

# Strutture adattive a energia minima

un nuovo concept di progetto per la  
sostenibilità dell'ambiente costruito

Dott. Ing. Gennaro Senatore  
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

31 MAGGIO 2021  
ore 15:30

Intervengono:

Prof. Ing. Pierluigi De Berardinis  
Direttore del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale

Prof. Ing. Massimo Fragiaco  
Presidente del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

Seminario online su Teams: codice jj3mrkj

Diretta Youtube: <http://www.univaq.it/live>

L'impatto ambientale degli ecosistemi antropici rappresenta una sfida per l'edilizia, chiamata oggi più che mai a far fronte all'ingente fabbisogno di materiale/energia e alle emissioni di gas serra. Gennaro Senatore ha formulato una metodologia innovativa per progettare nuovi tipi di strutture portanti dotate di sistemi di rilevamento e attuazione che hanno prestazioni notevolmente migliorate e impatti ambientali ridotti rispetto ai sistemi strutturali passivi convenzionali. Il criterio di progettazione è la riduzione dell'energia totale (o carbonio equivalente) per l'intero ciclo di vita che include una quota incorporata nel materiale e una quota operativa per il rilevamento, il controllo e l'attivazione in fase di servizio. La struttura è progettata attraverso l'ottimizzazione combinata del layout strutturale (e.g. dimensioni elementi e forma geometrica) e il posizionamento degli attuatori. L'adattamento viene impiegato per controllare il flusso di forze interne e la forma strutturale. In luogo di definire una configurazione geometrica unica per resistere all'inviluppo dei carichi di picco, la struttura è progettata per "trasformarsi" in una forma che risulti ottimale per ogni condizione di carico possibile. In tal modo la forma strutturale cambia al variare del carico e ciò consente di omogeneizzare l'effetto delle sollecitazioni (e.g. stress); ciò porta a un notevole risparmio di materiale e, di conseguenza, anche di energia. Per far sì che anche i consumi energetici per l'adattamento siano ridotti al minimo, la soluzione adattiva è progettata per resistere a condizioni di carico ordinarie utilizzando la sola

capacità portante della struttura, e affidando al controllo attivo la risposta a carichi eccezionali, la cui occorrenza potrebbe presentarsi con minore probabilità. Numerose simulazioni numeriche hanno dimostrato che le soluzioni adattive soddisfano i requisiti tipici per lo stato limite di collasso e di servizio utilizzando una quantità di materiale ed energia notevolmente inferiore rispetto alle strutture passive convenzionali. Per problemi strutturali dominati dalla rigidità (e.g. strutture a grandi luci e altezze), il fabbisogno totale di energia/carbonio potrebbero essere ridotti fino al 70%. Un prototipo di struttura adattiva in scala è stato testato con successo convalidando fondamenti teorici e previsioni numeriche. È stato sviluppato un sistema innovativo che consente il controllo nonlineare della forma geometrica e richiede costi computazionali minimi, così da risultare idoneo per applicazioni in tempo reale. Le strutture adattive così ideate possono soddisfare limiti di flessione tali da consentire la costruzione di grattacieli di estrema snellezza, ponti a lunga campata e coperture di grande luce. L'adattamento strutturale può anche essere impiegato per il recupero di strutture danneggiate al fine di prolungarne la vita utile (adattamento a posteriori). La combinazione di una bassa richiesta di materiale ed energia, la elevata snellezza strutturale e la capacità di recupero da situazioni di danno strutturale attraverso l'adattamento rappresentano un unicum in ingegneria, così creando un alto potenziale d'impatto per edifici, infrastrutture e la società nel suo insieme.

