



*Centro Internazionale di Aggiornamento
Sperimentale-Scientifico*

**VERIFICA GENERALE DI UN PONTE
ESISTENTE. PROCEDURA DI INDAGINE**

Ing. Maurizio Bruson

IL PROCESSO DIAGNOSTICO

CONOSCENZA

- Censimento e Ispezione Visiva
- Valutazione dello stato di degrado

RILEVAZIONE

- Rilievo geometrico ai fini della
- Modellazione numerica teorica

DIAGNOSTICA

- Indagini sperimentali in sito e laboratorio
- Caratterizzazione dinamica
- Prova di carico ridotta

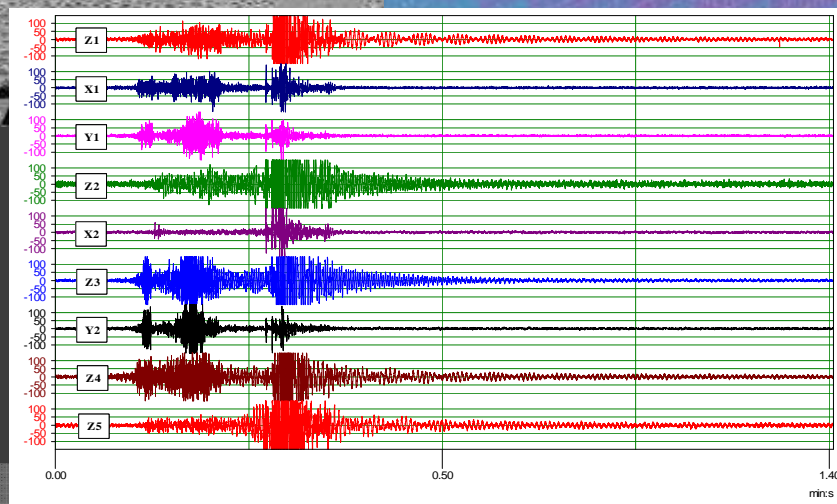
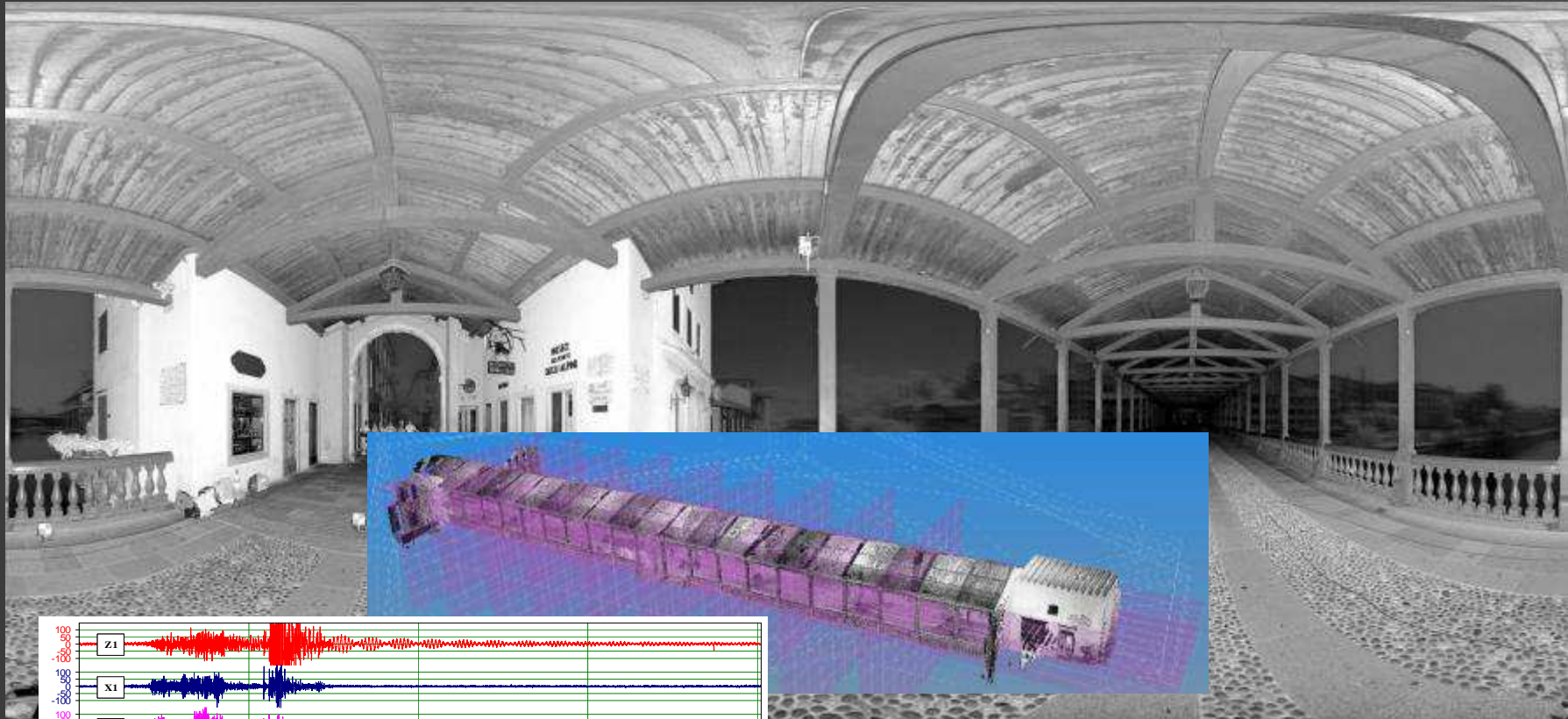
ANALISI

- Calibrazione del modello
- Inserimento carichi normativa e eccezionali
- Verifica sollecitazioni e tensioni agli SLU

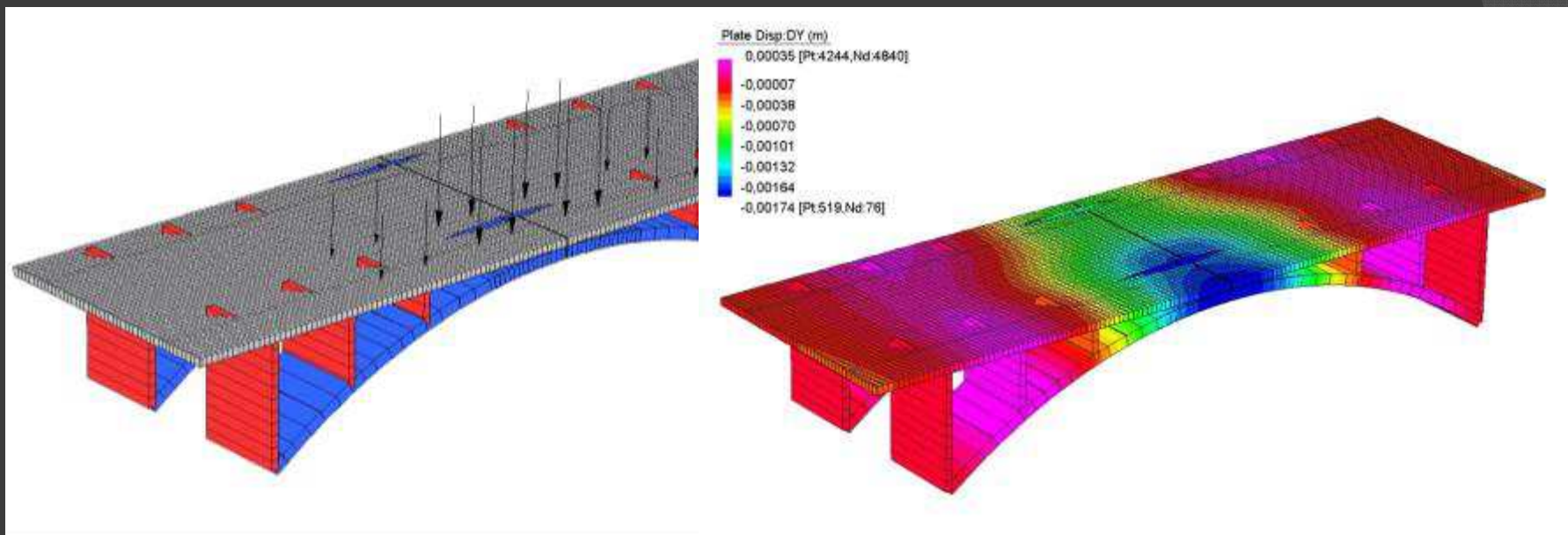
IDONEITA

- Prova di carico da normativa
- Idoneità statica
- Proposta di risanamento/rinforzo

IL PROCESSO DIAGNOSTICO



IL PROCESSO DIAGNOSTICO



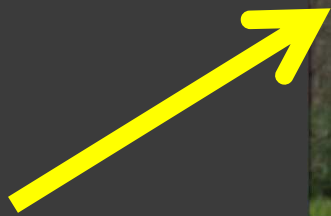
IL PROCESSO DIAGNOSTICO



IL PROCESSO DIAGNOSTICO

| | | | | | |
|-------|--|----|-------|---|----|
| 1 | PREMESSA..... | 4 | 6 | PROVE DI CARICO STATICHE DI ANALISI E DI VERIFICA..... | 40 |
| 1.1 | Descrizione della struttura..... | 5 | 6.1 | La strumentazione..... | 40 |
| 2 | RILIEVO DELLA STRUTTURA CON TECNOLOGIA LASER SCANNER..... | 6 | 6.2 | Applicazione del carico..... | 41 |
| 2.1 | Funzionamento..... | 6 | 6.3 | Prova di analisi con carichi ridotti..... | 41 |
| 2.2 | Caratteristiche tecniche..... | 6 | 6.3.1 | Risultati..... | 42 |
| 2.3 | Acquisizione..... | 6 | 6.4 | Prova di carico statica di verifica..... | 43 |
| 2.4 | Trattamento dei dati..... | 7 | 6.4.1 | Risultati..... | 45 |
| 3 | ISPEZIONE VISIVA PRIMARIA..... | 8 | 7 | SIMULAZIONE NUMERICA..... | 47 |
| 3.1 | Non Conformità..... | 8 | 7.1 | Il modello agli elementi finiti..... | 47 |
| 3.2 | Proposta di risanamento..... | 9 | 7.2 | Identificazione dinamica..... | 48 |
| 4 | INDAGINI SPERIMENTALI..... | 11 | 7.3 | Analisi dello stato di deformazione dovuto ai carichi di prova..... | 50 |
| 4.1 | Schema di disposizione delle indagini..... | 11 | 7.4 | Analisi dello stato di sollecitazione dovuto ai carichi di normativa..... | 51 |
| 4.2 | Rilievo pacometrico delle armature..... | 12 | 7.4.1 | Azioni permanenti..... | 51 |
| 4.2.1 | Risultati..... | 13 | 7.4.2 | Azioni variabili da traffico..... | 51 |
| 4.3 | Scapitozzatura e rilievo armatura..... | 15 | 7.4.3 | Azione variabile del vento..... | 52 |
| 4.4 | Misura dello spessore della soletta..... | 15 | 7.4.4 | Azione sismica..... | 52 |
| 4.5 | Prove di pull-out..... | 16 | 7.5 | Combinazioni di carico..... | 54 |
| 4.5.1 | Risultati..... | 17 | 7.6 | Risultati e verifiche – SLU Combinazione fondamentale..... | 55 |
| 4.6 | Carotaggi..... | 24 | 7.6.1 | Archi..... | 55 |
| 4.6.1 | Prove di laboratorio sulle carote di calcestruzzo..... | 25 | 7.6.2 | Piedritti..... | 58 |
| 4.7 | Determinazione della profondità di carbonatazione del cls..... | 29 | 7.6.3 | Travi..... | 60 |
| 4.7.1 | Risultati..... | 30 | 7.7 | Risultati e verifiche – SLU Combinazione sismica..... | 61 |
| 4.8 | Tabella riassuntiva dei risultati ottenuti..... | 32 | 7.7.1 | Archi..... | 63 |
| 5 | CARATTERIZZAZIONE DINAMICA..... | 33 | 7.7.2 | Piedritti..... | 65 |
| 5.1 | Strumentazione impiegata..... | 33 | 8 | CONSIDERAZIONI FINALI..... | 67 |
| 5.2 | Posizione degli strumenti..... | 34 | | DICHIARAZIONE DI IDONEITÀ STATICA..... | 70 |
| 5.3 | Acquisizione dei dati..... | 35 | | ALLEGATI | |
| 5.4 | Modalità di elaborazione..... | 35 | | Dichiarazione di idoneità statica | |
| 5.5 | Applicazione degli impulsi..... | 35 | | Certificato di Laboratorio Prove Materiali | |
| 5.6 | Elaborazione dei dati..... | 35 | | | |

Esempio pratico



1.1 Descrizione della struttura

Il ponte di accesso al piazzale Pian delle

Ere è caratterizzato da una campata ad arco ribassato in calcestruzzo armato.

Le spalle sono anch'esse in calcestruzzo armato.

La strada, a una corsia, presenta una pavimentazione costituita da massciata di pietrisco stabilizzato ed è protetta su entrambi i lati da ringhiere in acciaio con rete metallica.



Prospetto

Le principali caratteristiche della struttura sono:

- luce arco: **25,0 m;**
- larghezza utile: **3,6 m;**
- larghezza impalcato: **4,0 m.**



Vista frontale



Intradosso

1.2 Rilievo della struttura con tecnologia laserscanner

Il rilievo della struttura è stato effettuato utilizzando un laser scanner 3D FARO LS880. Scopo del rilievo laser scanner è quello di ricostruire le caratteristiche geometriche del ponte in oggetto.

1.2.1 Funzionamento

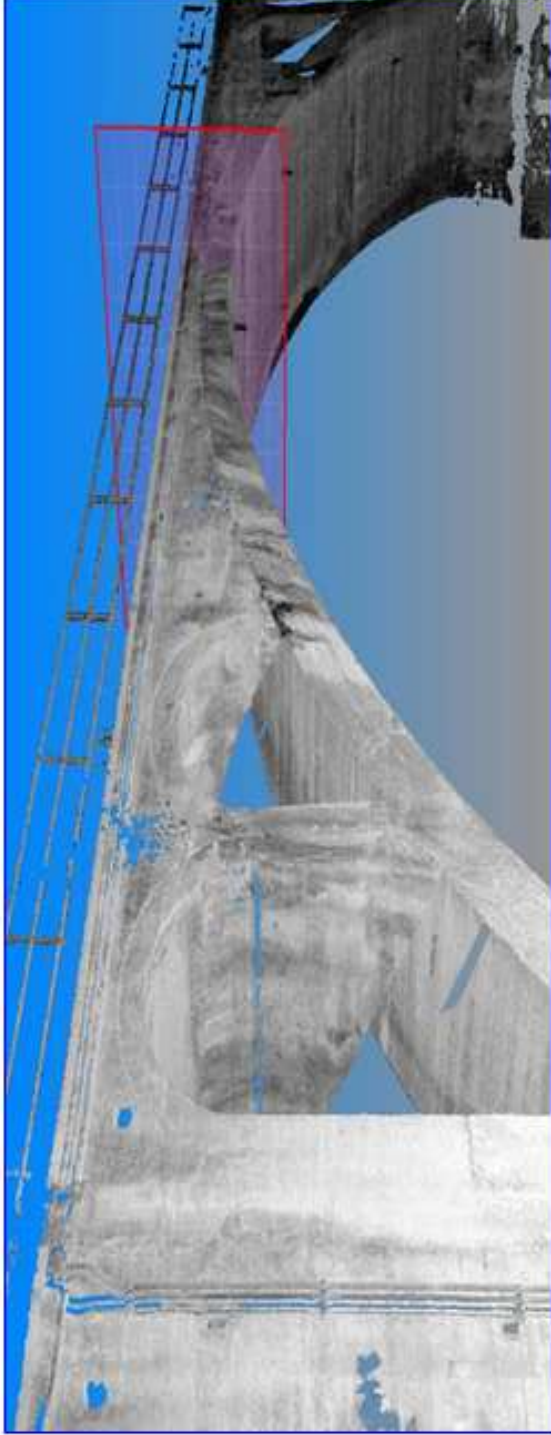
Il laser scanner è un dispositivo ottico - meccanico capace di emettere un impulso elettromagnetico e di ricevere il segnale riflesso, misurando l'intervallo di tempo trascorso e quindi la distanza tra lo strumento ed il punto rilevato. Il raggio laser viene deflesso mediante un meccanismo di specchi rotanti ed oscillanti che con il variare dell'angolo azimutale e zenitale, illumina il terreno in punti contigui. Questo sistema opera misurando migliaia di punti al secondo e formando delle "nuvole di punti". Per ogni misurazione (x,y,z), il sistema fornisce l'intensità del segnale di ritorno descrivendo la superficie dell'oggetto scansionato.

La precisione dello strumento varia al variare della distanza e dell'angolo di incidenza del raggio ed è data dalla combinazione di tutti gli errori insiti nel sistema. Tanto più accurata deve essere la scansione, tanti più punti ravvicinati saranno posti a scansione.

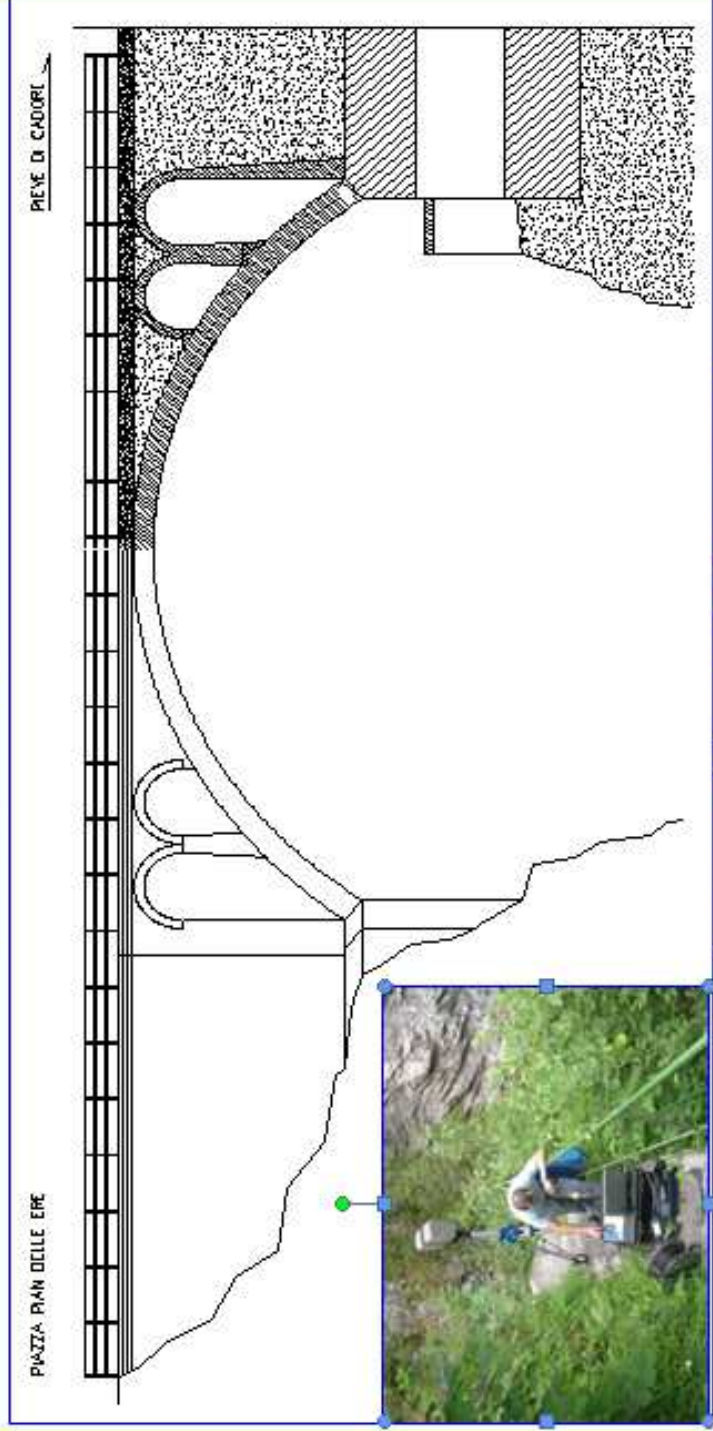
1.2.2 Caratteristiche tecniche

- Distanza: 0,6 m - 76 m
- Risoluzione: 0,6 mm - 17 Bit distanza
- Velocità di misura: 120.000 punti/secondi
- Errore di distanza lineare: ± 3 mm a 25 m
- Campo visivo verticale: 320°
- Campo visivo orizzontale: 360°
- Risoluzione verticale: 0.009°
- Risoluzione orizzontale: 0.00076°
- Risoluzione angolare: $\pm 0.009^\circ$
- Durata della scansione: 2 milioni di punti in 20 secondi





Visualizzazione tridimensionale



Visualizzazione elaborato CAD - prospetto

2 ISPEZIONE VISIVA PRIMARIA

L'Ispezione Visiva è stata condotta seguendo le specifiche e le schede del *Manuale per la Valutazione dello stato dei Ponti* – Edizione CIAS di cui si riporta uno stralcio.

| Scheda Ispezione Ponti | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|------|
| 2 Spalle | | Località: | | N° | | Posizione | | Nome amministrazione | | | |
| Struttura | | km | | km | | km | | Materiale: muratura | | | |
| | | | | | | | | data | | | |
| | | | | | | | | LOGO | | | |
| N° | Descrizione difetto | $\frac{G}{S}$ | G | Estensione K_1 | | | Intensità K_2 | | | N° Foto | Note |
| | | | | 0.2 | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.5 | 1 | | |
| 2.1) | Fessure orizzontali | <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.2) | Fessure verticali | <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.3) | Fessure diagonali | <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.5) | Macchie di umidità di risalita | <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.6) | Macchie da dilavamento | <input type="checkbox"/> | 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.7) | Porzione di muratura mancante | <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.8) | Riprese successive deteriorate | <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.9) | Macchie di colore scuro | <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.10) | Efflorescenze | <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.11) | Patina biologica | <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.12) | Polverizzazione | <input type="checkbox"/> | 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 2.13) | Esfoliazione | <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.1) | Fuori piombo | <input type="checkbox"/> | 5 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.2) | Scalzamento | <input type="checkbox"/> | 5 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.3) | Dilavamento del rilevato | <input type="checkbox"/> | 1 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.4) | Dissesto del rilevato | <input type="checkbox"/> | 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.5) | Difetti d'appoggio in neoprene | <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.6) | Difetti pendoli | <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.7) | Difetti carrelli | <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| 5.8) | Difetti d'appoggio composti | <input type="checkbox"/> | 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |

Si definisce *Difettosità Relativa*, D_R , il valore finale della valutazione fatta per singoli elementi strutturali e rappresenta l'indice dello stato di degrado.

$$D_R = \Sigma(G \cdot K_1 \cdot K_2)$$

3 INDAGINI SPERIMENTALI

3.1 Rilievo pacometrico delle armature

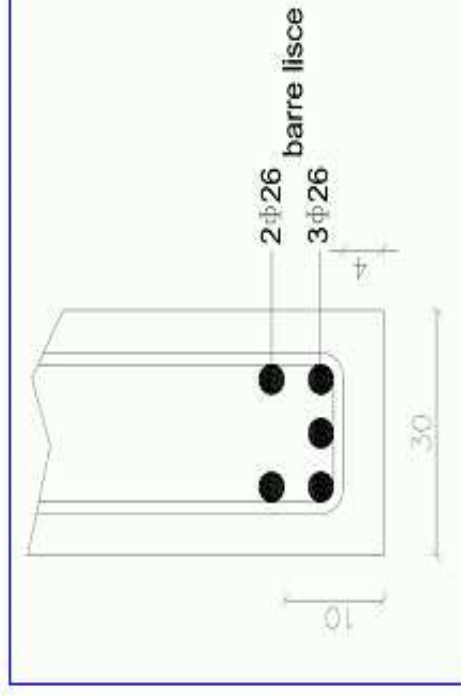
Lo scopo della prova è quello di determinare la posizione delle armature, lo spessore del copriferro e, con buona approssimazione, il diametro dei ferri facendo scorrere lungo la superficie mediante una sonda emettitrice di campo magnetico collegata ad un'unità di elaborazione digitale ed acustica.



| Den. | Elemento strutturale | Coprif. [mm] | Armatura | Diametro / interasse [mm] / [cm] |
|-------|---|--------------|---------------|----------------------------------|
| PAC 1 | VII piedritto destro facciata di monte a 1,5 m da estradosso arco | 15÷20 | verticale | 12F24 |
| PAC 2 | Estradosso arco dx a 1,8 m a monte del VII piedritto | 10÷15 | orizzontale | Staffe 10 / 25 |
| | | 15÷20 | longitudinale | 10F28 |
| | | 10÷15 | trasversale | Staffe 10 / 25 |

Scapitozzatura e rilievo armatura

In corrispondenza della trave di bordo destro dell'VIII campata da monte, un metro dopo la mezzeria, si è eseguita anche la scapitozzatura all'intradosso della trave e di seguito si riporta uno schema con l'armatura rilevata.



Armature rilevate

Misura dello spessore della soletta

Per misurare lo spessore della soletta è stato eseguito un foro all'estradosso della pavimentazione stradale; tale misura è risultata pari a 30 cm.



Esecuzione del foro dall'estradosso



Vista del foro dall'intradosso

3.1 Prove di Pull-Out

La metodologia d'indagine consente di determinare la resistenza del calcestruzzo, $R_{t,MC}$, mediante l'estrazione di un tassello post-inserito. La tecnica è unificata nelle norme UNI 10157.



TABELLA 1 – Risultati prova Pull-Out

| Sez. | Elemento | Posizione | F [daN] | $R_{t,MC}$ [Mpa] | $R_{t,MC}$ media [Mpa] |
|------|-----------------|---|---------|------------------|------------------------|
| P1 | Arco | All'estradosso a 1 m da bordo monte ed a 1,3 m da imposta | 3.792 | 42,6 | 41,3 |
| | | | 3.048 | 37,2 | |
| | | | 4.060 | 44,1 | |
| P2 | Spalla sinistra | A 1,3 m dalla base ed a 1 m dal bordo di monte | 3.792 | 42,6 | 35,2 |
| | | | 2.548 | 32,9 | |
| | | | 2.268 | 30,2 | |

3.2 Carotaggi

Sono stati eseguiti due carotaggi $\varnothing 100$, uno sulla soletta in mezzeria della campata e uno all'estradosso dell'arco verso il piazzale Pian delle Ere, per determinare, attraverso le prove di laboratorio, la resistenza del calcestruzzo. Prima dell'esecuzione dei carotaggi si è proceduto a rilevare, tramite un'indagine pacometrica, la posizione delle armature.



TABELLA 2 – Risultati carotaggi e carbonatazione

| Sez. | Elemento | Posizione carota | Resistenza cilindrica [MPa] | Resistenza cubica [MPa] | Profondità di carbonatazione [cm] |
|------|----------|---|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| C1 | Soletta | Mezzeria campata a 0,7 m dal bordo di valle. | 34,3 | 37,6 | --- |
| C2 | Arco | 1 m da bordo monte ed a 1,3 m da imposta sinistra | 35,3 | 38,7 | 2,2 |

3.2.1 Determinazione della profondità di carbonatazione

Ha lo scopo di misurare la profondità di carbonatazione dello strato superficiale del calcestruzzo. Il calcestruzzo possiede un valore di pH di circa 12.5, cosa che gli conferisce un carattere fortemente alcalino. Questa forte alcalinità costituisce una protezione naturale dell'acciaio dell'armatura contro la corrosione (passivazione).

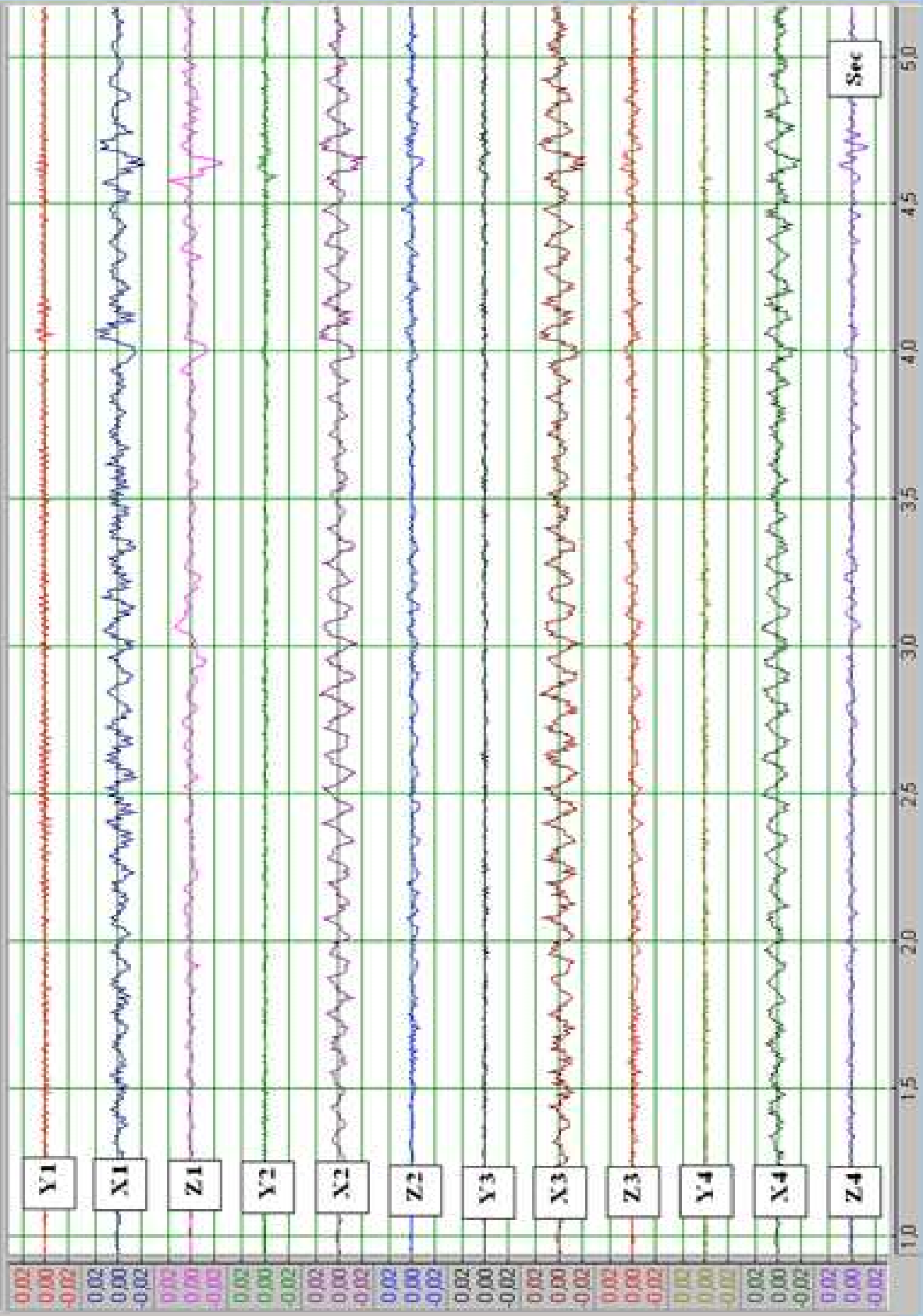


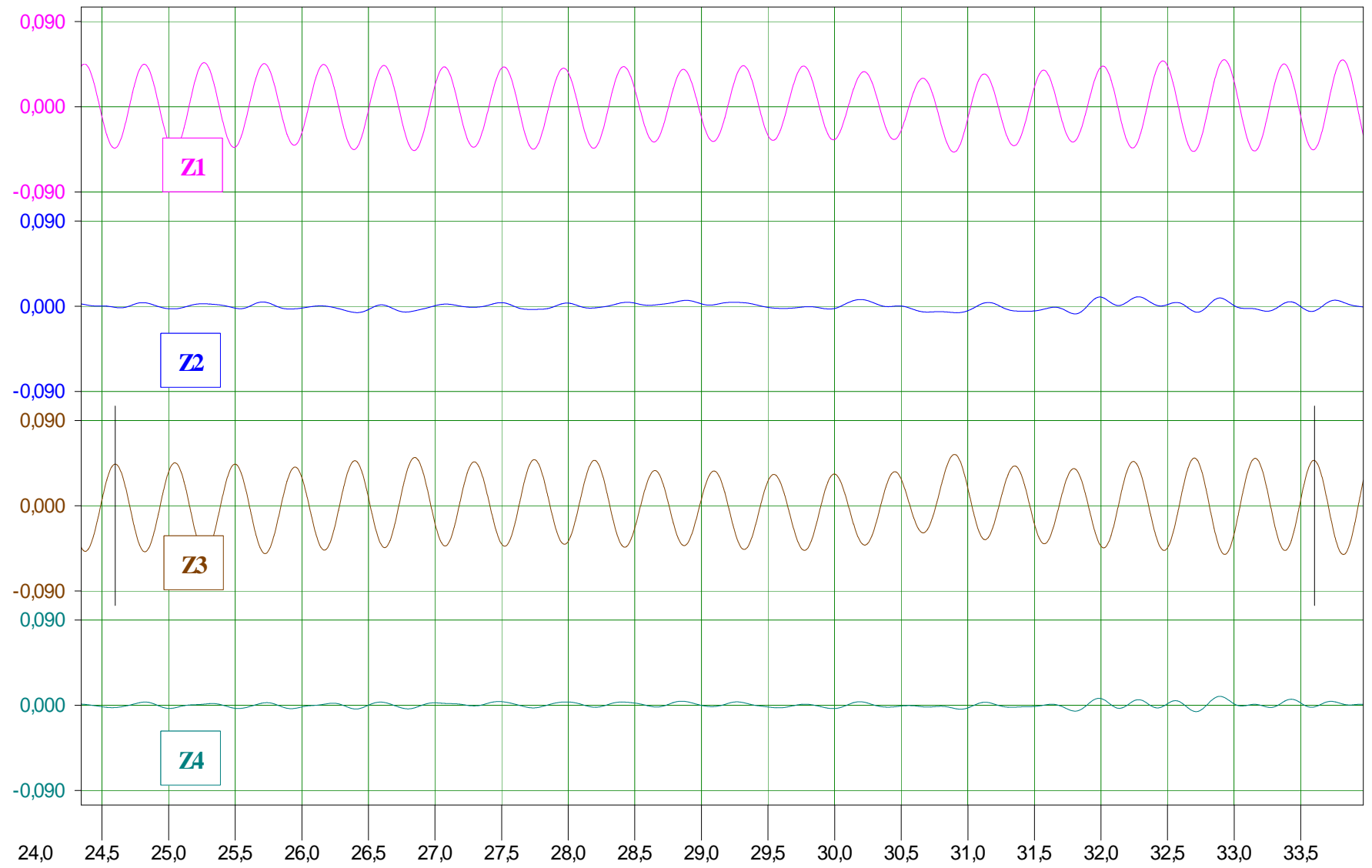
4 CARATTERIZZAZIONE DINAMICA SPERIMENTALE

La misura delle frequenze proprie della struttura è stata eseguita utilizzando 4 tromografi digitali Microsmic 6S costituiti ognuno da 3 terme accelerometriche e 3 terme geofoniche. Le apparecchiature sono collegate tra loro via radio per consentire la sincronizzazione del segnale.

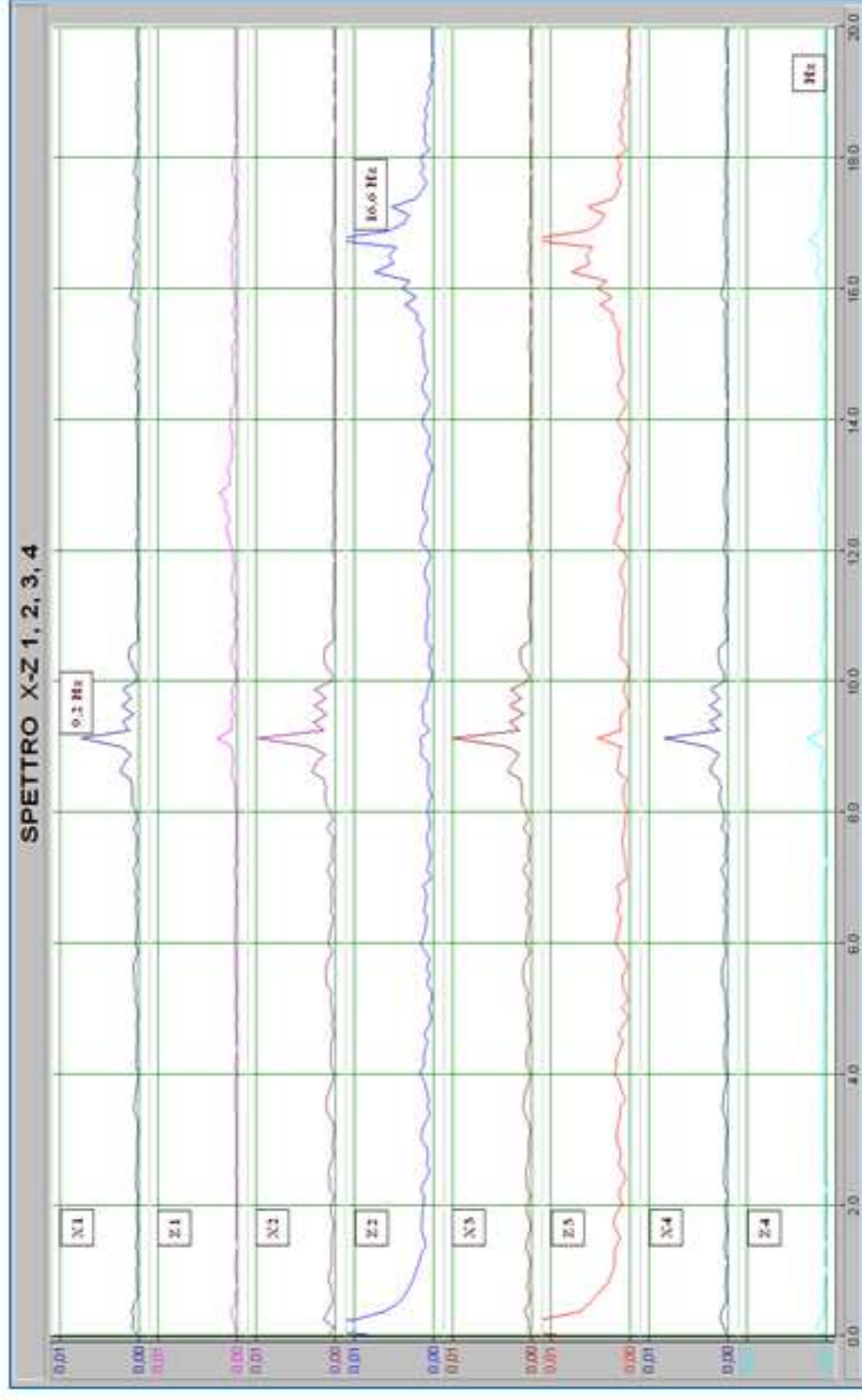


OSCILLOGRAMMA Mic 1, 2, 3, 4





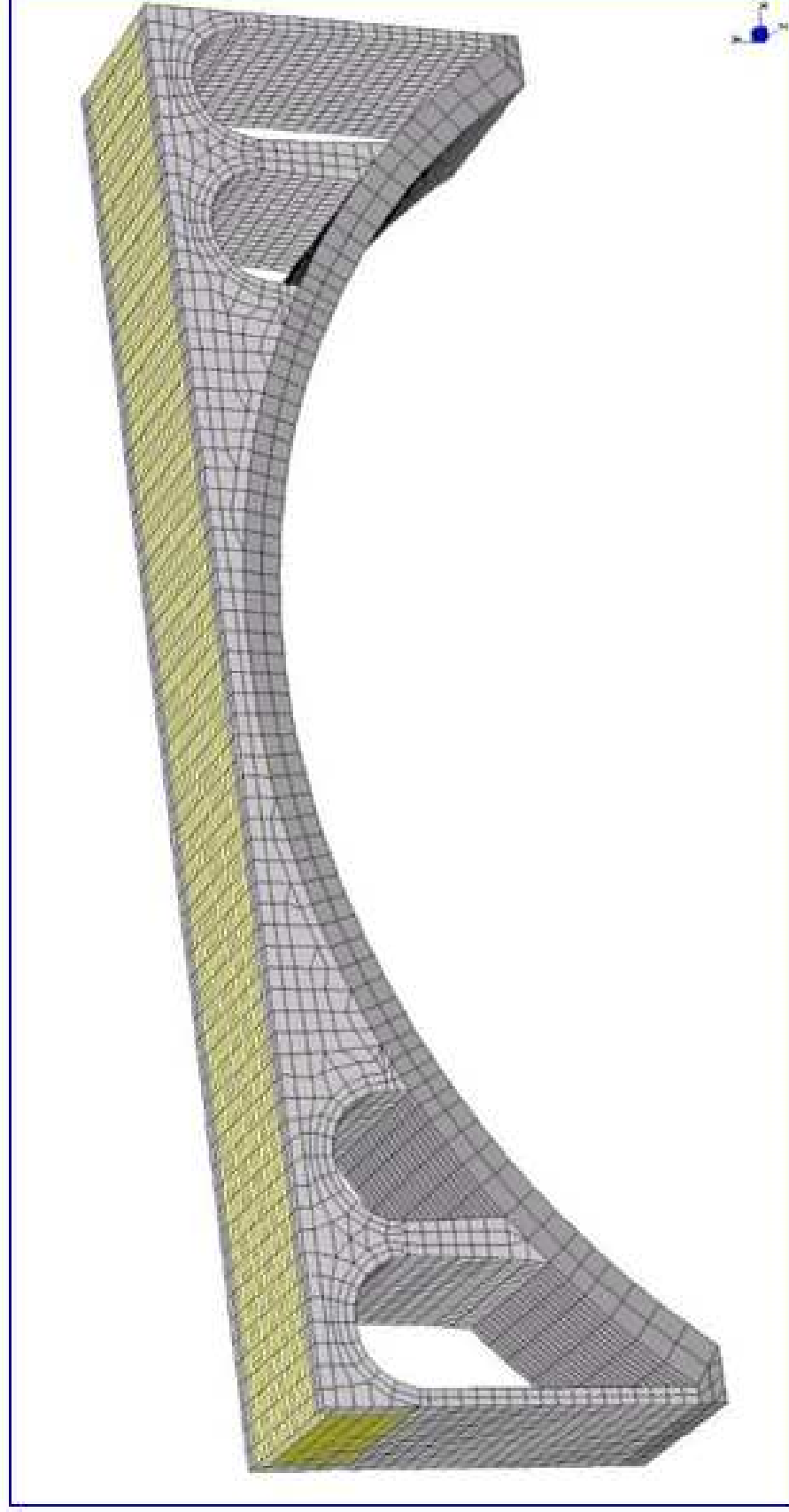
Lo spettro dei segnali X e Z mette in evidenza le frequenze rilevate. In particolare la frequenza di 9,2 Hz rappresenta un modo trasversale-verticale mentre la frequenza di 16,6 Hz rappresenta un modo che si sviluppa nel piano verticale.



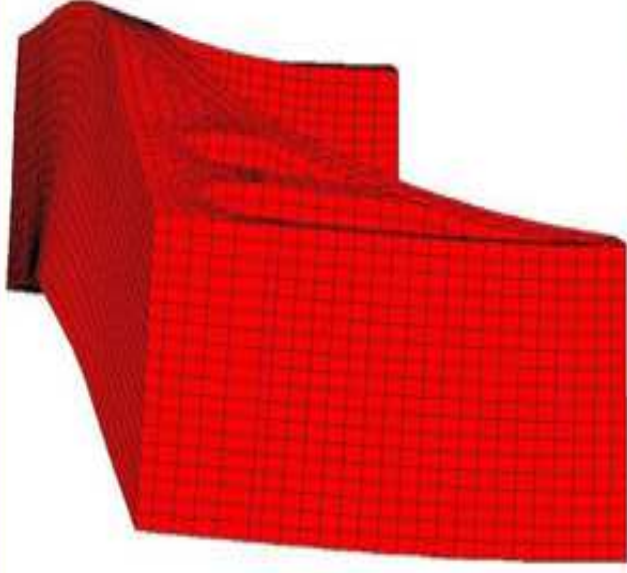
5 SIMULAZIONE NUMERICA

5.1 Il modello agli elementi finiti

Il modello numerico utilizzato è stato calibrato sulla base della caratterizzazione dinamica sperimentale. Una volta assemblato il modello si è provveduto a variare i parametri di contorno fino alla convergenza tra i risultati sperimentali e quelli teorici.



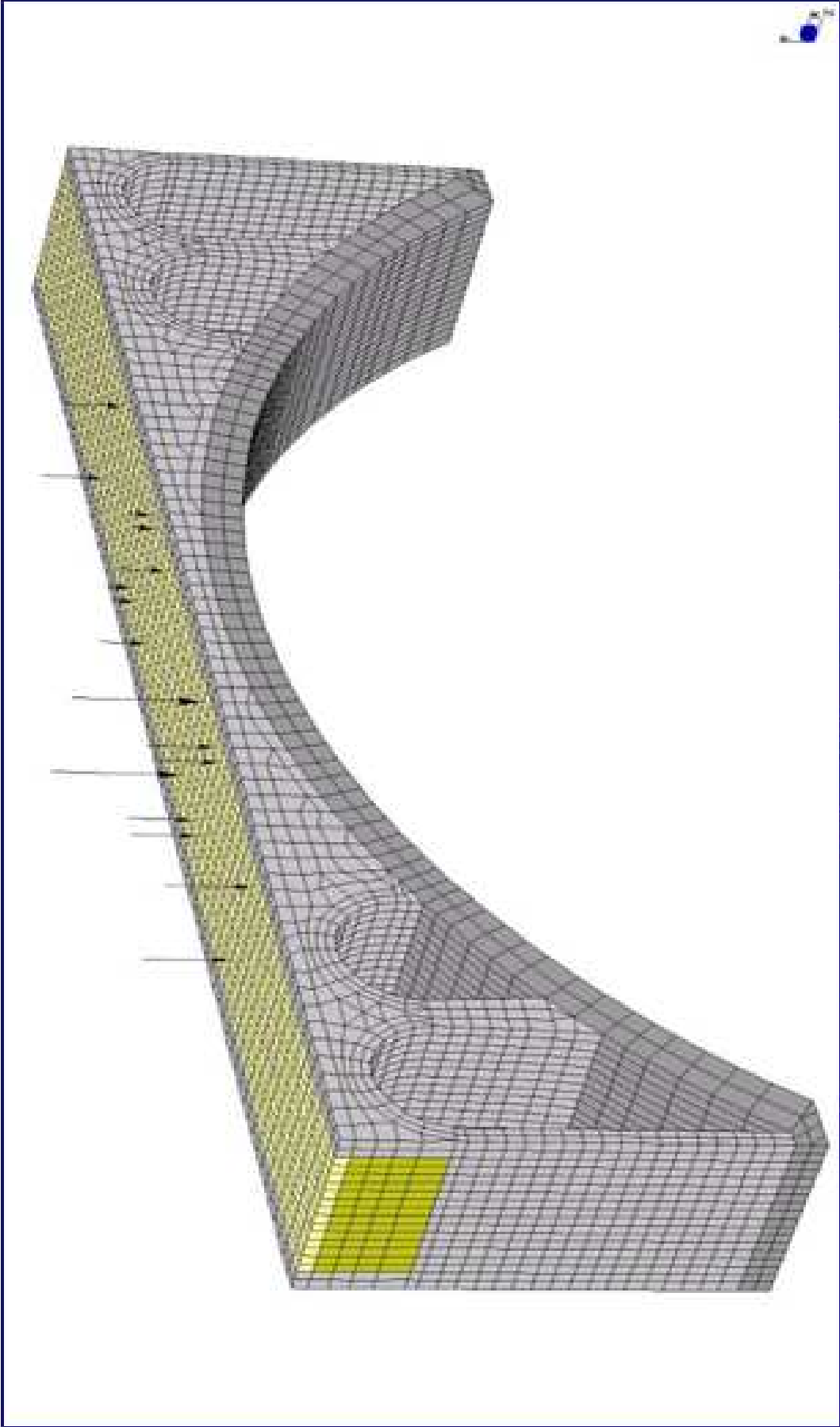
Assonometrica dell'impalcato – Vista dall'alto



Vista assonometrica del I modo di vibrare, $f_1 = 9,2 \text{ Hz}$

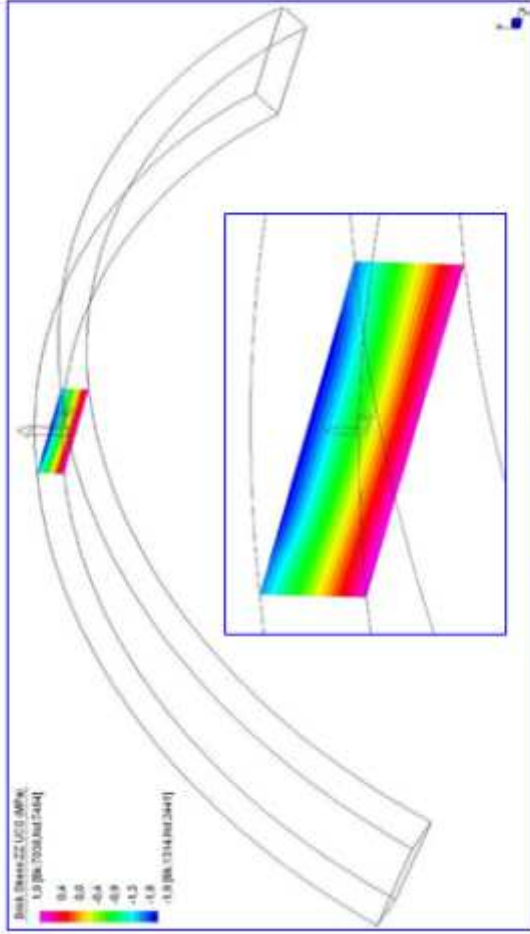


Vista assonometrica del II modo di vibrare, $f_2 = 16,6 \text{ Hz}$



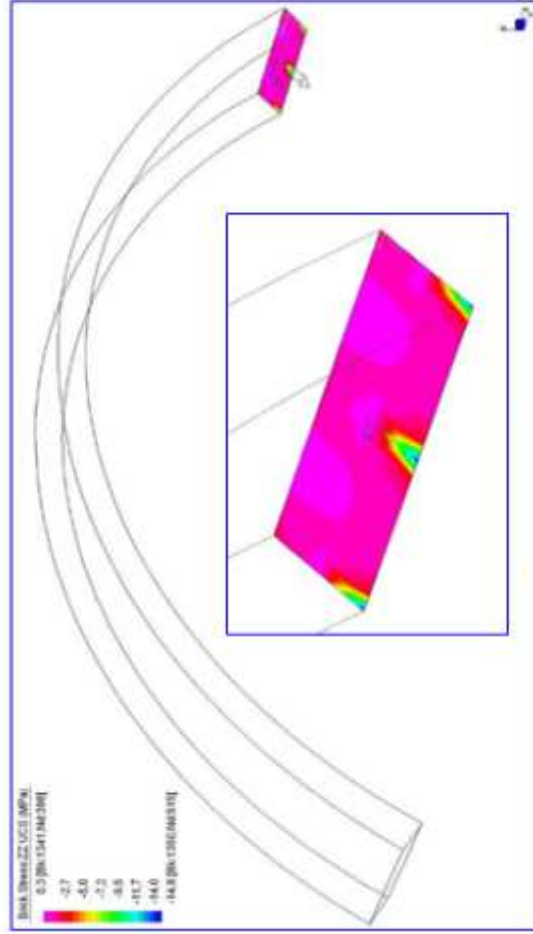
Forze rappresentative del carico di prova – Fase C

Combinazione C1



Mezzeria arco inferiore
Tensioni σ_{zz} ortogonali al piano X-Y [MPa]

Combinazione C2



Imposta arco inferiore
Tensioni σ_{zz} ortogonali al piano X-Y [MPa]

Combinazioni di carico

Si sono utilizzati i coefficienti di combinazione dei carichi previsti dagli Stati Limite di Esercizio (SLE), prescritti dal D.M. 14 gennaio 2008 - *Norme Tecniche per le Costruzioni*. Le azioni di calcolo $F_{d,i}$ si ottengono combinando le azioni caratteristiche secondo le seguenti formule di correlazione:

$$F_d = G_k + Q_{1k} + \sum_{i=2}^{nq} \psi_{2i} Q_{ik} \quad (\text{SLE - Stati Limite di Esercizio})$$

TABELLA 8 - Stati tensionali con carichi di esercizio

| Struttura | Combinazione di carico | Zona di massima sollecitazione | TENSIONI [MPa] | |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------|----------|
| | | | Compressione | Trazione |
| Arco inferiore | C1 | Mezzeria | -1,9 | 1,0 |
| | C2 | Imposta | -14,8 | 0,3 |
| Arco superiore interno | C3 | Mezzeria | -0,8 | 1,4 |
| | | Imposta | -1,3 | 0,0 |
| Arco superiore esterno | C4 | Mezzeria | -0,8 | 1,4 |
| | | Imposta | -0,7 | 0,2 |

Verifica delle tensioni nel calcestruzzo (cap. 4.1.2.2.5 e 11.2.10.2 NTC 2008)

- La massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare la limitazione:

$$\sigma_{ck} < 0,6 f_{ck}$$

f_{ck} = resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo.

- La massima tensione di trazione per flessione del calcestruzzo deve rispettare la limitazione:

$$\sigma_t < f_{ctm}$$

$$f_{ctm} = 1,2 \cdot 0,7 f_{ctk}$$

$$f_{ctk} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

$$f_{ctk} = f_{ctm} - 8$$

$$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{1,5}$$

Dal risultato si è assunto a favore di sicurezza una $f_{ctk} = 30,0$ MPa.

Quindi:

$$\sigma_{ct} = -18,0 \text{ MPa};$$

$$\sigma_t = 2,4 \text{ MPa}.$$

PROVA DI CARICO

Tecnica di misura

La rilevazione delle deformazioni è stata eseguita con l'attrezzatura *GS05* costituita da:

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni;
- 7 sensori inclinometrici Midori Precisions *PM-5TH-ZI*.
- risoluzione inclinometri $\pm 0,001^\circ$;
- linearità 99,4%.

Il metodo di rilievo della deformata si basa sulla lettura delle rotazioni dei sensori inclinometrici posti all'estradosso della struttura.

Dalle singole rotazioni si calcolano le tangenti e si procede a determinare la funzione algebrica che le interpola risolvendo un sistema di equazioni di grado n (pari al numero di sensori utilizzati), dove le tangenti degli angoli rilevati sono le soluzioni ed i coefficienti dell'equazione algebrica le incognite.

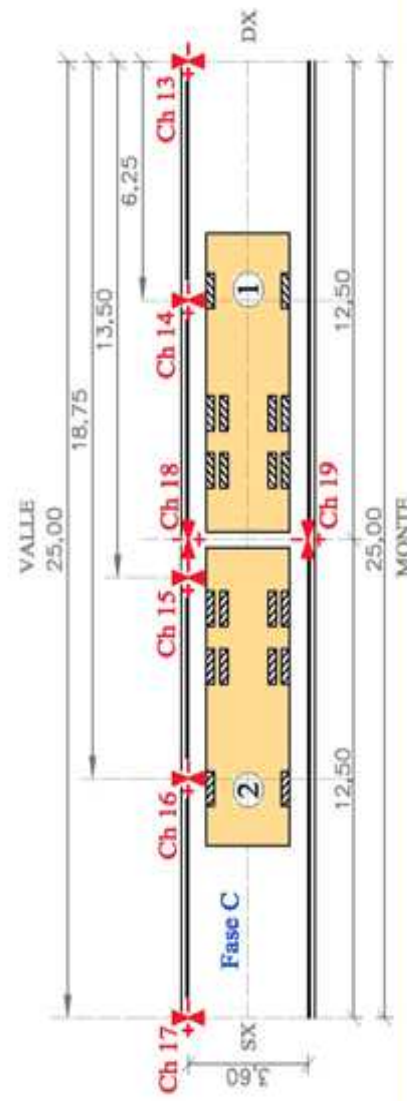
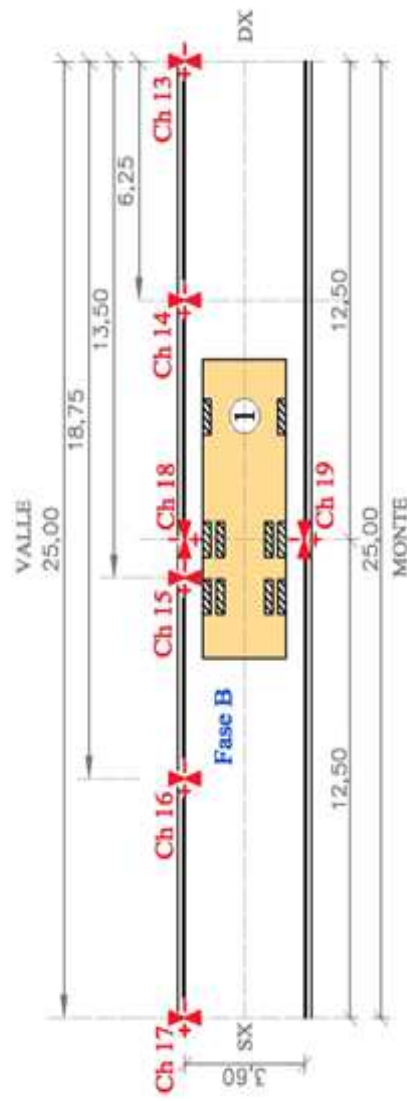
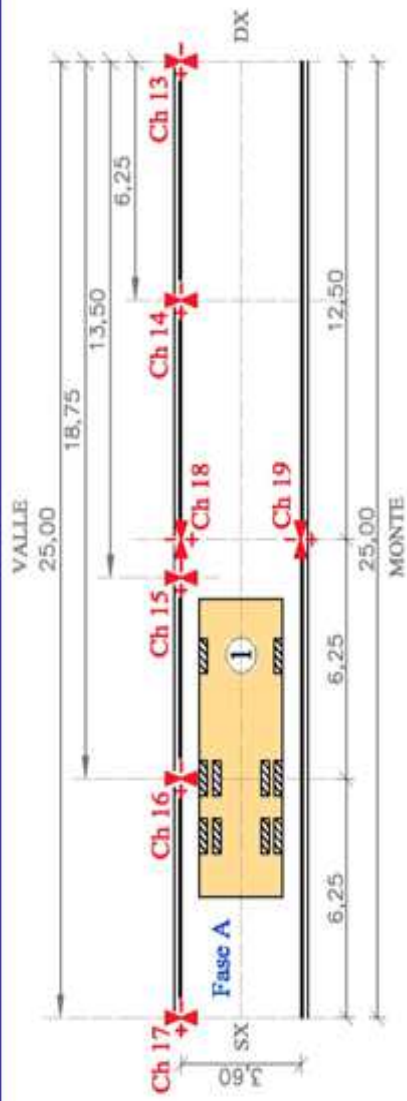
L'operazione di calcolo è svolta in tempo reale dal computer collegato con l'unità di acquisizione che, ottenuta la funzione che interpola le tangenti, procede all'integrazione fornendo infine la funzione rappresentativa della deformata.



Posizione dei sensori inclinometrici



Sensori 1/2 L long. Ch 15 e trasv. Ch18



Fasi di carico A, B e C - Posizione dei sensori



Fase A



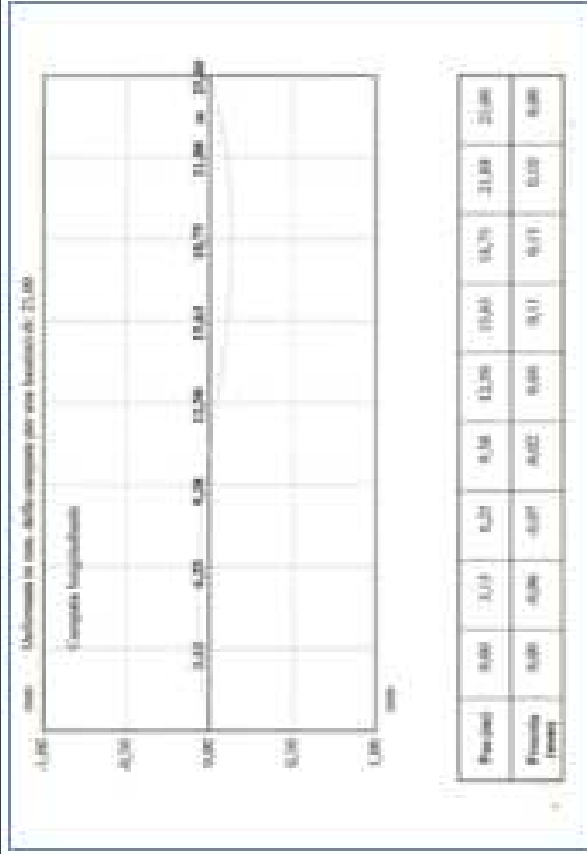
Fase B



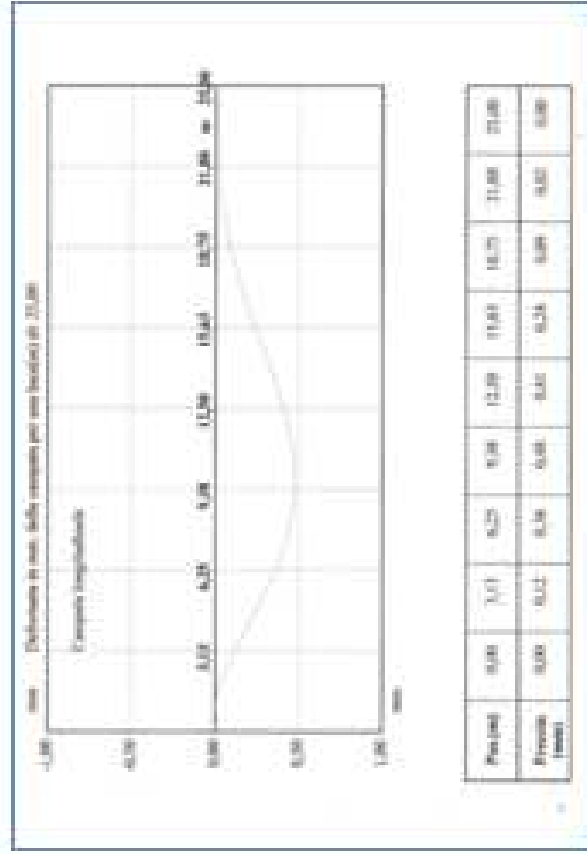
Fase C



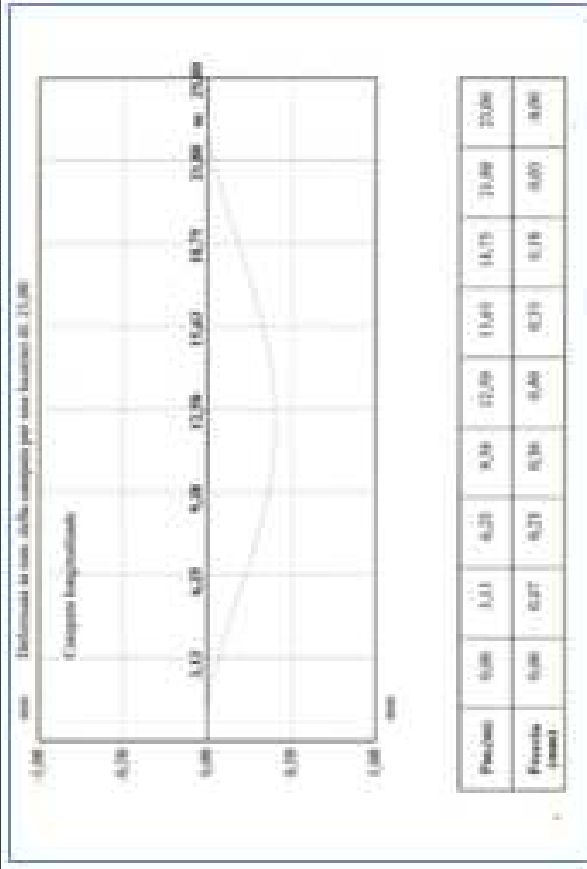
Visualizzazione in linea della Fase C



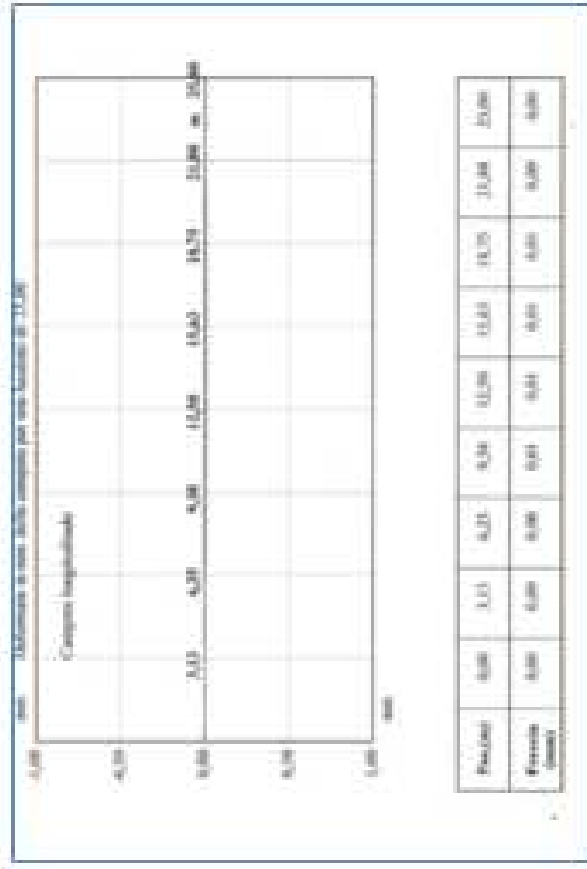
Deformata fase A



Deformata fase C



Deformata fase B



Deformata scarico fase C

TABELLA 12 – Freccie teoriche e sperimentali

| Condizione di carico | | DEFORMAZIONI MASSIME [mm] | | |
|----------------------|--------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| | | $\frac{1}{2} L$ | $\frac{1}{4} L$ | $\frac{3}{4} L$ |
| Fase A | Sperimentale | 0,04 | -0,07 | 0,13 |
| | Teorico | 0,07 | -0,01 | 0,14 |
| Fase B | Sperimentale | 0,40 | 0,23 | 0,18 |
| | Teorico | 0,39 | 0,16 | 0,12 |
| Fase C | Sperimentale | 0,41 | 0,36 | 0,09 |
| | Teorico | 0,42 | 0,34 | 0,08 |

5 PROVA DI CARICO STATICA – DINAMICA

Sulle due campate e su entrambi i binari su cui si è effettuata la prova di carico, è stata successivamente eseguita quella statica – dinamica.

5.1 La strumentazione

La rilevazione delle deformazioni per la freccia dinamica è stata effettuata con l'attrezzatura per acquisizione dati modello [Wavebook](#) costituita da:

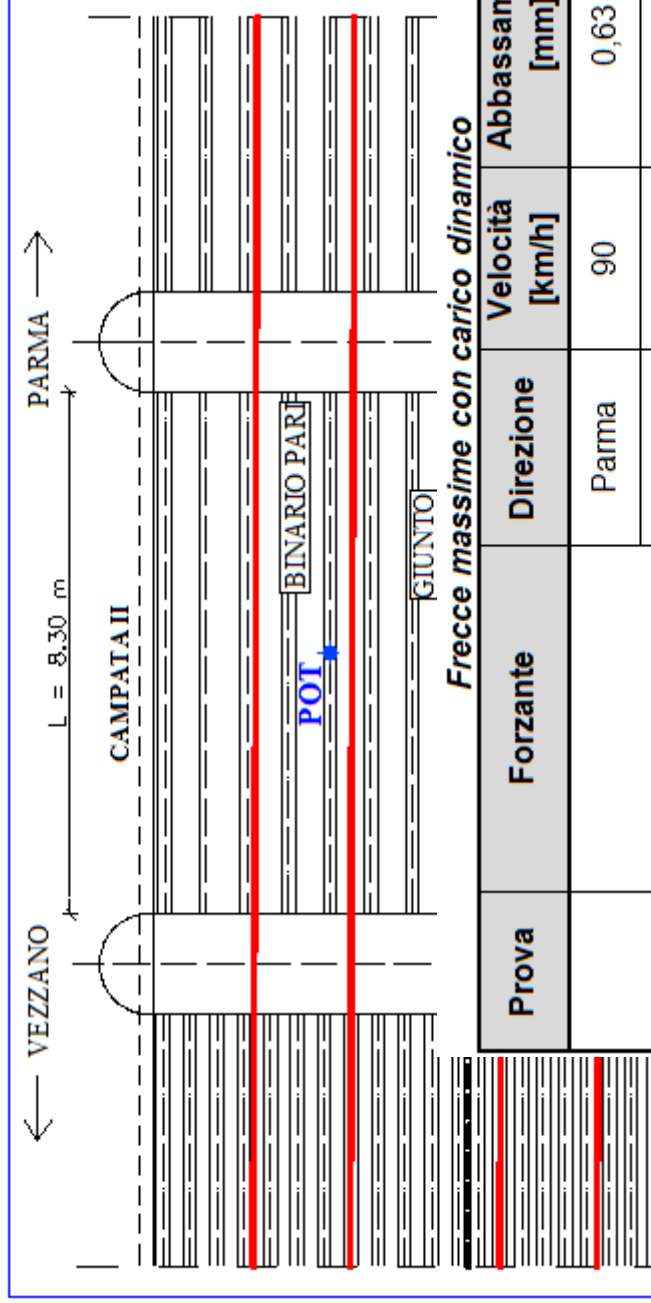
- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni;
- software di elaborazione [DasyLab](#);
- 1 sensore potenziometrico [Midori](#) da 5K Ω LP-50

Caratteristiche sensori potenziometrici:

- escursione 50 mm
- sensibilità $\pm 0,001$ mm
- linearità 99,6 %

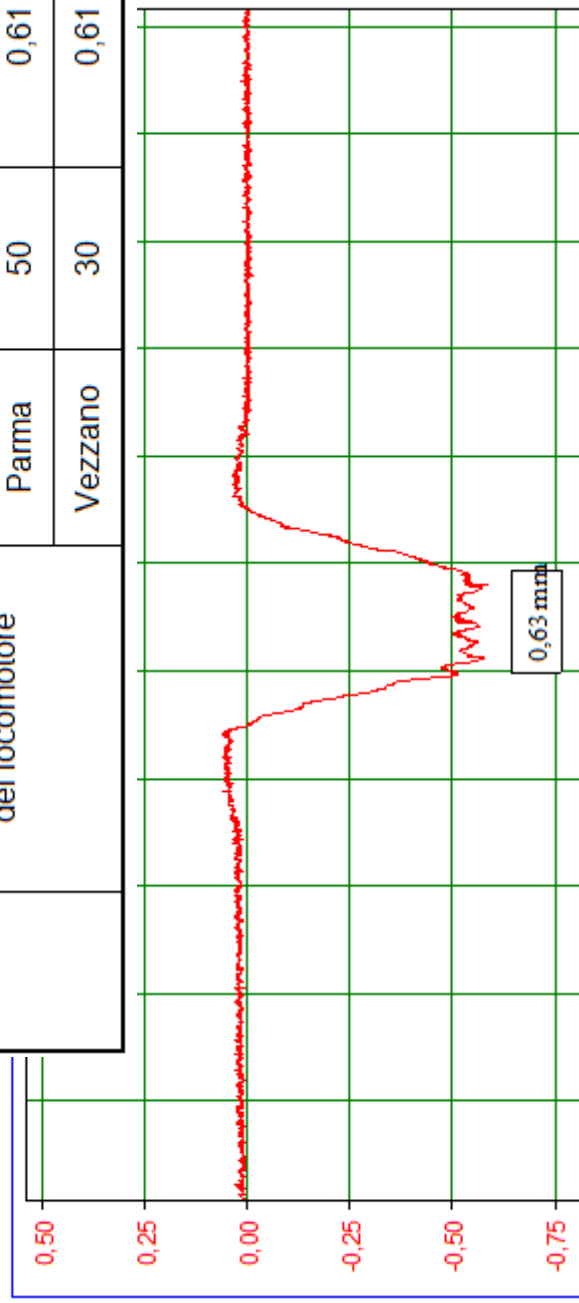


5.3.1 Prova nr. 917/FI – Il campata da monte, lato destro binario pari



Frecce massime con carico dinamico

| Prova | Forzante | Direzione | Velocità [km/h] | Abbassamento [mm] | $\Phi_{\text{reale, superim}}$ |
|--------|--------------------------------------|-----------|-----------------|-------------------|--------------------------------|
| 917/FI | Passaggio in velocità del locomotore | Parma | 90 | 0,63 | 1,050 |
| | | Vezzano | 70 | 0,62 | 1,033 |
| | | Parma | 50 | 0,61 | 1,017 |
| | | Vezzano | 30 | 0,61 | 1,017 |



DICHIARAZIONE DI IDONEITÀ STATICA

Ponte Pian delle Ere a Pieve di Cadore

Il sottoscritto XXXXXXXXXXXXXXXX, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di XXXXXXXXXXXXXXXX, è stato incaricato da ENEL S.p.A. di valutare l'Idoneità Statica Decennale della struttura in oggetto.

Analizzati i risultati delle indagini sperimentali:

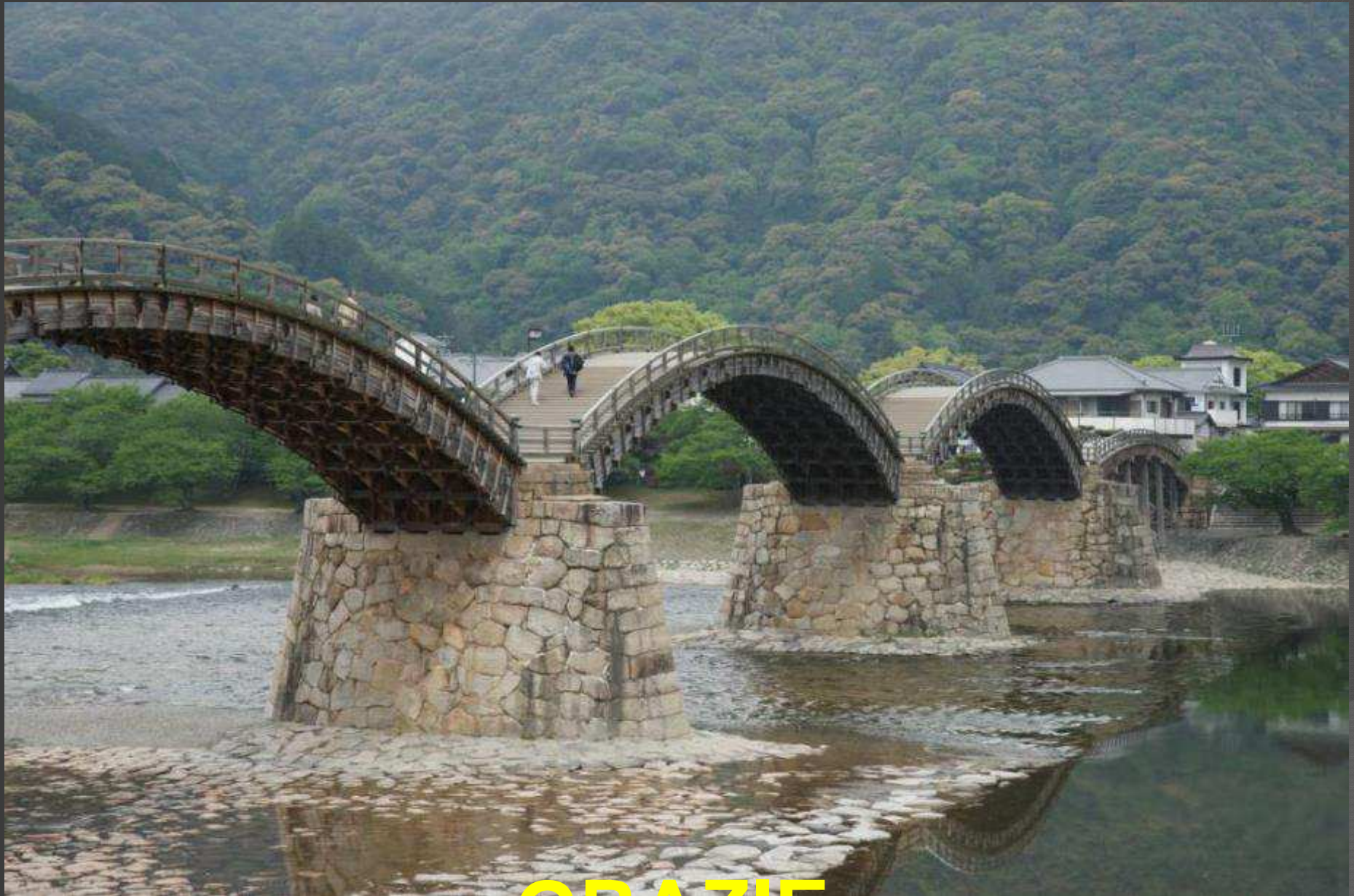
- visto i valori delle frecce, la ripetibilità, il comportamento elastico sotto il carico massimo di prova pari a 475 kN,
- vista la esigua deformazione residua a seguito delle prove di carico,
- visto che i valori massimi di esercizio, delle tensioni sull'arco calcolate come ponte di II categoria, sono inferiori ai massimi consentiti,
- accertato che il manufatto, a seguito dell'Ispezione visiva non presenta difetti strutturali realmente pericolosi;

DICHIARA

il ponte di Pian delle Ere a Pieve di Cadore idoneo a sopportare il transito di mezzi fino ad un carico complessivo massimo di 420 kN.

XXXXXXXX, 30 luglio 2010

XXXXXXXXXXXXXX



GRAZIE