



Sistemi di monitoraggio strutturale in continuo



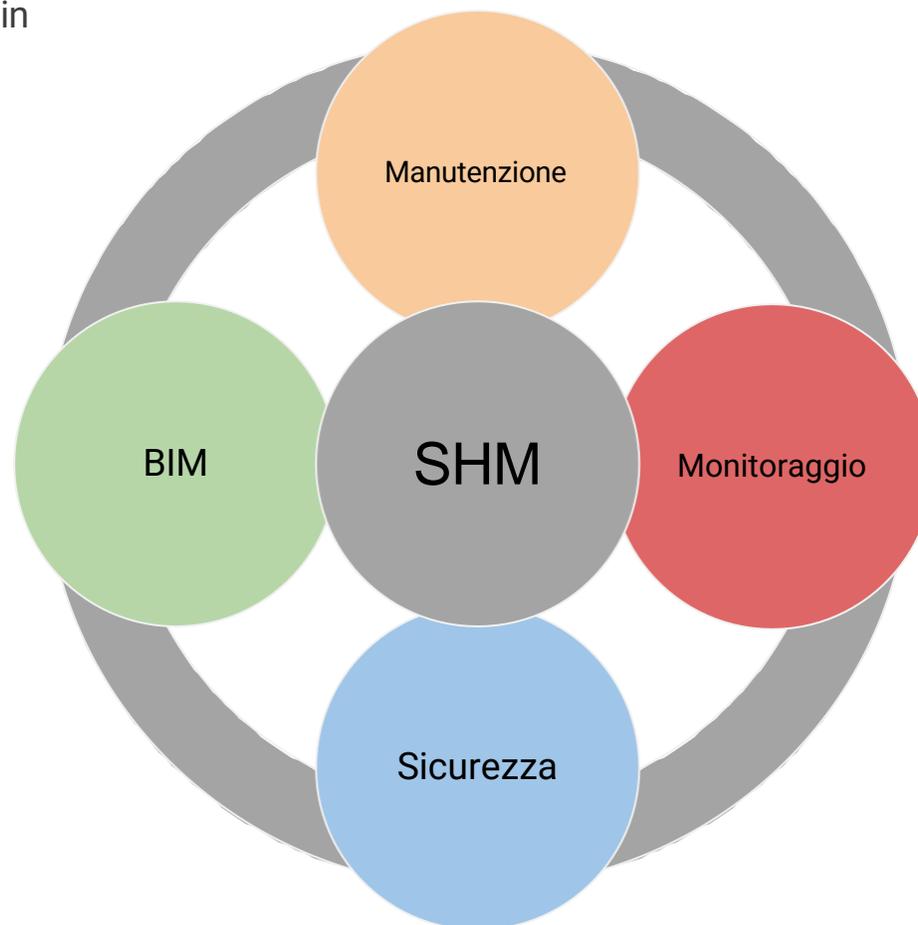
Strutture
Infrastrutture
Opere civili

Mission

M3S fornisce di sistemi di monitoraggio in remoto con tecnologie di trasmissione avanzate, completi di strumentazione elettronica di elaborazione e controllo, sensori di misura affidabili e servizi esclusivi.



Il sistema di monitoraggio M3S è autonomo e gestito in continuo da remoto, composto da sensori ed una stazione di acquisizione in grado di elaborare in sito le misurazioni e trasmetterle periodicamente i risultati al server per la loro conservazione ed eventuali analisi specialistiche.

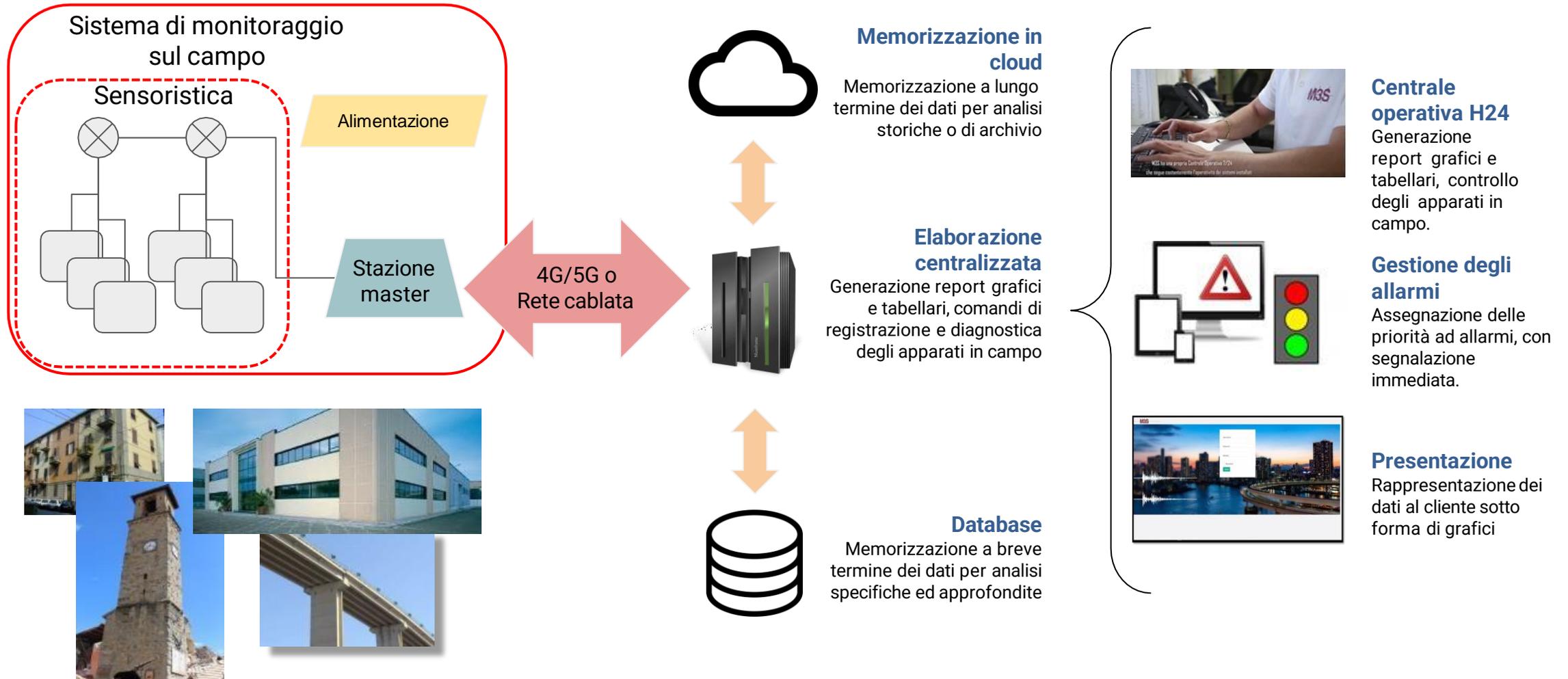


M3S ha stipulato una **assicurazione** con Unipolsai (polizza n. 1/53847/61/158455020) che prevede l'indennizzo dei danni derivanti da mancata o tardiva comunicazione di eventi fino ad un importo di € 1.000.000 su tutti i suoi sistemi di monitoraggio.



M3S fornisce, con il sistema di monitoraggio, l'**aggiornamento** da remoto dei sistemi di acquisizione e trasmissione e il controllo dello stato del sistema mediante l'utilizzo di una propria centrale **operativa attiva 24/7**.

Architettura di sistema



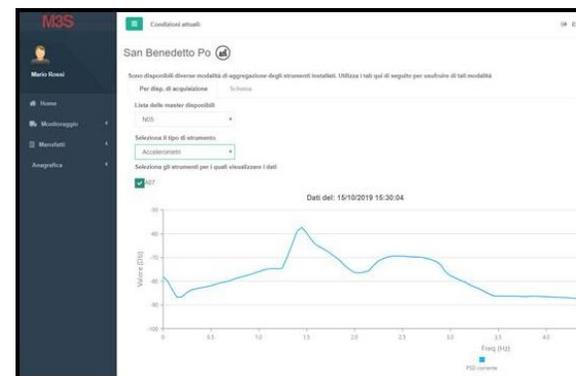
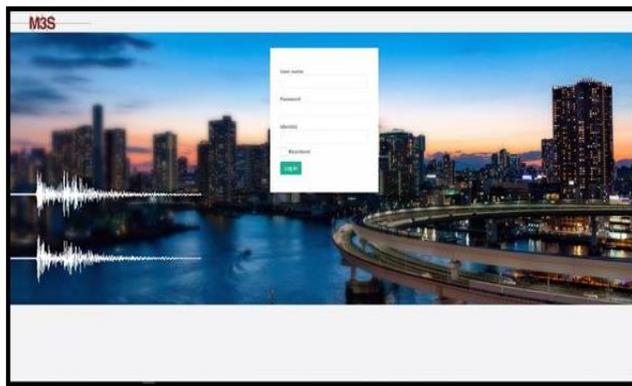
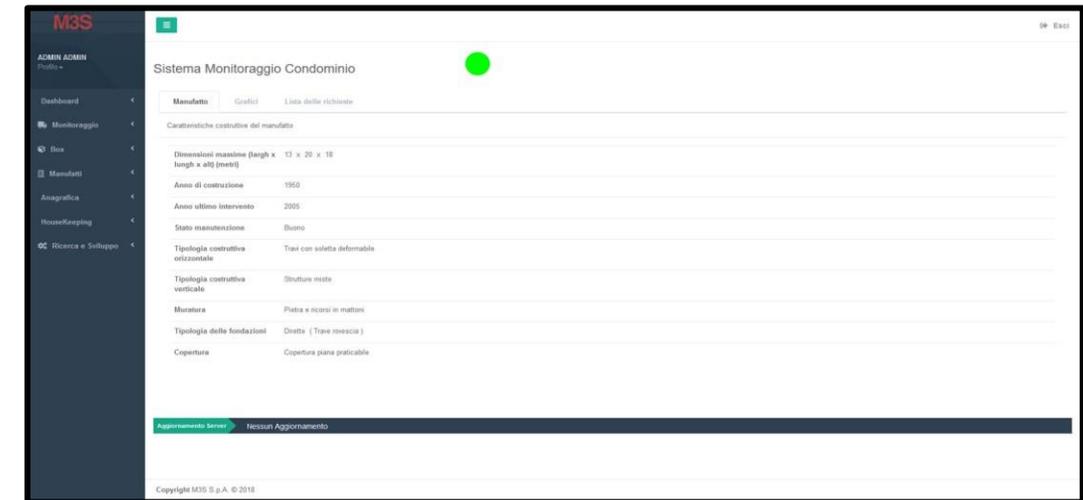
Interfaccia WEB

Il sistema di monitoraggio viene gestito da piattaforma informatica dedicata con una interfaccia WEB grafica, attraverso la quale viene data la possibilità di visualizzare le elaborazioni dei dati di ogni singolo sensore e controllare la struttura attraverso il confronto continuo dei dati con delle soglie di valori di riferimento.

Il servizio proposto comprende:

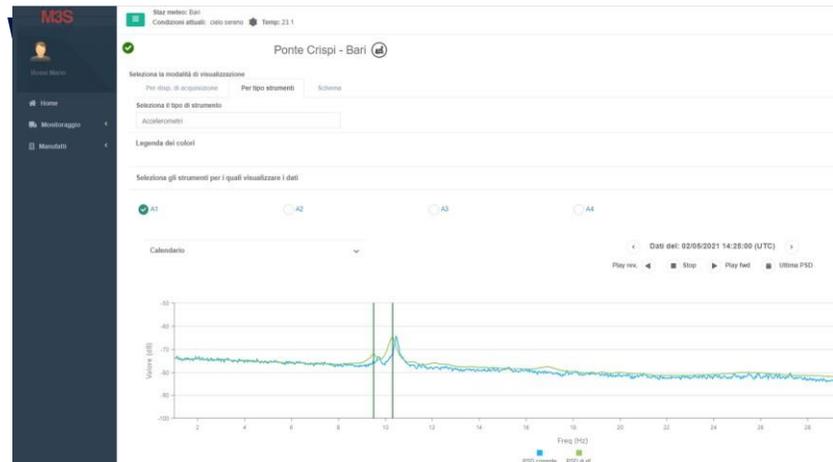
- la fornitura della strumentazione
- l'aggiornamento continuo da remoto dei sensori e del sistema di gestione informatico dei dati
- il servizio di controllo continuo dello stato del sistema mediante l'utilizzo di una propria centrale operativa attiva 24/7
- la garanzia della strumentazione
- Assicurazione

Una interfaccia web personalizzata permette il controllo e la gestione in continuo da remoto dello specifico stato del manufatto e dei dati forniti dai sensori.



A partire dai valori forniti dai sensori e dalle soglie impostate vengono segnalate le anomalie alla centrale operativa con i vari gradi di allerta e le relative procedure operative di segnalazione.

Interfaccia



Rappresentazione delle elaborazioni delle misure degli accelerometri: PSD attuale e PSD di riferimento.



Rappresentazione della stima della frequenza propria della struttura nel tempo.



Rappresentazione delle misure degli inclinometri.



Rappresentazione delle misure dei fessurimetri.

Strutture

Il sistema di monitoraggio strutturale M3S è modulare e si presta per essere installato, per diverse applicazioni, su qualsiasi tipologia di struttura ed infrastruttura civili ed industriali in particolare:

- **Edifici pubblici, privati e storico-artistici**

Sedi comunali

Scuole
Chiese

Monumenti

Condomini

Residenze private

- **Edifici commerciali ed industriali, infrastrutture**

Capannoni industriali

Centri commerciali

Fabbriche

Stabilimenti

Infrastrutture civili

Ponti

Viadotti

Stazioni di telecomunicazioni, antenne e tralicci

Il sistema trasmette attraverso una *stazione base* alla cui vengono collegati, a seconda delle specifiche richieste, diversi tipi di sensori:

- Accelerometri
 - Inclinatori
 - Estensimetri
- Fessurimetri e trasduttori lineari
 - Encoder rotativi a filo
 - Sensori ambientali
- Distanziometri a tempo di volo
 - Videocamere



Sensore integrato accelerometrico/inclinometrico, progettato e prodotto integralmente da M3S

Edifici

Condomini, residenze private

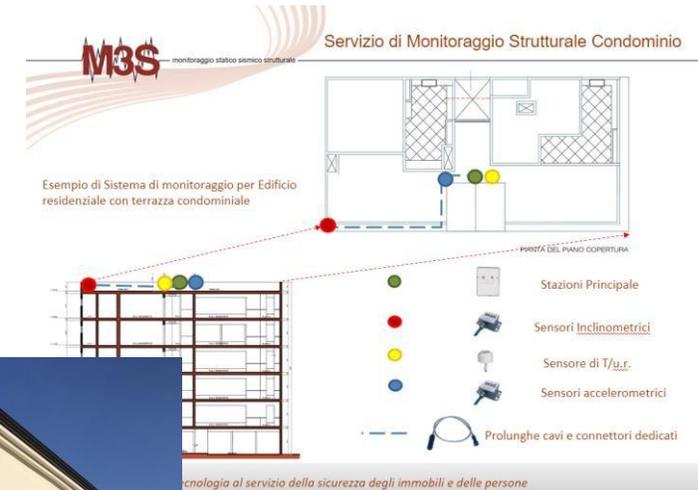
Per gli **edifici condominiali**, M3S ha progettato un sistema specifico con un modulo programmabile da remoto munito di un sensore accelerometrico in grado di ottenere valori puntuali di:

- Accelerazione
- Velocità
- Spostamento
- Vibrazione

Il sistema di base è discreto e poco invasivo: in grado di misurare a seconda delle necessità diverse caratteristiche puntuali della struttura a cui viene collegato.

La stazione base di gestione è collegata alla rete elettrica del fabbricato ($230 V_{AC}$), comunica e raccoglie i dati provenienti dai moduli e sensori ($48 V_{DC}$) posizionati al piano più alto della struttura.

Elabora in sito i dati e li trasmette al server utilizzando un modem interno (UMI'S/4G).



Sistema di monitoraggio installato presso Corte Margonara



Sistema di monitoraggio installato presso "Scuola Novello" di Ferrara

Edifici

Sedi comunali, edifici scolastici, beni culturali

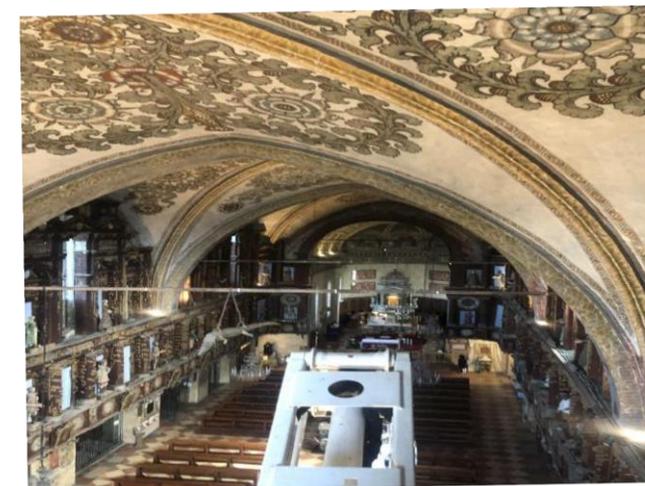
Il sistema M3S può essere installato con moduli di gestione e acquisizione dati con controllo da remoto a cui possono essere collegati diversi sensori a seconda delle richieste ed installati in sito prestando particolare attenzione e cura dei luoghi.

Il **sistema di base** è **modulare** e può essere implementato, al fine di monitorare situazioni particolarmente critiche quali quadri fessurativi, lesioni o deformazioni delle pareti, con diverse tipologie di sensori (fessurimetri, inclinometri, estensimetri, misuratori di distanza a tempo di volo e a filo, sensori ambientali, accelerometri).

Corte Margonara, Mantova



Chiesa Santa Maria delle Grazie, Mantova



Ciminiere di Sermide, Mantova



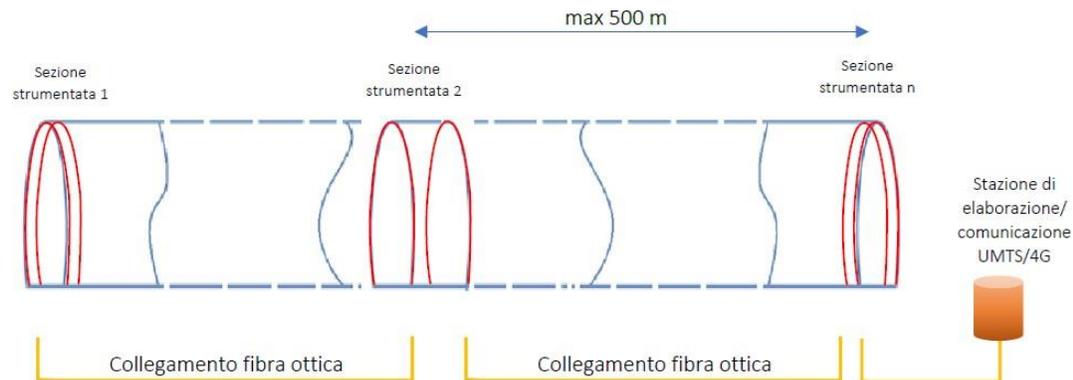
Ostia, monitoraggio durante scavi su strada

Infrastrutture civili

Gallerie e tunnel

Il sistema M3S può essere utilizzato per monitorare il comportamento dello stato delle gallerie e prevenire situazioni critiche sia in fase progettuale che di esercizio dell'opera.

Si possono implementare sistemi di monitoraggio sulle volte sulle pareti dei tunnel, per verificare inclinazioni e spostamenti con apposite reti strutturate di sensori.



Infrastrutture ferroviarie

Ponti ferroviari

Il sistema M3S trova impiego nel monitoraggio di ponti. In particolare è in grado di monitorare il traffico veicolare, lo spostamento relativo tra giunti e delle cerniere presenti.

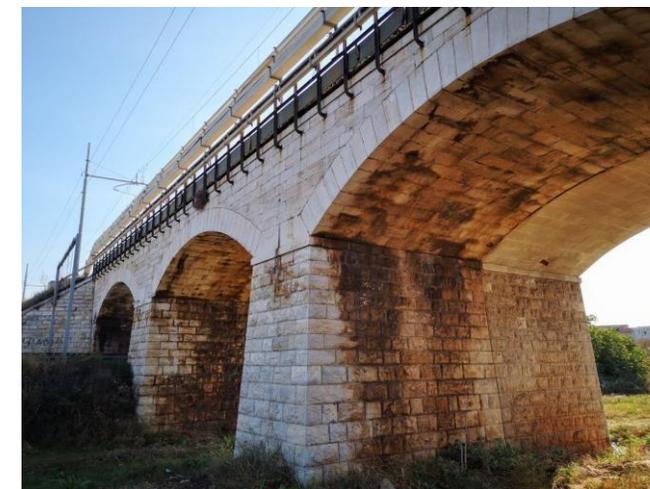
Il sistema può controllare a seconda delle criticità specifiche presenti, l'inclinazione delle verticalità delle pile, la variazione di quadri fessurativi e le accelerazioni puntuali della struttura.



Ponte metallico in via Bruno Buozzi (Bari)



Ponte ferroviario in muratura, località Lamasinata (Bari)



Ponte ferroviario in muratura, località Lama Balice (Bari)

Infrastrutture stradali

Ponti e viadotti

M3S è in grado di progettare e fornire sistemi di monitoraggio per viadotti stradali in acciaio e conglomerato cementizio.



Ponte su selle Gerber monitorato a San Benedetto Po (Mantova)

Il sistema proposto combina l'utilizzo e le caratteristiche di acquisizione dei sensori accelerometrici con l'uso di estensimetri lineari o fessurimetri posizionati su punti particolari di rilevanza strutturale (giunti e selle gerber), misurando i più importanti parametri strutturali.



Ponte su selle Gerber monitorato a San Benedetto Po (Mantova)



Ispezioni aeree con droni

M3S offre a richiesta ispezioni aeree con droni dotati di videocamere e termocamere ad alta risoluzione svolto da personale specifico e qualificato.

l'ali ispezioni consentono di ottenere: ortofoto nel visibile georeferenziate, ortofoto nell'infrarosso radiometriche e georeferenziate, mappature termiche di precisione, analisi strutturali sia nel visibile che nell'infrarosso, monitoraggio ambientale, rilievi tridimensionali.

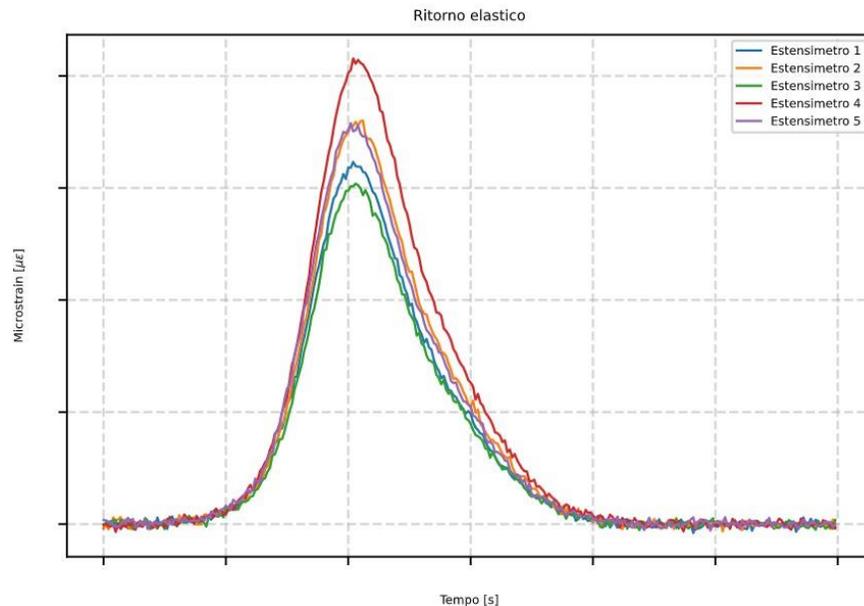
Le informazioni ottenute consentono di acquisire una maggiore conoscenza della struttura e supportano la scelta dei punti su cui installare del sistema di monitoraggio.



Analisi e algoritmi

Analisi del ritorno elastico

M3S è continuamente alla ricerca di nuovi approcci di calcolo tali da potenziare la qualità e la quantità delle informazioni raccolte dalla rete sensoristica, anche grazie ad importanti collaborazioni in progetti di natura accademica.



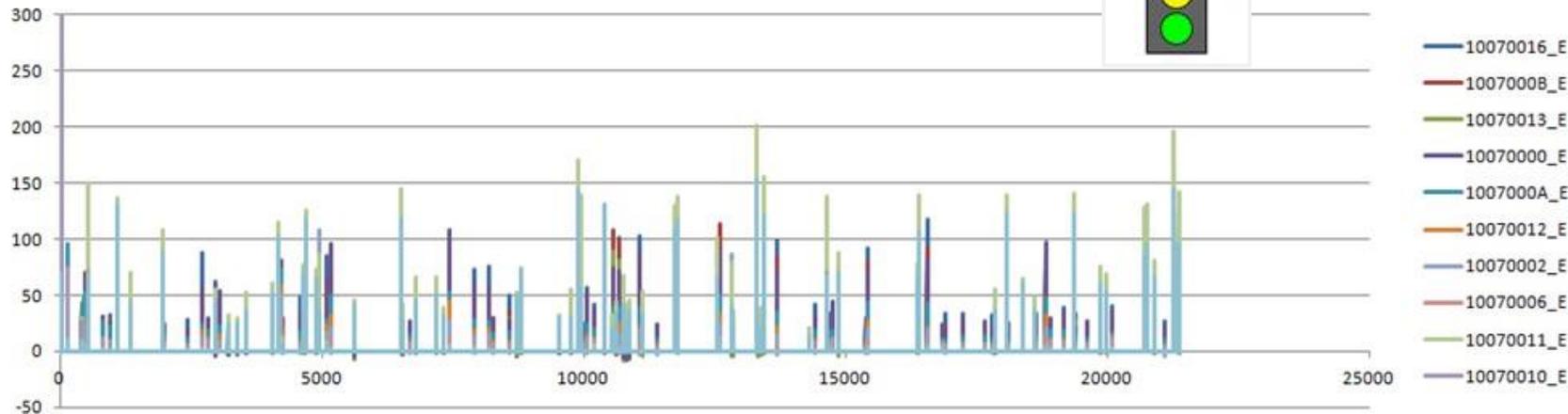
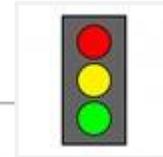
Deformazione in mezzeria di diverse travi durante il transito di un mezzo.



Grazie all'incrocio di dati tra molteplici sensori è possibile la restituzione e la ricostruzione sia degli indicatori della salute strutturale (PSD, frequenze di risonanza, entità della vibrazione) sia di importanti stimatori di utilizzo della struttura o infrastruttura.

Analisi e algoritmi

Analisi dell'utilizzo e dei carichi transistanti

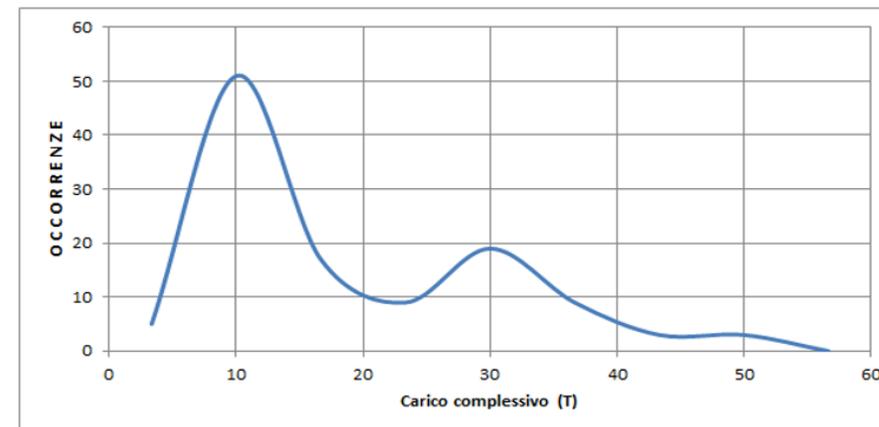


Individuazione di transiti pesanti

L'opportuno posizionamento dei sensori permette la configurazione delle soglie di allarme, anche in tempo reale. Il verificarsi di un allarme che supera la soglia prefissata permette di inviare notifiche ai referenti incaricati o di comandare automaticamente meccanismi di segnalamento.

La deformazione registrata da estensimetri e gli altri sensori periferici è direttamente correlata a velocità, peso e zona di transito del mezzo sul viadotto.

Dall'analisi automatica di queste registrazioni è possibile ricavare svariate informazioni sulla struttura e sulle caratteristiche della sollecitazione.



Distribuzione del numero dei transiti in relazione al carico complessivo

Distribuzione in frequenza delle masse dei carichi pesanti.

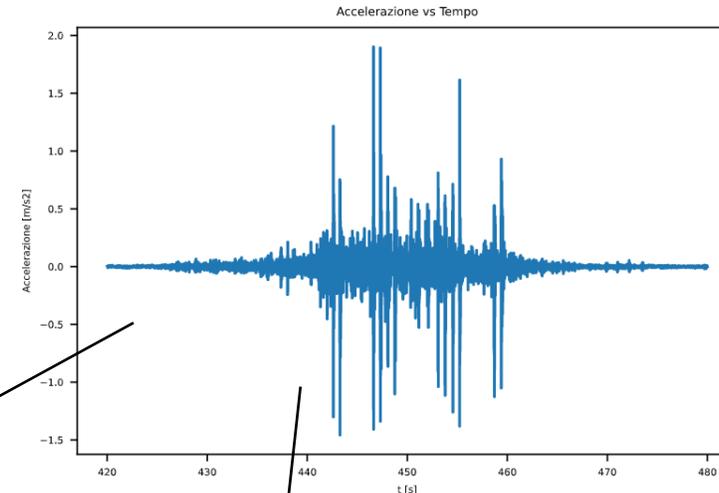
Analisi e algoritmi

Analisi accelerometrica

L'analisi delle tracce accelerometriche consente la rilevazione di:

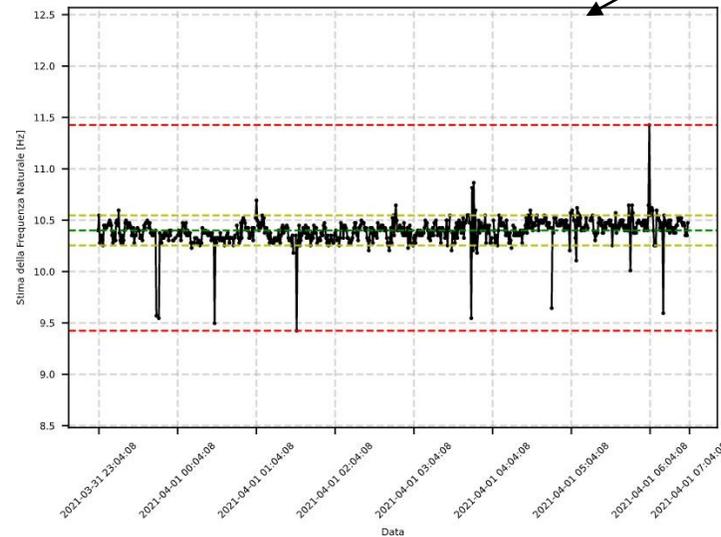
- frequenze proprie;
- della risposta in termini di accelerazione.

Al termine del periodo di apprendimento, vengono ricavati valori di soglia che identificano lo stato dell'opera civile.



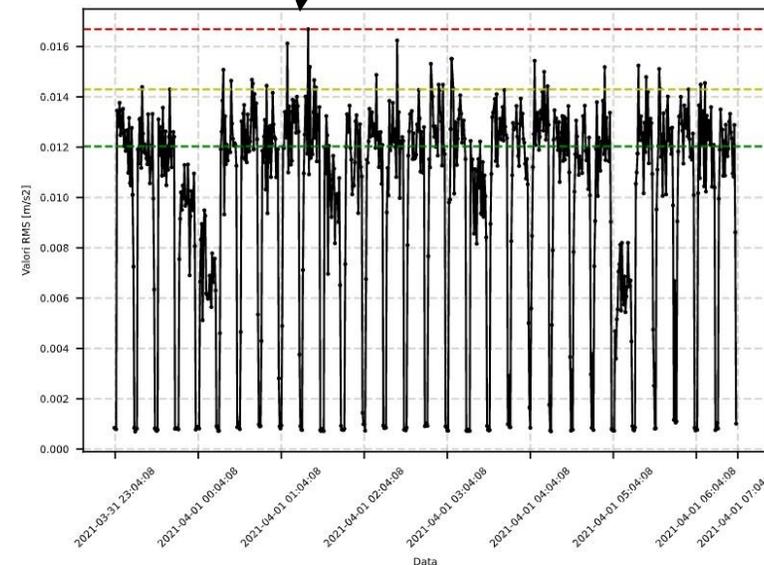
Evoluzione dell'accelerazione nel tempo (frequenza di campionamento = 100 Hz, 60 secondi di acquisizione)

Stima della Frequenza Naturale vs Tempo



Stima della frequenza naturale in vari orari di rilevazione durante un mese di acquisizione

Valori RMS vs Tempo



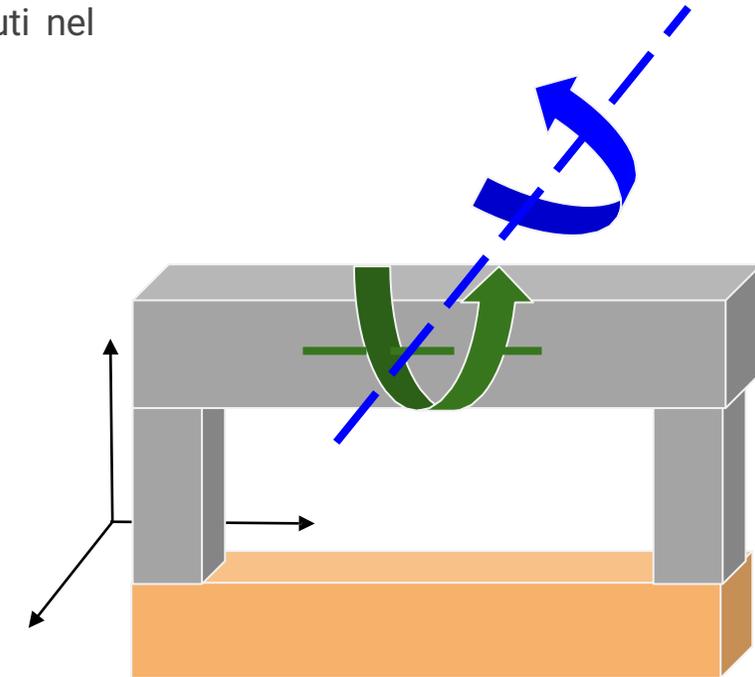
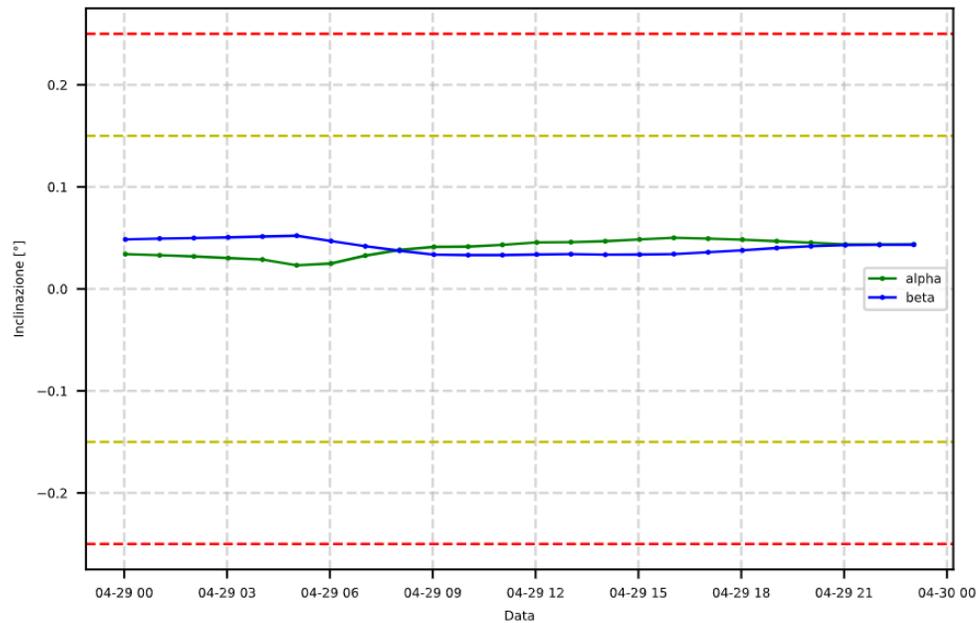
Valore RMS (entità della vibrazione) per un mese di registrazione accelerometrica

Analisi e algoritmi

Analisi inclinometrica

Gli accelerometri di M3S consentono, oltre allo studio dinamico, il monitoraggio dell'inclinazione statica o pseudostatica della struttura rispetto a due assi contenuti nel piano orizzontale.

Inclinazione Giornaliera 29 Aprile 2021



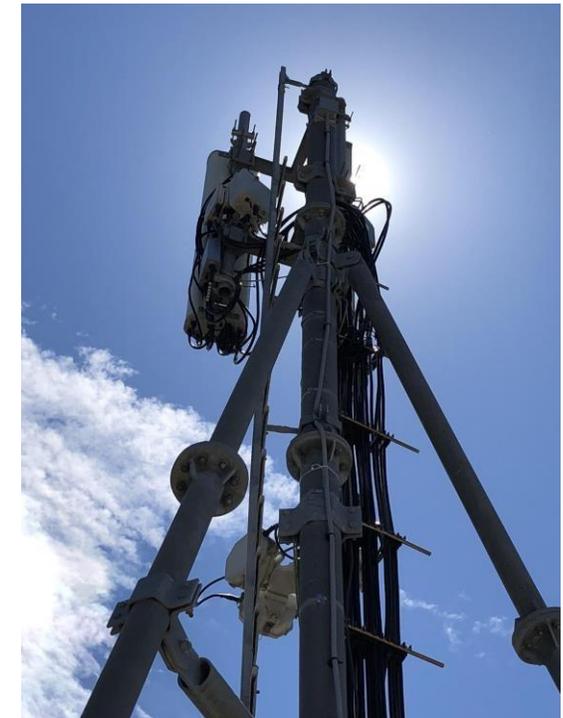
Individuazione degli assi di rotazione rispetto ai due assi contenuti nel piano orizzontale

Antenne per telecomunicazioni

M3S monitora attualmente **più 40 antenne per telecomunicazioni** in tutta Italia, strutture che ben si prestano al monitoraggio strutturale e alla caratterizzazione dinamica per salvaguardarne la stabilità ed un rapido intervento nel caso di anomalie.



Antenne per telecomunicazioni monitorate a Roma, Assago e Napoli



Manufatti storici

Muri e opere di contenimento

Il sistema M3S può essere installato come strumento di monitoraggio delle opere di sostegno e contenimento quali muri antichi e moderni (CLS o muratura), paratie e palificate.

Si possono monitorare, con fessurimetri e con inclinometri, l'evoluzione di quadri fessurativi e controllare gli spostamenti delle strutture in elevazione; ribaltamenti e rotazioni.



Sistema di monitoraggio applicato a muro romano a Torrita Tiberina

Monitoraggio strutturale

Alcuni dei lavori di monitoraggio strutturale di M3S ad oggi in corso:

- **ANAS - Cesena - E45 - Viadotto in calcestruzzo**
- **Autostrade per l'Italia - Villamarzana - A13 - Cavalcavia di Villamarzana Rovigo**
- **Provincia di Mantova - Ponte di San Benedetto Po - SP 413**
- **ferrotramviaria SpA - 7 ponti ferroviari tra Bari e Barletta**
 - Ponte in muratura in localitfi "Lama Balice"
 - Ponte in muratura in localitfi "Bracco", Andria
 - Ponte in cls in localitfi "Parco Nord"
 - Sovrappasso ferroviario presso fermata "Crispi"
 - Ponte in muratura/acciaio in localitfi "Lamasinata"
 - l'ombino AQP presso localitfi "Lamasinata"
 - Intersezione ferroviaria Rfi
- **Astral - Cavalcavia in calcestruzzo - SR213 flacca**
- **Ponte della Serenissima - A24 - Autostrada dei Parchi**
- **Ponte sul Po presso localitfi di Spessa, provincia di Pavia**
- **Ponti ad arco presso Zagonara e Copiano, provincia di Pavia**

Assicurazione e garanzia

I sistemi di monitoraggio M3S sono coperti da assicurazione con la società UNIPOLSAI (polizza n.1/53847/61/158455020) che prevede l'indennizzo dei danni derivanti da mancata o tardiva comunicazione di eventi fino ad un importo di € 1.000.000.



Garanzi

a Il sistema di Monitoraggio M3S viene venduto e diviene di proprietà della Committenza proprio in virtù dello specifico tipo di monitoraggio che si contraddistingue per il controllo del manufatto a medio e lungo termine. I sistemi di monitoraggio M3S sono coperti da un periodo di garanzia di legge dal momento dell'installazione. Eventuali malfunzionamenti della strumentazione installata, all'interno del periodo suddetto e non dovuti a cause esterne, manomissioni o di forza maggiore, prevedono l'intervento con sostituzione senza costi aggiuntivi addebitati al cliente.

Per gli anni successivi al primo la garanzia è estendibile con un costo aggiuntivo per ogni anno per ogni dispositivo installato.