

International Doctorate in Civil and Environmental Engineering

CORSO DI DOTTORATO

**Calcolo strutturale mediante metodi probabilistici:
dinamica aleatoria, approccio PEER e aggiornamento
Bayesiano di modelli ad elementi finiti**

Docenti: Prof. **Claudio Mannini** e Prof. **Antonino Maria Marra**

DICEA, Università degli Studi di Firenze

claudio.mannini@unifi.it – antoninomaria.marra@unifi.it

Calendario delle lezioni	
Mercoledì 3 aprile 2019 – ore 16,00-18,00 Aula 114, Scuola di Ingegneria, Via di S. Marta 3, Firenze	Prof. Antonino Marra - Richiami di teoria della probabilità
Giovedì 4 aprile 2019 – ore 09,00-11,00 Aula 111, Scuola di Ingegneria, Via di S. Marta 3, Firenze	Prof. Antonino Marra – Variabili aleatorie
Martedì 9 aprile 2019 – ore 09,00-11,00 Aula 120, Scuola di Ingegneria, Via di S. Marta 3, Firenze	Prof. Claudio Mannini – Cenni sui processi stocastici
Mercoledì 10 aprile 2019 – ore 09,00-11,00 Aula 119, Scuola di Ingegneria, Via di S. Marta 3, Firenze	Prof. Claudio Mannini – Dinamica aleatoria delle strutture
Lunedì 15 aprile 2019 – ore 09,00-12,00 Aula 107, Scuola di Ingegneria, Via di S. Marta 3, Firenze	Prof. Claudio Mannini – Dinamica aleatoria delle strutture
Mercoledì 17 aprile 2019 – ore 9,30-12,30 Aula 104, Scuola di Ingegneria, Via di S. Marta 3, Firenze	Prof. Claudio Mannini – Dinamica aleatoria delle strutture
Giovedì 9 maggio 2019 – ore 9,30-11,30 Aula 111, Scuola di Ingegneria, Via di S. Marta 3, Firenze	Prof. Antonino Marra – Approccio PEER per l'analisi probabilistica delle strutture basata sulle prestazioni. Cenni sull'aggiornamento Bayesiano per l'analisi strutturale con applicazioni.
Giovedì 16 maggio 2019 – ore 9,30-11,30, Aula 111, Scuola di Ingegneria, Via di S. Marta 3, Firenze	Prof. Antonino Marra – Approccio PEER per l'analisi probabilistica delle strutture basata sulle prestazioni. Cenni sull'aggiornamento Bayesiano per l'analisi strutturale con applicazioni.

Durata totale del corso	18 ore
-------------------------	--------

Programma

Il corso si inquadra nella moderna tendenza di trattare il calcolo strutturale mediante approcci probabilistici. I docenti, sulla base dell'esperienza acquisita nel corso della loro attività di ricerca, presenteranno alcuni elementi fondamentali per consentire il passaggio dai classici metodi deterministici di progettazione strutturale alle più avanzate tecniche di calcolo probabilistico. Tuttavia, gli strumenti di calcolo trattati rivestono notevole importanza non soltanto nel campo della progettazione strutturale ma anche in altri settori dell'Ingegneria Civile e Ambientale.

Dopo alcuni richiami di Teoria della Probabilità e delle variabili aleatorie, finalizzati ai problemi affrontati nel seguito del corso, verrà introdotto il concetto di processo stocastico, nonché quelli di medie d'insieme e medie nel tempo, di stazionarietà, ergodicità e gaussianità. Particolare attenzione verrà dedicata alla caratterizzazione di auto- e cross-densità spettrale di potenza.

La parte centrale del corso verterà sul calcolo della risposta di strutture lineari soggette a forzanti aleatorie. Si distinguerà tra forzanti stazionarie e non stazionarie, e tra analisi nel dominio del tempo e nel dominio della frequenza, concentrandosi poi su quest'ultime. Si considererà dapprima un sistema ad un grado di libertà, evidenziando i contributi di background (o quasi-statico) e di risonanza alla risposta dinamica, per poi estendere i risultati al caso di un sistema a più gradi di libertà soggetto ad una forzante multivariata parzialmente correlata, affrontando il problema della correlazione tra i contributi modali alla risposta. Verrà poi introdotto il concetto statistico di massimo del processo risposta strutturale, accennandone la trattazione sotto certe ipotesi (per esempio, nel caso di processi stocastici stazionari gaussiani). Un esempio applicativo verrà illustrato nel caso di una torre soggetta all'azione del vento turbolento.

L'approccio PEER (Pacific Earthquake Engineering Center) è stato sviluppato nello scorso decennio per inquadrare sotto una veste unitaria il problema dell'analisi probabilistica delle prestazioni sismiche delle strutture. Tale metodo ha il notevole pregio di permettere il disaggregamento della valutazione della frequenza media annuale (MAF) di costo (€/anno, perdita di vite umane/anno, ecc.) nella valutazione della MAF del danno, della risposta strutturale e della pericolosità sismica. L'approccio PEER, con opportune modifiche, può essere applicato per valutare il rischio anche in ambiti diversi dall'ingegneria sismica, quali ad esempio il rischio delle strutture sotto l'azione del vento, il rischio idraulico, e così via. La lezione comprenderà anche alcune applicazioni pratiche per favorire la comprensione degli argomenti trattati.

L'ultima lezione tratterà il problema dell'utilizzo di nuove informazioni derivanti da sperimentazione al vero per l'aggiornamento di modelli ad elementi finiti di strutture esistenti. L'approccio Bayesiano, presentato nella lezione, affronta il problema in modo rigoroso permettendo di aggiornare le distribuzioni di probabilità dei parametri di input del modello, definite sulla base del giudizio (distribuzioni a priori), tenendo in conto di nuove informazioni derivanti da misure sperimentali sulla struttura reale, in modo da ottenere le distribuzioni aggiornate (a posteriori). Anche in questo caso, saranno presentati alcuni esempi illustrativi seguiti da applicazioni pratiche su strutture monumentali.