SISTEMI DI
MONITORAGGIO ATTIVO

Prof. Ing. Giulio Ventura

Ordinario di Scienza delle Costruzioni

Politecnico di Torino

Dipartimento Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica

A.R.CO.S Engineering S.r.l.
Corso Einaudi, 18 - 10129 TORINO (Italy)
www.arcos-engineering.it - info@arcos-engineering.it

La società e l’innovazione nel monitoraggio

A.R.CO.S. Engineering è una società di consulenza costituita da docenti del Politecnico di Torino che dal 2003 opera nel campo dell’ingegneria civile. Specializzata nella creazione di modelli per la risoluzione di problemi complessi, dal 2007 progetta e sviluppa sistemi di monitoraggio sia di concezione tradizionale che di tipo ***attivo***, basati su un approccio innovativo con importanti riflessi pratici.

Per “*monitoraggio attivo*” si intende la capacità del sistema di monitoraggio di effettuare un’analisi continua dei dati acquisiti e di notificare autonomamente e in tempo reale potenziali situazioni di attenzione o di pericolo. Mediante software appositamente progettati, la risoluzione dei modelli matematici, le analisi numeriche, strutturali e geotecniche sono eseguite autonomamente dal sistema di monitoraggio senza la necessità dell’intervento umano o di consulenze specialistiche.

Monitoraggio tradizionale e *monitoraggio attivo*

Il monitoraggio tradizionale:

- i dati sono acquisiti dalla strumentazione e memorizzati;
- si controlla che le grandezze acquisite siano entro prefissati valori di soglia;
- il report del monitoraggio è limitato ai valori che le grandezze fisiche hanno avuto nel tempo;
- l'interpretazione dei dati viene demandata a consulenze specialistiche. Tuttavia, risulta difficile capire quando tali consulenze debbano essere attivate;
- non si ha alcuna informazione sulla coerenza tra comportamento atteso e misurato della struttura;
- a seguito di eventi eccezionali è necessaria una consulenza specialistica per capire se il comportamento resistente ha subito variazioni significative.

Monitoraggio tradizionale e *monitoraggio attivo*

Il ***monitoraggio attivo*** intende superare i limiti del monitoraggio tradizionale aggiungendo a questo:

- algoritmi di analisi continua dei dati;
- verifiche in tempo reale del comportamento strutturale rispetto ad un modello di calcolo appositamente sviluppato;
- individuazione dell'attivazione di meccanismi di crisi locali o globali fissati in fase di progettazione della struttura.

A.R.CO.S. Engineering ha progettato e realizzato sistemi di monitoraggio tradizionali per applicazioni strutturali in ambito ferroviario e civile, e sistemi custom di ***monitoraggio attivo*** per ponti, fabbricati, viadotti, versanti rocciosi, dighe e siti archeologici.

L’offerta di A.R.CO.S. Engineering

A.R.CO.S. Engineering offre lo sviluppo di sistemi di monitoraggio tradizionale o ***attivo*** progettati *ad hoc* per lo specifico problema in atto.
L’esperienza e la professionalità del team di lavoro garantiscono lo sviluppo di sistemi automatici customizzati che sollevano l’Ente proprietario o l’Ente Gestore dalla sorveglianza continua o periodica, garantendo peraltro un’ottimizzazione degli interventi di manutenzione.

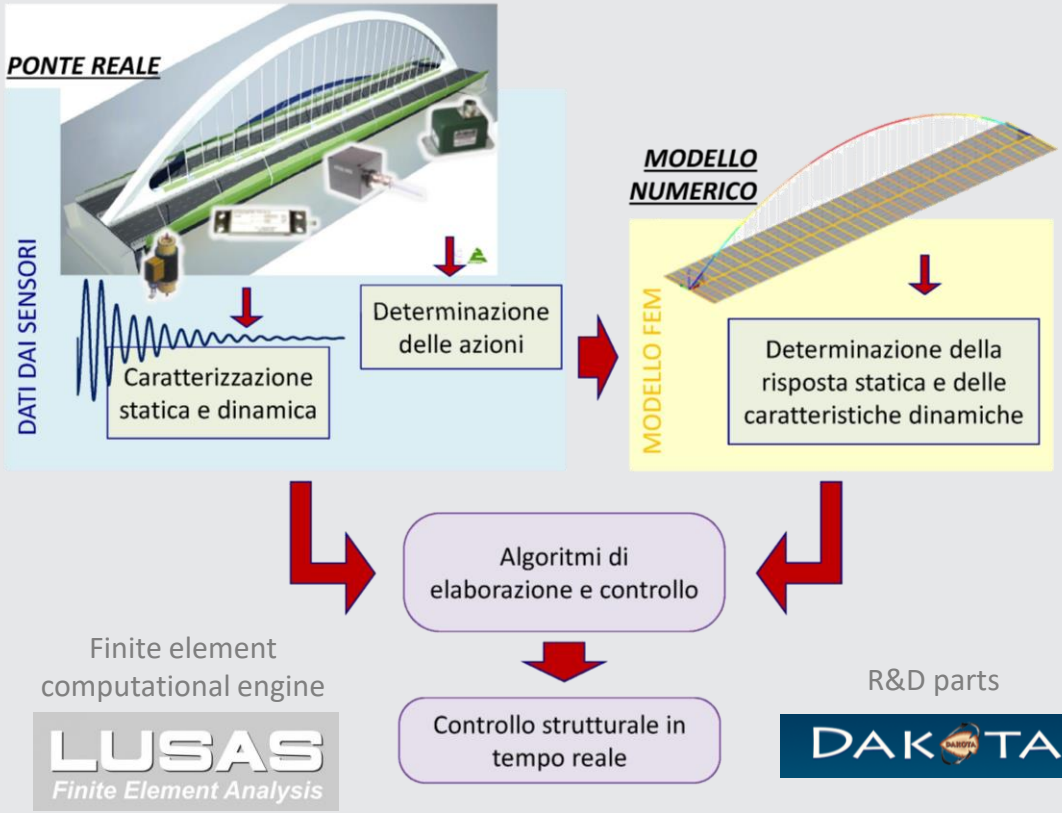
A.R.CO.S. Engineering offre altresì consulenze specialistiche per l’analisi ingegneristica dei dati di sistemi di monitoraggio già in opera.

Monitoraggio attivo - Ponte Marchetti

Il Ponte Marchetti è un ponte ad arco in acciaio con una luce di 250 metri.

Il sistema di monitoraggio è costituito dalla rete di sensori e da 5 centraline per l'acquisizione continua che conferiscono i dati ad un server.

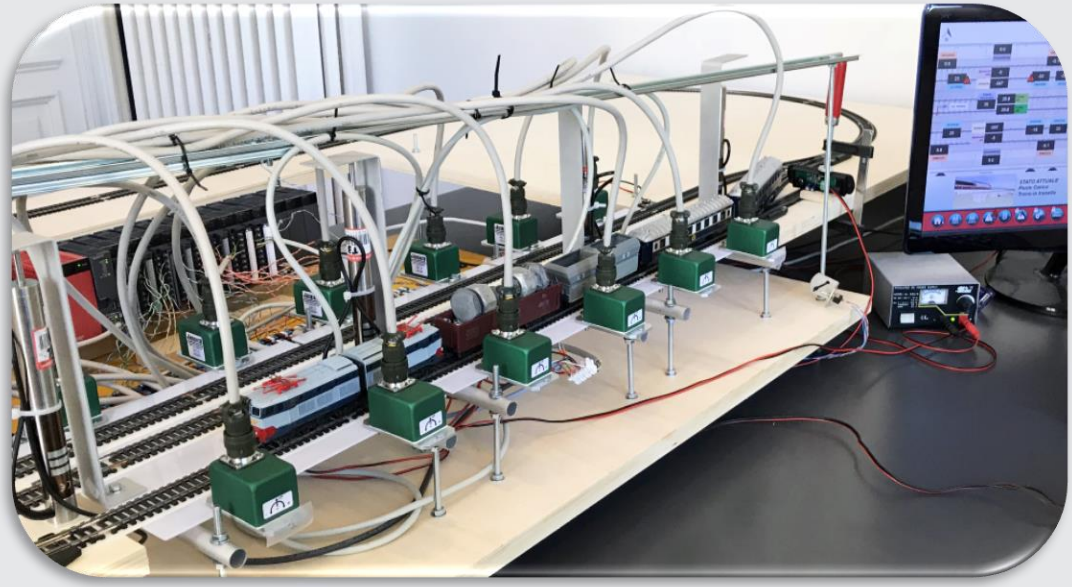
I dati sono quindi processati dal calcolatore in tempo reale. Il sistema di ***monitoraggio attivo*** **compara le letture ai sensori con il modello di calcolo agli elementi finiti della struttura e informa automaticamente l'Ente gestore in caso di anomalie.**



L'interfaccia grafica customizzata garantisce il perfetto controllo del sistema.

Monitoraggio attivo - Viadotto ferroviario

Il sistema di ***monitoraggio attivo*** progettato per un Viadotto ferroviario gestito da RFI è ideato per **rilevare eventuali perdite di precompressione dei cavi** delle travi longitudinali e trasversali del viadotto. È costituito da una rete di sensori ad altissima risoluzione, da un software per l'elaborazione dei dati, appositamente progettato e sviluppato, e da una interfaccia utente di ultima generazione.



Il sistema acquisisce ed elabora automaticamente i dati alla frequenza di 100Hz, consentendo di cogliere **in tempo reale e senza alcuna attività umana** l'evoluzione temporale delle condizioni strutturali dell'opera, configurandosi come l'unico esempio italiano di Intelligenza Artificiale all'interno di un contesto di Ingegneria Strutturale.

Monitoraggio attivo - Edificio sismicamente isolato

Il sistema di ***monitoraggio attivo*** progettato per ESA Esrin consiste nel controllo statico e dinamico di un fabbricato in calcestruzzo armato degli Anni Settanta, che è stato oggetto di interventi di adeguamento mediante isolamento sismico.

Il monitoraggio statico garantisce il **controllo degli spostamenti verticali del fabbricato** durante le fasi di isolamento sismico. Esso avviene mediante l'elaborazione realtime dei dati della rete di sensori inclinometrici ove l'algoritmo di calcolo, fondato sul modello numerico dell'opera, determina i cedimenti locali verticali delle colonne.

Il monitoraggio dinamico consiste in una rete accelerometrica accompagnata dal software di elaborazione che, mediante procedure di Analisi Modale Operazionale (OMA) di tipo SSI (Stochastic Subspace Identification), determina la rispondenza della risposta della struttura alle condizioni attese e, in caso di sisma, **valuta l'efficacia e l'efficienza del sistema di isolamento**.

Monitoraggio attivo - opere e versanti

Il monitoraggio di opere di grande dimensione, di versanti ed in generale di parti in cui non è possibile installare sensoristica è spesso realizzato con sistemi laser scanner tridimensionali. Il costo elevato della strumentazione, la necessità di continuo intervento umano, l'elevata massa di dati e i lunghi tempi di elaborazione rendono la metodologia inapplicabile in situazioni di pericolo o per fenomeni che possono evolversi rapidamente.

A.R.CO.S. Engineering ha quindi progettato uno strumento, oggi brevettato, in grado di **monitorare periodicamente lo spostamento di punti prefissati** segnalando automaticamente eventuali variazioni.

La segnalazione di attenzione consente di **attivare immediatamente** le misure di sicurezza pianificate.

Monitoraggio tradizionale - ponti Essen

Il sistema di monitoraggio dei Ponti Essen consente il monitoraggio continuo della geometria del binario durante le operazione di infissione di monoliti a spinta al di sotto della piattaforma ferroviaria.

Il software garantisce la verifica in tempo reale dei valori di abbassamento e sghembo, consentendo di evitare l'interruzione del traffico ferroviario e garantendo una velocità di transito di 80 km/h.

Monitoraggio statico e dinamico

ATIVA S.p.A.
Ponte Marchetti (TO)

Monitoraggio del moto della sabbia e della contaminazione del ballast

SAIPEM S.p.A.

Sha – Habshan Railway (Emirati Arabi Uniti)

Monitoraggio statico e dinamico

RFI S.p.A.

Viadotto ferroviario (UD)

Monitoraggio statico e dinamico durante le fasi di isolamento sismico e in esercizio

ESA Esrin

Isolamento sismico di edificio (Roma)

Monitoraggio del quadro fessurativo

IULM
Complesso Universitario (MI)

Monitoraggio dell'inflessione e dello sghembo del binario
ESSEN ITALIA S.p.A.
Infissione di manufatti a spinta

System C.L.M.

Prototipo brevettato

Monitoraggio di fronti di frana, dighe, manufatti archeologici…

Riferimenti

Prof. Ing. Giulio Ventura
ventura@arcos-engineering.it
+39 349 188 1786

Arch. Cristina Zannini Quirini
info@arcos-engineering.it
+39 011 568 3362

engineering arcos

A.R.CO.S Engineering S.r.l.
Corso Einaudi, 18 - 10129 TORINO (Italy)
www.arcos-engineering.it - info@arcos-engineering.it