



CONVEGNO FABRE  
PONTI, VIADOTTI, E GALLERIE ESISTENTI:  
RICERCA, INNOVAZIONE E APPLICAZIONI  
LUCCA, 2-4 FEBBRAIO 2022



## Monitoraggio di ponti soggetti a traffico veicolare: la linea d'influenza come indicatore di danno

Said Quqa<sup>a</sup>, Luca Landi<sup>a</sup>, Pier Paolo Diotallevi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale, e dei Materiali, Università di Bologna, Viale del Risorgimento 2, 40136 Bologna (IT)

*Parole chiave: Monitoraggio strutturale, Identificazione del danno, Linea d'influenza, Carico mobile, Traffico*

### SOMMARIO

L'invecchiamento delle infrastrutture civili, unito alla crescente domanda di traffico, pone la necessità di uno strumento affidabile per il monitoraggio dello stato di salute strutturale. Nonostante molti studi mostrino l'efficacia delle tecniche di monitoraggio basate sulla risposta vibrazionale delle strutture alle sollecitazioni ambientali, pochi manufatti sono tuttora strumentati con sistemi di misurazione. Tra questi vi sono principalmente edifici ed infrastrutture di rilevanza storica e monumentale, in quanto gli strumenti di acquisizione più utilizzati, come gli accelerometri piezoelettrici, sono caratterizzati da costi piuttosto elevati. Tuttavia, il malfunzionamento di opere viarie classificate come "minori" può generare ingenti danni economici e mettere in pericolo la sicurezza dei viaggiatori. I più recenti studi nell'ambito dell'identificazione strutturale tendono all'utilizzo di reti senza fili composte da sistemi di acquisizione MEMS, utilizzati al fine di abbattere i costi relativi agli strumenti tradizionali. Poiché la sensibilità dei sistemi MEMS è considerevolmente più bassa rispetto alla controparte tradizionale, un numero elevato di dispositivi viene di solito utilizzato al fine di ridurre le incertezze di misurazione. Tuttavia, esistono numerose problematiche relative alla gestione dei dati, sincronizzazione e sostituzione delle batterie per le grandi reti di misurazione, che le rendono poco appetibili per un utilizzo diffuso. In questo studio viene presentato un algoritmo di identificazione del danno strutturale basato su registrazioni collezionate da un numero di sensori contenuto (potenzialmente anche solo uno). Nel metodo proposto, il passaggio di veicoli viene sfruttato per ottenere informazioni spaziali e risalire alla posizione dell'anomalia strutturale. In particolare, processando il segnale in accelerazione misurato in una data posizione attraverso un particolare filtro passa-basso, è possibile ottenere la linea d'influenza della curvatura del ponte rispetto alla posizione strumentata. È noto in letteratura come la curvatura sia un indice di danno particolarmente efficace per identificare riduzioni localizzate di rigidità negli elementi strutturali. Inoltre, data la natura del metodo, che consente di valutare la distribuzione di curvatura rispetto allo sviluppo del ponte in modo pressoché continuo nello spazio, risulta possibile localizzare il danneggiamento in modo accurato. La tecnica proposta si basa su un numero modesto di sensori che operano individualmente. Questo abbate sia i costi relativi alla strumentazione e sia quelli legati alla manutenzione dell'impianto, che include la sostituzione delle batterie. Inoltre, l'algoritmo di identificazione può essere implementato in modo efficiente direttamente a bordo del dispositivo di acquisizione, in quanto il suo nucleo computazionale è costituito principalmente da convoluzioni. Il metodo presentato è stato verificato su dati reali collezionati durante una campagna sperimentale condotta su un ponte in acciaio e calcestruzzo armato, soggetto a scenari di danno indotti artificialmente. La qualità e precisione dei risultati ottenuti risulta particolarmente promettente.