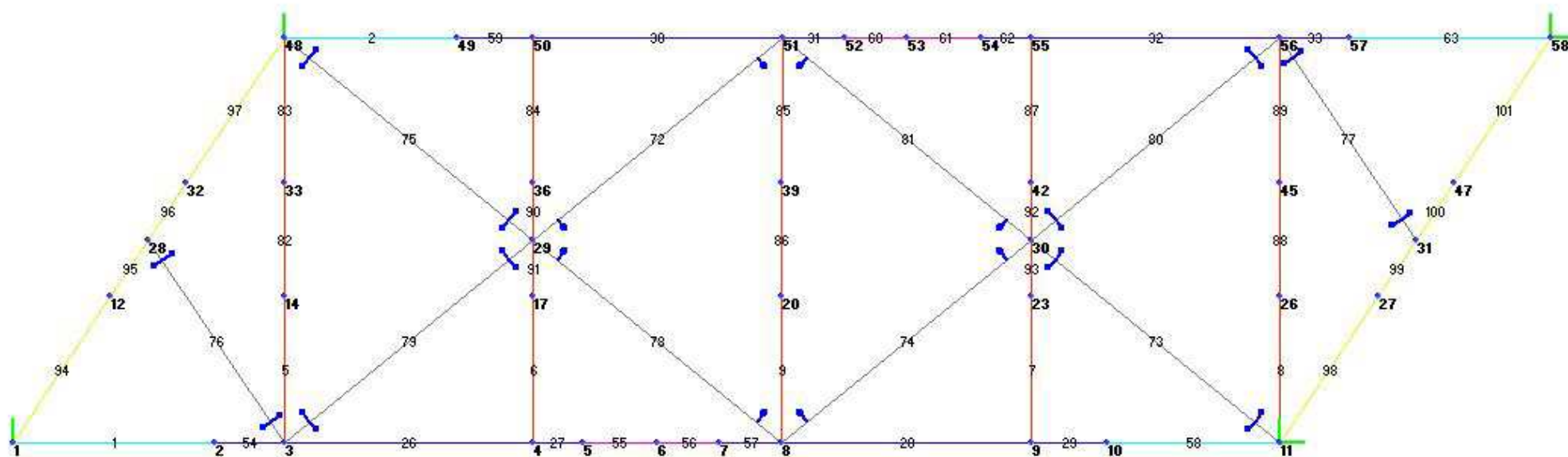
* Le tensioni negative si riferiscono ad elementi compressi e le tensioni positive ad elementi tesi.

INPUT

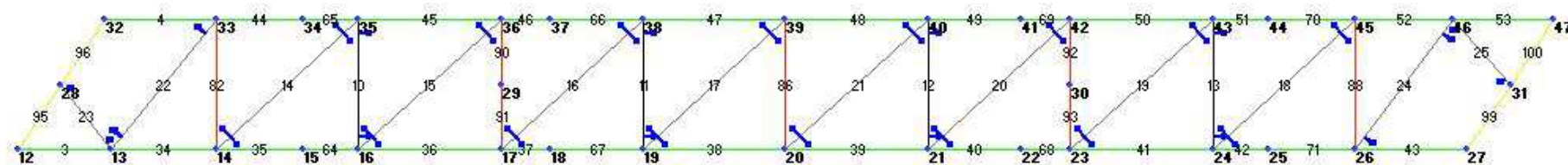
TOPOLOGIA DELLA STRUTTURA



Modello ponte 19 in 3D



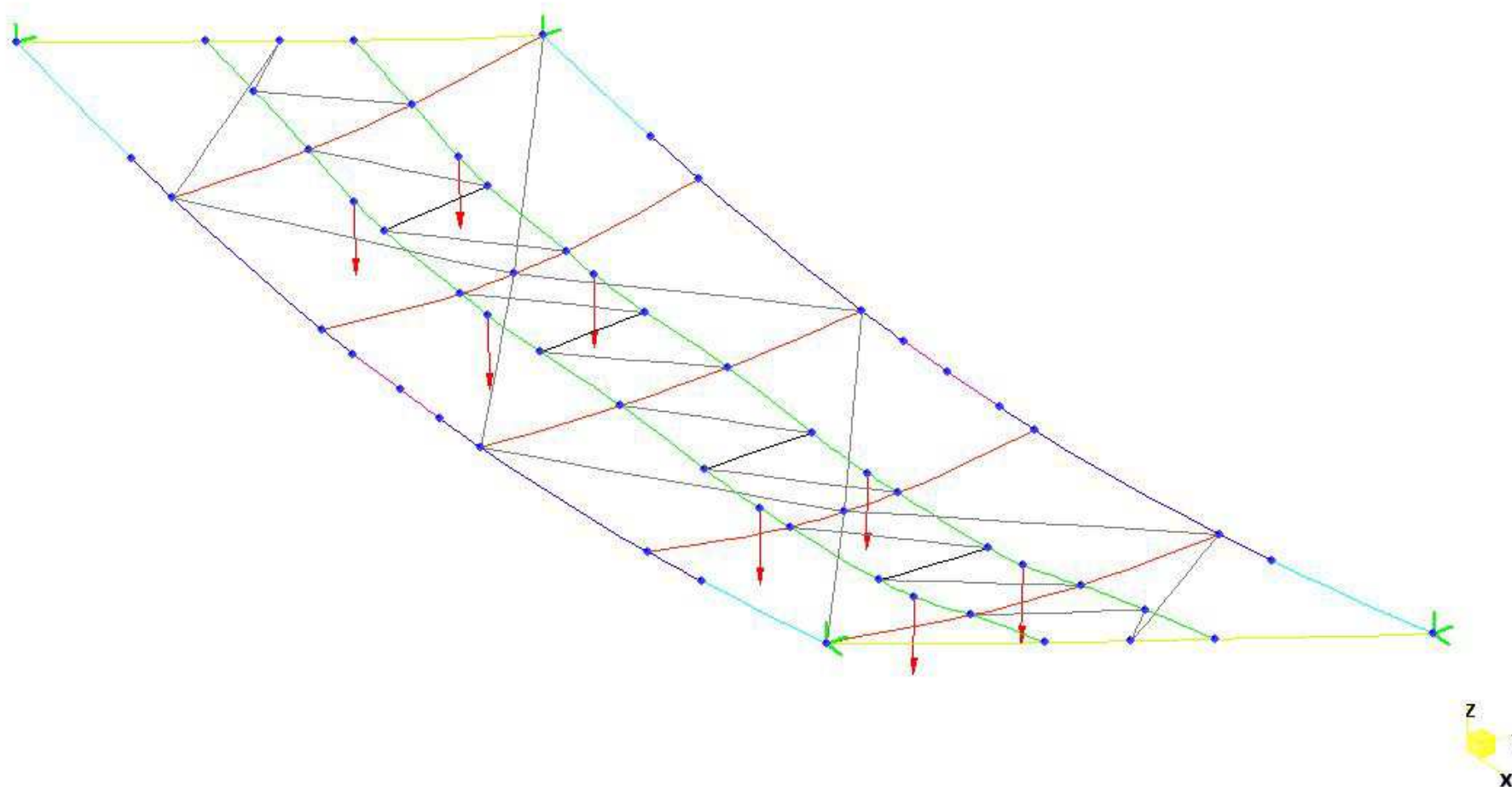
Pianta piano inferiore



Pianta piano superiore

OUTPUT

Rappresentazione grafica della deformata statica



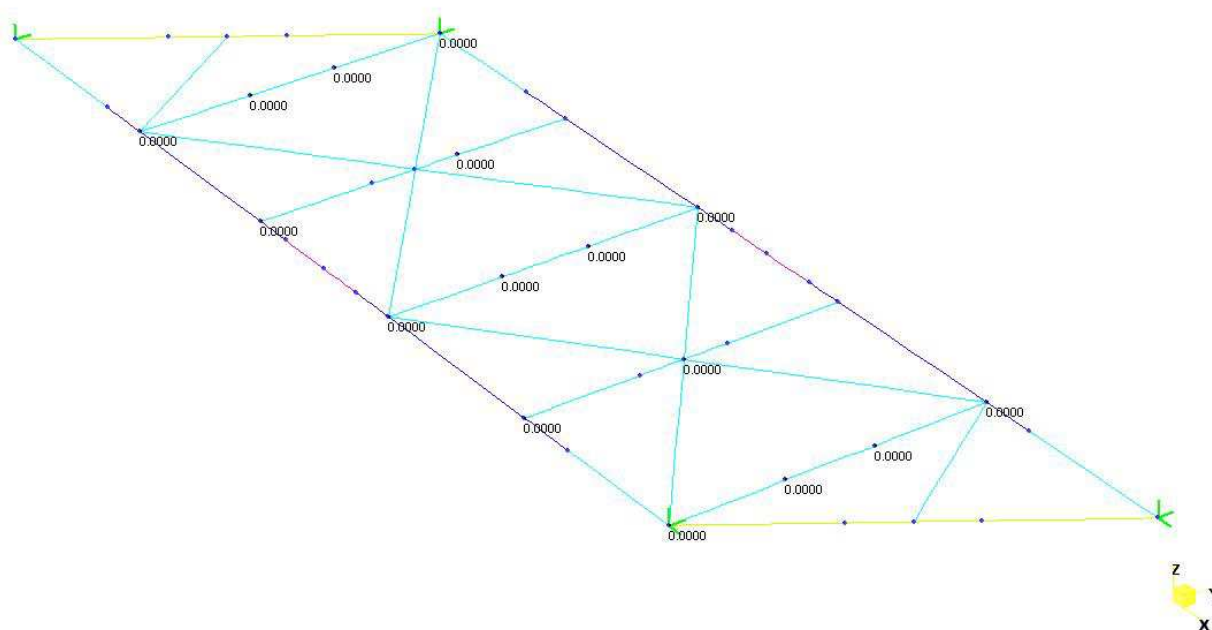
Deformata ottenuta con i carichi utilizzati per la prova statica

Diagrammi delle sollecitazioni sulle aste

1) Aste piano inferiore

▪ Sforzo assiale N

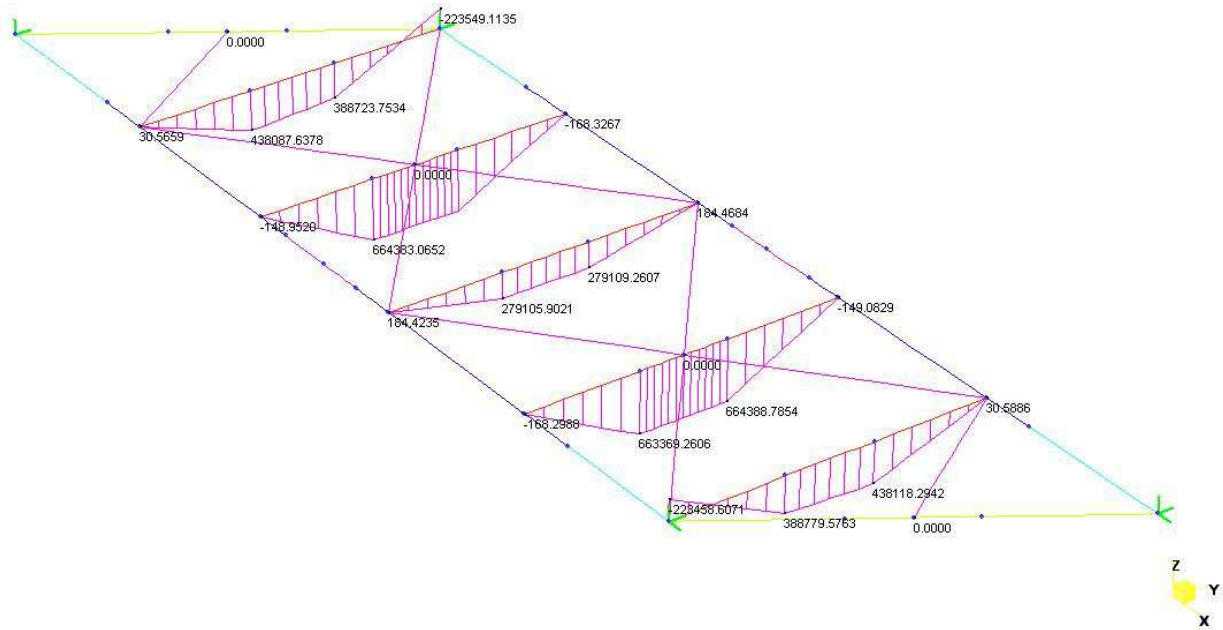
	MIN	MAX
Force(kgf)	0.0000	0.0000
	[Elm: 7]	[Elm: 84]



Correnti, diagonali e traversi

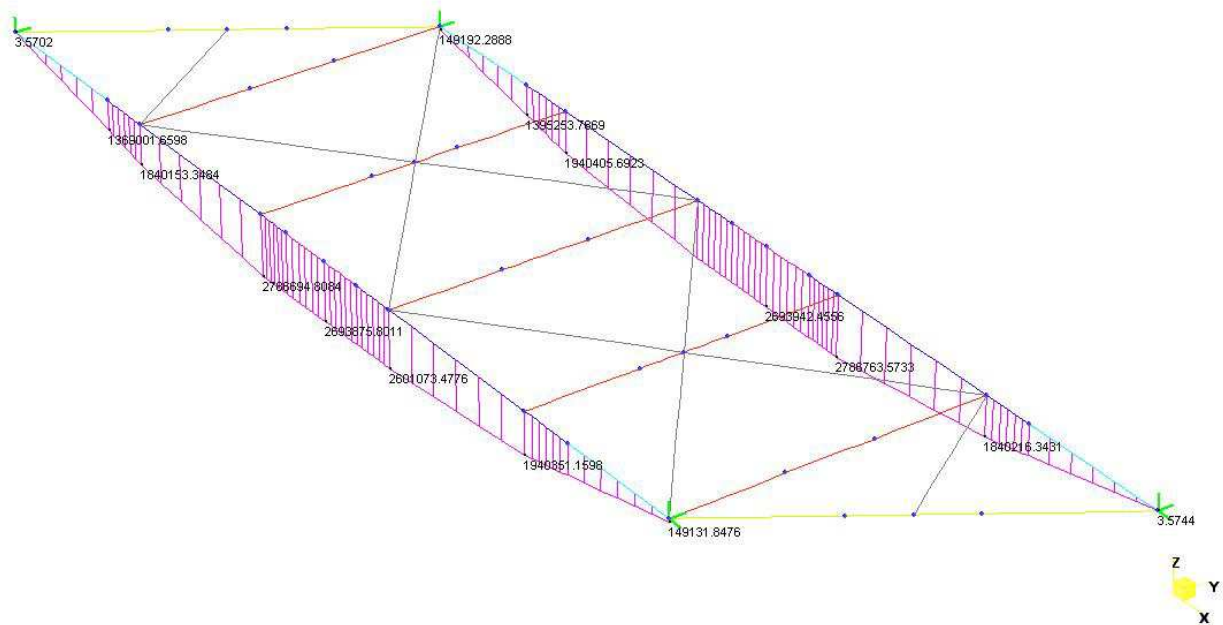
■ Momento flettente M2

	MIN	MAX
BM2(kgfc/m)	-223549.1135	664388.7854
	[Bm.63]	[Bm.87]



Diagonali e trasversi

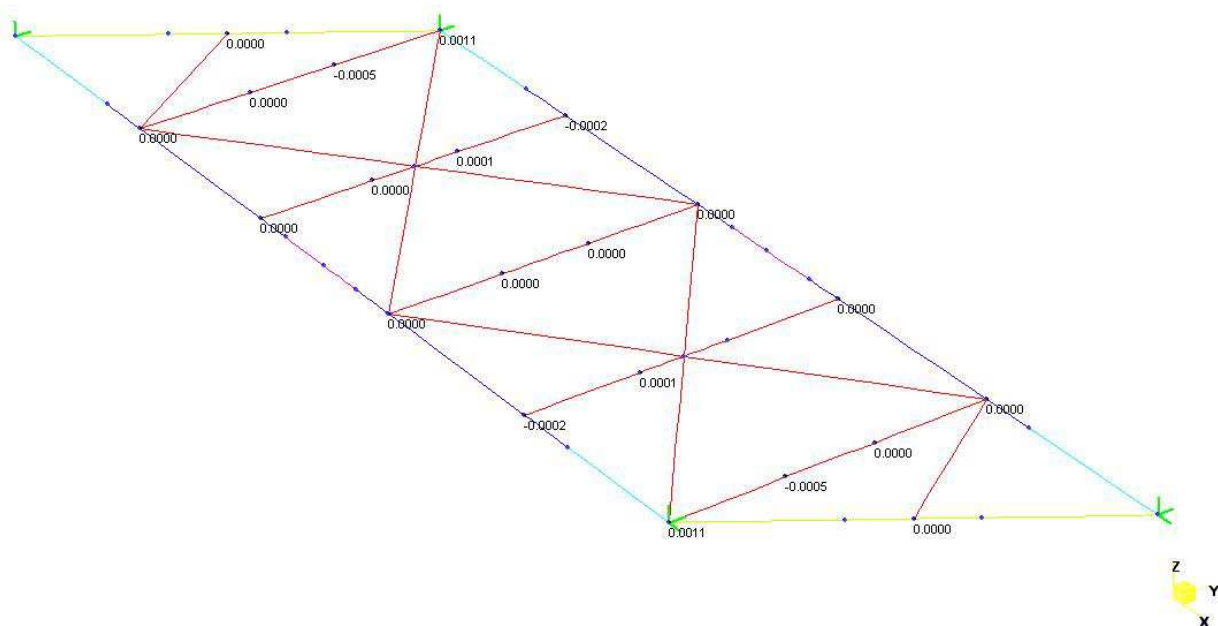
	MIN	MAX
BM2(kgfc/m)	3.5702	2786763.5733
	[Bm.1]	[Bm.62]



Correnti laterali

■ Momento flettente M1

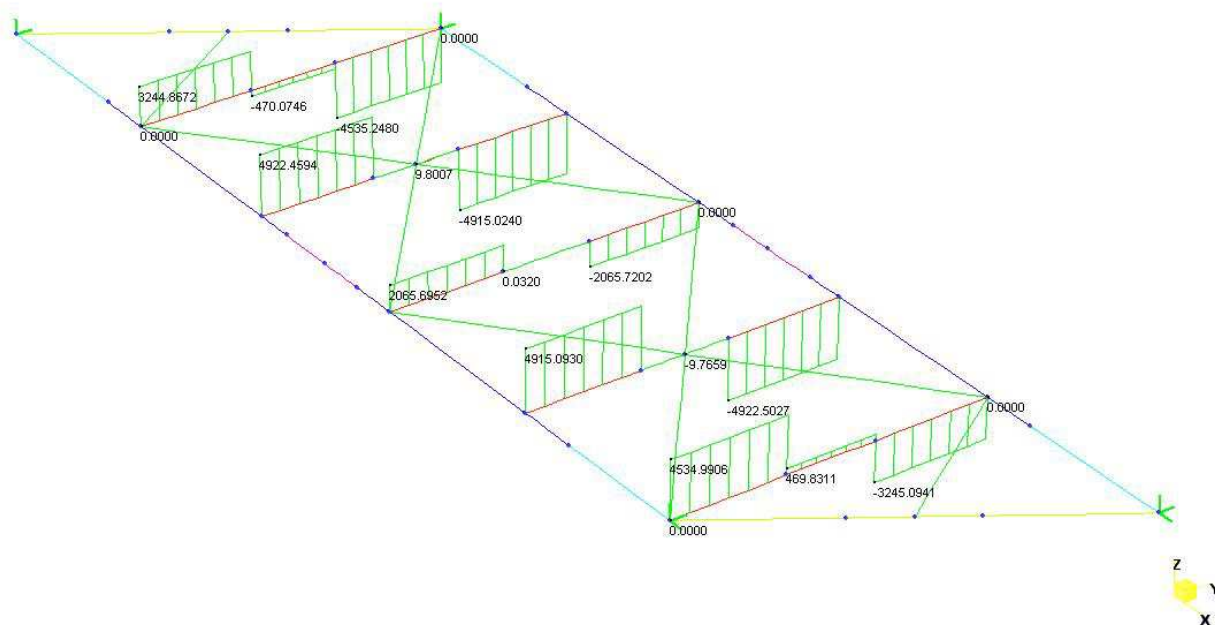
	MIN	MAX
BM1(kg/cm)	-0.0005	0.0011
	[Eln:8]	[Eln:8]



Correnti, diagonali e trasversi

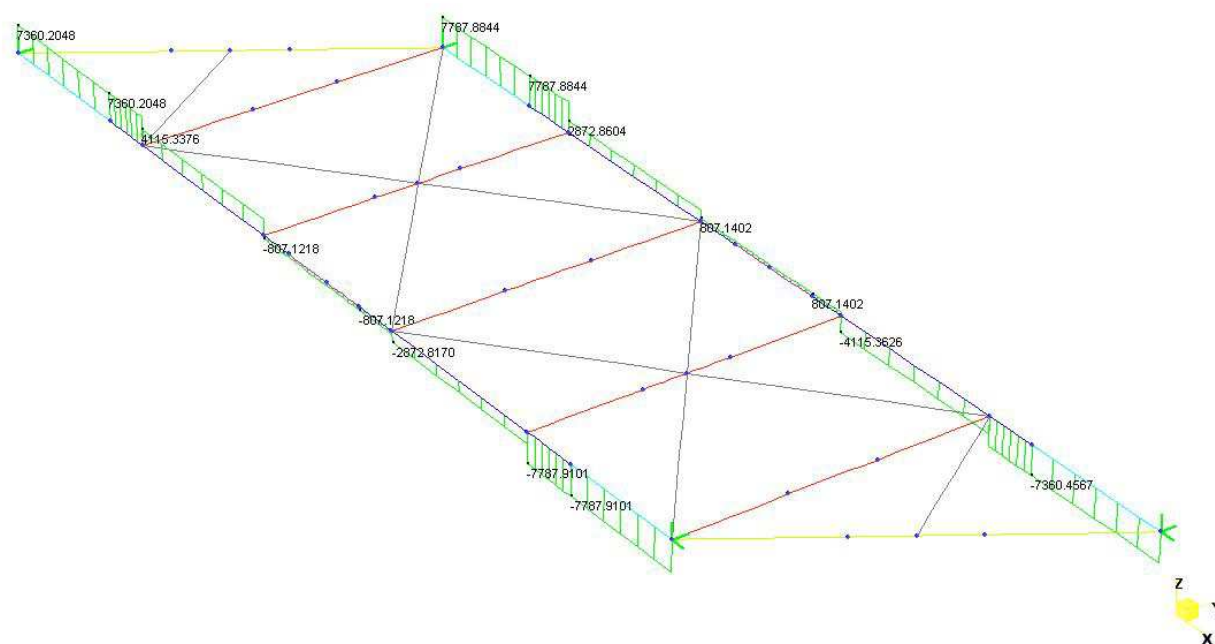
■ Sforzo di taglio T2

	MIN	MAX
SF2(kgf)	-4922.5027	4922.4594
	[Bm:87]	[Bm:6]



Diagonali e trasversi

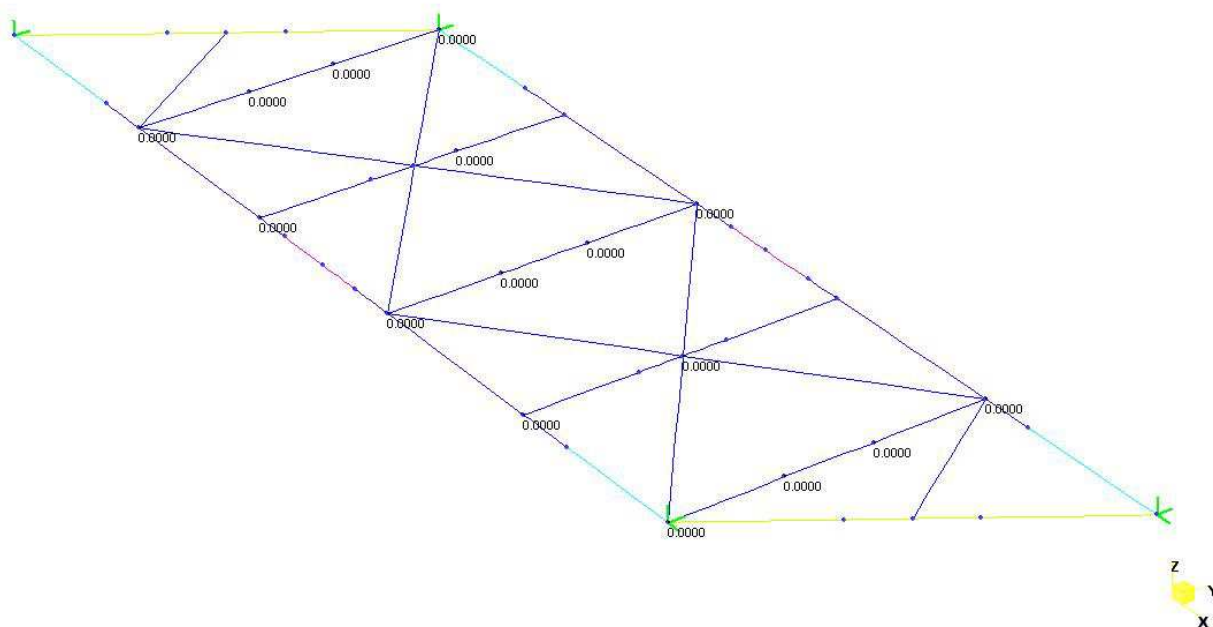
	MIN	MAX
SF2(kgf)	-7787.9101	7787.8844
	[Bm:58]	[Bm:2]



Correnti laterali

▪ Sforzo di taglio T1

	MIN	MAX
SF1(kgf)	0.0000	0.0000
	[Bm.8]	[Bm.83]

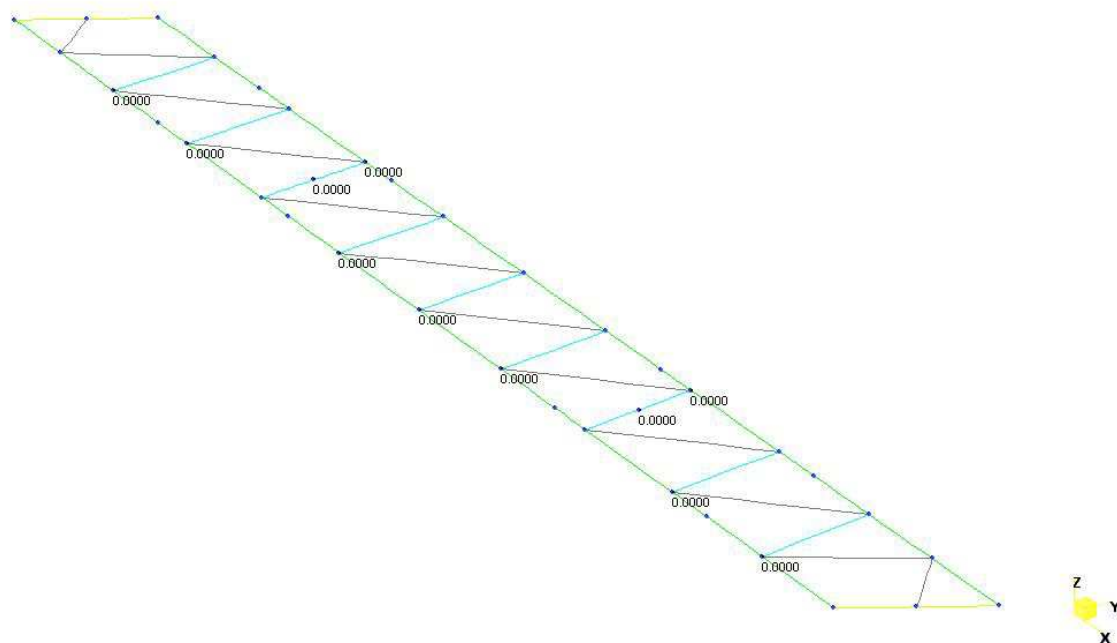


Correnti, diagonali e trasversi

2) Aste piano superiore

■ Sforzo assiale N

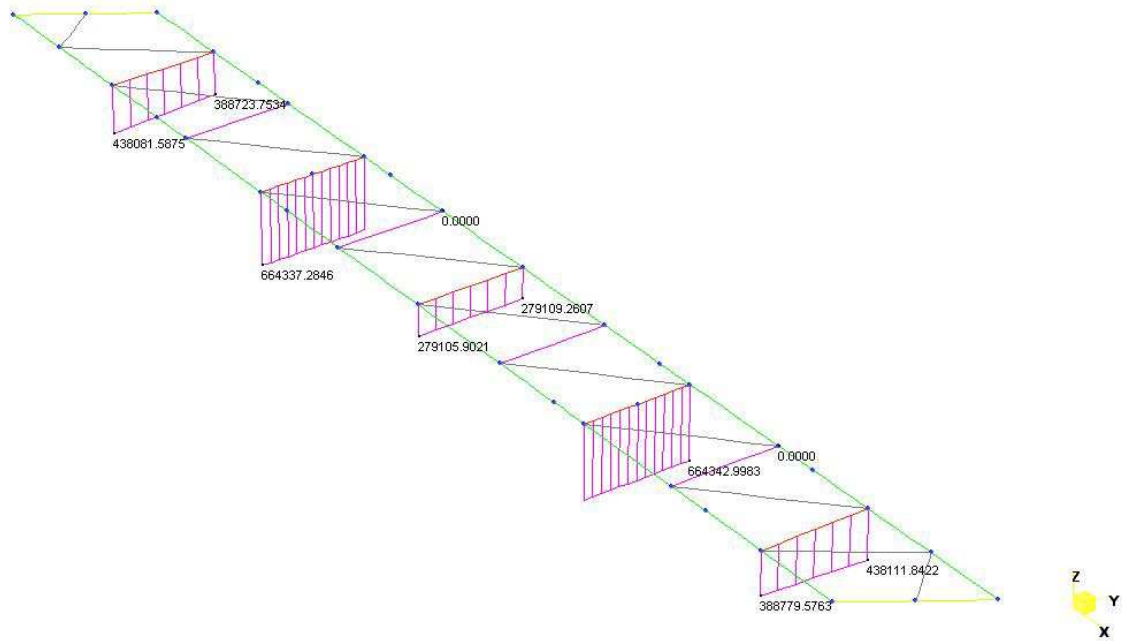
	MIN	MAX
Force(kgf)	0.0000	0.0000
	[Elm:93]	[Elm:90]



Traversi, diagonali e correnti interni

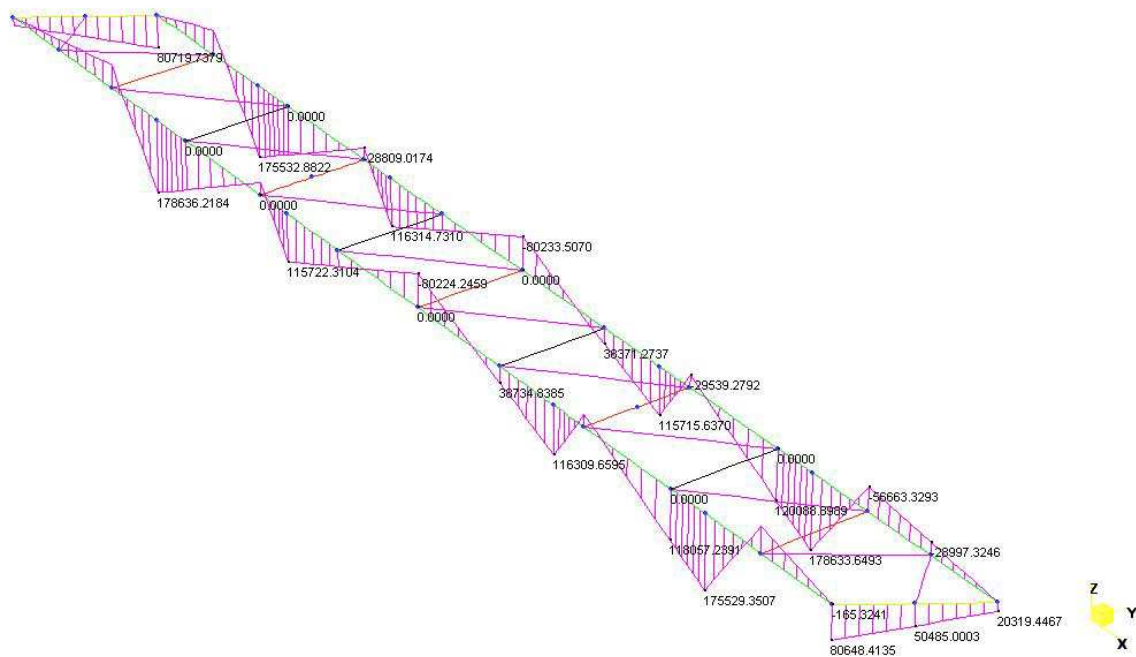
■ Momento flettente M2

	MIN	MAX
BM2(kg/cm)	0.0000	664342.9983
	[Elm.10]	[Elm.92]



Traversi

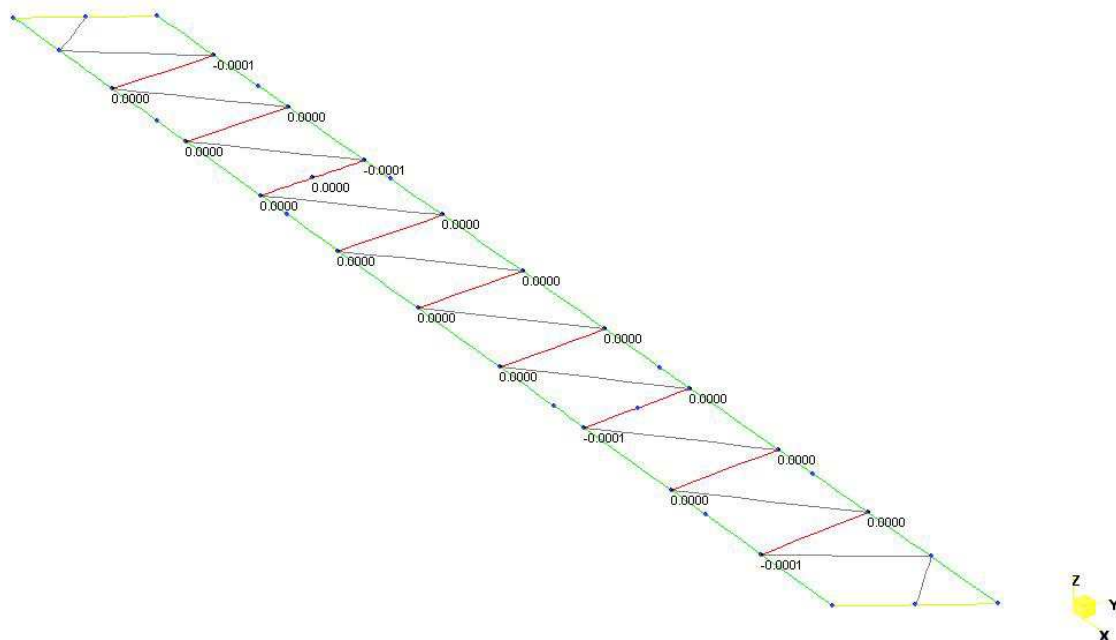
	MIN	MAX
BM2(kg/cm)	-80233.5070	178636.2184
	[Elm.48]	[Elm.35]



Diagonali e correnti interni

■ Momento flettente M1

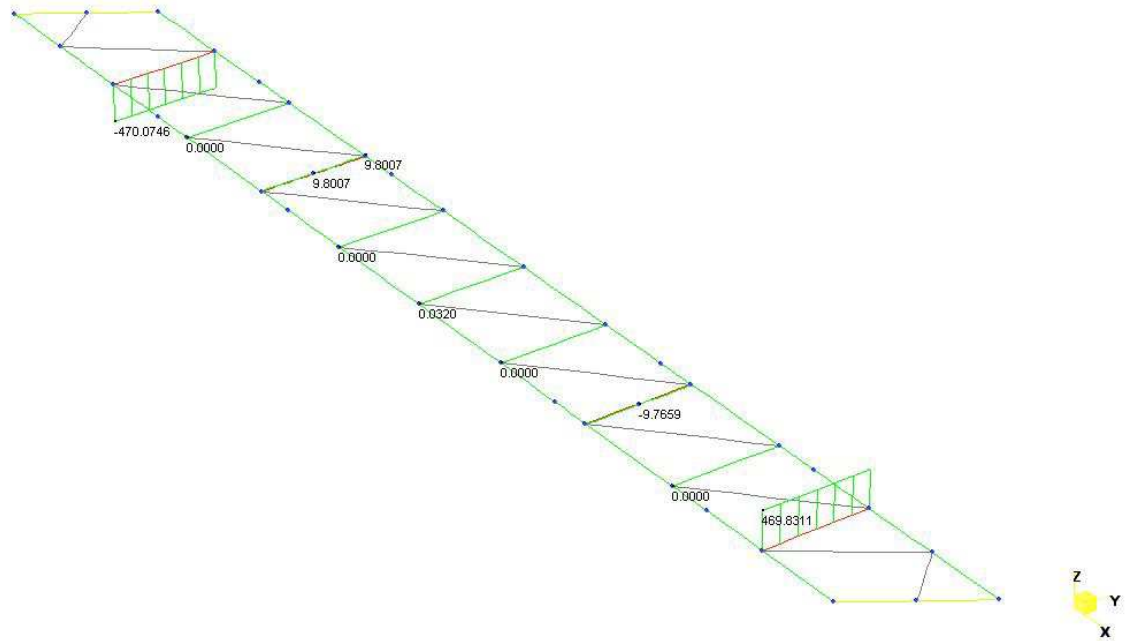
	MIN	MAX
BM1(kg/cm)	-0.0001	0.0000
	[Elm. 88]	[Elm. 90]



Traversi, diagonali e correnti interni

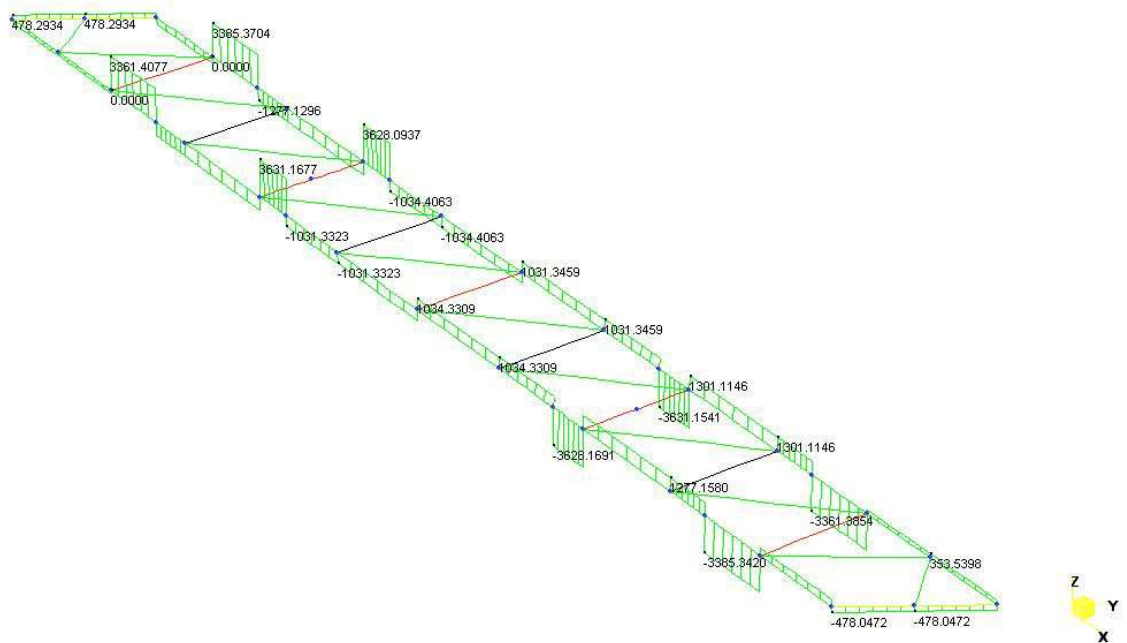
■ Sforzo di taglio T2

	MIN	MAX
SF2(kgf)	-470.0746	469.8311
	[Bm.82]	[Bm.88]



Traversi

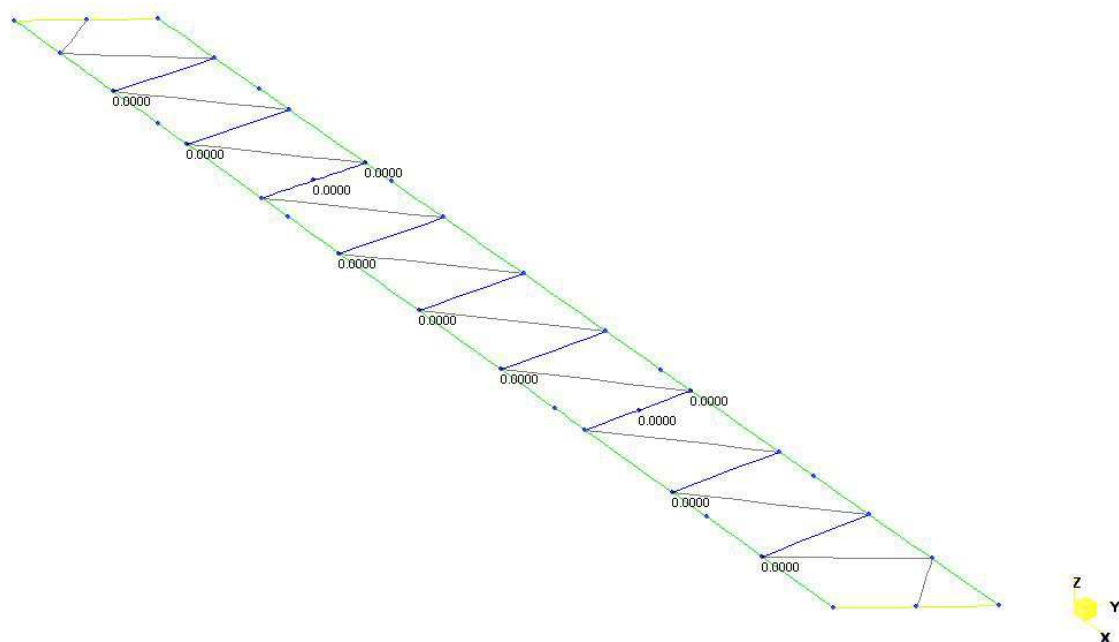
	MIN	MAX
SF2(kgf)	-3631.1541	3631.1677
	[Bm.69]	[Bm.37]



Diagonali e correnti interni

■ Sforzo di taglio T1

	MIN	MAX
SF1(kgf)	0.0000	0.0000
	[Elm:93]	[Elm:90]



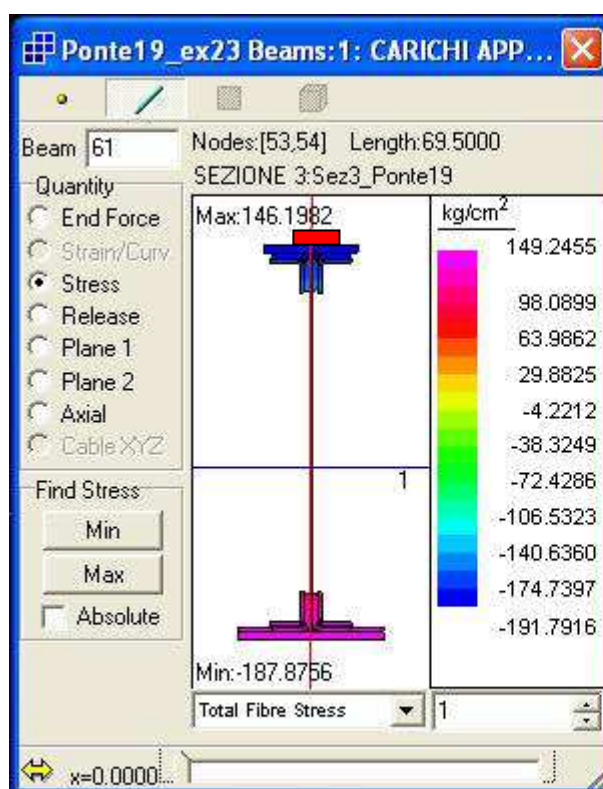
Traversi, diagonali e correnti interni

Tensioni teoriche sugli elementi indagati

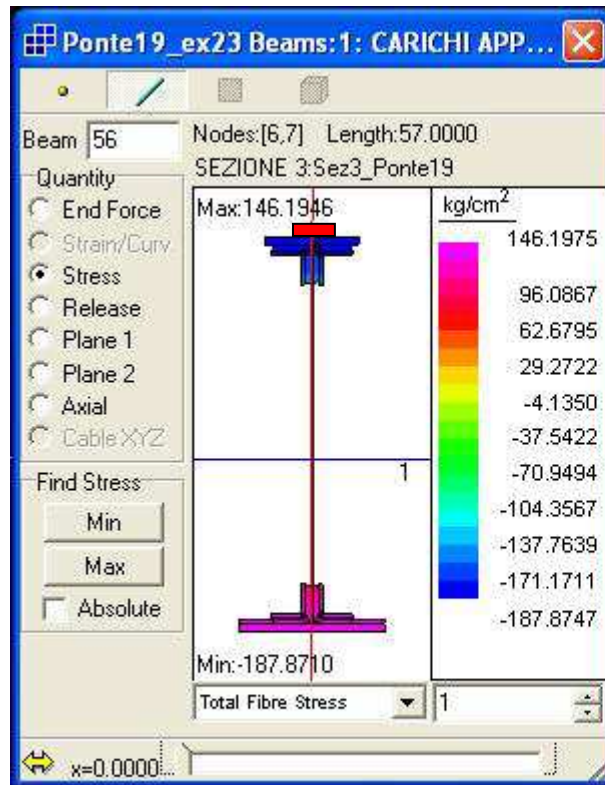
CALCOLO DELLE TENSIONI MASSIME TEORICHE

		Valori Teorici	n° asta
S2 – Senza peso proprio della struttura	[daN/cm ²]	-187	61
S3 – Senza peso proprio della struttura	[daN/cm ²]	-187	56
S4 – Senza peso proprio della struttura	[daN/cm ²]	41	38
S5 – Senza peso proprio della struttura	[daN/cm ²]	-173	86
S2 – Con peso proprio della struttura	[daN/cm ²]	-289	61
S3 – Con peso proprio della struttura	[daN/cm ²]	-285	56
S4 – Con peso proprio della struttura	[daN/cm ²]	11	38
S5 – Con peso proprio della struttura	[daN/cm ²]	-196	86

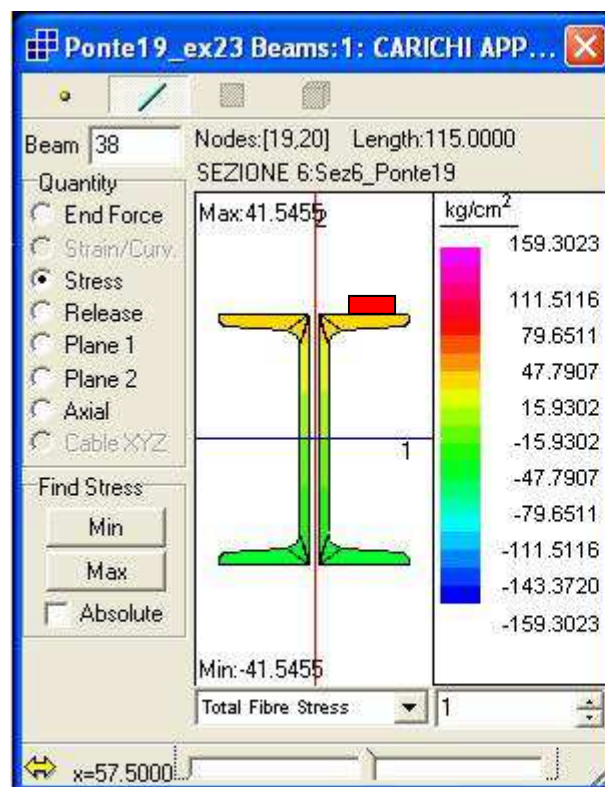
■ : Strain gauges



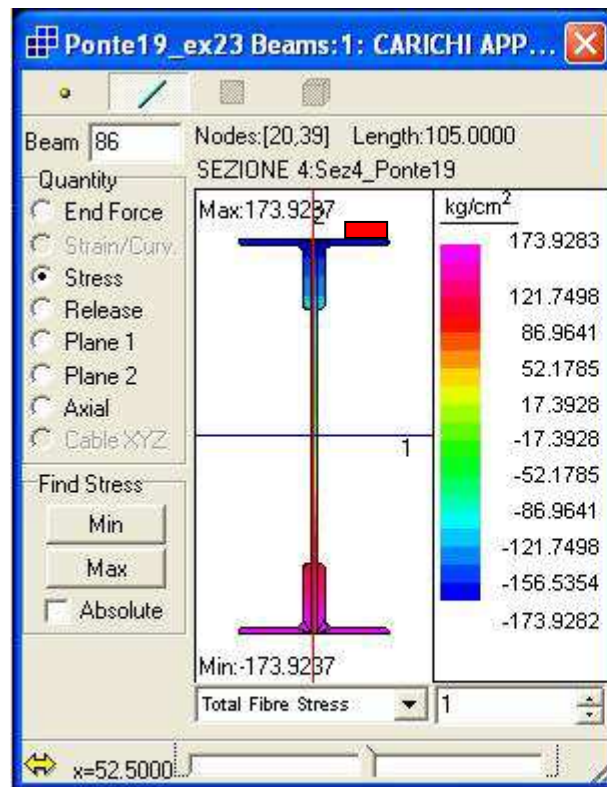
Tensione teorica asta 61 senza peso proprio della struttura (strain gauge S2)



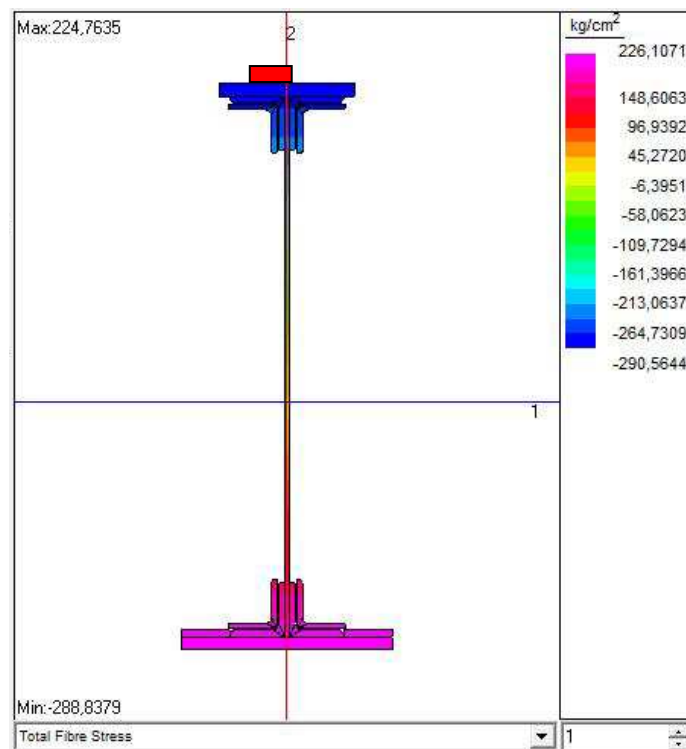
Tensione teorica asta 56 senza peso proprio della struttura (strain gauge S3)



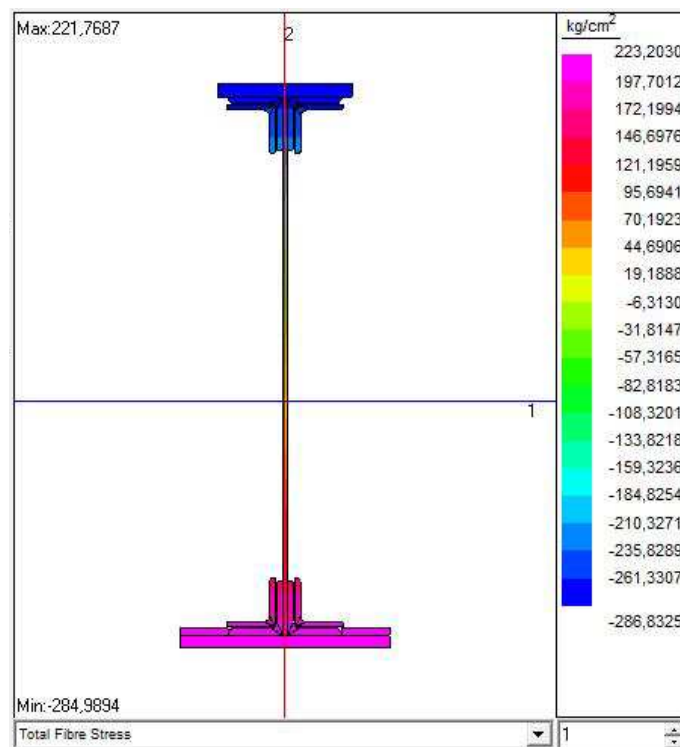
Tensione teorica asta 38 senza peso proprio della struttura (strain gauge S4)



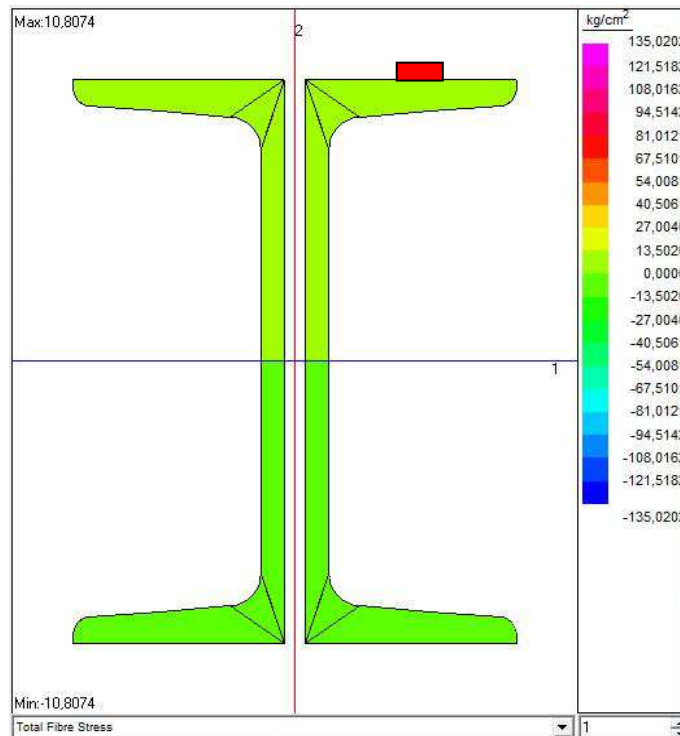
Tensione teorica asta 86 senza peso proprio della struttura (strain gauge S5)



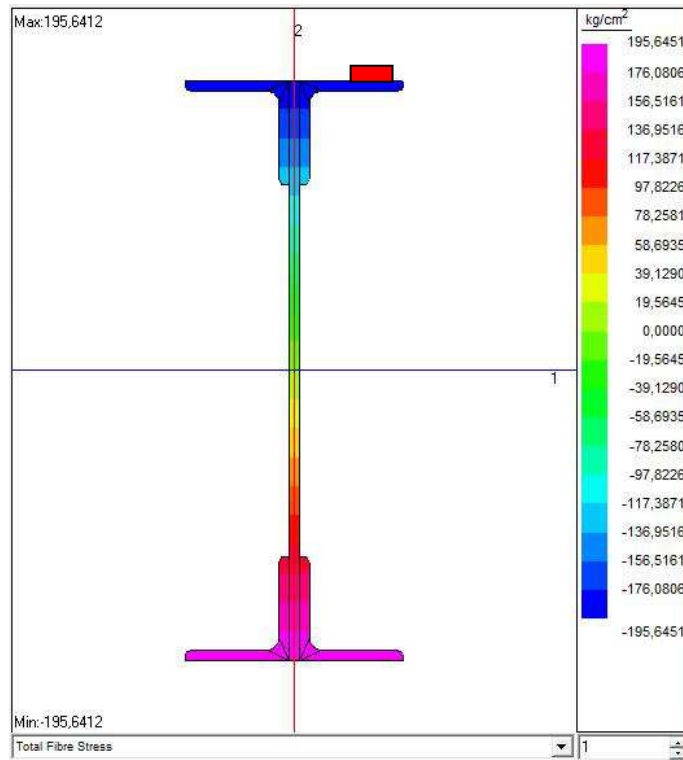
Tensione teorica asta 61 con peso proprio della struttura (strain gauge S2)



Tensione teorica asta 56 con peso proprio della struttura (strain gauge S3)



Tensione teorica asta 38 con peso proprio della struttura (strain gauge S4)



Tensione teorica asta 86 con peso proprio della struttura (strain gauge S5)

ALLEGATO A – VERIFICHE DI TARATURA

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio**PERUGIA** Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF103/160919 del 19/09/2016**Pag. 1 di 1****DATI STRUMENTO DA TARARE**

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F103
Corsa: 25 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A209
Rapporto di taratura: Certificato n. C1830/15 del 08/04/2015 - Centro LAT N° 142

Tipo: Calibratore multifunzionale FLUKE mod. 725 matr. 8897179
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: Certificato n. LAT 239 033/2014 del 17/11/2014 - Centro LAT n°239

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 19/09/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,18
6,250	6,249	-0,02
12,500	12,500	0,00
18,750	18,749	-0,01
25,000	24,974	-0,10

Lo Sperimentatore

Dott. Ing. Riccardo Buratta

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

**PERUGIA**

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146

E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066

E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio**PERUGIA** Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI**VERIFICA DI TARATURA****RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF104/160919 del 19/09/2016****Pag. 1 di 1****DATI STRUMENTO DA TARARE**

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F104
Corsa: 25 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A209
Rapporto di taratura: Certificato n. C1830/15 del 08/04/2015 - Centro LAT N° 142

Tipo: Calibratore multifunzionale FLUKE mod. 725 matr. 8897179
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: Certificato n. LAT 239 033/2014 del 17/11/2014 - Centro LAT n°239

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 19/09/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,53
6,250	6,248	-0,02
12,500	12,512	0,10
18,750	18,748	-0,01
25,000	25,002	0,01

Lo Sperimentatore
Dott. Ing. Riccardo Buratta

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Roberto Calzoni

**PERUGIA**

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146

E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066

E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio**PERUGIA** Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF105/160919 del 19/09/2016

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F105
Corsa: 25 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A209
Rapporto di taratura: Certificato n. C1830/15 del 08/04/2015 - Centro LAT N° 142

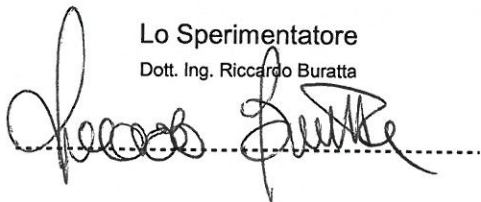
Tipo: Calibratore multifunzionale FLUKE mod. 725 matr. 8897179
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: Certificato n. LAT 239 033/2014 del 17/11/2014 - Centro LAT n°239

RISULTATI DELLA TARATURA

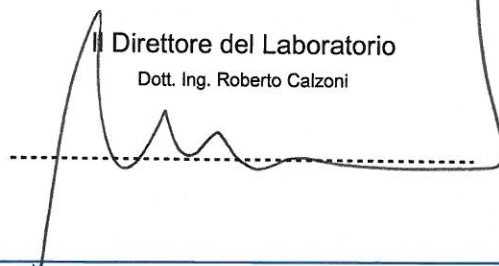
Data prova: 19/09/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,38
6,250	6,249	-0,02
12,500	12,514	0,11
18,750	18,753	0,01
25,000	25,007	0,03

Lo Sperimentatore
Dott. Ing. Riccardo Buratta



Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Roberto Calzoni

**PERUGIA**

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146

E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066

E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio

PERUGIA Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF106/160919 del 19/09/2016

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare

Codice: PE F106

Corsa: 25 mm

Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli

Codice: LAB A209

Rapporto di taratura: Certificato n. C1830/15 del 08/04/2015 - Centro LAT N° 142

Tipo: Calibratore multifunzionale FLUKE mod. 725 matr. 8897179

Codice: PE F354

Rapporto di taratura: Certificato n. LAT 239 033/2014 del 17/11/2014 - Centro LAT n°239

RISULTATI DELLA TARATURA

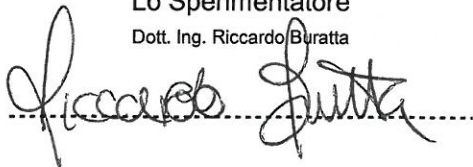
Data prova: 19/09/2016

Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,03
6,250	6,251	0,02
12,500	12,503	0,03
18,750	18,752	0,01
25,000	25,008	0,03

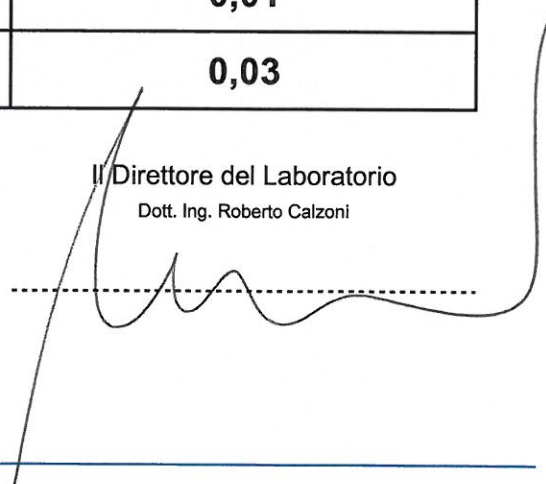
Lo Sperimentatore

Dott. Ing. Riccardo Buratta



Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni



PERUGIA

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146

E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066

E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio**PERUGIA** Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF107/160411 del 11/04/2016**Pag. 1 di 1****DATI STRUMENTO DA TARARE**

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F107
Corsa: 50 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A209
Rapporto di taratura: Certificato n. C1830/15 del 08/04/2015 - Centro LAT N° 142

Tipo: Calibratore multifunzionale FLUKE mod. 725 matr. 8897179
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: Certificato n. LAT 239 033/2014 del 17/11/2014 - Centro LAT n°239

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 11/04/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,17
2,500	2,482	-0,73
5,000	4,973	-0,54
7,500	7,474	-0,34
10,000	9,976	-0,24

Lo Sperimentatore

P.I. Mauro Nataletti

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

**PERUGIA**

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146

E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066

E-mail: verona@sgmlaboratorio.com

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio**PERUGIA** Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi
- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

**LABORATORIO MATERIALI
VERIFICA DI TARATURA****RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF109/160411 del 11/04/2016****Pag. 1 di 1****DATI STRUMENTO DA TARARE**

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F109
Corsa: 50 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A209
Rapporto di taratura: Certificato n. C1830/15 del 08/04/2015 - Centro LAT N° 142

Tipo: Calibratore multifunzionale FLUKE mod. 725 matr. 8897179
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: Certificato n. LAT 239 033/2014 del 17/11/2014 - Centro LAT n°239

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 11/04/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,67
12,500	12,554	0,43
25,000	25,047	0,19
37,500	37,575	0,20
50,000	50,038	0,08

Lo Sperimentatore
P.I. Mauro Nataletti

Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Roberto Calzoni

**PERUGIA**

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio

PERUGIA Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi
- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI

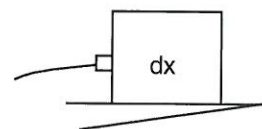
VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF153/1604116 del 11/04/2016

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Inclinometro monoassiale
Codice: PE F153
Campo: +/- 25"
Senso di utilizzo: dx
Codice acquirente: PE F323
Canale acquirente: 7 - sette
Istruzione operativa di taratura: IOP 49



DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO

Tipo: Inclinometro monoassiale
Codice: PE F150
Campo: +/- 25"
Senso di utilizzo: dx
Codice acquirente: PE F55
Canale acquirente: 4 - quattro
Istruzione operativa di taratura: IOP 34

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 11/04/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento gradi*10 ⁻³	Valore indicato gradi*10 ⁻³	Errore gradi*10 ⁻³
-1999,1	-2000,0	-0,9
-1498,1	-1498,4	-0,3
-1001,1	-1001,4	-0,3
-500,4	-495,1	5,3
0,0	0,0	0,0
500,3	500,9	0,6
1001,1	1001,8	0,7
1500,4	1501,0	0,6
2001,3	2004,5	3,2

Lo Sperimentatore

P.I.M. Cristiano Antognelli

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni



PERUGIA

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio

PERUGIA Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI

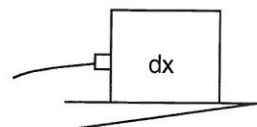
VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF154/1604116 del 11/04/2016

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Inclinometro monoassiale
Codice: PE F154
Campo: +/- 25"
Senso di utilizzo: dx
Codice acquirente: PE F323
Canale acquirente: 7 - sette
Istruzione operativa di taratura: IOP 49



DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO

Tipo: Inclinometro monoassiale
Codice: PE F150
Campo: +/- 25"
Senso di utilizzo: dx
Codice acquirente: PE F55
Canale acquirente: 4 - quattro
Istruzione operativa di taratura: IOP 34

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 11/04/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento gradi*10 ⁻³	Valore indicato gradi*10 ⁻³	Errore gradi*10 ⁻³
-2000,9	-2006,1	-5,2
-1501,0	-1504,3	-3,3
-1000,1	-1000,9	-0,8
-500,7	-500,1	0,6
0,0	0,0	0,0
501,6	502,4	0,8
1001,6	1002,4	0,8
1500,7	1501,8	1,1
2001,0	2001,9	0,9

Lo Sperimentatore
P.I.M. Cristiano Antognelli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Roberto Calzoni



PERUGIA

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio**PERUGIA** Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

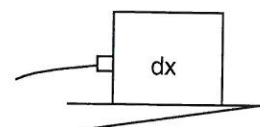
- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI
VERIFICA DI TARATURA**RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF155/160411 del 11/04/2016****Pag. 1 di 1****DATI STRUMENTO DA TARARE**

Tipo: Inclinometro monoassiale
 Codice: PE F155
 Campo: +/- 25"
 Senso di utilizzo: dx
 Codice acquirettore: PE F323
 Canale acquirettore: 9 - nove
 Istruzione operativa di taratura: IOP 49

**DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO**

Tipo: Inclinometro monoassiale
 Codice: PE F150
 Campo: +/- 25"
 Senso di utilizzo: dx
 Codice acquirettore: PE F55
 Canale acquirettore: 4 - quattro
 Istruzione operativa di taratura: IOP 34

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 11/04/2016
 Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento gradi*10 ⁻³	Valore indicato gradi*10 ⁻³	Errore gradi*10 ⁻³
-2001,0	-2002,2	-1,2
-1499,0	-1495,6	3,4
-998,6	-999,2	-0,6
-499,2	-495,5	3,7
0,0	0,0	0,0
504,4	509,3	4,9
1002,3	1006,4	4,1
1501,6	1506,3	4,7
2002,0	2001,8	-0,2

Lo Sperimentatore

P.L.M. Cristiano Antognelli

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio**PERUGIA** Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi

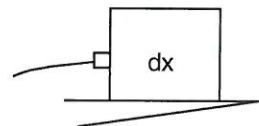
- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

**LABORATORIO MATERIALI
VERIFICA DI TARATURA****RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF156/160411 del 11/04/2016****Pag. 1 di 1****DATI STRUMENTO DA TARARE**

Tipo: Inclinometro monoassiale
 Codice: PE F156
 Campo: +/- 25"
 Senso di utilizzo: dx
 Codice acquirettore: PE F323
 Canale acquirettore: 10 - dieci
 Istruzione operativa di taratura: IOP 49

**DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO**

Tipo: Inclinometro monoassiale
 Codice: PE F150
 Campo: +/- 25"
 Senso di utilizzo: dx
 Codice acquirettore: PE F55
 Canale acquirettore: 4 - quattro
 Istruzione operativa di taratura: IOP 34

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 11/04/2016
 Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento gradi*10 ⁻³	Valore indicato gradi*10 ⁻³	Errore gradi*10 ⁻³
-2002,1	-2004,5	-2,4
-1500,4	-1501,6	-1,2
-1000,1	-1001,3	-1,2
-500,1	-501,6	-1,5
0,0	0,0	0,0
500,4	501,2	0,8
1001,3	1002,0	0,7
1501,0	1504,3	3,3
2003,1	2005,6	2,5

Lo Sperimentatore
 P.I.M. Cristiano Antognelli

Il Direttore del Laboratorio
 Dott. Ing. Roberto Calzoni

**PERUGIA**

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146
 E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066
 E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio

PERUGIA Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi
- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI

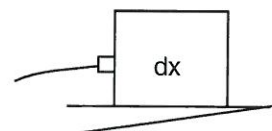
VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF157/160411 del 11/04/2016

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Inclinometro monoassiale
Codice: PE F157
Campo: +/- 25"
Senso di utilizzo: dx
Codice acquirettore: PE F323
Canale acquirettore: 11 - undici
Istruzione operativa di taratura: IOP 49



DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO

Tipo: Inclinometro monoassiale
Codice: PE F150
Campo: +/- 25"
Senso di utilizzo: dx
Codice acquirettore: PE F55
Canale acquirettore: 4 - quattro
Istruzione operativa di taratura: IOP 34

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 11/04/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento gradi*10 ⁻³	Valore indicato gradi*10 ⁻³	Errore gradi*10 ⁻³
-2001,0	-2002,9	-1,9
-1501,5	-1504,6	-3,1
-1003,6	-1007,6	-4,0
-499,5	-504,6	-5,1
0,0	0,0	0,0
500,4	501,6	1,2
1003,2	1001,7	-1,5
1500,9	1501,6	0,7
2000,9	2001,9	1,0

Lo Sperimentatore

R.I.M. Cristiano Antognelli

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni



PERUGIA

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio

PERUGIA Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (art. 59 del D.P.R. 380/2001) settori:

- Materiali da costruzione - Settore A - (Legge n. 1086/71) Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi
- Terreni - Settore A - Decreto n. 54349 del 16/02/2006 e successivi

PERUGIA - VERONA Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova settore:

- Prodotti da costruzione ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 - Notifica n. 1676

LABORATORIO MATERIALI

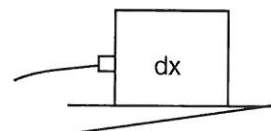
VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF158/160411 del 11/04/2016

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Inclinometro monoassiale
Codice: PE F158
Campo: +/- 25"
Senso di utilizzo: dx
Codice acquirettore: PE F323
Canale acquirettore: 11 - undici
Istruzione operativa di taratura: IOP 49



DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO

Tipo: Inclinometro monoassiale
Codice: PE F150
Campo: +/- 25"
Senso di utilizzo: dx
Codice acquirettore: PE F55
Canale acquirettore: 4 - quattro
Istruzione operativa di taratura: IOP 34

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 11/04/2016
Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento gradi*10 ⁻³	Valore indicato gradi*10 ⁻³	Errore gradi*10 ⁻³
-2003,4	-2002,1	1,3
-1501,6	-1502,8	-1,2
-1001,5	-1000,2	1,3
-501,4	-503,1	-1,7
0,0	0,0	0,0
500,0	501,4	1,4
1000,9	1001,6	0,7
1501,7	1500,9	-0,8
2001,6	2003,4	1,8

Lo Sperimentatore
P.I.M. Cristiano Antognelli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Roberto Calzon



PERUGIA

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia - Tel. +39 075 5170556-5179254 - Fax +39 075 5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - PEC: sgmlaboratorio@pec.it - Web Site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Via Caboto, 25 - 37036 San Martino Buon Albergo - Verona - Tel. +39 045 8250321 - Fax +39 045 8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



ALLEGATO B – RELAZIONE TECNICO-DIAGNOSTICA

B.1. DESCRIZIONE DELL'IMPALCATO

Il ponte a via inferiore ha una luce $L=11.70$ m. La struttura è costituita da due travi principali a doppio "T" realizzata con angolari e piattabande, da travi secondarie ortogonali alle travi principali ed infine da travi portabinari. La controventatura orizzontale è presente solo nella parte inferiore della trave a doppio "T". Gli appoggi sono costituiti da una cerniera fissa e da un carrello a rullo monodirezionale. Le spalle sono realizzate in muratura di blocchi squadrate di pietra naturale.

B.2. INDAGINI EFFETTUATE

Sono state eseguite le seguenti indagini:

TIPO D'INDAGINE	Rif. Capitolato
<i>Controllo a campione del rilievo geometrico</i>	D.09
<i>Esame visivo e dimensionale</i>	D.09
<i>Indagini videoscopiche</i>	D.10
<i>Prova di carico statico e passaggio in velocità</i>	D.11-D.12-D.13-D.16
<i>Caratterizzazione dinamica dell'impalcato</i>	D.19
<i>Indagini magnetoscopiche</i>	D.14
<i>Indagini ultrasonore</i>	D.15
<i>Modellazione numerica agli elementi finiti</i>	D.20

E' stato inoltre realizzato un apposito modello numerico, mediante codice di calcolo ad elementi finiti calibrato sulla base dei risultati delle indagini sperimentali condotte nelle varie campagne di indagine eseguite nel tempo, che ha permesso una verifica complessiva del comportamento del ponte nel suo insieme.

B.3. RISULTATI DELLE INDAGINI

ESAME VISIVO E DIMENSIONALE

Dalla valutazione visiva preliminare, risulta che tutta la struttura presenta ossidazione diffusa, in alcune zone anche corrosiva.

L'impalcato risulta in pessime condizioni di verniciatura. Le pareti delle travi portanti principali sono attaccate dall'ossido, per zone estese, in maniera importante sia all'interno che all'esterno. Le passerelle, le travi longitudinali e trasversali, sia quelle portanti che quelle sotto rotaia e i diagonali, sono ossidati. Manca un diagonale di controventatura in mezzeria. Una trave principale risulta piegata e deformata in più punti insieme alla trave trasversale intermedia. Tutti gli appoggi sono ossidati in maniera importante.

INDAGINI ENDOSCOPICHE

Le indagini endoscopiche hanno consentito di verificare la tipologia muraria delle spalle e il loro stato di conservazione.

La muratura costituente le spalle è in pietra naturale piena per tutto lo spessore (con diconnessioni e cavità di lieve entità) e risulta in buono stato di conservazione.

PROVA DI CARICO STATICO E PASSAGGIO IN VELOCITÀ

La rispondenza della struttura nel suo complesso alle prove di carico statiche e dinamiche (passaggio in velocità) ha fornito parametri e fattori caratteristici contenuti ampiamente nei limiti di comportamento previsto per strutture in acciaio aventi caratteristiche analoghe.

I valori delle deformazioni e degli stati tensionali hanno fornito valori tali da far definire il campo di comportamento elastico dell'impalcato.

La misurazione degli abbassamenti e spostamenti degli appoggi ha fornito valori modesti e comunque compatibili con la struttura in esame e con la tipologia degli apparecchi stessi.

CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DELL'IMPALCATO

L'analisi dinamica è stata condotta con la finalità di determinare le frequenze di vibrazione di elementi strutturali del ponte sotto un impulso noto ed impulsi ambientali, confrontate con i modi propri individuati dalla modellazione numerica.

Si riportano le tabelle relative al confronto tra frequenze sperimentali rilevate durante le prove dinamiche eseguite e teoriche ricavate dal modello dinamico:

		Asse massa	Valori teorici
I Modo di vibrare	[Hz]	Z	11,98
II Modo di vibrare	[Hz]	Z	13,22
III Modo di vibrare	[Hz]	N	16,89
IV Modo di vibrare	[Hz]	O	33,56

		Asse	1	2	3	4
Modo di vibrare	[Hz]	Z	9,87	13,19	14,76	21,01
Modo di vibrare	[Hz]	N	9,87	13,19	14,76	21,01
Modo di vibrare	[Hz]	O	10,16	12,51	15,37	21,11

INDAGINI MAGNETOSCOPICHE E ULTRASONORE

Le indagini magnetoscopiche non hanno messo in evidenza presenza di difetti come cricche o strappi per fenomeni di fatica e comunque pregiudicanti l'integrità dell'impalcato, quelle ultrasoniche eseguite su elementi del carrello di appoggio e sulle chiodature hanno confermato la sostanziale integrità e buona qualità dell'acciaio.

B.4. GIUDIZIO COMPLESSIVO DELLA STABILITA' DELL'OPERA ED EVENTUALI INTERVENTI

Il comportamento complessivo del ponte nel corso delle prove di carico, in termini di abbassamenti, di tensioni e di frequenze di oscillazione è risultato positivo e congruente con i modelli matematici, così da poter ritenere che esso possa adeguatamente sopportare i carichi ordinari di esercizio, consentendo di escludere la presenza di anomalie e difetti strutturali significativi per il comportamento strutturale dell'opera.

Affinché permangano le caratteristiche di portata indicate, è necessario prevedere interventi di manutenzione ordinaria, quali eliminazione della corrosione con ciclo di verniciatura protettiva, onde evitare un aumento dello stato di degrado superficiale delle strutture in acciaio. Per quella straordinaria si rende indispensabile provvedere al ripristino del diagonale di controventatura mancante in mezzzeria, prevedere interventi di sistemazione di una trave principale piegata e deformata in più punti insieme alla trave trasversale intermedia e ripristinare le sezioni dei profili danneggiati dalla corrosione (delaminazione e diminuzione della sezione resistente) che potrebbe generare un decadimento delle caratteristiche di portata della struttura.