

4° EDIZIONE DELLE GIORNATE DELL'EDILIZIA TRANSALPINA

11 NOVEMBRE 2021 - CENTRO CONGRESSI - IGLS

«L'UTILIZZO NELLA PRATICA DEI NUOVI SISTEMI DI
MONITORAGGIO»

IL RECUPERO STRUTTURALE DEI PONTI CASI APPLICATIVI

Prof. Ing. Lucio DELLA SALA

*Professore Emerito
di Costruzione di Ponti*

Scuola di Ingegneria

Università degli Studi di Basilicata - USB



Indagini, Monitoraggio, Riparazione e Rinforzo di Strutture precomprese danneggiate.

Tre casi di studio: Pietrastretta
Fiumara di Tito
Carpineto I



Viadotto Pietrastretta



Viadotto Fiumara di Tito



Viadotto CARPINETO 1° (1971-74)

4° EDIZIONE DELLE GIORNATE DELL'EDILIZIA TRANSALPINA
11 NOVEMBRE 2021 - CENTRO CONGRESSI - IGLS

«L'UTILIZZO NELLA PRATICA DEI NUOVI SISTEMI DI
MONITORAGGIO»

Viadotto PIETRASTRETTA

Viadotto FIUMARA di TITO

CARPINETO I

PIETRASTRETTA

*"Assessment, strengthening and validation
of prestressed damaged beams"*

DAMAS 2009

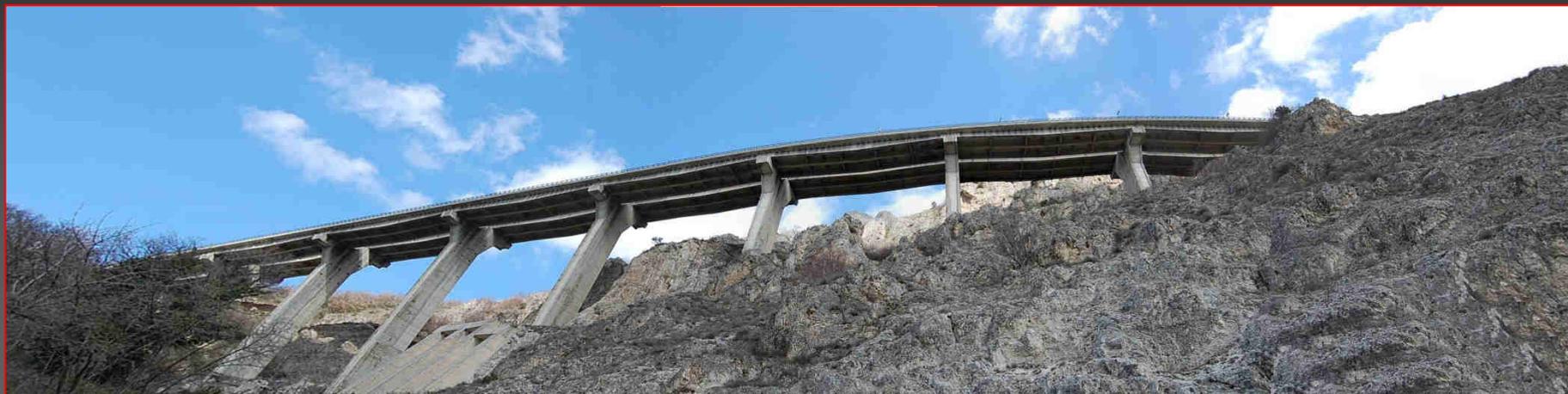
8th International Conference on Damage Assessment
of Structures

AUGUST 3 - 5, 2009

Tsinghua University of Beijing

Invitation to chair the session
"Damage Assessment"
on Monday 3 august 2009





Compartimento DELLA VIABILITA' PER LA BASILICATA

Strada: RA05 (Raccordo Autostradale)

Denominazione opera: PIETRASTRETTA

Tipo Opera: VIADOTTO

Progressiva iniziale lato destro: 23+176

Progressiva finale lato destro: 24+152

Larghezza Carreggiata (m): 8,50

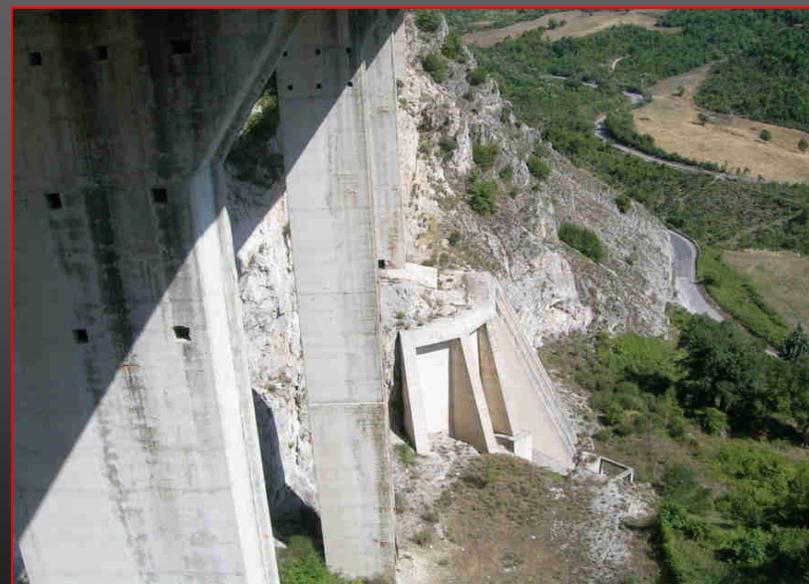
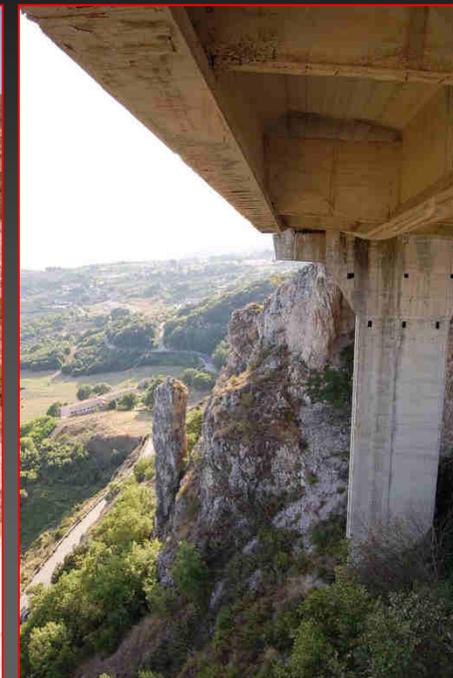
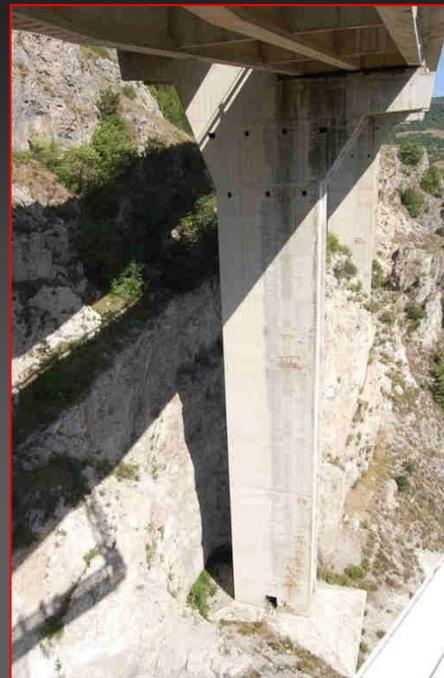
Larghezza totale (m): 9,50

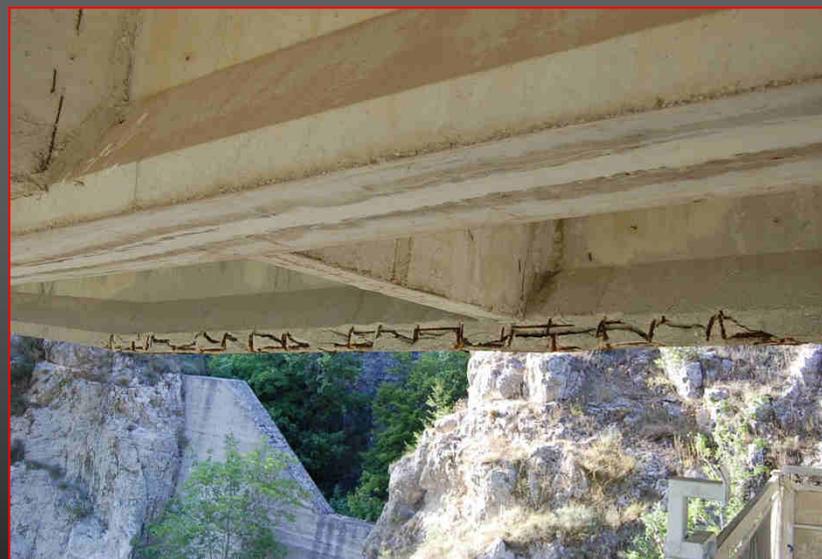
Interasse (m): 45

N° Campate: 21

Lunghezza (m): 976

H max (m): 51





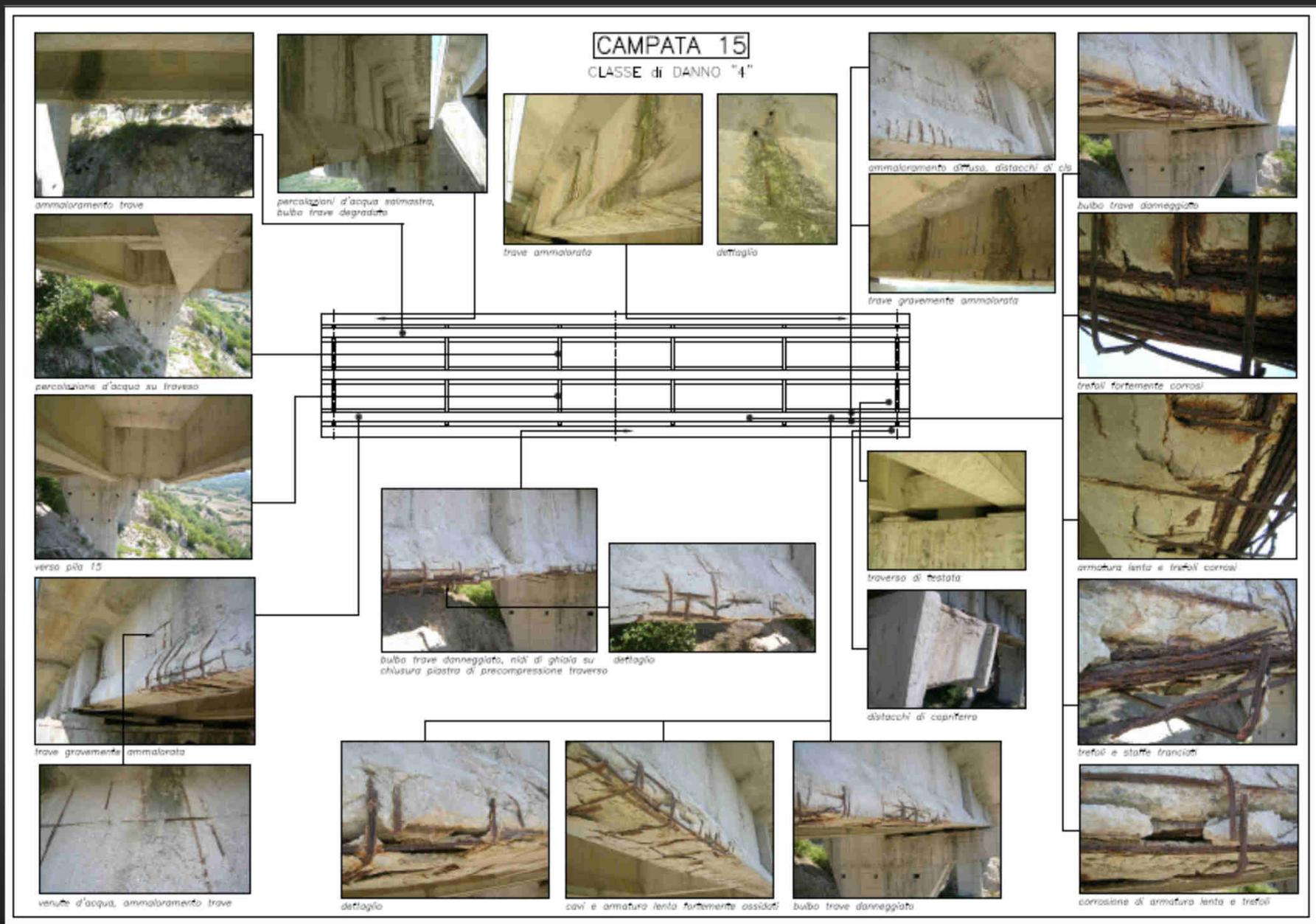


Danneggiamento:

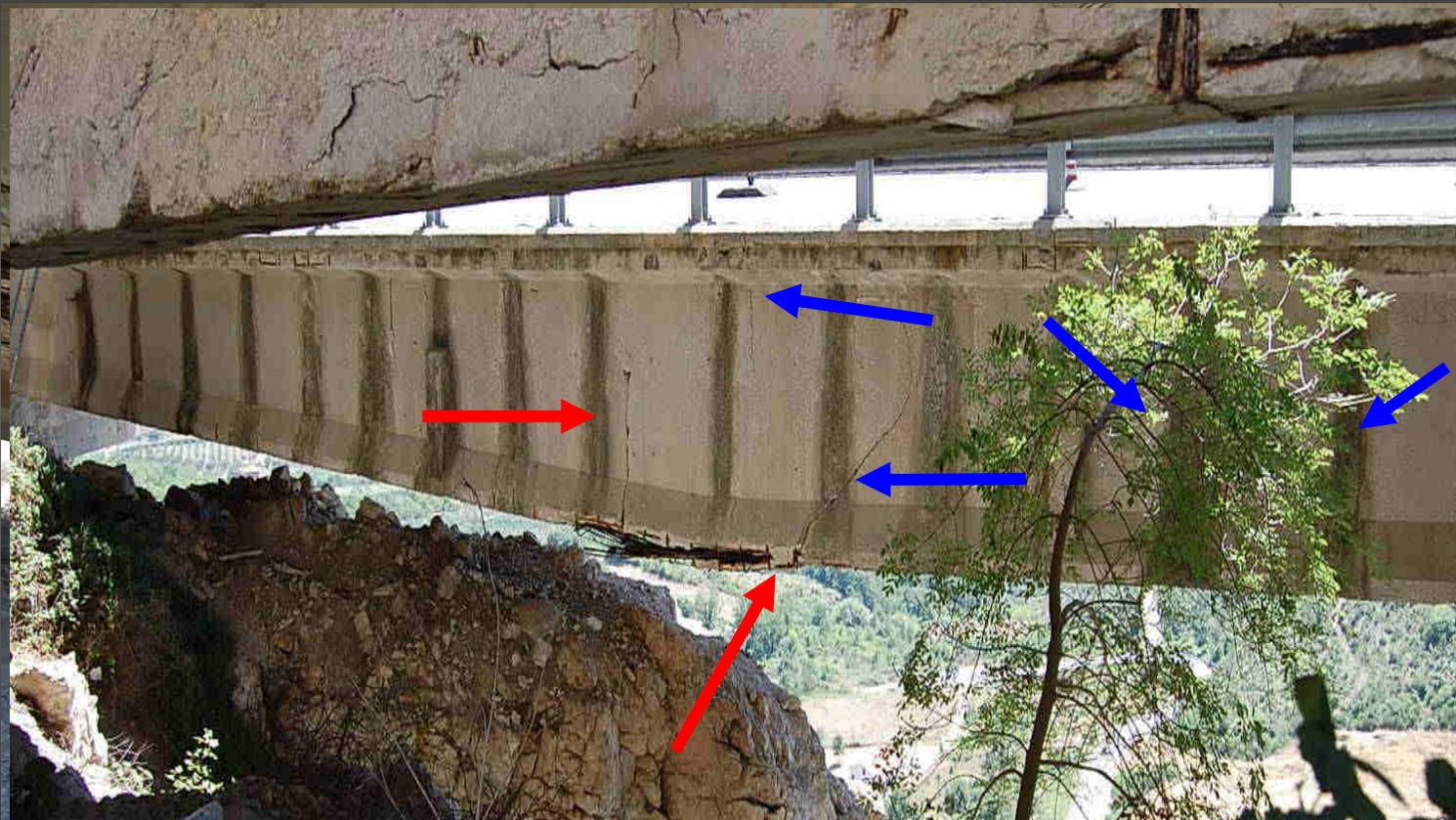
uno stato di fessurazione diffusa e il percolamento dell'acqua salmastra dovuta allo scioglimento del ghiaccio formatosi sul piano viabile durante il periodo invernale hanno provocato la ossidazione a volte completa delle armature sia lente che pretese con una forte riduzione dello stato di precompressione.



CLASSIFICAZIONE del DANNO



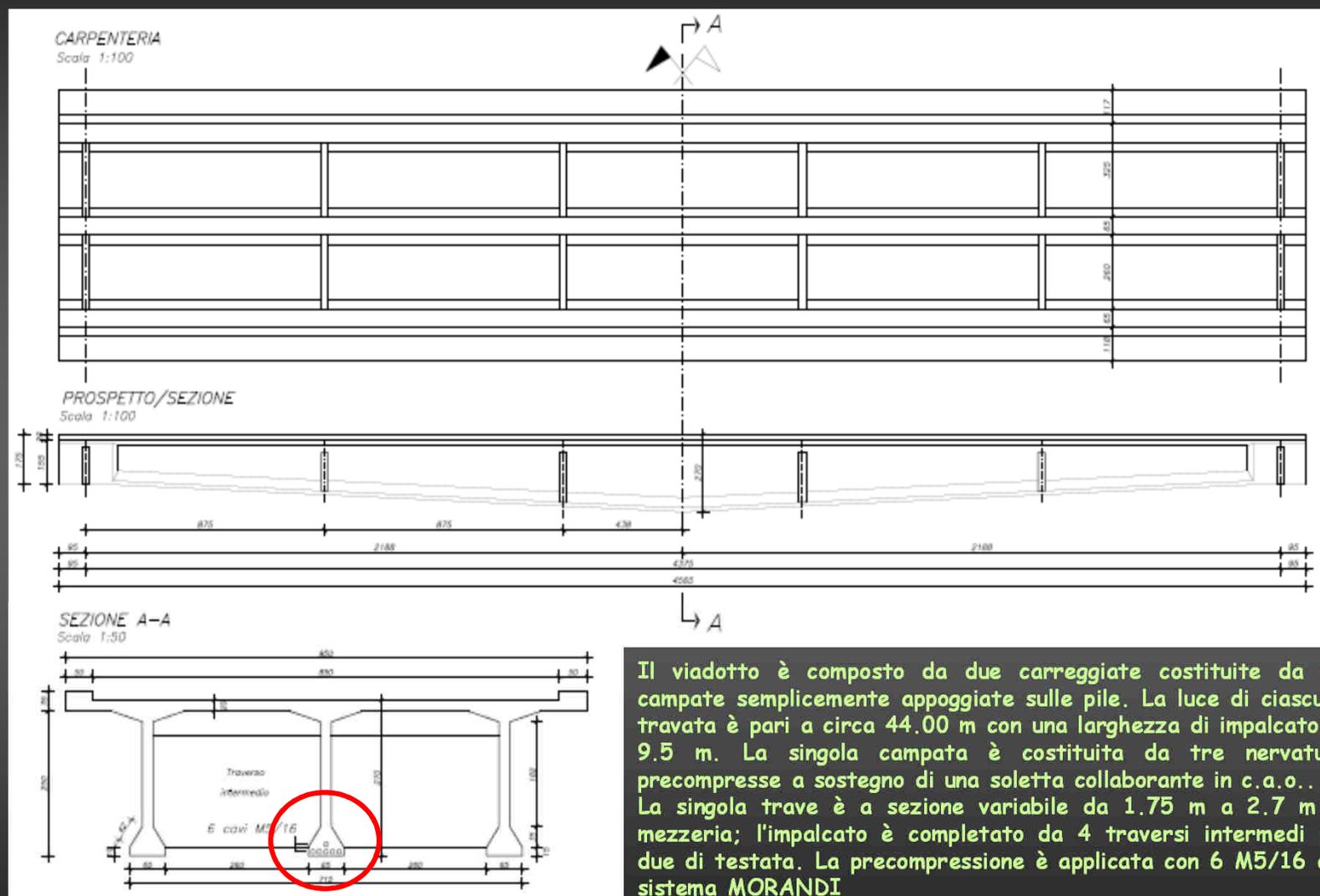
COLLASSO



"PIETRASTRETTA"

CAMPAGNA di INDAGINE

Rilievo Geometrico



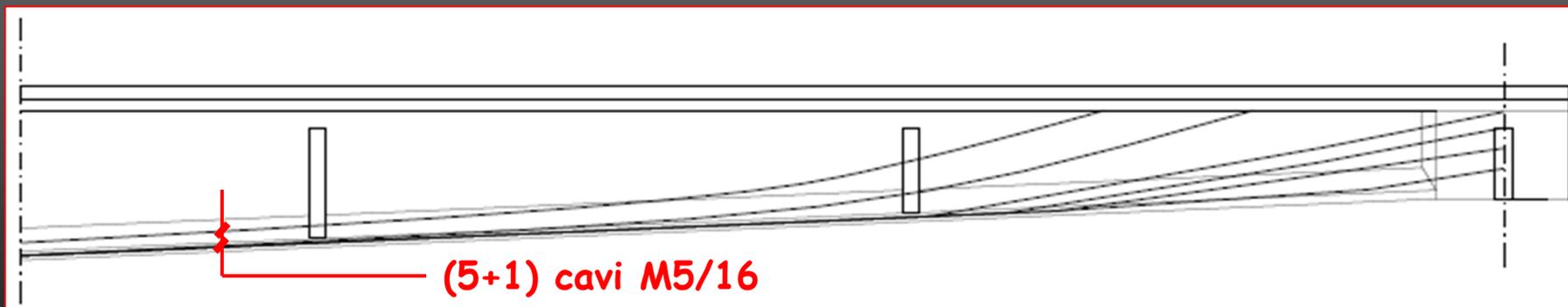
Il viadotto è composto da due carreggiate costituite da 21 campate semplicemente appoggiate sulle pile. La luce di ciascuna travata è pari a circa 44.00 m con una larghezza di impalcato di 9.5 m. La singola campata è costituita da tre nervature precomprese a sostegno di una soletta collaborante in c.a.o.. La singola trave è a sezione variabile da 1.75 m a 2.7 m in mezzzeria; l'impalcato è completato da 4 traversi intermedi più due di testata. La precompressione è applicata con 6 M5/16 del sistema MORANDI

(5+1) cavi M5/16

Indagine Pacometrica



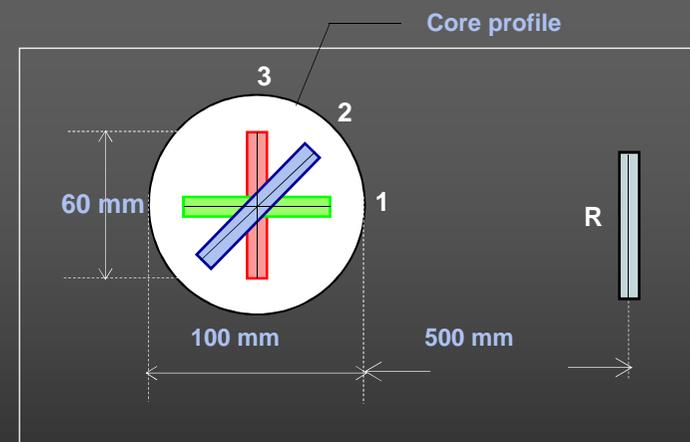
Tracciato dei cavi



Release tests on concrete by strain gages

Table 1

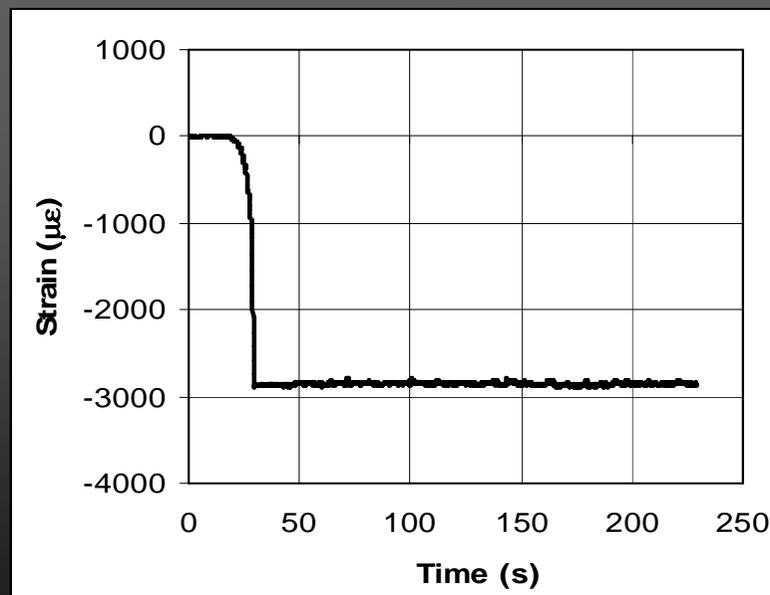
Span	Beam	Section	Height	ϕ	σ_x	σ_y	τ_{max}
			(cm)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
7	Left	midspan	15	0.0	1.2		
7	Left	7.3 m from supp. PZ	17	29.9	15.7	4.0	5.9
7	Central	midspan	24	10.3	8.9	-1.5	5.2
11	Left	6.3m from supp. PZ	13	11.7	11.2	-1.1	6.2
7	Left	6.3m from supp. SA	23	42.6	7.2	-5.8	6.5
7	Central	midspan	23	-24.8	5.4	3.5	0.9
7	Left	6.3m from supp. PZ	14	18.6	10.8	2.0	4.4



Videoendoscope inspection of the prestressing cables



Release test on prestressing strand

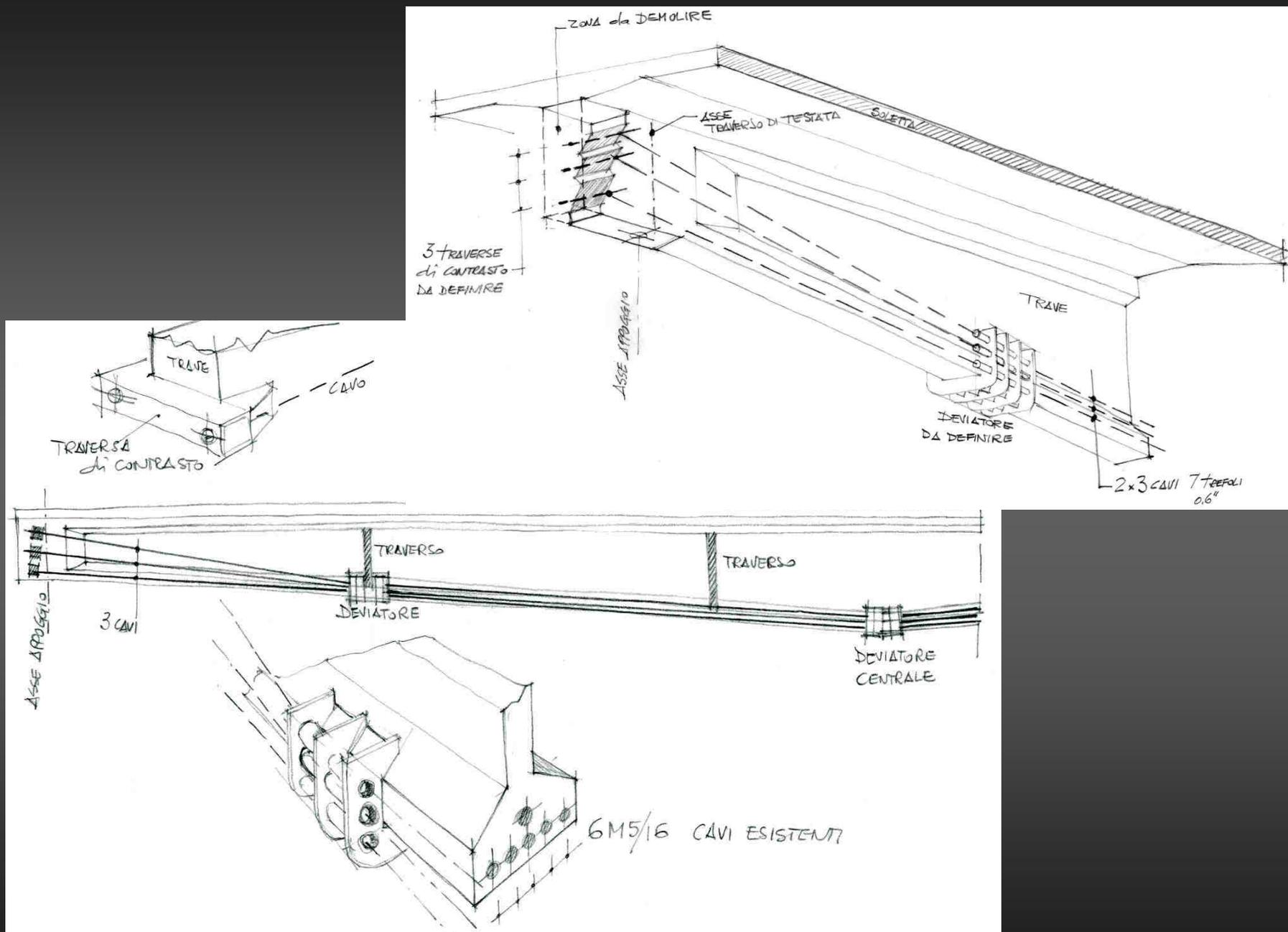


Saggi per il rilievo degli ancoraggi dei cavi esistenti



"PIETRASTRETTA"

Idea Progettuale



"PIETRASTRETTA"

Fasi lavorative

Materiali e Carpenteria metallica



Cavi di acciaio armonico



Malte a stabilità volumetrica



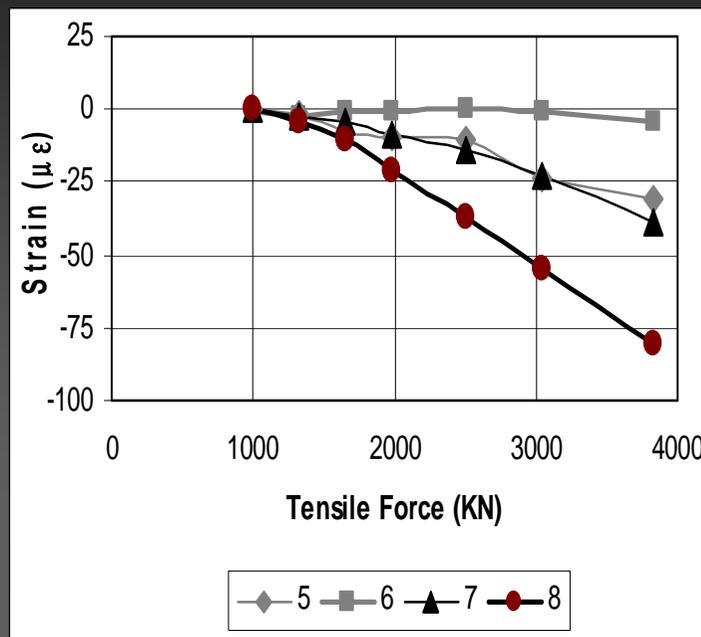
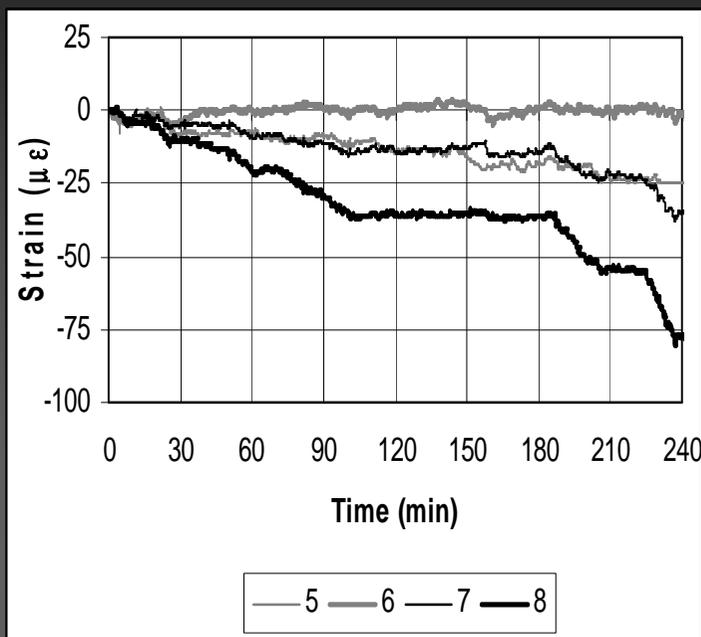
Fibre di carbonio



Deviatori in acciaio zincato



Alcuni risultati del monitoraggio



Time	Tensile Force	Deflect.
	(KN)	(mm)
9.35	991	0.00
10.20	1322	1.74
10.40	1652	4.86
11.20	1982	7.61
12.05	2511	12.52
14.00	3040	17.16
14.45	3833	22.29

Figure 8 – Strain measured at midspan during the external cable tensioning

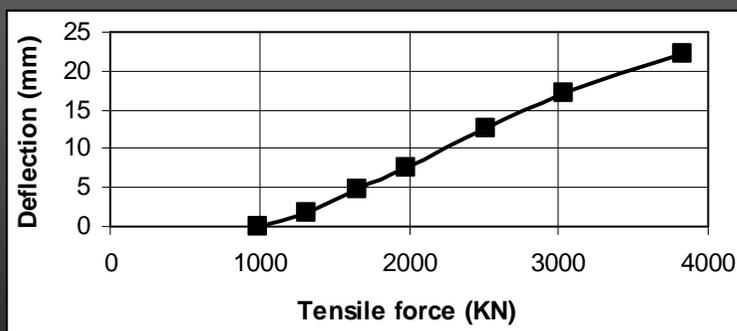
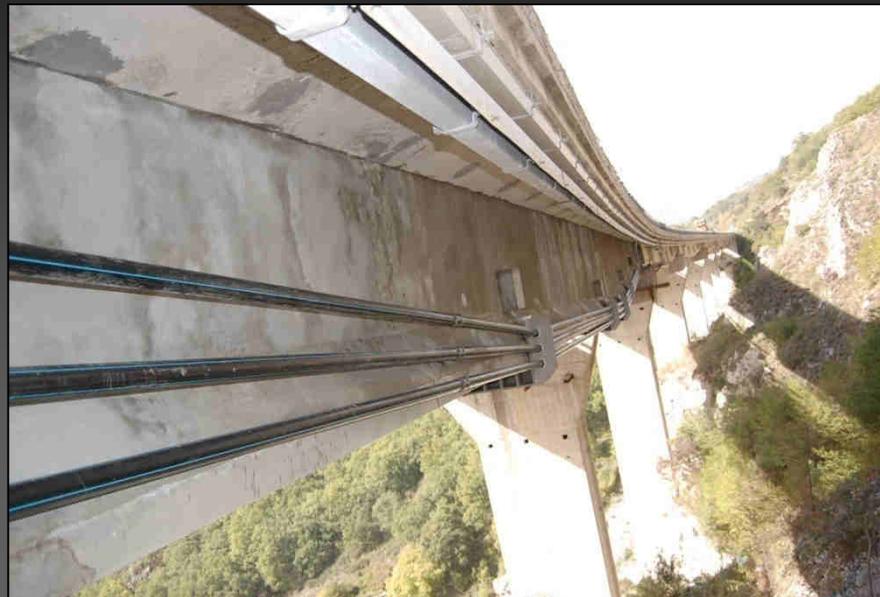
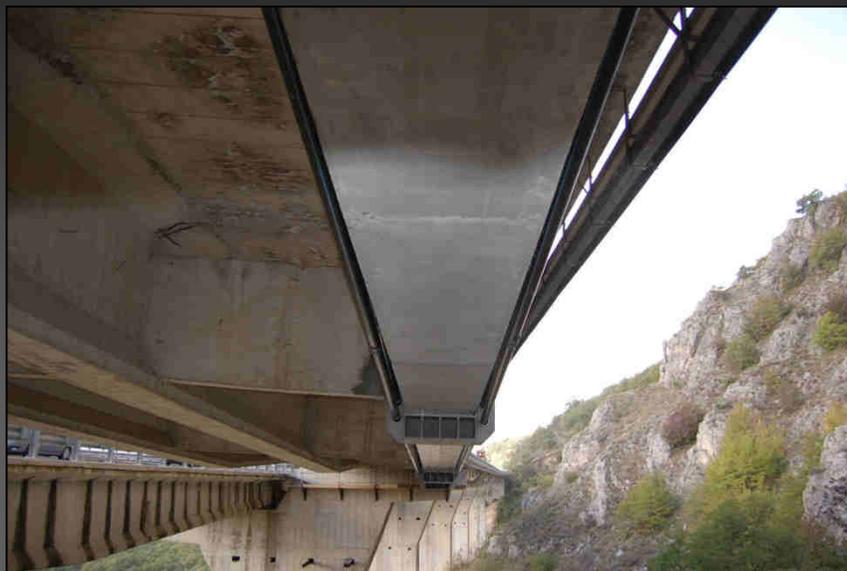


Table 3 – Figure 9 - Deflection measured at midspan during the external cable tensioning

INTERVENTO



DETTAGLI INTERVENTO



PROVA di CARICO





FIUMARA di TITO

*"Assessment and strengthening
of prestressed damaged beams"*

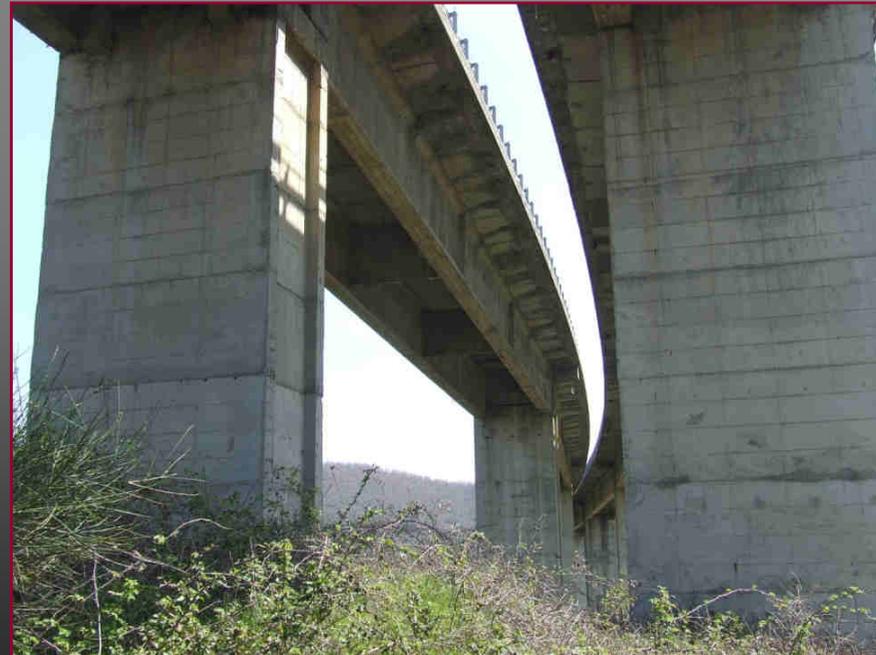
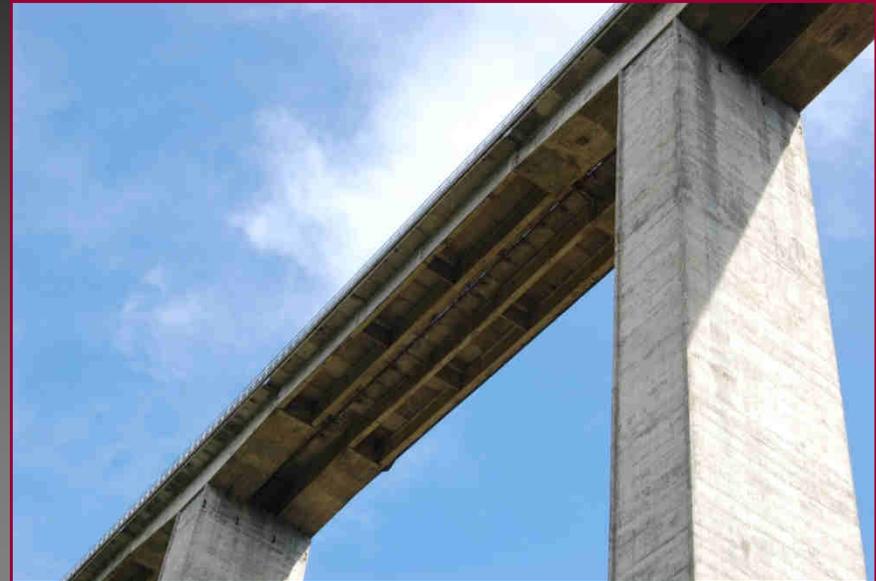
IABMAS 2010

5th International Conference on Bridge
Maintenance, Safety and Management

JULY 11 - 15, 2010
Lehigh University - ATLSS
Philadelphia, Pennsylvania, Usa

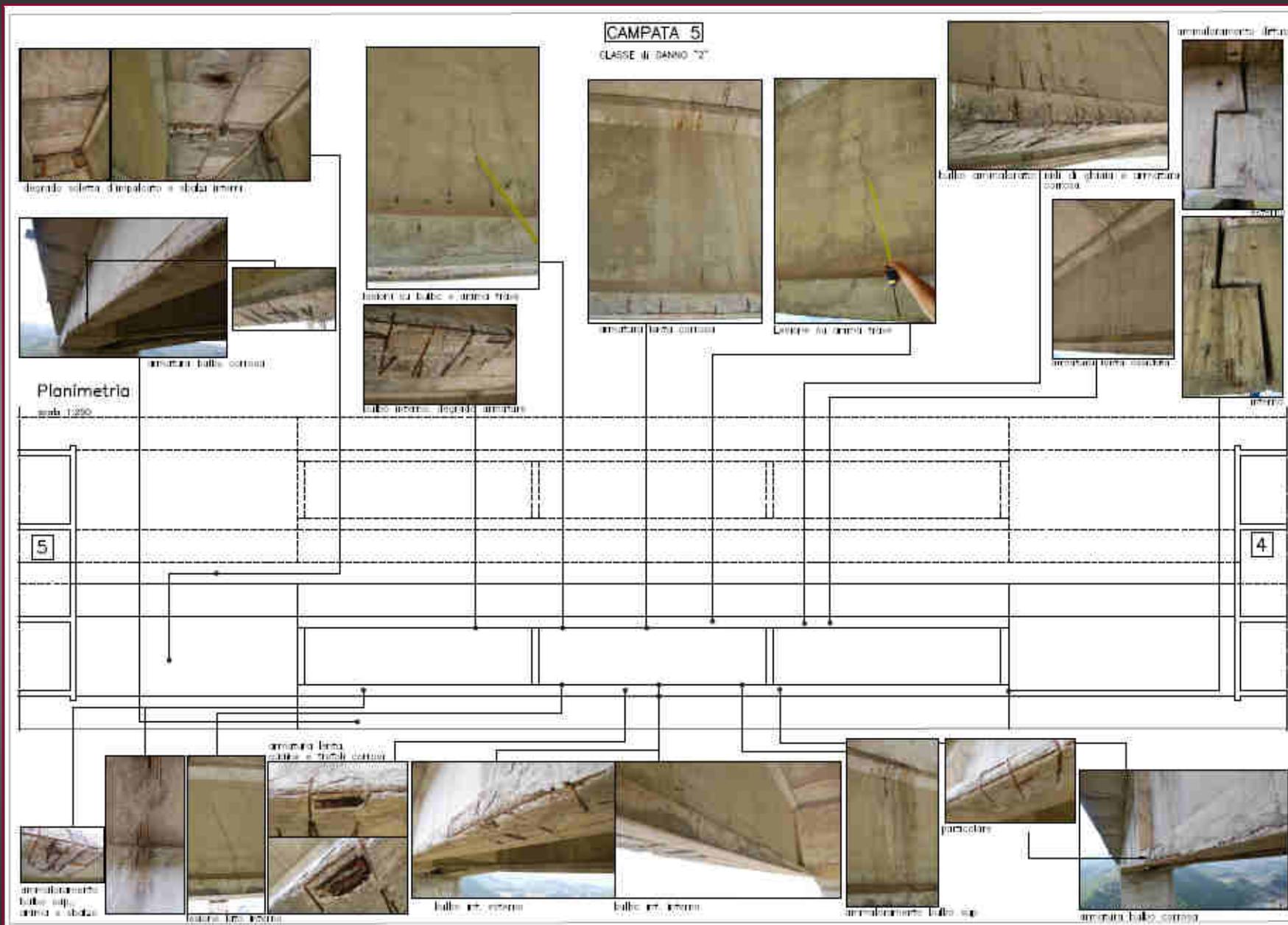


**Compartimento DELLA VIABILITA' PER LA BASILICATA****Strada: RA05 (Raccordo Autostradale)****Denominazione opera: FIUMARA DI TITO****Tipo Opera: VIADOTTO****Progressiva iniziale lato destro: 31+238****Progressiva finale lato destro: 32+348****Larghezza Carreggiata (m): 8,50****Larghezza totale (m): 9,50****Interasse (m): 45÷82****N° Campate: 22****Lunghezza (m): 1110****H max (m): 106**

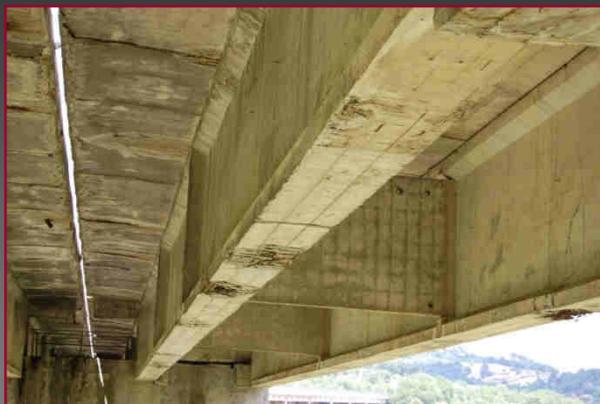




MAPPATURA del DANNO



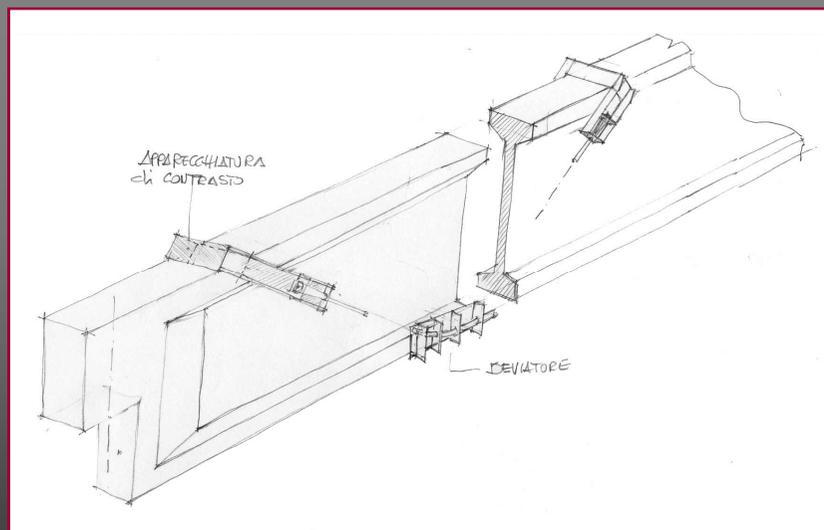
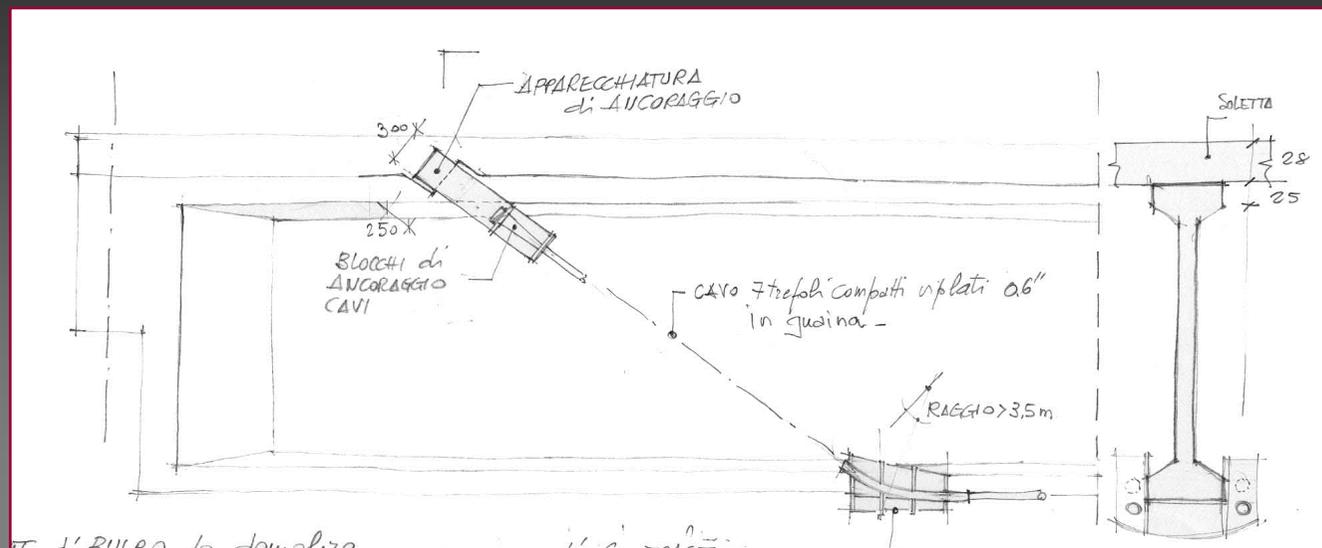
RILIEVO del DANNO



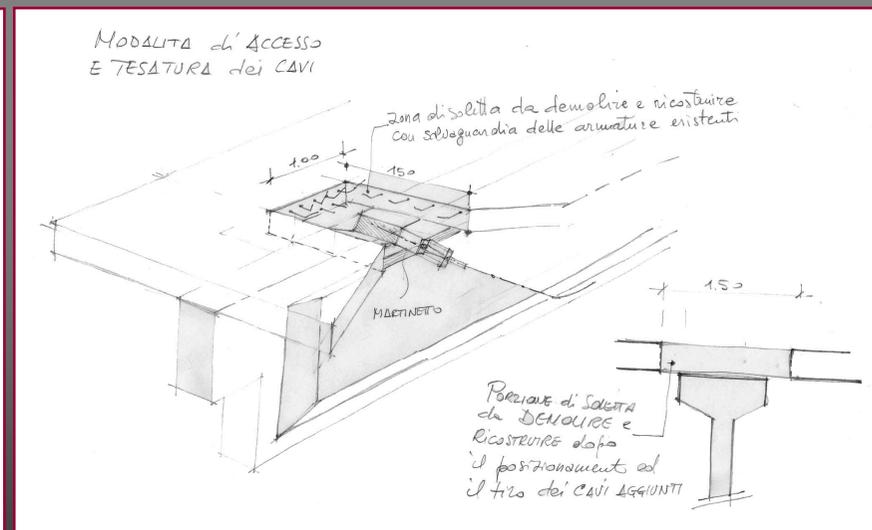
RILIEVO del DANNO



PRECOMPRESSIONE AGGIUNTIVA ESTERNA



TRAVERSA DI CONTRASTO



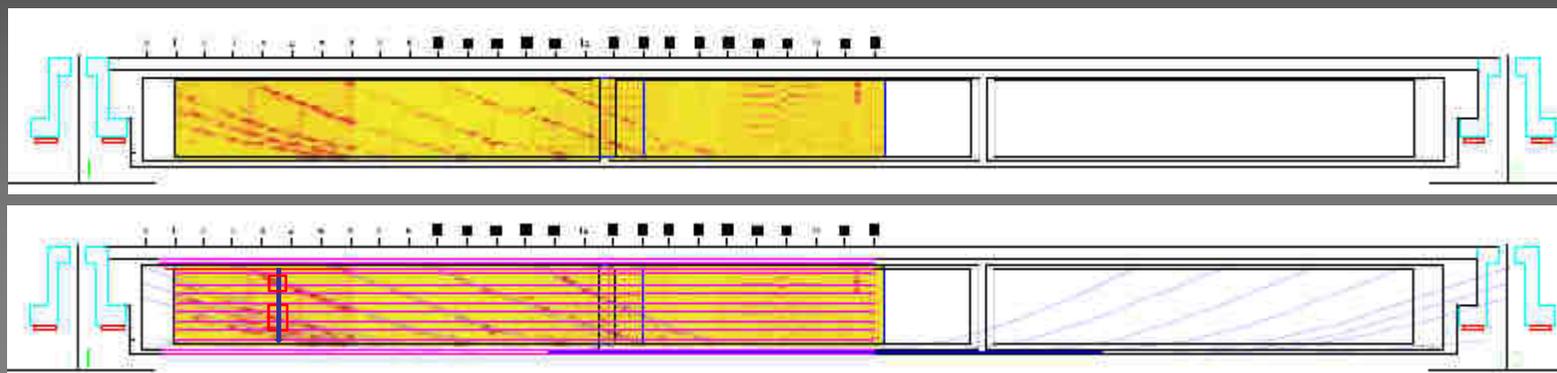
DEMOLIZIONE SOLETTA

"FIUMARA di TITO"

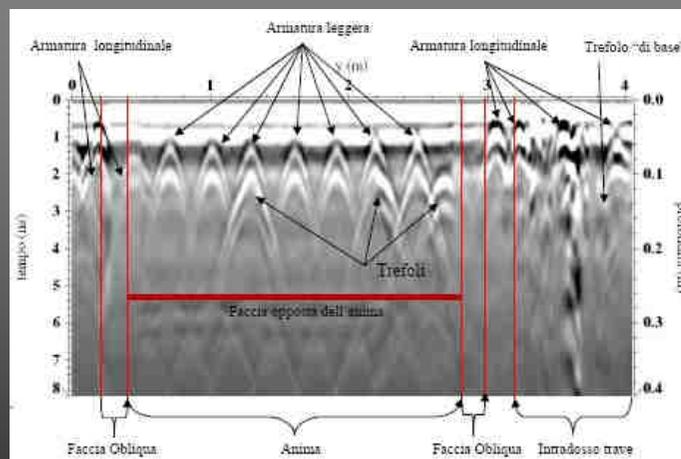
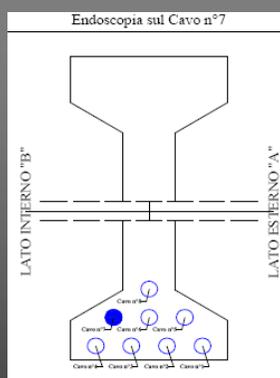
"CAMPAGNA di INDAGINE"

INDAGINE GPR

Quadro d'unione dell'Indagini GPR per l'individuazione di elementi strutturali su trave esterna, campata n. 14, dir. Potenza - Sicignano



Sezione trave



La linea verticale in blu indica la posizione del profilo lungo il quale sono stati acquisiti i dati mostrati nel radargramma sottostante. Sono evidenti le iperboli di riflessione dovute alla armatura leggera, nonché quelle riconducibili alla presenza dei trefoli.

PROVE DI RILASCIO *sul* CALCESTRUZZO

Strumentazione utilizzata: Carotatrice Hilti DD 160 attrezzata con corona del diametro di 150 mm



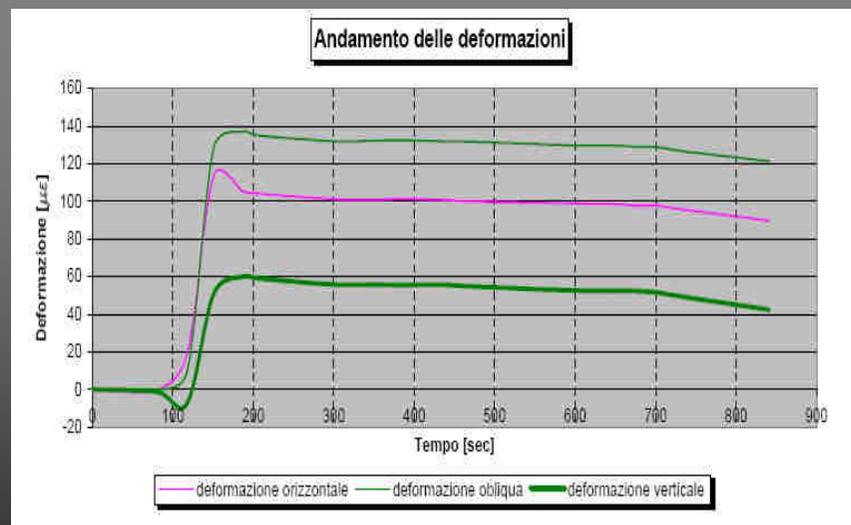
Carotaggio



Tracciamento delle direzioni monitorate



Disposizione degli strain-gauges



Andamento delle deformazioni funzione del tempo

ENDOSCOPIE sui CAVI di PRECOMPRESSIONE

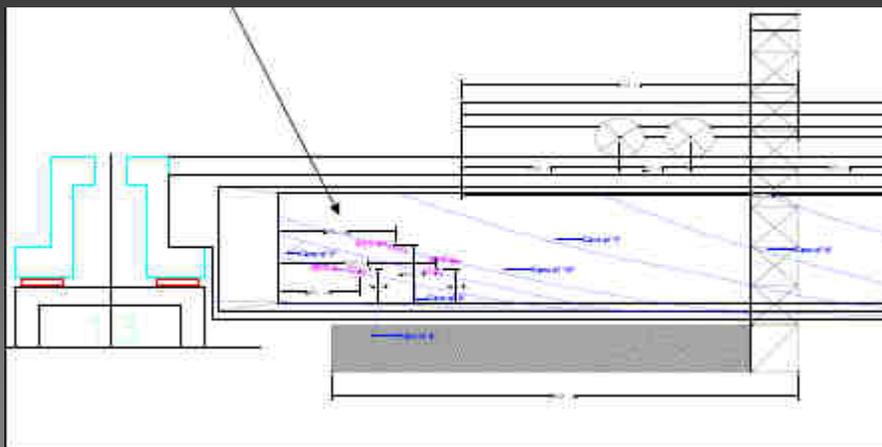
Ubicazione: Mezzeria Trave - Intradosso trave - a 493 cm dal traverso lato Potenza
a 35 cm dal bordo esterno 'A'



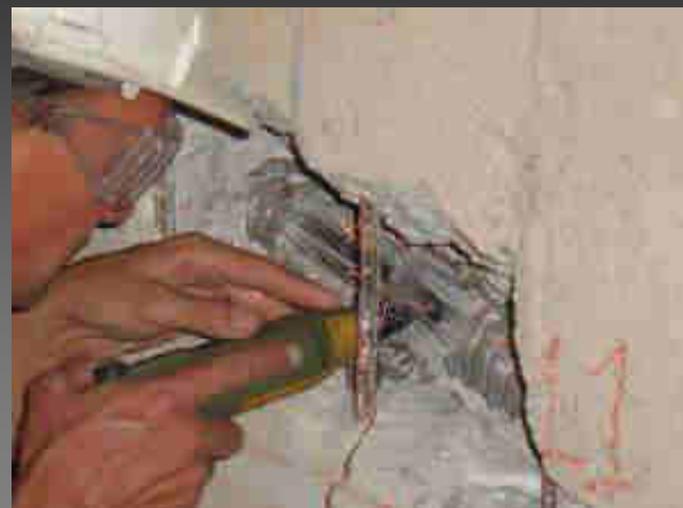
ENDOSCOPIE

Strumentazione utilizzata: Fibroscopio flessibile semirigido - diam. 8mm L= 1000mm - Risoluzione immagine 7.400 pixel - Direzione della visuale (DOV) 0° - Campo visuale (FOV) 27° - Messa a fuoco 10mm...infinito - illuminazione 2,55 watt

PROVE di DETENSIONAMENTO



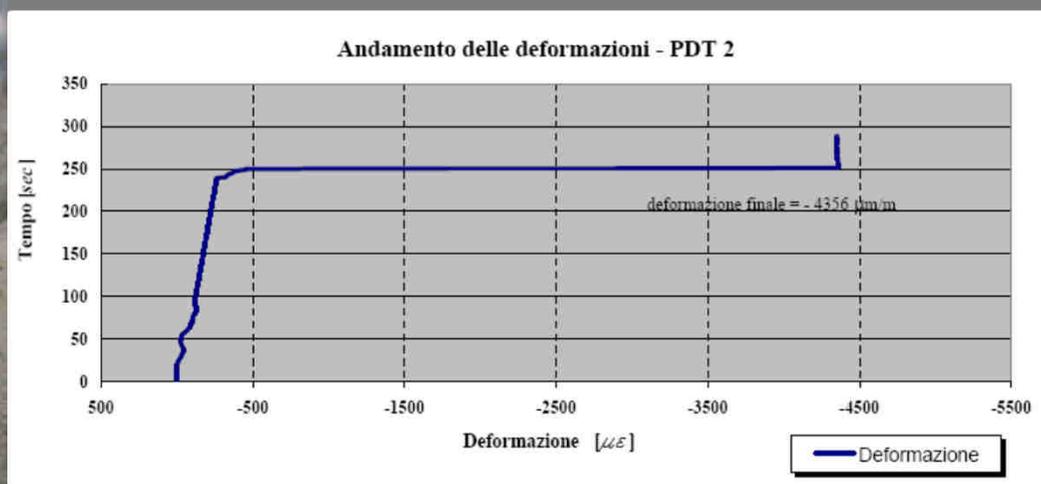
Ubicazione della prova: Appoggio trave 14 lato Potenza



Punto di prova



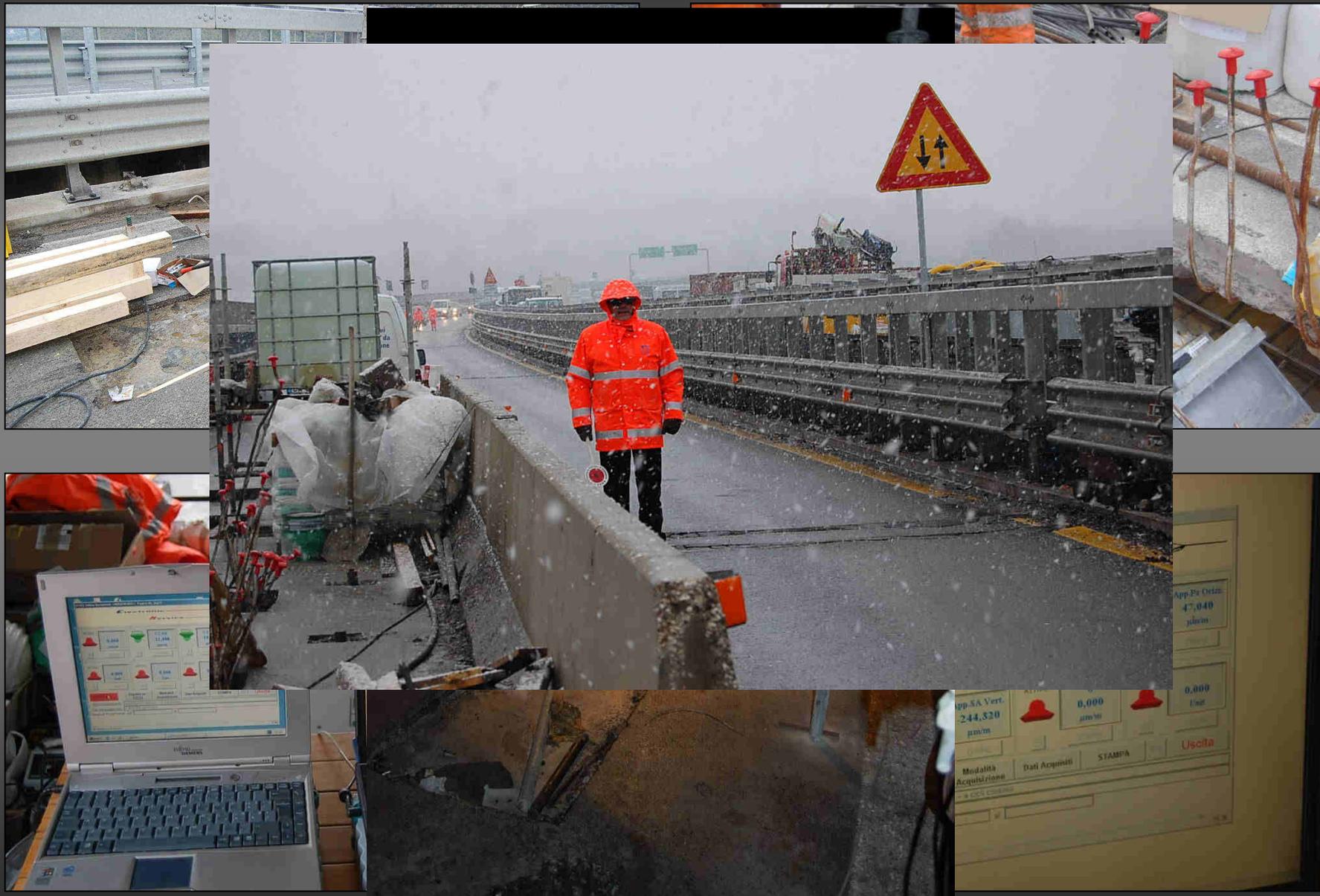
Andamento delle deformazioni in funzione del tempo



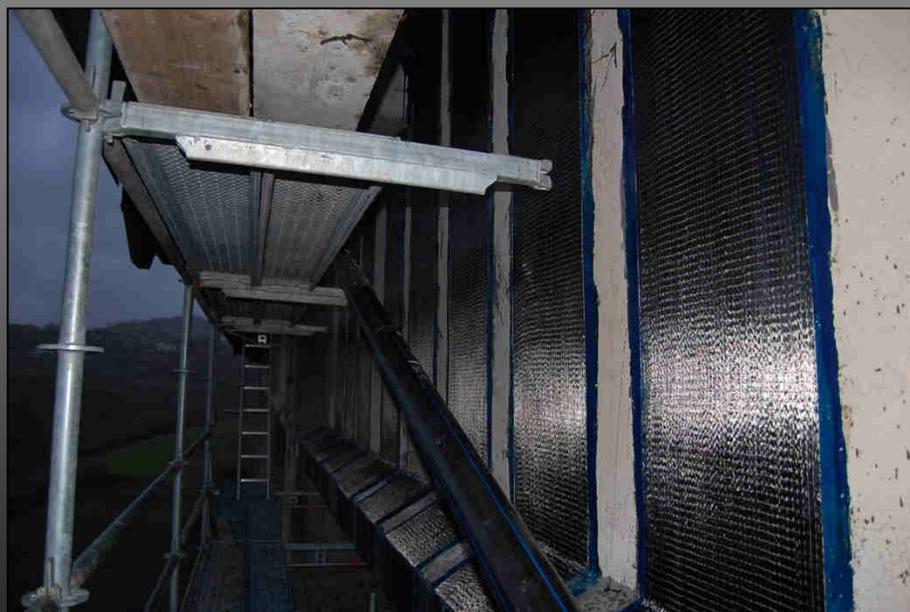
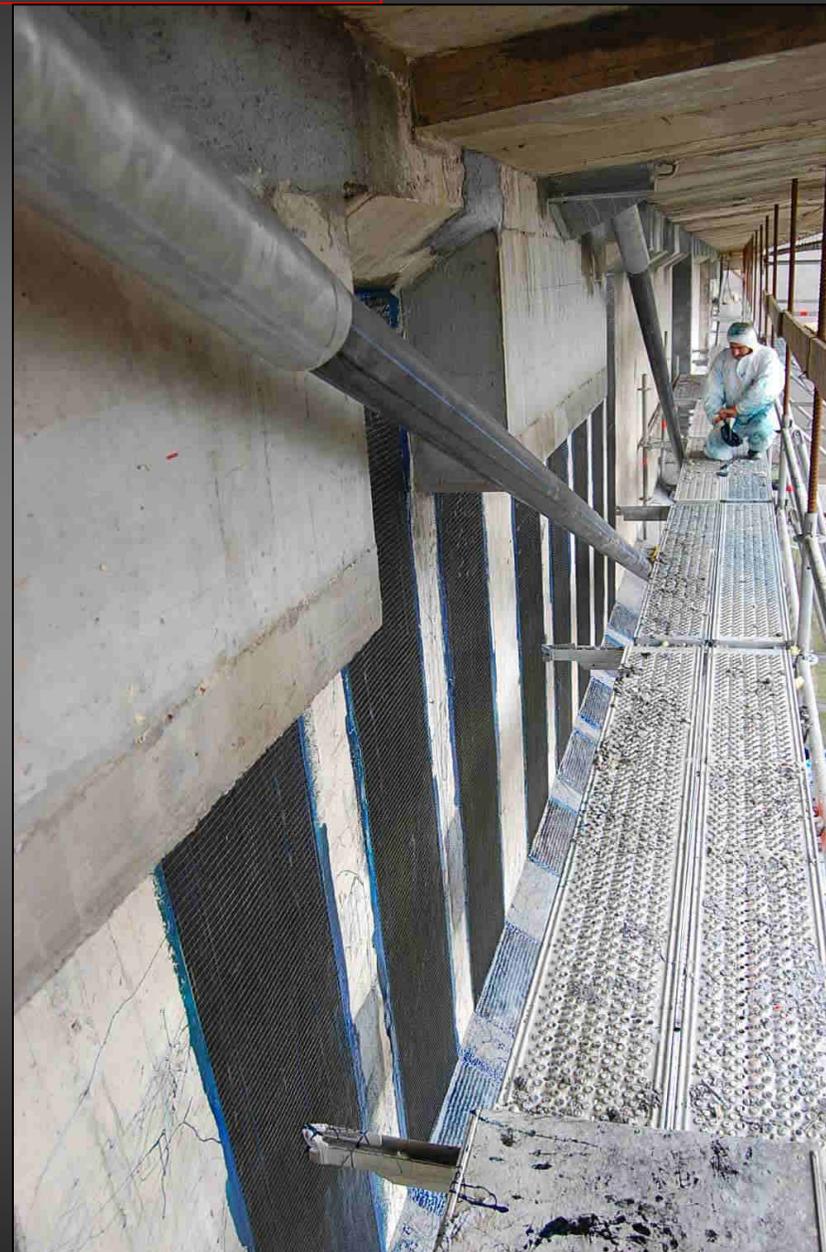
"FIUMARA di TITO"

Fasi Lavorative

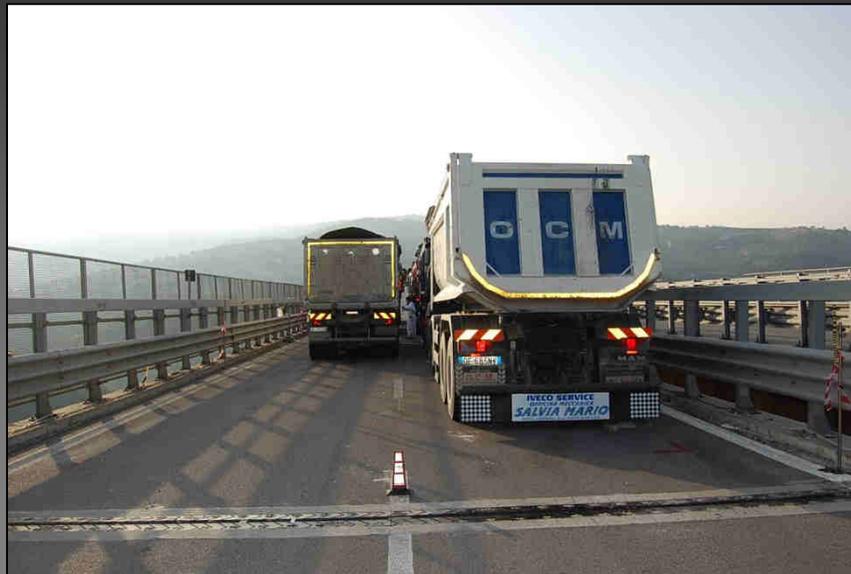
Operazioni di tesatura dei cavi



Applicazione di strati di fibre di carbonio

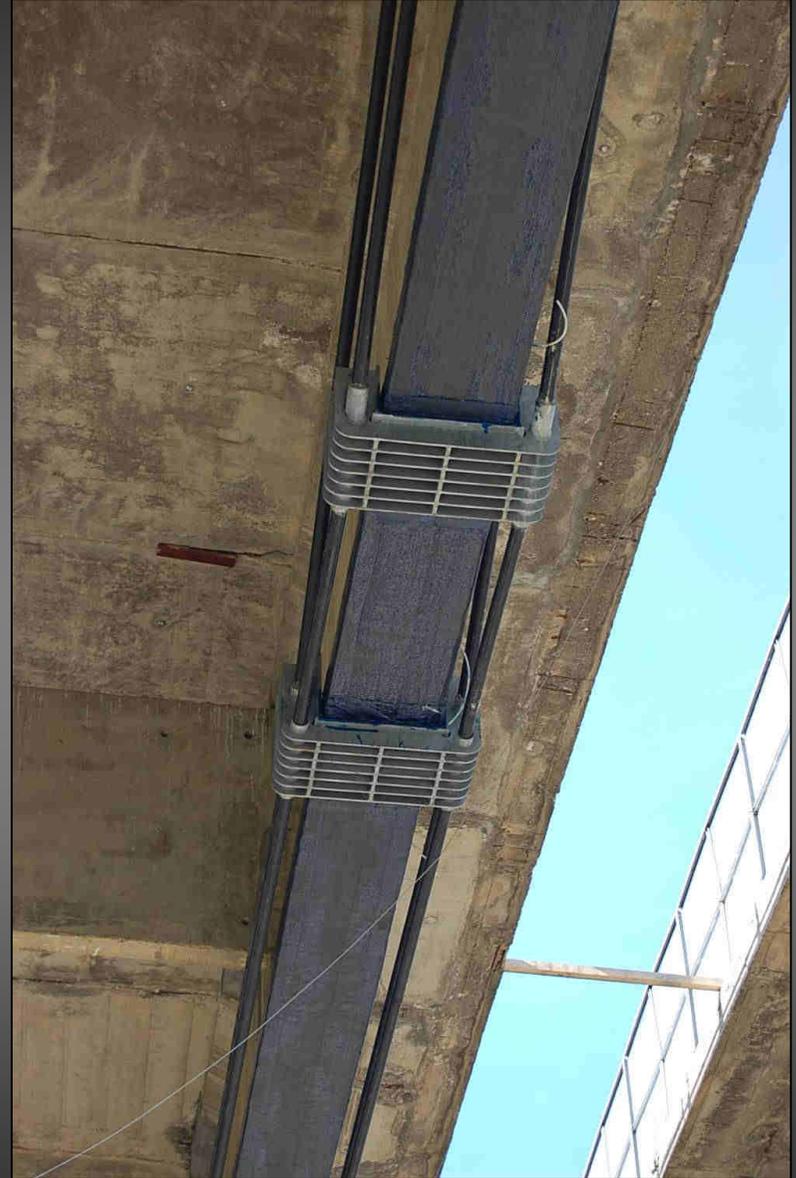
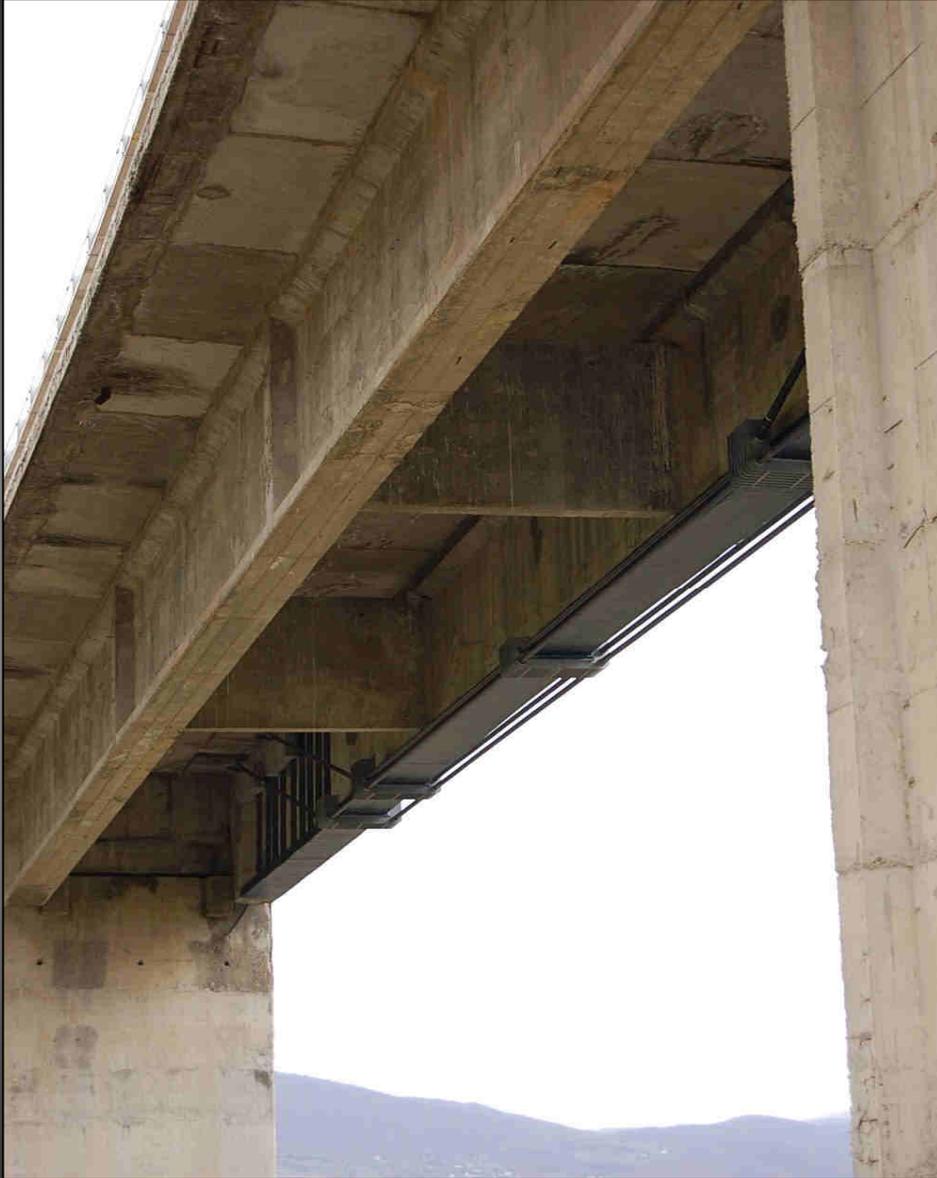


Prove di Carico



Risultato Finale









Il Ponte CARPINETO I



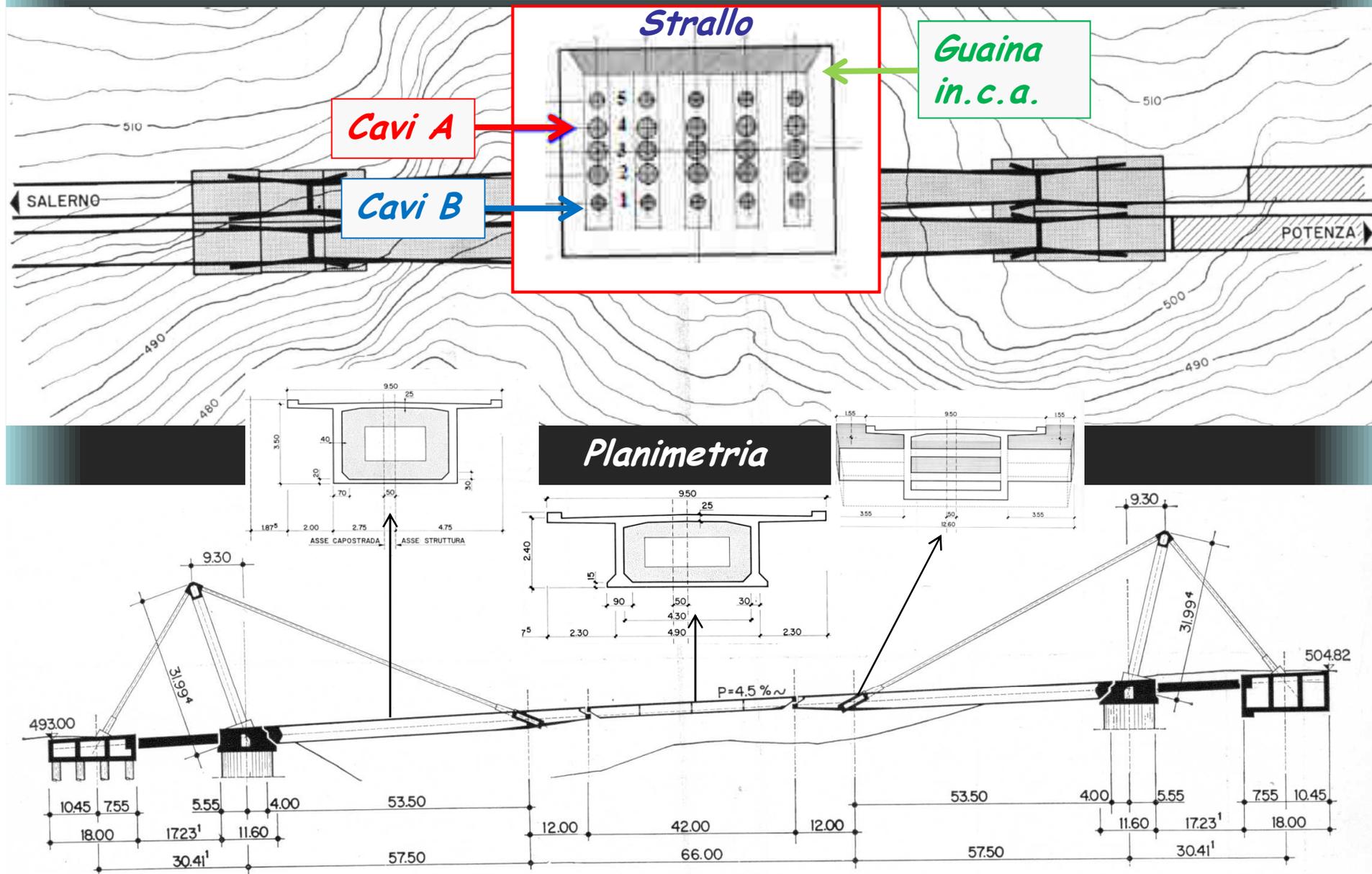
*Traversoni di sommità
attacco degli stralli*

*Vista dalla sommità della Pila
Lato Sicignano*

Viadotto CARPINETO 1° (1971-74)

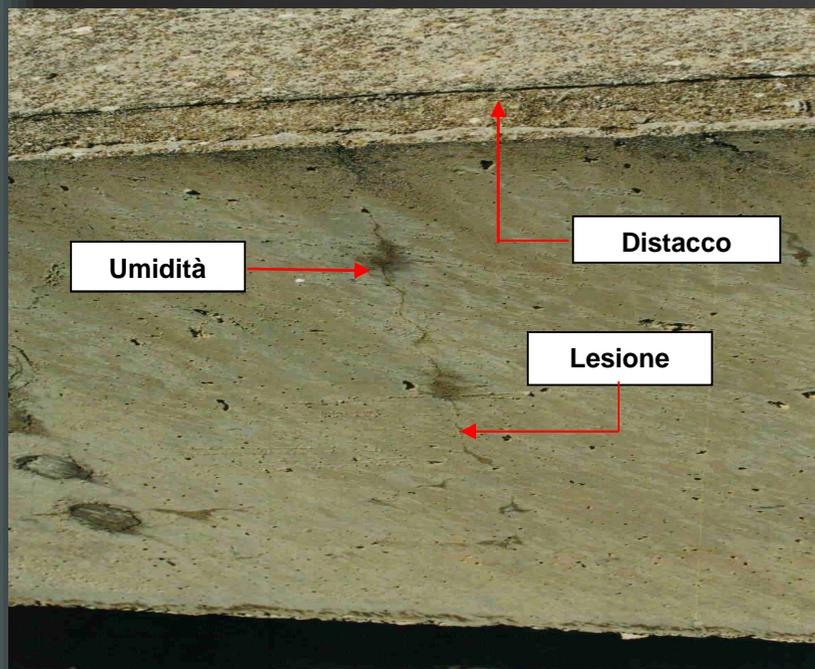
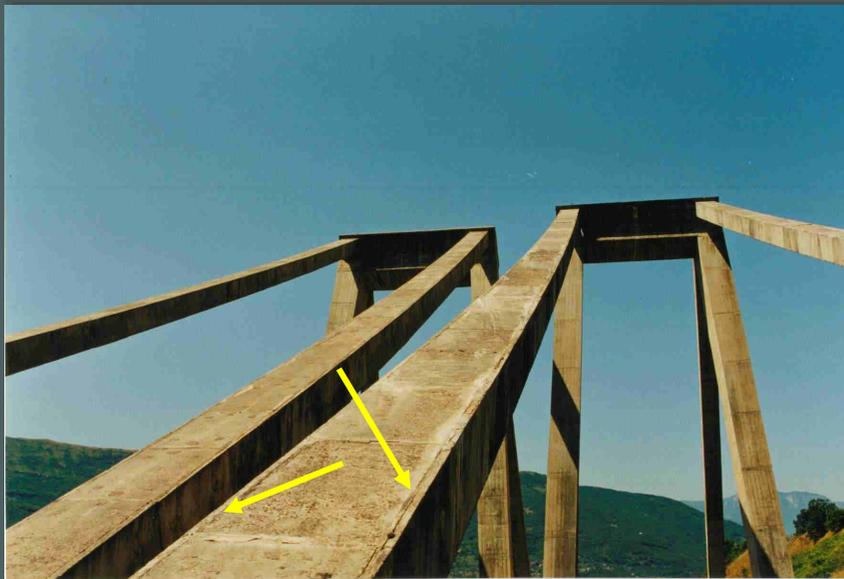


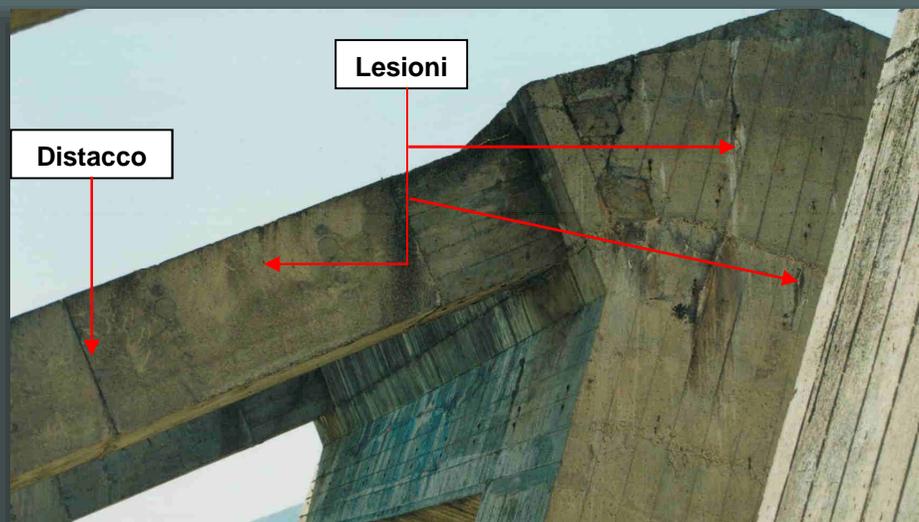
Viadotto CARPINETO 1° (1971-74)



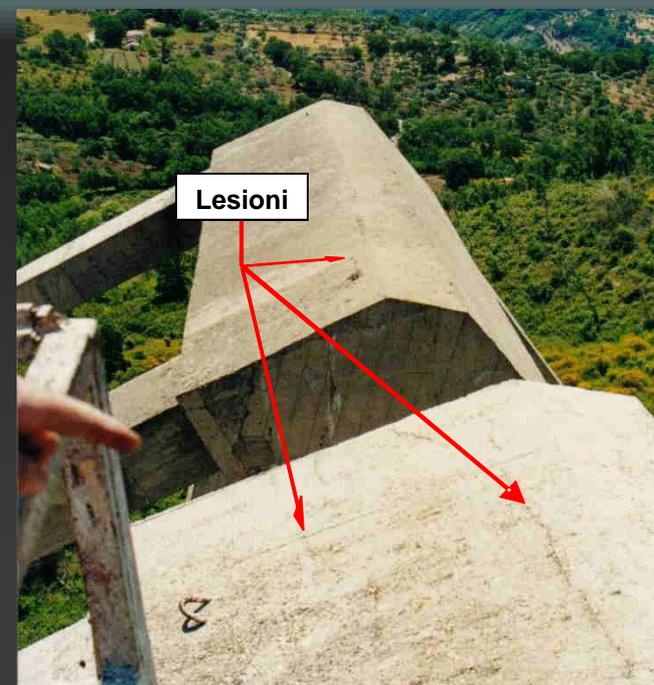
Sezione Longitudinale

Degrado Strutturale

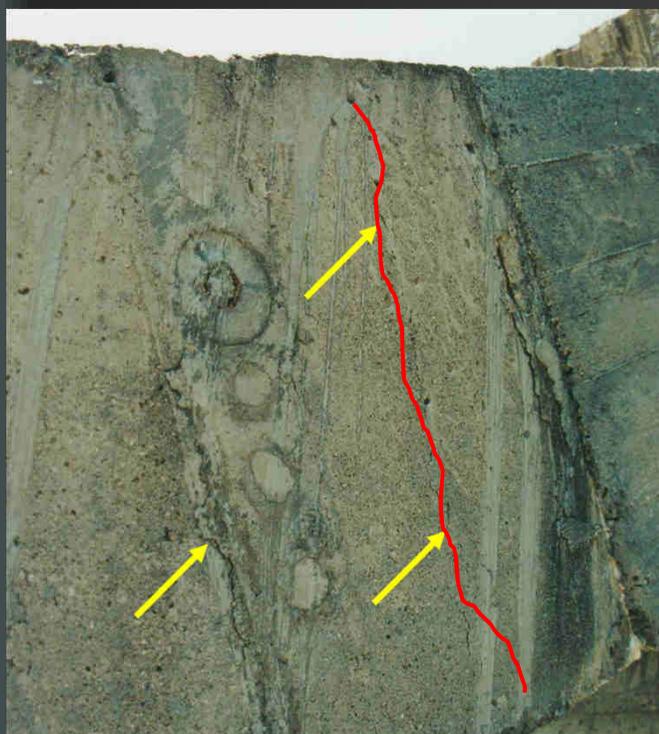




Selle di rinvio Vista laterale



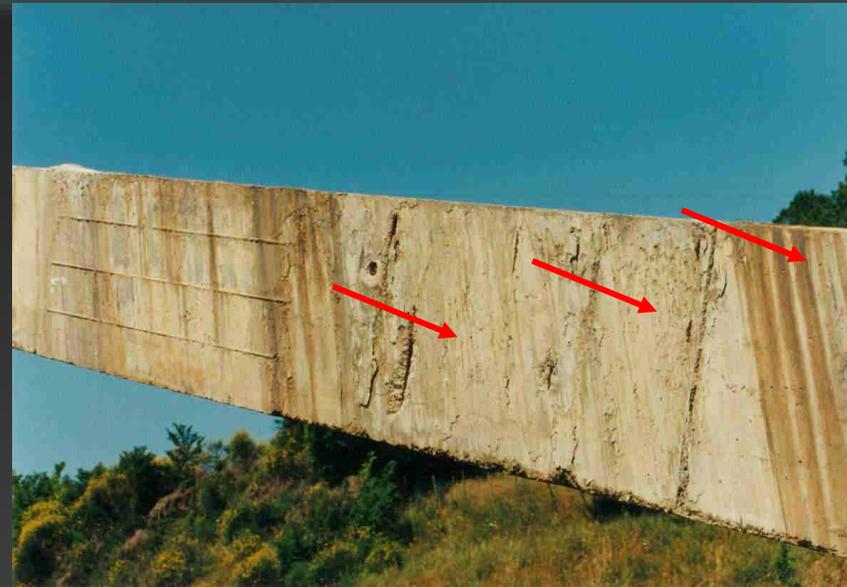
Selle di rinvio - Vista superiore



Lesioni sui terminali di attacco al traverso

Distacco tra i conci





*Degrado superficiale
Evidenze:
Espulsione copriferro
Ossidazione armature lente
Fessurazioni*

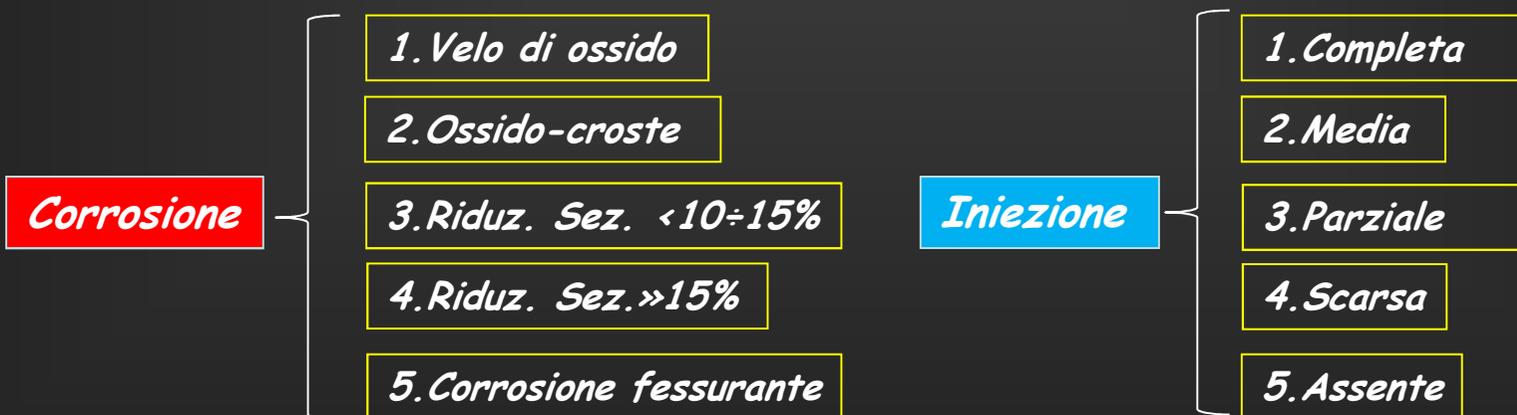
CAMPAGNA di INDAGINI

INDAGINI

- ❑ *Ispezione generale visiva*
- ❑ *Rilievo geometrico della configurazione degli stralli*
- ❑ *Prove Riflettometriche*
- ❑ *Sondaggi endoscopici sui cavi degli stralli*
- ❑ *Prove di detensionamento sui trefoli dei cavi "A"*
- ❑ *Prove di detensionamento sui trefoli dei cavi "B"*
- ❑ *Prove di rilascio di tensione nel calcestruzzo delle guaine*
- ❑ *Caratterizzazione dinamica*

RIFLETTOMETRIA

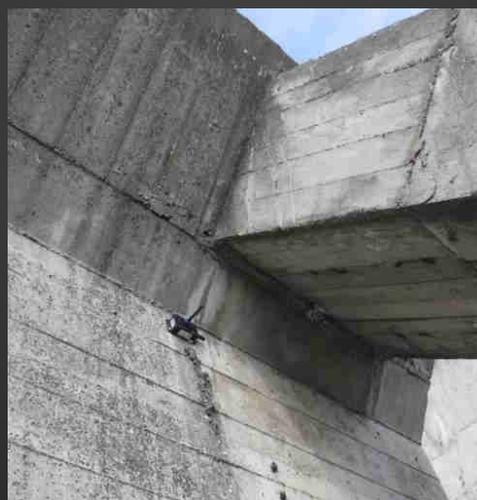
RIMT (Reflectometric Impulse Measurement Technology),



CARATTERIZZAZIONE DINAMICA

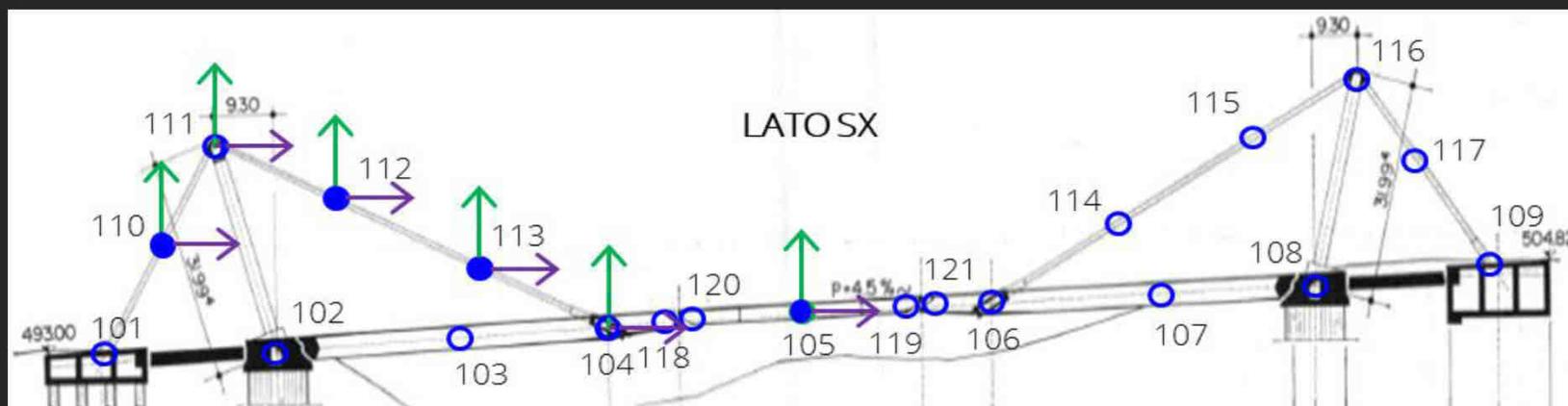


Impalcato direzione Salerno - ubicazione degli accelerometri

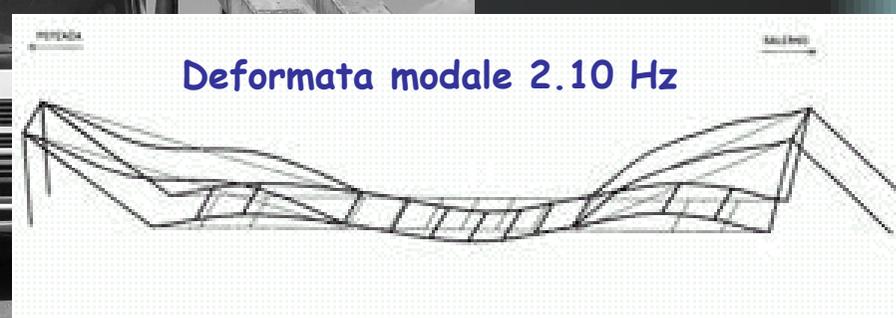
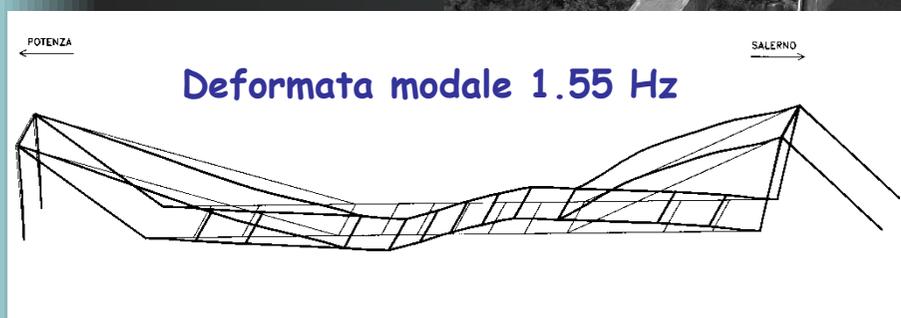
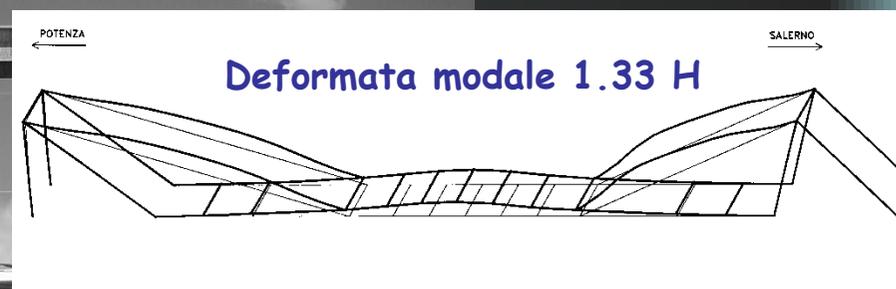
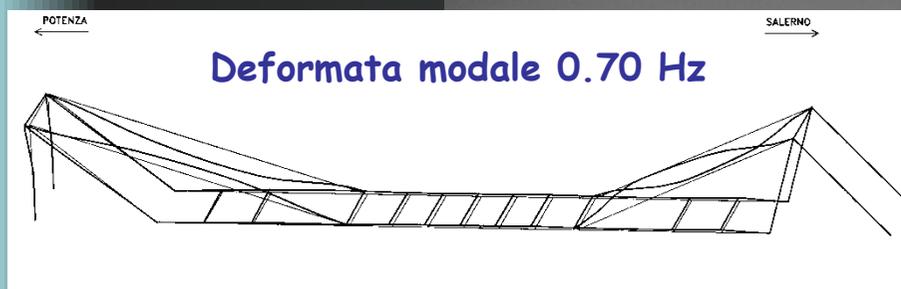


Accelerometri installati

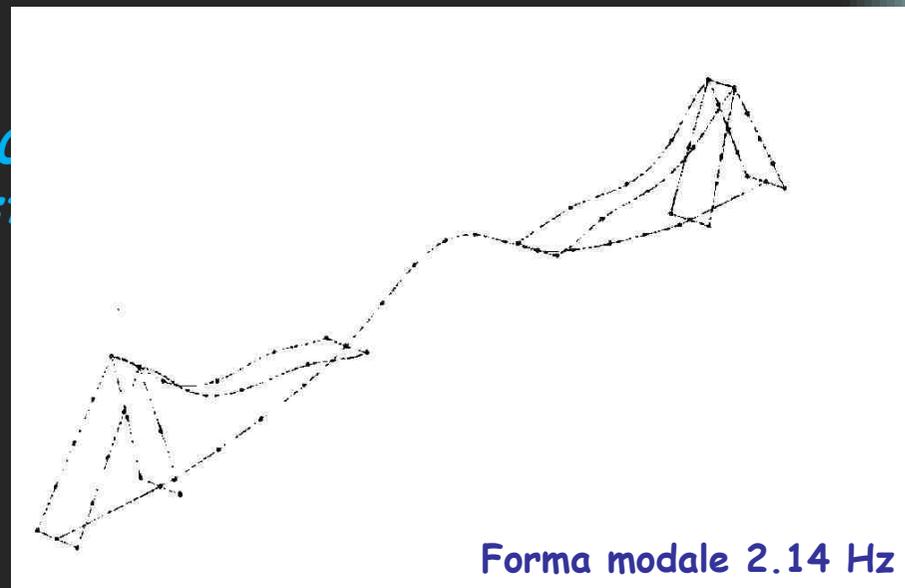
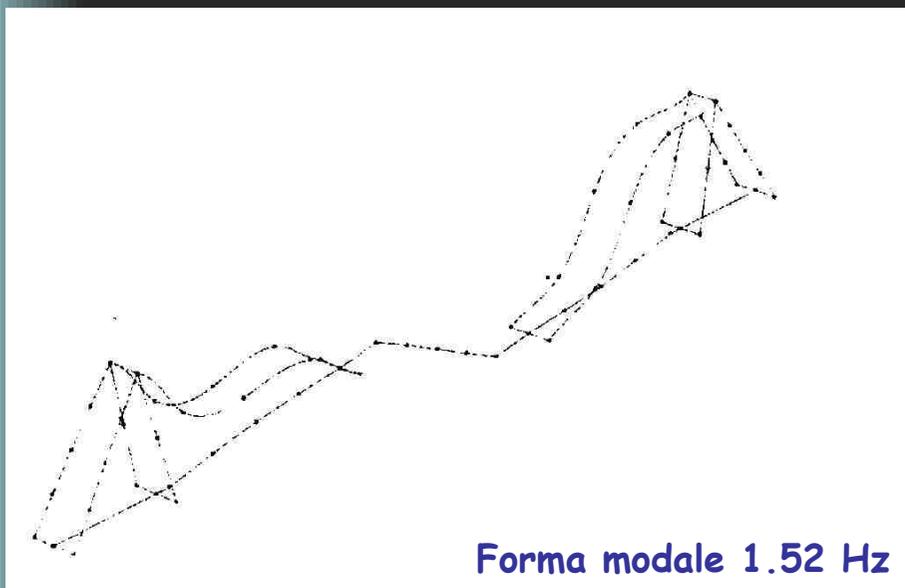
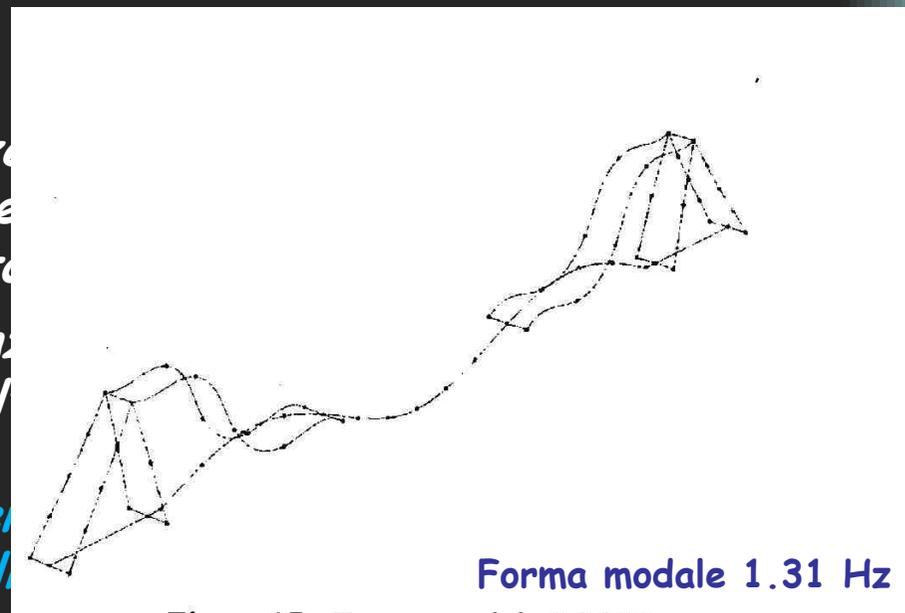
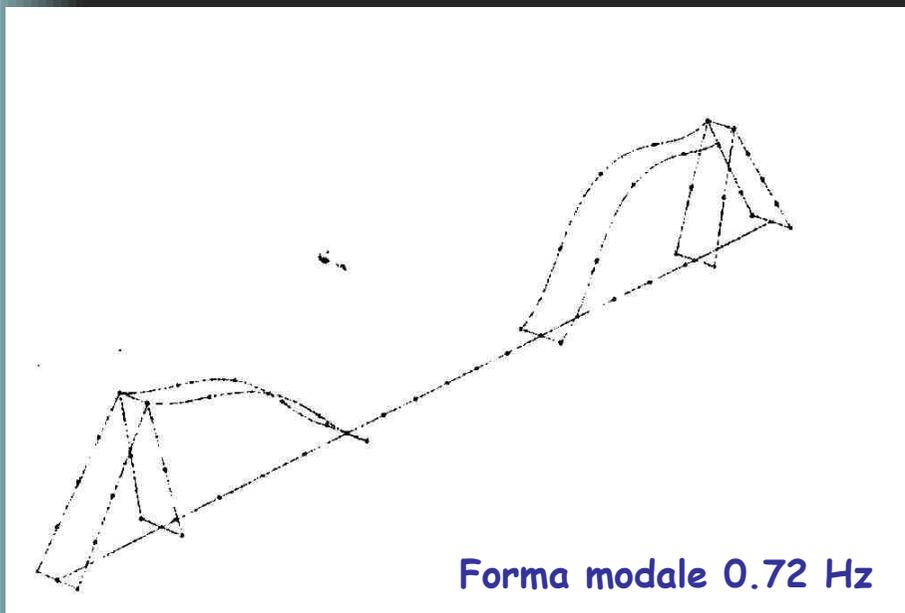
CARATTERIZZAZIONE DINAMICA



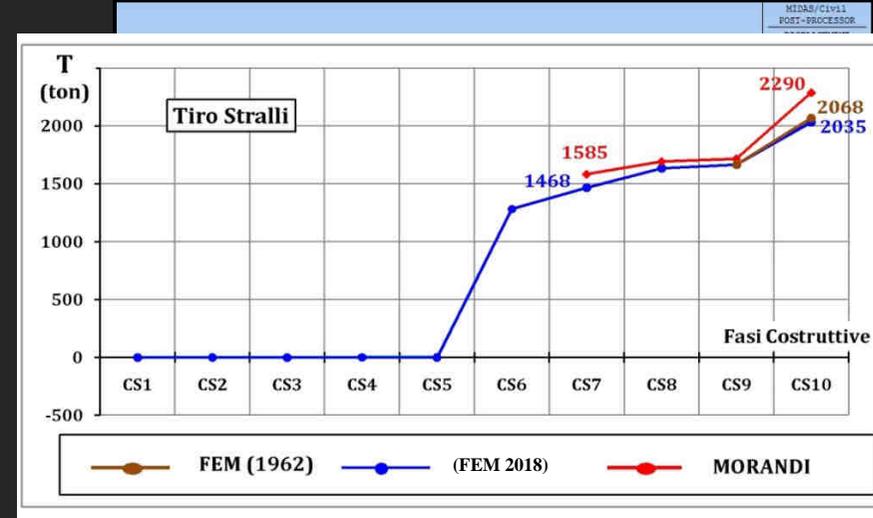
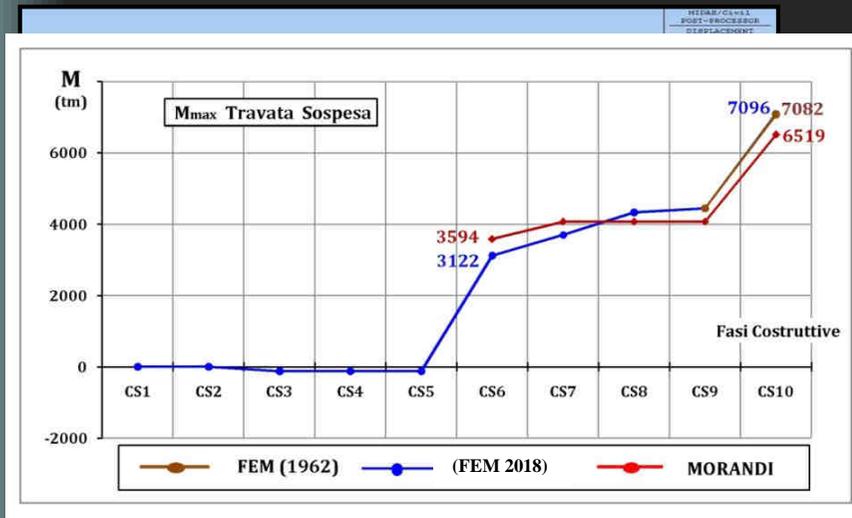
Disposizione accelerometrica della Configurazione 1 con indicazione dei canali attivi



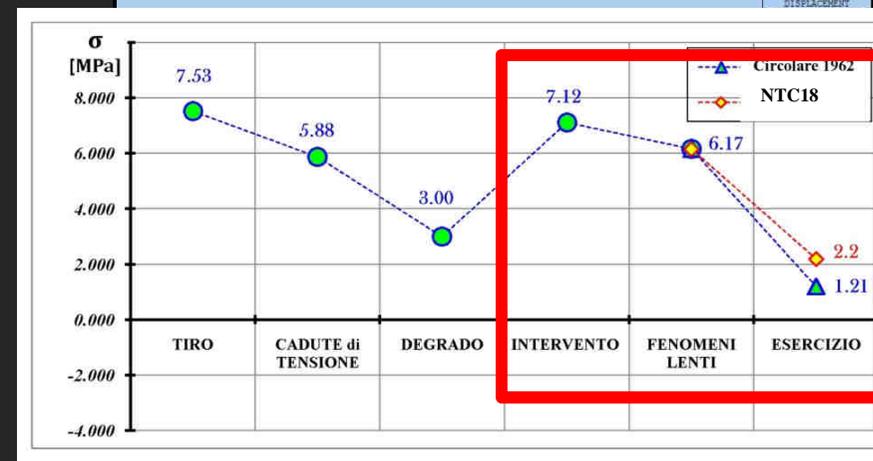
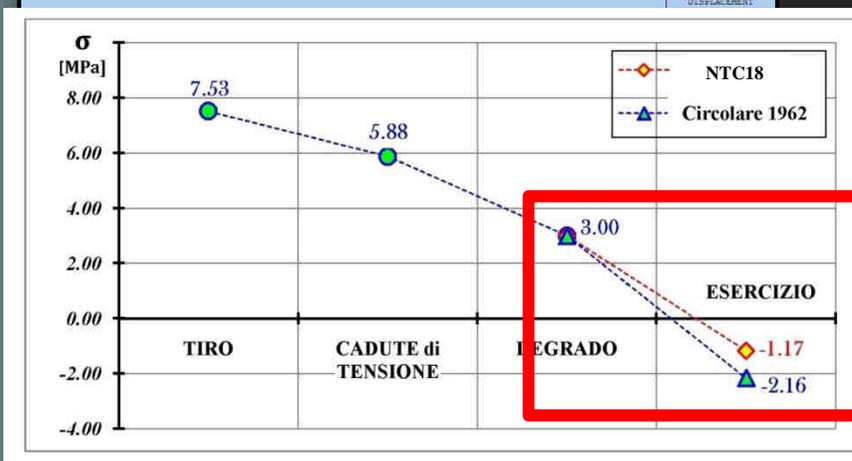
Identificazione dinamica



Modello FEM tra Fasi Sottotritazioni



Stato tensionare nello strallo in esercizio



CONCLUSIONI

- 1. La struttura, allo stato attuale, esibisce un comportamento che può ritenersi conforme alle previsioni di progetto.*
- 2. I risultati sono in linea con quelli ottenuti nella campagna di indagini eseguita nel 2001 e 2013.*
- 3. La configurazione a catenaria degli stralli è confrontabile con quella teorica.*
- 4. Alle suddette configurazioni deformate corrispondono valori del tiro negli stralli confrontabili con quelli di progetto.*
- 5. Il calcestruzzo delle guaine dalle prove condotte risulta compresso sotto l'azione dei carichi permanenti ad un tasso di circa 2.8 Mpa. Comportamento a Sez. interamente reagente (carichi perm.)*
- 6. La necessità di provvedere ad applicare una precompressione aggiuntiva esterna alle guaine degli stralli per compensare le cadute di tensioni conseguenti tra l'altro al degrado in atto*

FINE

