

## PROGRAMMA DEL CORSO DI STRUTTURE IN ZONA SISMICA

### SETTORE SCIENTIFICO

ICAR/09

### CFU

9

### OBIETTIVI FORMATIVI PER IL RAGGIUNGIMENTO DEI RISULTATI DI APPRENDIMENTO PREVISTI NELLA SCHEDA SUA

Il corso si propone di trasferire allo studente gli strumenti fondamentali per l'analisi del comportamento dinamico di strutture civili soggette ad azioni sismiche e di componenti industriali nelle quali il problema delle vibrazioni può essere molto sentito. Inoltre, le conoscenze acquisite al termine del corso forniranno gli strumenti di base per la pianificazione e la progettazione di interventi di mitigazione del rischio sismico su strutture civili e industriali.

### ATTIVITÀ DI DIDATTICA INTERATTIVA (DI)

Le attività di Didattica interattiva consistono, per ciascun CFU, in un'ora dedicata alle seguenti tipologie di attività:  
Redazione di un elaborato per ciascuna macro area in cui è suddiviso il programma del corso  
Partecipazione a forum tematici esplicativi  
Lettura area FAQ  
Svolgimento delle prove in itinere con feedback

### PROGRAMMA DIDATTICO: ELENCO VIDEOLEZIONI/MODULI

Il corso è articolato nei seguenti argomenti:

La caratterizzazione degli eventi sismici

Caratteristiche di un terremoto e misure di intensità

Come nasce un evento sismico a partire dallo studio della dinamica della terra. Tipologie di eventi sismici e identificazione delle proprietà caratteristiche di un terremoto. Strumenti per il monitoraggio dell'attività sismica nazionale. Misure di intensità di picco ed integrali di un segnale. Scale di intensità del danno e dell'energia sprigionata da un evento sismico. Misure di intensità dello scuotimento sismico a partire dallo studio di un segnale. Mappe di pericolosità sismica e caratterizzazione della pericolosità sismica nazionale. Effetti del terremoto sulle strutture e correlazione tra le caratteristiche dinamiche degli edifici e caratteristiche del sisma.

## Principi di Dinamica e sistemi ad 1 grado di libertà

Dinamica del punto materiale a partire dalle leggi fondamentali e proprietà dei sistemi conservativi. Relazione tra le diverse grandezze statiche e cinematiche per sistemi discreti. Esempi applicativi di sistemi presenti in natura e modellabili come conservativi. Caratterizzazione cinematica di un generico sistema strutturale per l'individuazione dei gradi di libertà in ambito statico e dinamico. Caratteristiche della risposta strutturale di sistemi a comportamento elastico lineare e non-lineare ed a comportamento anelastico. Equivalenza di sistemi strutturali dal punto di vista statico e dinamico.

## Dinamica dei sistemi ad 1 gradi di libertà

### Comportamento dell'oscillatore semplice

Analisi del comportamento dell'oscillatore semplice elastico lineare e risoluzione in forma chiusa del problema dinamico nel caso di: oscillazioni libere in assenza di smorzamento; oscillazioni libere in presenza di smorzamento; oscillazioni forzate in ipotesi di forzante sinusoidale e assenza di smorzamento; oscillazioni forzate, in ipotesi di forzante sinusoidale e presenza di smorzamento. Influenza dei diversi parametri meccanici e dinamici sulla risposta dinamica dell'oscillatore. Stima del fattore di smorzamento per le strutture reali. Studio del fenomeno di risonanza strutturale.

## Sistemi ad un grado di libertà soggetti al terremoto

Equazione di equilibrio che governa la dinamica dei sistemi ad un grado di libertà in ipotesi di forzante qualsiasi. Soluzione del problema per via numerica: Metodo di Wilson e Clough, Metodo di Newmark ed Integrale di Duhamel. Descrizione dei procedimenti numerici per l'integrazione diretta dell'equazione di equilibrio dinamico. Stima dell'errore commesso mediante l'utilizzo di approcci iterativi o diretti per la soluzione del problema di equilibrio dinamico nel caso di forzante qualunque.

## Analisi del comportamento dinamico di sistemi reali ad un grado di libertà

Applicazioni numeriche a casi reali analizzando, oltre che il comportamento dinamico di strutture tipo, l'influenza che i diversi parametri hanno sulla risposta dinamica. Applicazioni numeriche su sistemi ad un grado di libertà reali in accordo alle diverse casistiche studiate in area 1 e 2.

## Quantificazione degli effetti di un terremoto su una struttura e mitigazione del rischio sismico

### Analisi degli effetti di un terremoto su una struttura

Spettri di risposta elastici e loro utilizzo nelle applicazioni reali. Identificazione della pericolosità sismica di base secondo l'attuale normativa vigente e valutazione delle azioni di progetto sulle strutture. Alterazioni degli spettri di risposta per effetto dei fenomeni non lineari. Spettri di progetto ed analisi strutturale di edifici reali tramite i diversi approcci contemplati dalla normativa vigente. Descrizione dei requisiti richiesti per le diverse tipologie di analisi strutturale e valutazione della loro applicabilità a diversi casi reali.

Tecniche di mitigazione del rischio sismico. Isolamento sismico alla base di tipo attivo e passivo. Soluzione del problema dinamico dell'isolamento sismico, attivo e passivo, in forma chiusa a partire dallo studio delle oscillazioni forzate e smorzate, in ipotesi di forzante sinusoidale. Applicazione numerica con riferimento ad un problema di isolamento su di una struttura o componente industriale reale.

Dinamica dei sistemi a più gradi di libertà

Problema di equilibrio dinamico nel caso di sistemi discreti a più gradi di libertà

Formulazione e soluzione in forma chiusa del problema relativo alle oscillazioni di strutture a più gradi di libertà. Sistemi a più gradi di libertà soggetti ad: oscillazioni libere in assenza di smorzamento; oscillazioni libere in presenza di smorzamento; oscillazioni forzate in ipotesi di forzante sinusoidale e in assenza di smorzamento; oscillazioni forzate in ipotesi di forzante sinusoidale e in presenza di smorzamento; oscillazioni forzate in ipotesi di forzante qualunque ed in presenza di smorzamento. Influenza delle caratteristiche di un segnale sulla risposta strutturale. Problema della risonanza strutturale su sistemi a più gradi di libertà.

Influenza dei parametri meccanici e dinamici sul comportamento strutturale

Analisi del comportamento dinamico di strutture reali al variare delle caratteristiche geometriche e meccaniche. Confronto tra i diversi approcci di analisi, disciplinati dalla normativa vigente. Analisi delle forme modali di una struttura e correlazione con le caratteristiche di una generica forzante. Identificazione dinamica di una struttura mediante approccio sperimentale. Metodi di stima del fattore di smorzamento su di un edificio reale. Isolamento dei sistemi a più gradi di libertà in funzione della tipologia strutturale. Valutazione della risposta dinamica di sistemi strutturali continui mediante approcci complessi e semplificati.

## **ATTIVITÀ DI DIDATTICA EROGATIVA (DE)**

Le attività di didattica erogativa consistono, per ciascun CFU, nell'erogazione di 6 videolezioni corredate di testo e questionario finale.

- Il format di ciascuna videolezione prevede il video registrato del docente che illustra le slide costruite con parole chiave e schemi esemplificativi.
- Il materiale testuale allegato a ciascuna lezione corrisponde a una dispensa (PDF) con le informazioni necessarie per la corretta e proficua acquisizione dei contenuti trattati durante la lezione.

## **TESTO CONSIGLIATO**

Gli studenti che intendono approfondire le tematiche del corso, integrando le dispense e i materiali forniti dal docente, possono consultare il seguente volume:

Dinamica delle strutture, Ed. CUEN, Autore Roberto Ramasco

## **MODALITÀ DI VERIFICA DELL' APPRENDIMENTO**

L'esame può essere sostenuto sia in forma scritta che in forma orale.

Gli appelli orali sono previsti nella sola sede centrale.

L'esame orale consiste in un colloquio con la Commissione sul contenuto del corso.

L'esame scritto consiste nello svolgimento di un test con 30 domande. Per ogni domanda lo studente deve scegliere una di 4 possibili risposte. Solo una risposta è corretta.

Sia le domande orali che le domande scritte sono formulate per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di ragionare utilizzando tali nozioni. Le domande sulle nozioni teoriche consentiranno di valutare il livello di comprensione. Le domande che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazioni e la capacità di apprendimento saranno valutate anche attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze ed elaborati proposti dal docente).

### **OBBLIGO DI FREQUENZA**

Obbligatoria online. Ai corsisti viene richiesto di visionare almeno l'80% delle videolezioni presenti in piattaforma e superare un elaborato proposto nella sezione di Didattica Interattiva