



# UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

<b>Insegnamento</b>	<b>Progetto di Strutture</b>
<b>Anno Accademico</b>	<b>2017/2018</b>
<b>Livello e corso di studio</b>	CORSO DI STUDI in Ingegneria Civile Magistrale Classe LM23
<b>Settore scientifico disciplinare (SSD)</b>	ICAR-09
<b>Anno di corso</b>	2
<b>Numero totale di crediti</b>	9 CFU
<b>Propedeuticità</b>	Il corso di Tecnica delle Costruzioni è propedeutico a tale insegnamento.
<b>Docente</b>	Barbara Ferracuti Facoltà: Ingegneria Civile Nickname: ferracuti.barbara Email: <a href="mailto:ferracuti.barabara@unicusano.it">ferracuti.barabara@unicusano.it</a> Orario di ricevimento: Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza <a href="http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica">http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica</a>
<b>Presentazione</b>	Il corso ha lo scopo di far acquisire allo studente la capacità di progettare e verificare strutture complesse, tenendo conto del comportamento non lineare delle strutture in c.a, acciaio, muratura, sia non linearità meccaniche che delle non linearità di tipo geometrico. Le strutture oggetto di studio sono edifici, sistemi di controventamento, sistemi sismo-resistenti, travi di copertura, elementi snelli. La progettazione o la verifica si sposterà dunque dal campo elastico al campo non lineare.
<b>Obiettivi formativi</b>	lo studente possiederà strumenti avanzati per il calcolo e la progettazione delle strutture: strutture di controventamento, travi a sezione sparsa per le coperture, strutture composte. Conoscerà inoltre metodi avanzati per il calcolo della duttilità di travi e pilastri in c.a., della deformabilità a breve e lungo termine, di problemi di instabilità delle strutture in acciaio ed in c.a.
<b>Prerequisiti</b>	Prerequisito è la conoscenza dei metodi di progettazione agli Stati Limite secondo quanto affrontato durante il corso di Tecnica delle Costruzioni.
<b>Risultati di apprendimento attesi</b>	<p><b>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):</b> Lo studente, al superamento del corso, avrà conoscenza dei fondamenti dei metodi di calcolo strutturale di strutture complesse.</p> <p><b>Conoscenze e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding):</b> Lo studente, al superamento del corso, avrà sviluppato delle capacità di applicare tecniche di analisi in campo non lineare e di applicarle per le verifiche di strutture esistenti.</p> <p><b>Autonomia di giudizio (making judgements):</b> 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.</p> <p><b>Abilità comunicative (communication skills):</b> 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. Tali abilità comunicative vengono verificate attraverso le e-tivity e la prova di verifica in forma scritta.</p> <p><b>Capacità di apprendere (learning skills):</b> Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi non familiari che abbiano come oggetto i sistemi costruttivi. Capacità di proseguire gli studi (dottorato di ricerca) sui temi dell'ingegneria civile strutturale.</p>

**Contenuti del corso**

Il corso 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-2008 ed Eurocodici), con particolare attenzione a problemi complessi riguardante il comportamento non lineare delle strutture.

Di seguito si riporta la suddivisione degli argomenti del corso suddivisi in moduli:

**Modulo 1-Lezione 1-5 Strutture di controventamento degli edifici**

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.

**Materiali didattici a cura del docente****Modulo 2-Lezione 6-10 Lastre cilindriche**

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 scolorari): 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.

**Materiali didattici a cura del docente****Modulo 3-Lezione 11-15 Stati limite di servizio per travi in c.a.**

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.

**Materiali didattici a cura del docente****Modulo 4-Lezione 16-22 Deformazioni differite nel calcestruzzo (ritiro e viscosità).**

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.

**Materiali didattici a cura del docente****Modulo 5-Lezione 23-27 Duttilità delle strutture in c.a.**

Formule di verifica e di progetto di sezioni pressoinflesse agli stati limite ultimi (ripasso). Diagrammi momento-curvatura 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-Lezione 28-35 Analisi a collasso delle strutture**

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**

	<p><b>Modulo 7-Lezione 36-49</b> Instabilità delle strutture:</p> <p>a) Instabilità di colonne in acciaio</p> <p>Generalità. Instabilità in campo elastico: sensibilità alle imperfezioni (ripasso). Matrice di rigidezza geometrica per strutture piane. Instabilità in regime elasto-plastico di strutture in acciaio. Il concetto di asta reale e di imperfezione equivalente.</p> <p>b) Instabilità di pilastri in c.a.</p> <p>Il metodo della colonna modello. Il metodo dello stato di equilibrio. Diagrammi di interazione M-N in presenza di effetti del II ordine. Effetti delle deformazioni differite.</p> <p>b) Instabilità di pilastri in c.a.</p> <p><b>Modulo 8-Lezione 50-54</b> Introduzione all'uso di software di calcolo strutturale  Impiego di software commerciale per il calcolo strutturale in ambito elastico-lineare di strutture in c.a.  <b>Materiali didattici a cura del docente</b></p>
<p><b>Organizzazione dell'insegnamento</b></p>	<p>Il corso è sviluppato attraverso le <b>lezioni preregistrate audio-video</b> che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma, e distribuiti in 6 moduli per aree tematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modulo 1- LEZIONE 1-5.</b>Strutture di controventamento degli edifici</li> <li><b>Modulo 2- Lezione 6-10</b> Lastre cilindriche</li> <li>• <b>Modulo 3- Lezione 11-15</b> Stati limite di servizio per travi in c.a.</li> <li>• <b>Modulo 4- Lezione 16-22</b> Deformazioni differite nel calcestruzzo (ritiro e viscosità).</li> <li>• <b>Modulo 5- Lezione 23-27</b> Duttilità delle strutture in c.a.</li> <li>• <b>Modulo 6- Lezione 28-35</b> Analisi a collasso delle strutture</li> <li>• <b>Modulo 7- Lezione 36-49</b> Instabilità delle strutture:</li> <li>• <b>Modulo 8- Lezione 50-54</b> Introduzione all'uso di software di calcolo strutturale</li> </ul> <p>Sono poi proposti dei <b>test di autovalutazione</b> (intermedi), di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate, tramite i quali ogni studente può valutare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei vari contenuti e prendere coscienza di quali siano, eventualmente, i suoi punti deboli e le sue lacune sui vari argomenti del programma.</p> <p>La <b>didattica interattiva</b> 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.</p> <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). Il Forum è strutturato in 6 Discussioni che corrispondono ai 6 moduli del corso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussione I: Modulo 1 - Sicurezza Strutturale</li> <li>- Discussione II: Modulo 2: Lastre cilindriche</li> <li>- Discussione III: Modulo 3: Stati limite di servizio per travi in c.a.</li> <li>- Discussione IV: Modulo 4: Deformazioni differite nel calcestruzzo (ritiro e viscosità).</li> <li>- Discussione V: Modulo 5: Duttilità delle strutture in c.a.</li> <li>- Discussione VI: Modulo 6: Analisi a collasso delle strutture.</li> <li>- Discussione VII: Modulo 7: Instabilità delle strutture:</li> </ul> <p>All'interno di ogni Discussione, viene caricata dal Tutor/Docente una serie di esercizi (non valutati) o domande relative al Modulo in questione: lo studente potrà svolgere questi esercizi, avviando delle discussioni con i suoi colleghi di corso e con il Tutor/Docente stesso. Lo studente potrà rivolgere domande al Tutor/Docente o ai suoi colleghi di corso, condividere il proprio svolgimento, segnalare uno svolgimento alternativo rispetto a quello proposto da altri, proporre egli stesso nuovi esercizi.</p>

	<p>Sono inoltre presenti tra il materiale in piattaforma anche i testi dei temi d'esame precedenti.</p> <p>In particolare, il Corso di Progetto di Strutture prevede 9 C.F.U. (Crediti Formativi Universitari). Il carico totale di studio per questo insegnamento corrisponde circa a 225 ore così suddivise in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- circa 180 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato (27 ore videoregistrate, per circa 2/3 di teoria e per circa 1/3 di esercizi);</li> <li>- circa 25 ore di Didattica Interattiva per le E-tivity;</li> <li>- circa 10 ore per esercitazioni su temi d'esame passati caricati in piattaforma.</li> </ul> <p>Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 11 settimane circa, dedicando allo studio circa 20-25 ore a settimana.</p>
<p><b>Materiali di studio</b></p>	<p><b>MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dispensa del Corso</li> <li>✓ Slide delle lezioni</li> </ul> <p><b>Ulteriore materiale disponibile in piattaforma</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Normative di riferimento per il calcolo e la realizzazione di opere civili- NTC 2008.</li> <li>✓ Eurocodici</li> </ul> <p><b>Testi consigliati:</b></p> <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>✓ Belluzzi O., Scienza delle costruzioni, ed. Zanichelli, Bologna, voll. II e III.</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><b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b></p>	<p>L'esame, sia quando svolto nella sede di Roma, sia quando svolto fuori sede, consiste nello svolgimento di una <b>prova scritta</b> tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti.</p> <p>La prova scritta prevede <b>lo svolgimento di due esercizi e tre domande a risposta aperta</b>. Gli esercizi sono volti ad accertare la capacità dello studente a rielaborare ed applicare le conoscenze acquisite. gli esercizi che consistono nella progettazione di elementi strutturali di particolare rilevanza in termini di dimensioni e/o di difficoltà nella progettazione, permettono di valutare la capacità dello studente di mettere in pratica le conoscenze acquisite.</p> <p>Le domande a risposta aperta sono volte ad accertare la comprensione da parte dello studente degli aspetti teorici su cui si basa la progettazione di strutture avanzate. Le domande teoriche a risposta aperta possono essere svolte in forma scritta o in forma orale (nella sede di Roma). Gli esercizi rappresentano il 50% del voto complessivo della prova, le domande a risposta aperta il 40%, lo svolgimento delle E-tivity il restante 10%.</p> <p>La prova d'esame si svolge in un tempo pari a 90 minuti.</p>
<p><b>Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale</b></p>	<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>