



Insegnamento	Progetto di Strutture
Livello e corso di studio	CORSO DI STUDI in Ingegneria Civile Magistrale Classe LM23
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ICAR/09 Tecnica delle Costruzioni
Anno di corso	2
Anno Accademico	2023-2024
Numero totale di crediti	9 CFU
Propedeuticità	L'insegnamento di Tecnica delle Costruzioni è propedeutico a tale insegnamento.
Docente	Barbara Ferracuti Facoltà: Ingegneria Civile Nickname: ferracuti.barbara Email: ferracuti.barabara@unicusano.it; Orario di ricevimento: Consultare calendario delle videoconferenze in piattaforma
Presentazione	L'insegnamento di Progetto di Strutture, a valle del corso di Tecnica delle Costruzioni, ha la finalità di fornire agli allievi gli elementi cognitivi e le metodologie avanzate per la concezione strutturale, la progettazione di elementi strutturali in c.a. e in acciaio alla luce dei più recenti sviluppi normativi (Testo Unico per le costruzioni NTC-2018 ed Eurocodici), con particolare attenzione a problemi complessi riguardante il comportamento non lineare delle strutture. .
Obiettivi formativi	Il corso di Progetto di Strutture ha i seguenti obiettivi formativi: <ol style="list-style-type: none"><li>1) Lo studente conoscerà strumenti avanzati per il calcolo e la progettazione delle strutture: strutture di controventamento, strutture a pareti, travi a sezione sparsa per le coperture.</li><li>2) Sarà in grado di valutare la deformabilità a breve e lungo termine con particolare riguardo ai fenomeni fessurativi per le membrature in c.a.,</li><li>3) Conoscerà inoltre metodi avanzati per il calcolo della duttilità di travi e pilastri in c.a..</li><li>4) Conoscerà le metodologie per lo svolgimento dell'analisi a collasso delle strutture esistenti.</li></ol>
Prerequisiti	Prerequisito è la conoscenza dei metodi di progettazione agli Stati Limite secondo quanto affrontato durante il corso di Tecnica delle Costruzioni.
Risultati di apprendimento attesi	<b>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):</b> Lo studente, al superamento dell'insegnamento, avrà conoscenza dei fondamenti dei metodi



di calcolo strutturale di strutture complesse. Sarà in grado di comprendere il ruolo dei singoli elementi strutturali nella risposta globale dell'edificio alle azioni orizzontali. Sarà in grado di comprendere gli effetti a lungo termine sugli elementi strutturali.

**Applicazione della conoscenza e comprensione (APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING)** Lo studente, al superamento dell'insegnamento, avrà sviluppato delle capacità di applicare tecniche di analisi in campo non lineare e di applicarle per le verifiche di strutture esistenti.

**Capacità di trarre conclusioni (ABILITY TO DRAW CONCLUSIONS):** Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito la capacità di identificare i modelli strutturali che descrivono il comportamento reale di un sistema strutturale complesso e scegliere i metodi di analisi idonei alla tipologia strutturale in esame. Sarà dunque in grado di scegliere le soluzioni progettuali più adatte in base alle performance richieste.

**Abilità comunicative (communication skills):** Lo studente, al termine del corso, avrà sviluppato un linguaggio scientifico corretto e comprensibile che permetta di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito della tecnica delle costruzioni.

**Capacità di apprendere (learning skills):** Grazie agli strumenti metodologici acquisiti durante il corso lo studente avrà sviluppato capacità di apprendere nuove conoscenze per la risoluzione di problemi non familiari che abbiano come oggetto i sistemi costruttivi. Inoltre avrà la possibilità di proseguire gli studi (dottorato di ricerca) sui temi dell'ingegneria civile strutturale.

Organizzazione dell'insegnamento

Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma. Sono poi proposti dei test di autovalutazione, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni. La didattica interattiva è svolta nel forum della "classe virtuale" e comprende 2 E-tivity in cui lo studente applica le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria alla soluzione di problemi. In tale corso le e-tivity richiedono l'approfondimento di un argomento complesso corredato da esempi pratici.

In particolare, il Corso di Progetto di Strutture prevede 9 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo modulo di insegnamento è di circa 225 ore così suddivise in:

- **Didattica Erogativa:** circa 195 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato
- **Didattica Interattiva:** circa 30 ore per l'elaborazione e la consegna delle E-tivity e per l'esecuzione dei test di autovalutazione.

Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 7,5 settimane dedicando tra le 20 e le 30 ore di studio a settimana



	<p>Il supporto allo svolgimento delle e-tivity da parte del docente/tutor viene svolto sia durante i ricevimenti in video-conferenza che nel Forum della “classe virtuale” (Area collaborativa della piattaforma).</p>
Contenuti del corso	<p>Di seguito si riporta la suddivisione degli argomenti del corso suddivisi in moduli:</p> <p><b>Modulo 1- Strutture di controventamento degli edifici (6 lezioni per un impegno di 55 ore – settimane 1,5)</b></p> <p>Generalità. Controventi per strutture in calcestruzzo armato, in acciaio. Influenza della deformabilità degli orizzontamenti. Ripartizione delle azioni orizzontali tra più elementi di irrigidimento deformabili a flessione. Ripartizione delle azioni tra pareti di controvento e telai. Pareti con aperture. Modalità di crisi delle pareti di controvento soggette ad azioni orizzontali. Criteri di verifica e dettagli costruttivi. Sistemi spaziali di controvento, effetti torsionali.</p> <p><b>Materiali didattici a cura del docente</b></p> <p><b>Modulo 2- Lastre cilindrici (2 lezioni per un impegno di 15 ore – settimana 2)</b></p> <p>Generalità. Esempi di tipologie strutturali modellabili come lastre cilindriche. Criteri di calcolo a volta-trave. Tegoli prefabbricati di copertura. Dettagli costruttivi. Le membrane cilindriche a direttrice poligonale (volte scatolari): metodo di Ehlers. Elementi con spessore sottile in c.a.: esperienze di Valraven; regola delle cuciture; calcolo delle armature in presenza di stati coattivi e/o precompressione (cenni). Indicazioni e particolari costruttivi.</p> <p><b>Materiali didattici a cura del docente</b></p> <p><b>Modulo 3- Stati limite di servizio per travi in c.a. (3 lezioni per un impegno di 30 ore – settimana 3)</b></p> <p>Evoluzione del quadro fessurativo per elementi tesi in c.a. Diagramma momento-curvatura in fase fessurata. Calcolo apertura di fessura e frecce di travi in fase fessurata. Formule approssimate e prescrizioni normative. Durabilità delle strutture.</p> <p><b>Materiali didattici a cura del docente</b></p> <p><b>Modulo 4- Deformazioni differite nel calcestruzzo (ritiro e viscosità). (4 lezioni per un impegno di 15 ore – ½ settimana 4)</b></p> <p>Teoria della viscoelasticità lineare. Funzioni di viscosità e di rilassamento. Il fenomeno dell'invecchiamento, modelli CEB, ACI e Normativa italiana. Metodi algebrizzati (metodi EM, MS, AAEM). Problemi di strutture sensibili alle deformazioni differite. Principi della viscoelasticità lineare. Esempi numerici.</p> <p><b>Materiali didattici a cura del docente</b></p>



## **Modulo 5- Duttilità delle strutture in c.a.** (4 lezioni per un impegno di 30 ore – settimana 5)

Risposta non lineare delle sezioni in c.a. Diagrammi momento-curvatura per sforzo normale costante e schematizzazioni a bilatera e trilatera. Duttilità delle sezioni inflesse. Cerniera plastica e rotazione plastica ammissibile per elementi inflessi in c.a., criteri dell'Eurocodice EC2. Influenza dello sforzo normale. Esempi. Duttilità sezionale e duttilità strutturale.

### **Materiali didattici a cura del docente**

## **Modulo 6- Analisi a collasso delle strutture** (5 lezioni per un impegno di 40 ore – settimane 6-7)

Definizione di cerniera plastica e massima rotazione in fase plastica in elementi in acciaio ed in c.a. Analisi limite di strutture intelaiate, teoremi dell'analisi limite, Metodo della delimitazione bilaterale di Greenberg-Prager, analisi incrementale per strutture in acciaio (ripasso). Analisi incrementale con controllo delle rotazioni richieste per strutture in c.a.. Metodi di calcolo basati sulla redistribuzione dei momenti. Influenza dello sforzo normale. Esempi.

### **Materiali didattici a cura del docente**

## **Modulo 7- Introduzione all'uso di software di calcolo strutturale** (9 Lezioni per un impegno di 10 ore – settimana 7)

Impiego di software commerciale per il calcolo strutturale in ambito elastico-lineare di strutture in c.a.

### **Materiali didattici a cura del docente**

## Materiali di studio

### **MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE**

Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 7 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia.

Testi consigliati:

### **MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE**

- ✓ Dispensa del Corso
- ✓ Slide delle lezioni

### **Ulteriore materiale disponibile in piattaforma**

- ✓ Normative di riferimento per il calcolo e la realizzazione di opere civili- NTC 2018.
- ✓ Eurocodici

**Testi consigliati:**



	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Pozzati P. e Ceccoli C., Teoria e Tecnica delle strutture, ed. UTET, Torino, vol. II (1977).</li><li>✓ Leonhardt F., c.a. &amp; c.a.p.: calcolo di progetto &amp; tecniche costruttive. Edizioni Tecniche, Milano, voll. I-III, 1977.</li><li>✓ Migliacci A., Progetto agli stati limite delle strutture in c.a., Masson Italia Ed., Milano, 1977.</li><li>✓ Migliacci A., Progetti di strutture, Tamburini, Milano, 1968.</li><li>✓ Cosenza E. e Greco C., Il calcolo delle deformazioni nelle strutture in cemento armato. CUEN, Napoli, 1996.</li></ul> <p>.....</p>
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>L'esame consiste nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti.</p> <p>In accordo con il modello formativo del Corso di Studi, La valutazione finale dell'insegnamento, espressa in trentesimi, prende in considerazione anche l'attività svolta in itinere dallo studente e valutata attraverso il punteggio assegnato alle Eivity proposte (da 0 a 3).</p> <p>La prova scritta prevede lo svolgimento di esercizi e domande a risposta aperta che riguardano l'intero programma dell'insegnamento. Gli esercizi sono volti ad accertare la capacità dello studente di rielaborare ed applicare le conoscenze acquisite.</p> <p>I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia, la capacità di applicarle, le abilità comunicative sono valutate dalla prova scritta, mentre, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le Eivity.</p> <p>È possibile effettuare l'esame attraverso due prove parziali scritte</p> <p>Parte - 1 moduli 1 - 2 Parte - 2 moduli 3 - 7</p> <p>Particolare attenzione nella valutazione delle risposte viene data alla capacità dello studente di rielaborare, applicare e presentare con proprietà di linguaggio il materiale presente in piattaforma. In sede di valutazione finale, si terrà conto anche della proficua partecipazione ai forum (aule virtuali) e al corretto svolgimento delle e-tivity proposte.</p>
Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale	<p>L'assegnazione dell'elaborato finale avviene sulla base di un colloquio (anche tramite messaggi in piattaforma) con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici interessi in relazione a qualche argomento che intende approfondire. Il docente basandosi sulle preferenze indicate dallo studente proporrà dei temi di ricerca da sviluppare. Non esistono preclusioni alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una media particolare per poterla richiedere.</p>