Delco Engineering and Design Office S.r.l.

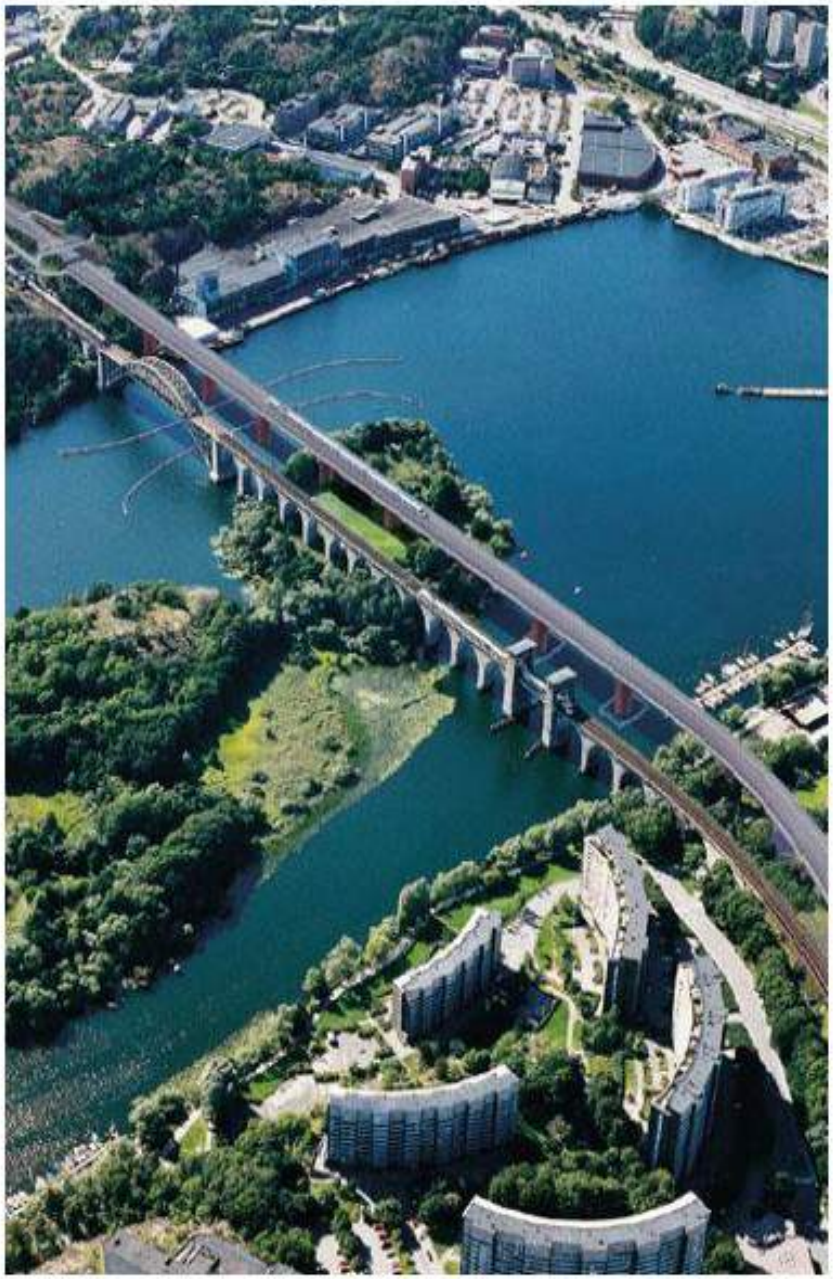
Engineering in The World

Tecniche di Monitoraggio a Fibre Ottiche su Strutture in C.A. e C.A.P. e in muratura Opere Infrastrutturali e Geotecniche

Dott. Ing. Diego Dell'Erba
info@ingdiegodellerba.it - ingdiego@ingdiegodellerba.it
www.ingdiegodellerba.it

Introduzione

Il concetto di struttura intelligente (dall'inglese smart structure) ha già provato la sua efficacia in diversi campi dell'ingegneria, in particolare in aeronautica e nello studio dei materiali compositi. Queste strutture sono provviste di una rete interna di sensori a fibre ottiche che permettono la sorveglianza di diversi parametri, critici per la sicurezza ed utili per una pianificazione efficace degli interventi di manutenzione.



Monitoraggio in campo Statico

- ✓ Controllo nelle fasi realizzative
- ✓ Controllo all'entrata in servizio dell'opera
- ✓ Controllo durante la vita utile
- ✓ Manutenzione

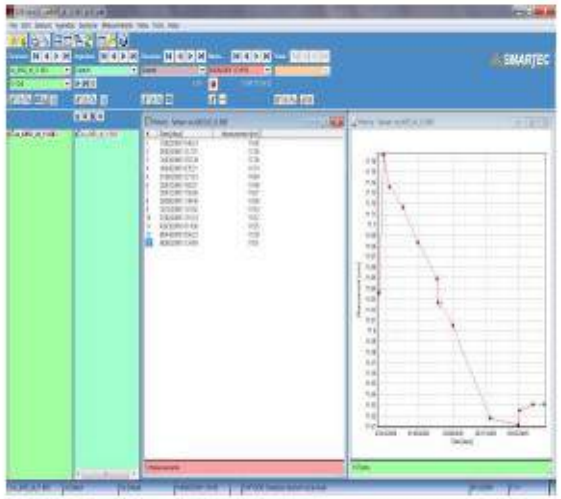
È possibile effettuare tale controllo mediante l'utilizzo della tecnologia a fibra ottica che ha una provenienza applicativa di tipo Aereonautico



Elementi Principali

Le componenti del sistema sono:

- ✓ I sensori a fibre ottiche
- ✓ l'unità di lettura
- ✓ Gli switch
- ✓ Software di programmazione, acquisizione ed analisi delle misure.









Sensori Ottici

Un Sensore è costituito da 2 elementi:

- ✓ La fibra di misura é tesa, risultando perciò solidale
- ✓ La fibra di riferimento é invece lasca, perciò libera ed indipendente dalle deformazioni della struttura

La base di misura del sensore standard è compresa tra 25 cm e 10 m con una risoluzione di (2/1000 di mm)





Unità di Lettura Statica

Il segnale ottico viene emesso dall'unità di lettura tramite un LED a infrarossi, sdoppiato nelle due fibre all'interno del sensore e quindi riflesso da due specchi posti all'estremità di ciascuna fibra, per ritornare poi all'unità di lettura dove viene demodulato.



Sensori Termici

E’ possibile collegare all’Unità di lettura anche altri sensori, quali ad esempio le termocoppie.

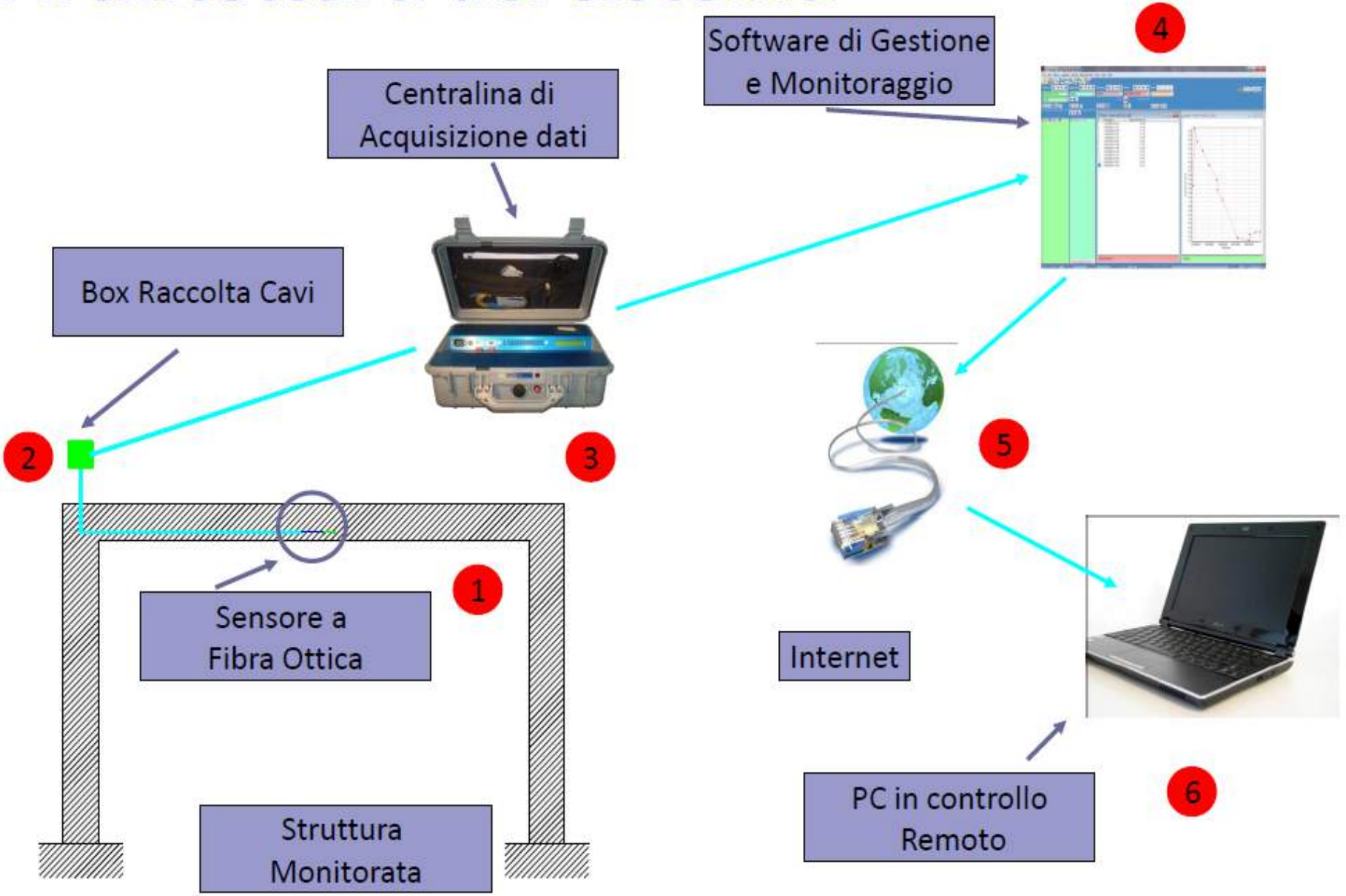
In questo modo è possibile ottenere maggiori informazioni del sistema monitorato con una sola Unità di Lettura







Architettura del sistema



MONITORAGGIO STRUTTURALE A FIBRE OTTICHE DELLA CHIESA DI S.MARIA GORETTI GUIDONIA MONTECELIO - ROMA





BREVE DESCRIZIONE

L'INSTALLAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO A FIBRE OTTICHE RENDE L'EDIFICIO " INTELLIGENTE " CIO' IN GRADO DI AUTODIAGNOSTICARSI SENZA SOLUZIONE DI CONTINUITA' E PREVENIRE EVENTI ANOMALI CHE NE PREGIUDICANO LA STATICITA'

L'edificio è costituito da due corpi di fabbrica contigui, realizzati con tecniche e materiali differenti. Il primo, in muratura portante ed oggetto di consolidamento, è sede della chiesa. Il secondo, di nuova edificazione ed in c.a., ospita i locali parrocchiali. Il sistema di monitoraggio a fibra ottica ha interessato l'edificio di nuovo impianto. Tale scelta consentirà di effettuare controlli specifici in fase realizzativa, di collaudo, ed inoltre, di programmare, quando l'opera entrerà in servizio, gli interventi di manutenzione. Infatti, la possibilità di disporre di dati oggettivi sul funzionamento strutturale, permetterà di classificare gli interventi, in interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria, permettendo una razionalizzazione ed una ottimizzazione dei costi.

BREVE DESCRIZIONE

Il sistema di monitoraggio è stato ideato e realizzato in funzione di precise indicazioni fornite dalla committenza, le quali mirano principalmente a perseguire i seguenti obiettivi:

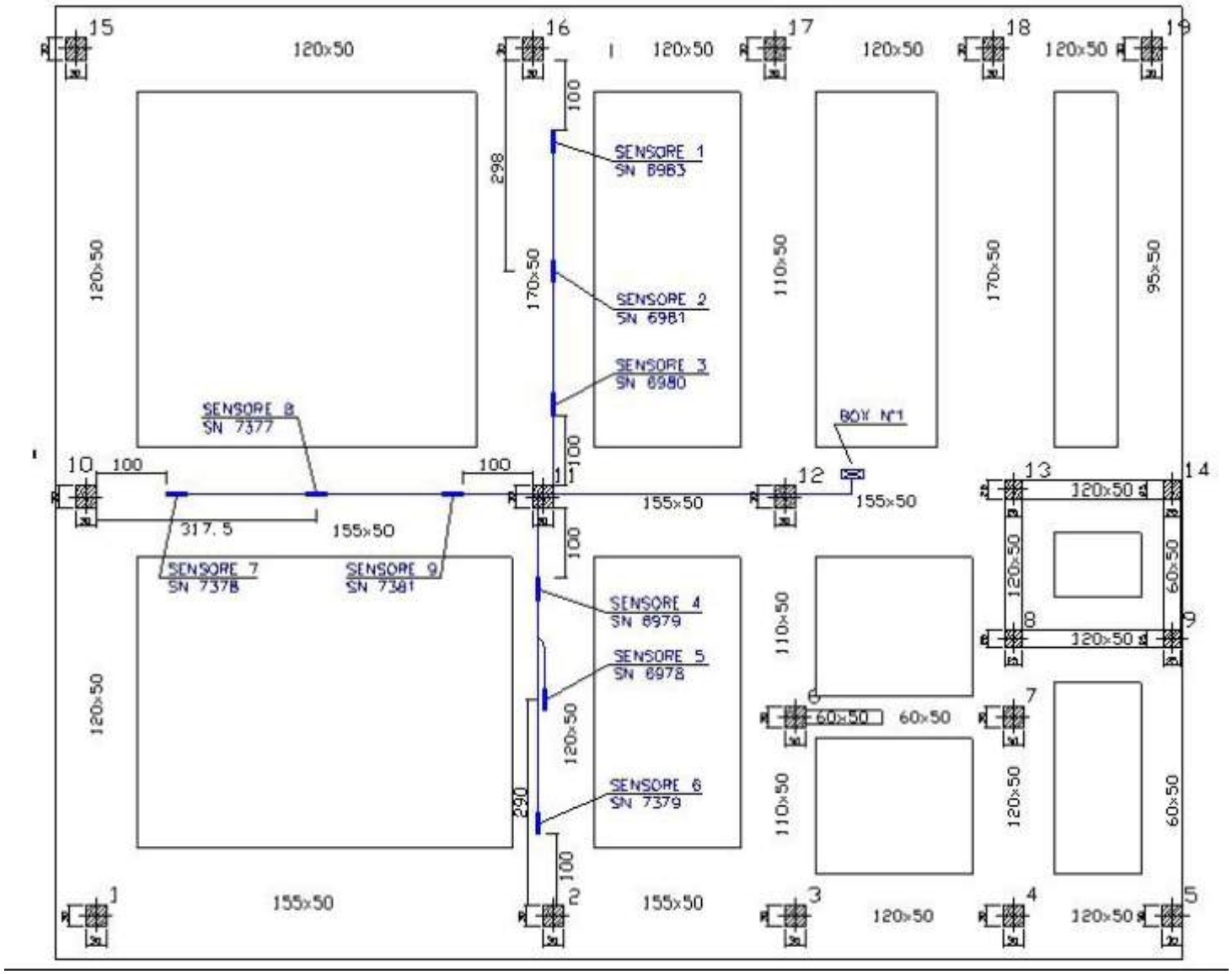
- Verifica delle fasi costruttive e certificazione della realizzazione "ad opera d'arte".
- Analisi dell'evoluzione del regime di sollecitazione sulle membrature portanti nelle fasi costruttive, di collaudo ed a struttura ultimata.

- Dotare l'immobile di un sistema utilizzabile nel corso della vita utile al fine di controllare l'affidabilità statica.

Complessivamente sull'opera sono stati installati:
- n.9 sensori a fibra ottica nelle travi di fondazione.
- n.6 sensori a fibra ottica nei pilastri del I ordine.
- n.9 sensori a fibra ottica nelle travi di I livello.

Fasi di installazione ed elementi monitorati sulle travi di fondazione dei locali parrocchiali

N.03 TRAVI MONITORATE – N.9 SENSORI



Fasi di installazione ed elementi monitorati sulle travi di fondazione dei locali parrocchiali



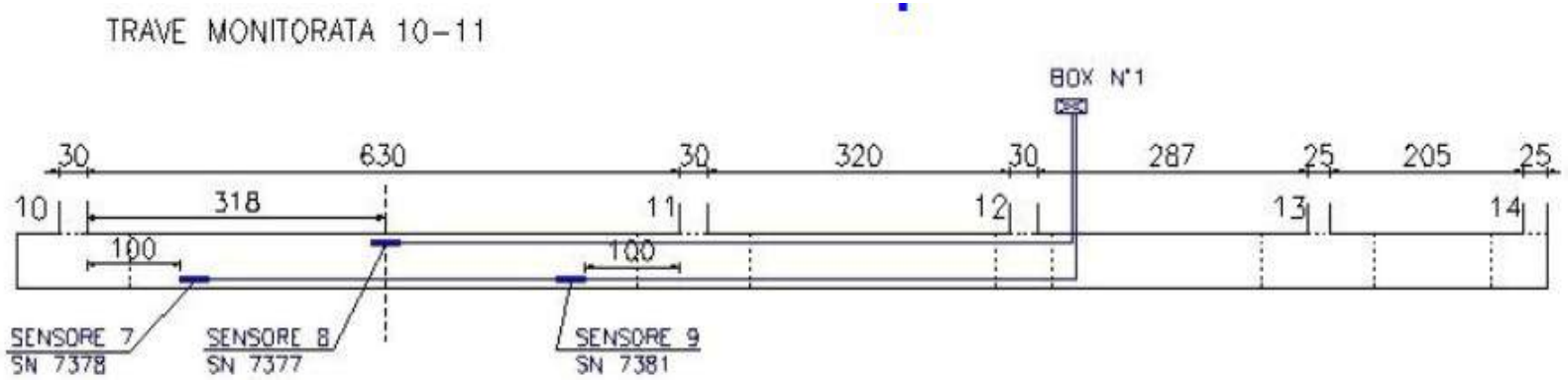


Fasi di installazione ed elementi monitorati sulle travi di fondazione dei locali parrocchiali





Fasi di installazione ed elementi monitorati sulle travi di fondazione dei locali parrocchiali



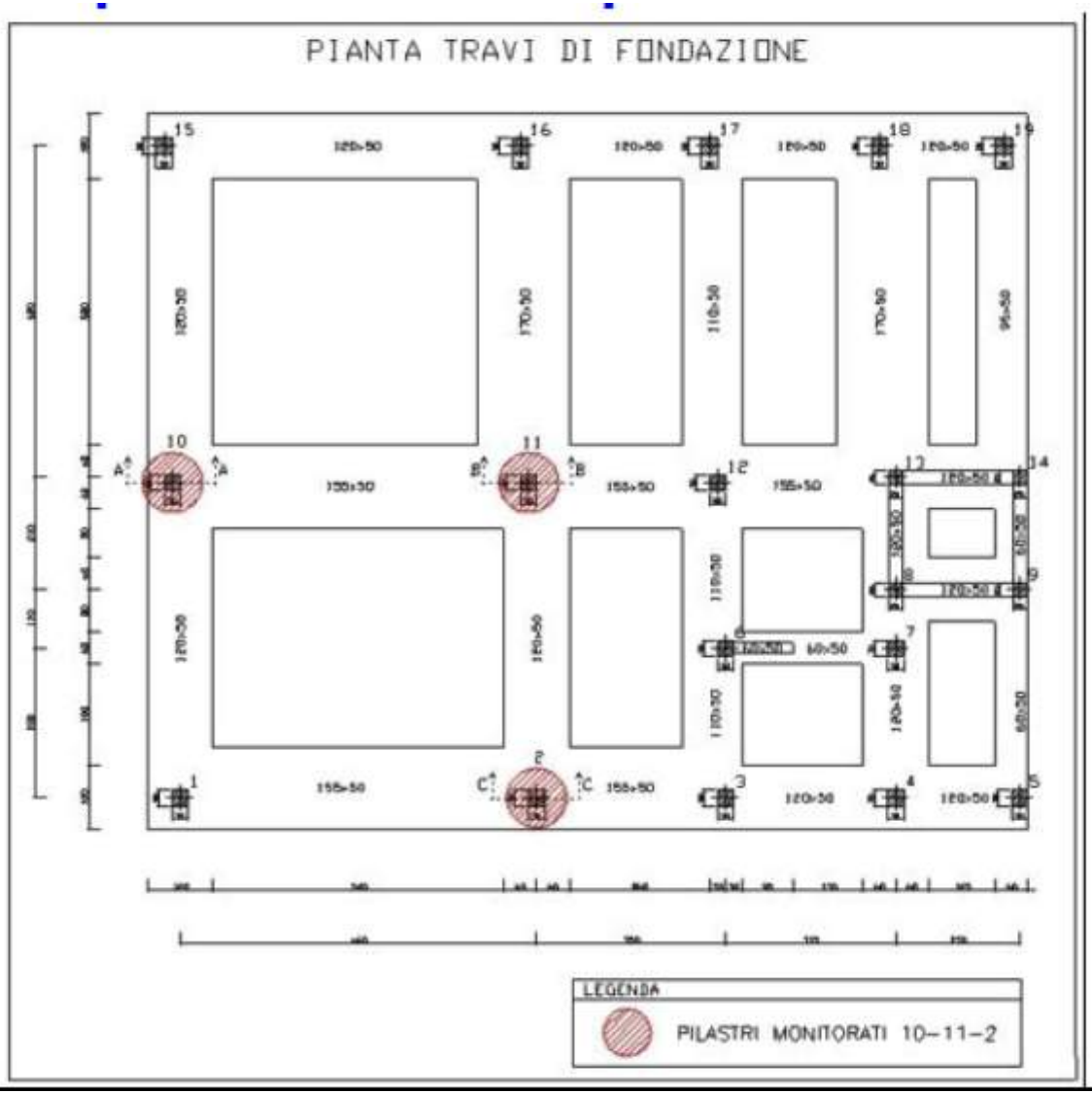






Fasi di installazione ed elementi monitorati sul I ordine dei pilastri dei locali parrocchiali

N.03 PILASTRI MONITORATI – N.6 SENSORI

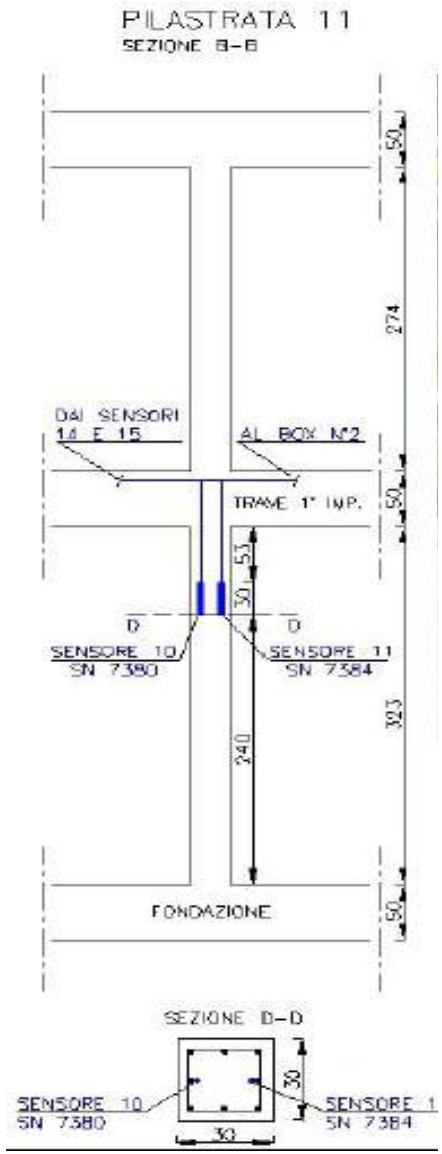


Fasi di installazione ed elementi monitorati sul I ordine dei pilastri dei locali parrocchiali





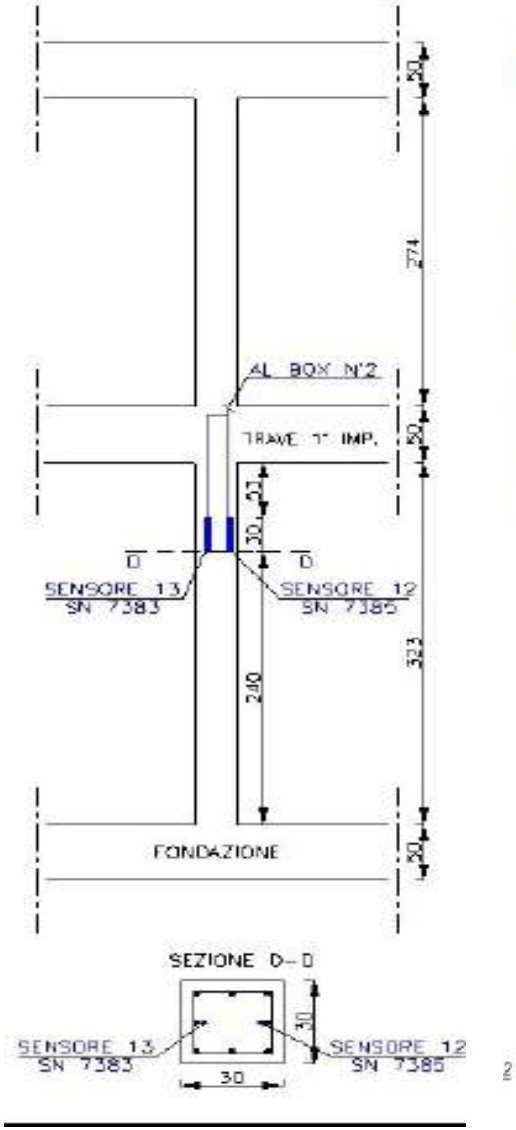
Fasi di installazione ed elementi monitorati sul I ordine dei pilastri dei locali parrocchiali

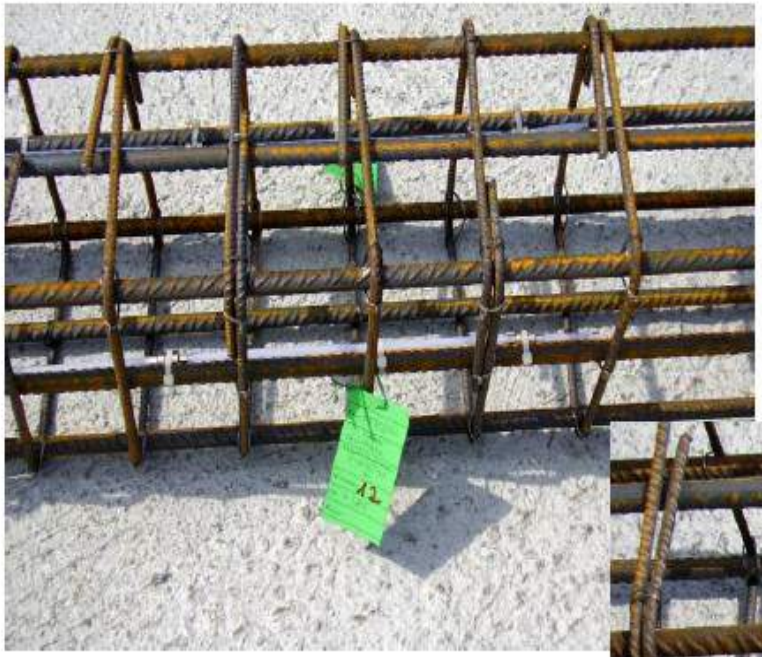






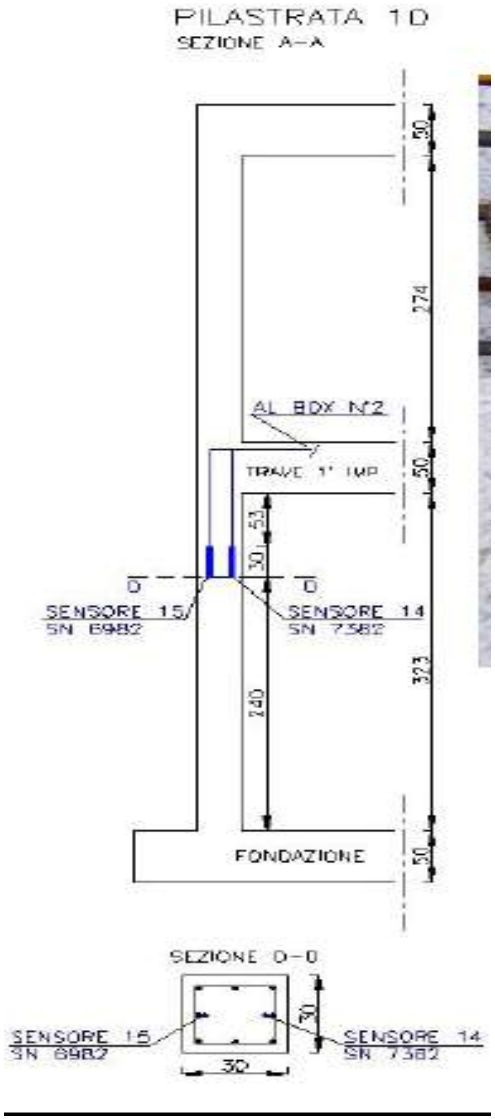
Fasi di installazione ed elementi monitorati sul I ordine dei pilastri dei locali parrocchiali

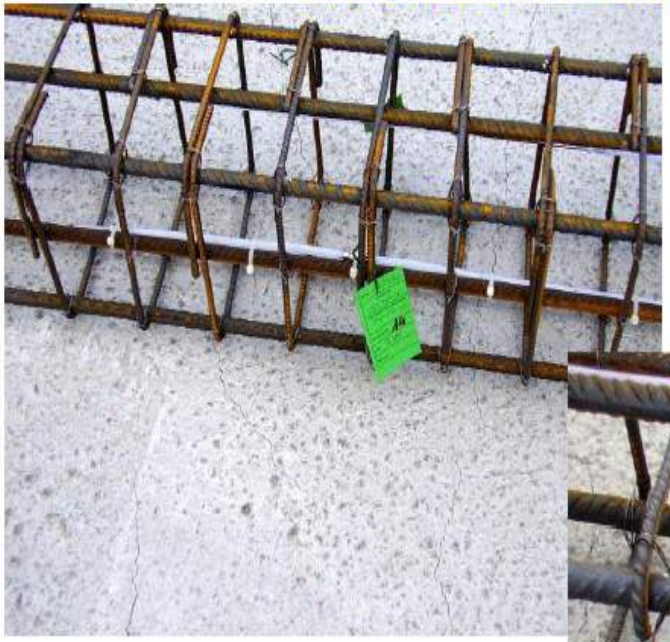






Fasi di installazione ed elementi monitorati sul I ordine dei pilastri dei locali parrocchiali

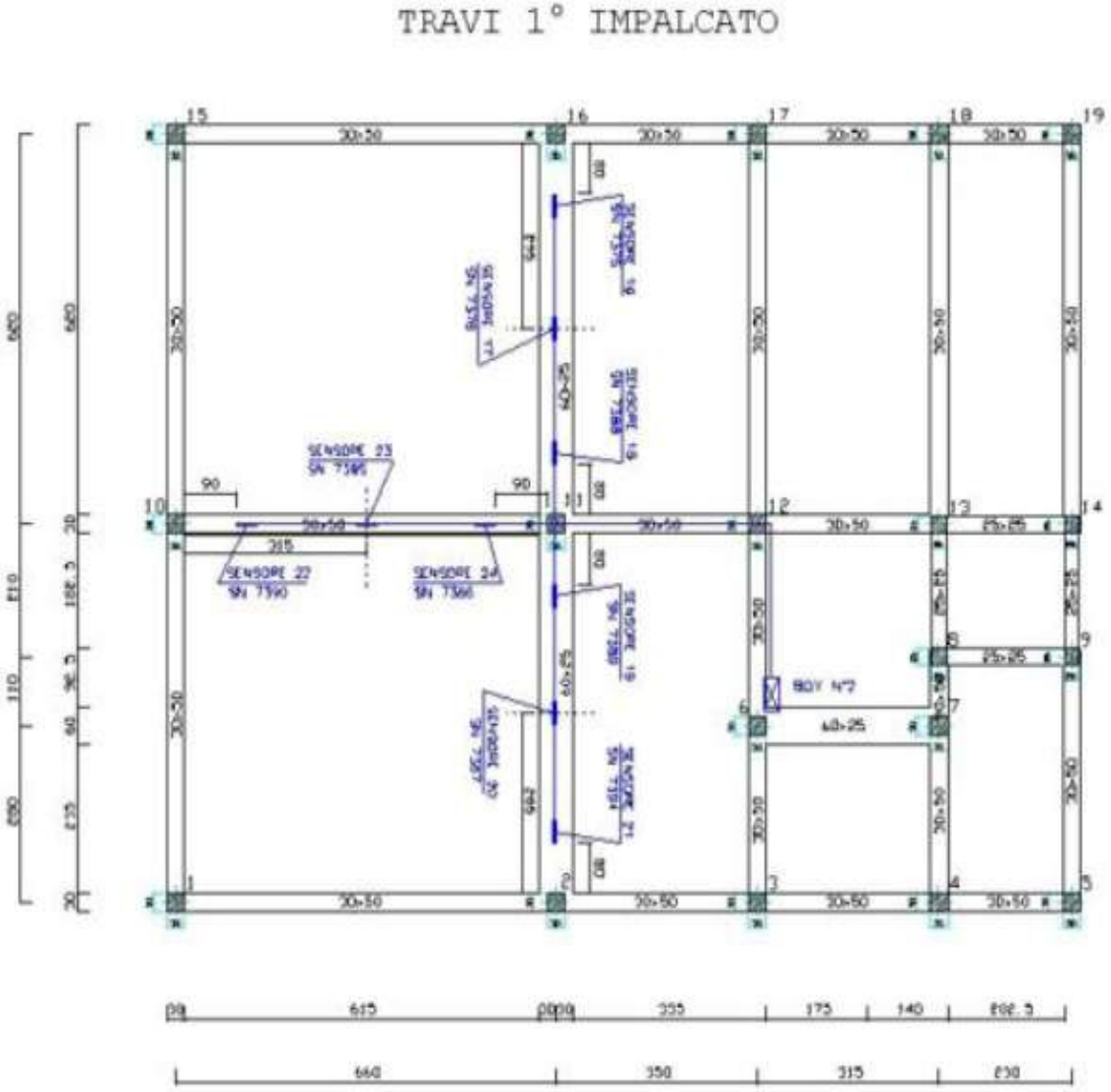






Fasi di installazione ed elementi monitorati sulle travi di I livello dei locali parrocchiali

N.03 TRAVI MONITORATI – N.9 SENSORI

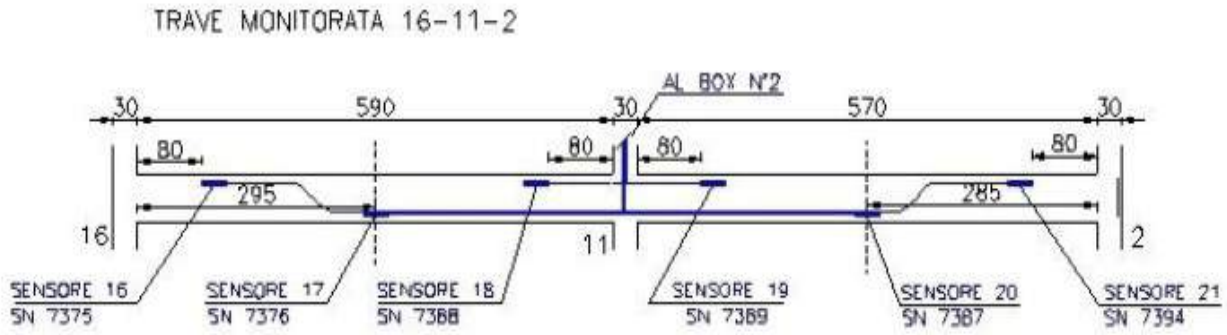


Fasi di installazione ed elementi monitorati sulle travi di I livello dei locali parrocchiali





Fasi di installazione ed elementi monitorati sulle travi di I livello dei locali parrocchiali

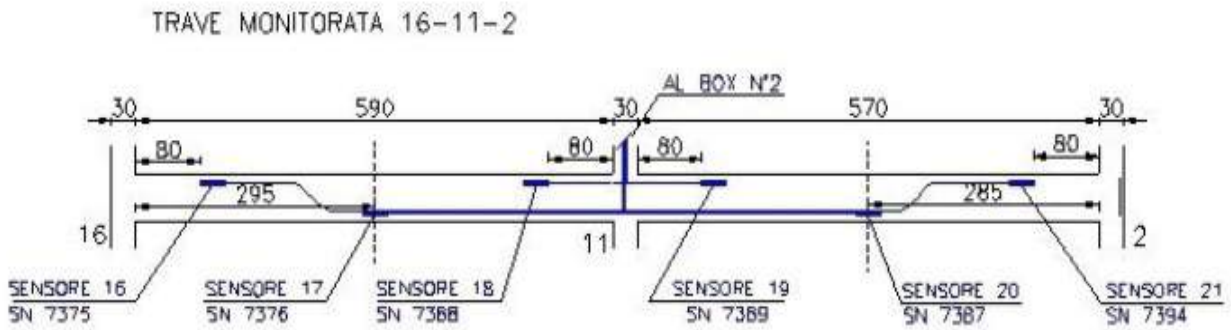








Fasi di installazione ed elementi monitorati sulle travi di I livello dei locali parrocchiali









Fasi di misura all'entrata in servizio dell'opera

LE MISURE CHE SI OTTENGONO DAI SENSORI A FIBRA OTTICA SONO:
Accelerazione a cui è sottoposta la struttura a seguito di evento sismico
Sollecitazioni all'interno delle strutture che costituiscono l'edificio
Temperatura dei materiali all'interno delle strutture
Segnalazione di inneschi di fessurazione dei materiali
Grado di staticità della struttura



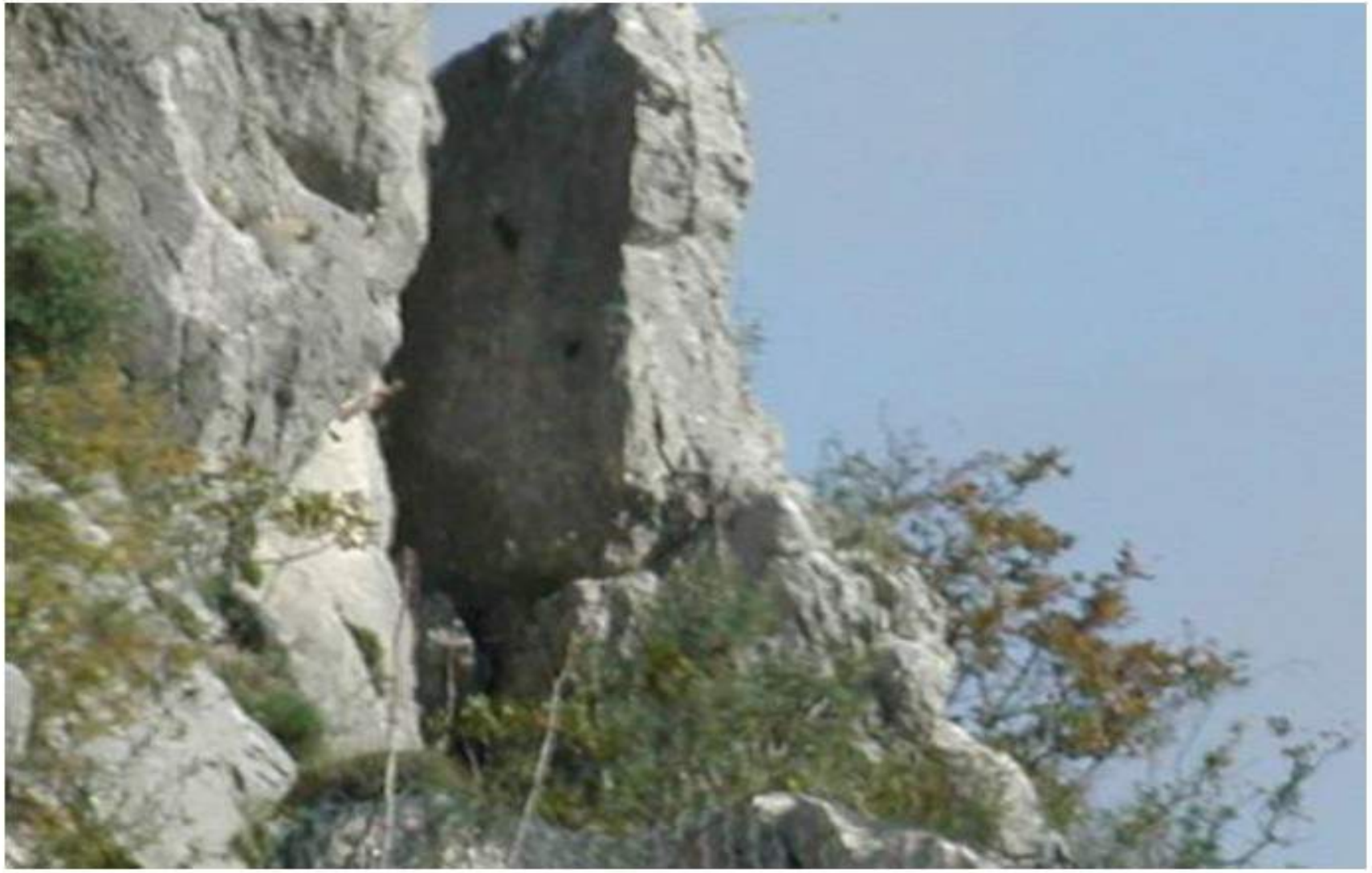


Monitoraggio di Opere Geotecniche

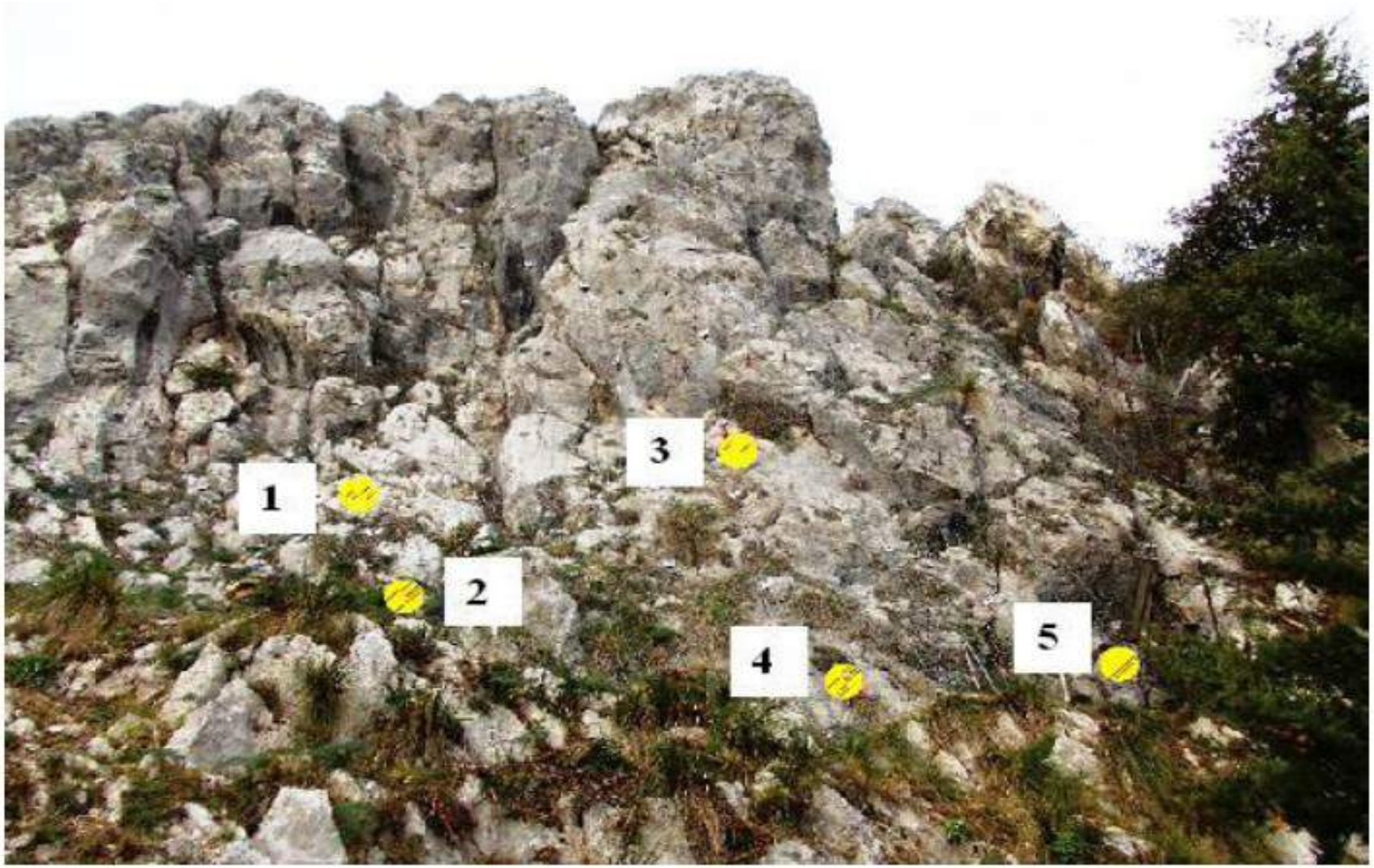
Predisposizione di un sistema di monitoraggio nelle strutture di ancoraggio da realizzare per la messa in sicurezza del costone roccioso a ridosso della Strada Provinciale accesso al comune di Rocca d'Arce (Fr)



MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA

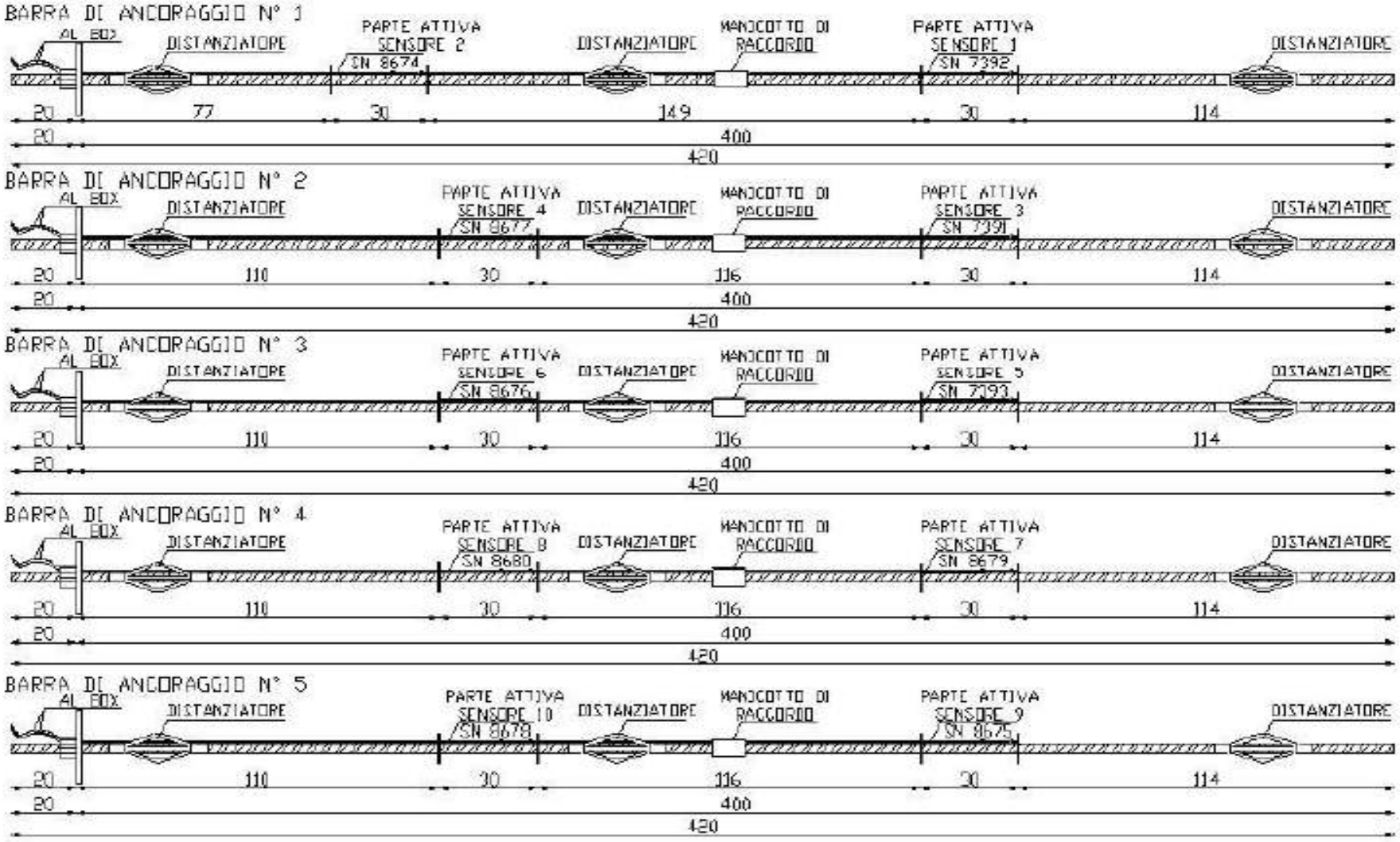


MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Identificazione delle barre di ancoraggio strumentate

MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Posizionamento sensori sulle Barre di ancoraggio

MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Barra di ancoraggio n°1 - installazione sensore a fibra ottica N.1

MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Barra di ancoraggio n°1 - installazione sensore a fibra ottica N.2

MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Predisposizione fori per barre di ancoraggio

MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Fase di messa in opera delle barre

MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Fase di iniezione delle barre

MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Fase di tiro delle barre

MONITORAGGIO STRUTTURALE DI COSTONE ROCCIOSO IN FRANA



Realizzazione delle opere relative ai “Dissesti lungo la S.P. Accesso a Roccadarce – Km 0,00
Comune di Roccadarce (FR)



PARATIA REALIZZATA PER CONTENERE
IL COSTONE IN FRANA



PARATIA REALIZZATA PER CONTENERE
IL COSTONE IN FRANA



PARATIA REALIZZATA PER CONTENERE
IL COSTONE IN FRANA



LAVORAZIONI SUL COSTONE IN FRANA



SISTEMA DI MICROPALI STRUMENTATI CON SENSORI A FIBRA OTTICHE



INSERIMENTO SENSORI A FIBRA OTTICHE PER IL MONITORAGGIO DEL COSTONE IN FRANA



INSERIMENTO SENSORI A FIBRA OTTICHE PER IL MONITORAGGIO DEL COSTONE IN FRANA



CENTRALINA DI CONTROLLO DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO A FIBRE OTTICHE PER LA PARATIA



OPERATORE AL SISTEMA DI CONTROLLO DEL MONITORAGGIO A FIBRE OTTICHE



OPERATORI AL SISTEMA DI CONTROLLO DEL MONITORAGGIO A FIBRE OTTICHE



Sistema di Monitoraggio Strutturale A Fibre Ottiche delle Paratie Paramassi

Strada Provinciale Roccadarce - Comune di Roccadarce (FR)



Sistema di Monitoraggio Strutturale a FibreOttiche delle Paratie Paramassi

Strada Provinciale Roccadarce - Comune di Roccadarce (FR)



Sistema di Monitoraggio Strutturale a Fibre Ottiche delle Paratie Paramassi

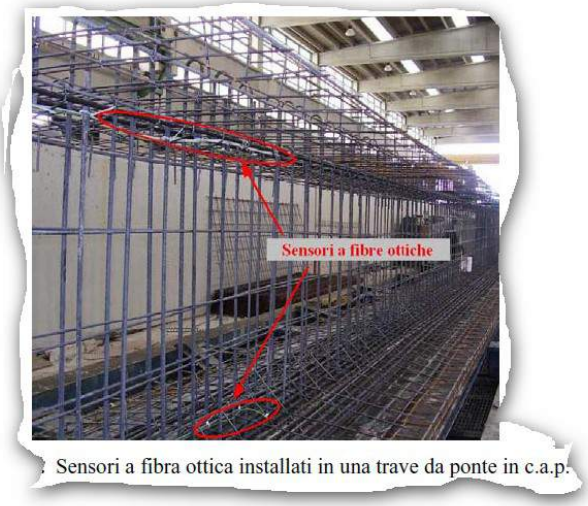
Strada Provinciale Roccadarce - Comune di Roccadarce (FR)



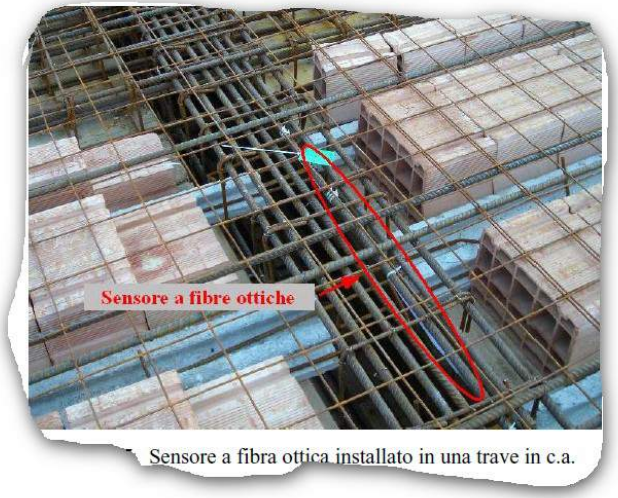
Sistema di Monitoraggio Strutturale a Fibre Ottiche delle Paratie Paramassi

Strada Provinciale Roccadarce - Comune di Roccadarce (FR)





Sensori a fibra ottica installati in una trave da ponte in c.a.p.



Sensore a fibra ottica installato in una trave in c.a.



Sensore a fibra ottica installato sull'armatura di un palo di fondazione.

Alcune applicazioni pratiche delle fibre ottiche nel monitoraggio Strutturale



Sensore a fibra ottica installato in un pilastro in c.a.



Sensore a fibra ottica installato in un pilastro prefabbricato in c.a.



Sistema di controllo a fibra ottica, presso fondazione edificio residenziale

Conclusioni

Il monitoraggio delle strutture in c.a. e c.a.p. di nuova realizzazione è uno degli strumenti essenziali per una gestione intelligente, moderna ed efficace delle infrastrutture. Il controllo di una struttura può incrementare la conoscenza dei suoi comportamenti, determinare parametri utili alla progettazione, aiutare a garantire la sicurezza e a pianificare gli interventi di manutenzione e ripristino, permettendo cosi di stabilire e pianificare i costi effettivi dell'opera nell'arco della sua vita.

Tra i diversi componenti di un sistema di monitoraggio, i sensori sono il primo elemento della catena di controllo e sono responsabili dell'esattezza e dell'affidabilità dei dati. I dispositivi a fibra ottica in particolare, offrono evidenti benefici durante le prove di carico, la costruzione, il collaudo e il controllo a lungo termine. Tali dispositivi si rivelano di estrema utilità soprattutto in presenza di eventi eccezionali. Infatti l'esistenza di un sistema di controllo residente nella struttura, aiuta i tecnici ad effettuare importanti valutazioni in merito alla solidità strutturale della costruzione colpita ad esempio da un evento sismico.

Naturalmente come ogni investimento, anche un sistema di monitoraggio deve dimostrare la sua efficacia non solo in termini di miglioramento tecnico ma anche in termini di benefici economici. Tutte le voci di costo del sistema (possono, però, essere facilmente recuperate in tempi anche brevi se si tengono in considerazioni gli enormi benefici non solo tecnici ma anche economici,
che un sistema di monitoraggio può comportare
nell'intera vita utile dell'infrastruttura civile.

Alla luce di quanto esposto, si può auspicare che il monitoraggio strutturale basato su dispositivi tecnologicamente avanzati come i sensori a fibra ottica, diventi una pratica consolidata e fondamentale nella realizzazione delle nuove strutture in c.a. o c.a.p., o nel recupero di vecchie strutture
in muratura assegnando ad essa la stessa importanza che rivestono
altre pratiche ingegneristiche.