



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025		
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA DELLE TECNOLOGIE PER IL MARE		
INSEGNAMENTO	SCIENZA DELLE COSTRUZIONI		
TIPO DI ATTIVITA'	B		
AMBITO	50301-Ingegneria dei materiali		
CODICE INSEGNAMENTO	06313		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ICAR/08		
DOCENTE RESPONSABILE	LA MALFA RIBOLLA EMMA	Ricercatore a tempo determinato	Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI			
CFU	9		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	81		
PROPEDEUTICITA'			
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	2		
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre		
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	LA MALFA RIBOLLA EMMA Venerdì 15:30 17:30 Stanza docente (Dipartimento di ingegneria, ed.8, sezione strutture, primo piano, studio 1162)		

PREREQUISITI	Concetti generali dell'analisi matematica, della geometria e della fisica: -concetto di forza vettoriale; -calcolo matriciale e vettoriale; -risoluzione di sistemi algebrici; -calcolo di derivate e di integrali.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente al termine del Corso avra' conoscenza delle problematiche inerenti la meccanica dei materiali e delle strutture. Avra' confidenza con i concetti legati allo stato deformativo, allo stato tensionale e alle relazioni costitutive elastico-lineari che caratterizzano un materiale. Conoscera' le principali relazioni che governano la risposta di sistemi strutturali in termini di spostamenti, deformazioni e sollecitazioni. Comprendera' le condizioni limite di impiego e i criteri di resistenza dei materiali e di elementi strutturali. In particolare lo studente sara' in grado di comprendere le modalita' di risposta di travi soggette a sollecitazioni semplici e composte. Sara' inoltre in grado di valutare condizioni di instabilita' dell'equilibrio. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Lo studente dovra' essere in grado di: determinare il grado di ipo-, iso-, iper-staticita' di una struttura formata da aste; determinare e governare l'equilibrio, esterno ed interno, globale e locale, di una struttura e descriverlo, numericamente, analiticamente e graficamente; imporre le condizioni di congruenza e della compatibilita' di una struttura; conoscere le proprieta' fisico-meccaniche, di resistenza ed elastiche, dei principali materiali, tradizionali e moderni; saper determinare le tensioni e le direzioni principali nel punto e descriverli appropriatamente, sia analiticamente che graficamente; saper determinare i diagrammi delle tensioni dovute alle sollecitazioni semplici e composte del solido di De Saint Venant e descriverle graficamente; calcolare gli spostamenti e le deformazioni di strutture elementari; determinare le incognite iperstatiche e gli stati di sollecitazione in strutture iper-statiche; determinare i carichi critici e la condizione di sicurezza di aste rettilinee caricate di punta. Autonomia di giudizio Lo studente sara' in grado di valutare autonomamente: - la validita' ed i limiti di approssimazione dei modelli fenomenologici che caratterizzano il comportamento elastico-lineare dei materiali e delle strutture; - le condizioni di applicabilita' dei modelli strutturali comunemente adottati per descrivere strutture reali; - gli ambiti di utilizzo della teoria tecnica della trave e dei relativi criteri di sicurezza strutturale; - Adeguatezza statica di sistemi strutturali, opportune condizioni di vincolo e forma e dimensione ottimale delle sezioni trasversali di strutture inflesse. Abilita' comunicative Lo studente acquisira' la capacita' di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sara' in grado di sostenere conversazioni su tematiche relative agli aspetti fondamentali della disciplina (stato di tensione e deformazione nei solidi e nelle strutture, classificazione strutturale, reazioni dei vincoli e condizioni di massima sollecitazione) facendo ricorso ad una terminologia scientifica adeguata e agli strumenti della rappresentazione matematica dei principali fenomeni meccanici descritti. Capacita' d'apprendimento Lo studente avra' appreso i principi fondamentali della analisi meccanica dei materiali e delle strutture. Avra' appreso le basi del comportamento meccanico dei materiali e ne comprendera' le proprieta' di rigidita' e di resistenza. Queste conoscenze contribuiranno al completamento del bagaglio culturale sulla meccanica applicata ai materiali ed alle strutture e rappresentano una porzione importante della formazione di base che gli consentira' di proseguire gli studi ingegneristici, approfondendo nei corsi successivi gli aspetti specifici di natura progettuale.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	L'esame puo' essere sostenuto con due diverse modalita', relativamente alle prove scritte. La prima modalita' prevede che lo studente segua lo svolgimento del corso sostenendo 2 prove scritte in itinere ed un colloquio orale finale. La seconda modalita' prevede che lo studente sostenga, al termine del corso, una prova scritta completa ed un colloquio orale. Modalita' di valutazione delle prove scritte. Le prove scritte in itinere consistono ciascuna nella risoluzione di due esercizi, basati sugli argomenti affrontati rispettivamente nel primo e nel secondo modulo del semestre. La prima prova in itinere mira ad accertare le capacita' acquisite dallo studente di saper governare l'equilibrio delle strutture. La seconda prova in itinere mira ad accertare se lo studente e' in grado di affrontare nella sua

	interessa l'iter di analisi e verifica delle strutture. Essa consiste nella risoluzione di un esercizio di meccanica delle strutture ed un esercizio di teoria tecnica della trave su cui applicare un criterio di resistenza. La prova scritta completa, per la seconda modalita', risulta invece strutturata nella risoluzione di 3 esercizi, i cui argomenti possono vertere sulla risposta meccanica delle strutture, sulla teoria tecnica della trave, sullo stato tensionale in un continuo tridimensionale, sui diversi metodi di analisi strutturale. Ogni prova scritta viene valutata in trentesimi. Per ogni esercizio proposto durante una prova viene reso noto, prima dello svolgimento della stessa, il relativo punteggio attribuito. Tale punteggio viene stabilito dal docente tenendo conto del tempo necessario al suo svolgimento e del livello di difficolta' dei singoli esercizi. L'ammissione alla prova orale avviene qualora la valutazione della prova scritta (la media dei due voti nel caso di prove in itinere) e' almeno pari a 18/30. Modalita' di valutazione della prova orale. La prova orale consiste in un colloquio a domande aperte che possono spaziare su tutti gli argomenti del corso, ma mira anche ad accertare la capacita' dello studente di utilizzare uno o piu' strumenti nella risoluzione di problemi pratici e non, oltre alla sua capacita' di creare collegamenti tra le conoscenze acquisite. La prova consta di un numero minimo di 3 domande, ognuna su argomenti diversi. Oltre alla conoscenza dell'argomento in se stesso, viene valutato il rigore scientifico e metodologico dell'esposizione. Alla prova orale viene attribuito un punteggio in trentesimi secondo lo schema seguente: Eccellente (30-30 e lode): ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti; Molto buono (26-29): buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti; Buono (24-25): conoscenza dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti; Discreto (21-23): non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' di linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite; Sufficiente (18-20): minima conoscenza degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite; Insufficiente: non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento. Il voto complessivo attribuito allo studente scaturisce dalla media del voto scritto e del voto orale.
OBIETTIVI FORMATIVI	Obiettivo primario del corso e' fornire le cognizioni di base della meccanica del continuo e dei materiali e della teoria delle strutture, sviluppati in modo da costituire la base per la comprensione delle applicazioni teoriche e pratiche delle successive discipline ingegneristiche. Nella formulazione dei presupposti teorici (meccanica del continuo, teoria della trave) si cerca pertanto di mettere a fuoco le relazioni fondamentali: equilibrio, congruenza, principio dei lavori virtuali, equazioni costitutive. In vista delle applicazioni sul campo, la teoria della trave viene ampiamente sviluppata in una specifica parte del corso. In parallelo, le esercitazioni permettono di affrontare gli aspetti numerico-applicativi di vari problemi strutturali. Il corso si pone da un punto di vista metodologico come uno snodo essenziale fra gli insegnamenti di base (matematica, geometria, fisica) di cui impiega lo stesso rigore formale, e gli insegnamenti relativi alla progettazione e verifica delle strutture in ambito navale, portuale e costiero (difesa dei litorali, macchine, tecnologia meccanica). Lo studente deve dimostrare di aver appreso i concetti fondamentali introdotti e di aver conseguito un adeguato livello di conoscenza degli argomenti specifici. Lo studente deve inoltre dimostrare di saper utilizzare autonomamente gli strumenti forniti cimentandosi nella risoluzione di problemi semplici ma paradigmatici di casi strutturali. Il meccanismo di apprendimento si fonda sul coinvolgimento diretto dello studente in esercitazioni pratiche tenute in aula, ove vengono risolti insieme al docente degli esercizi applicativi sugli argomenti trattati nelle lezioni teoriche.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni ed esercitazioni frontali in aula.
TESTI CONSIGLIATI	P. Casini, M. Vasta, Scienza delle Costruzioni, Citta' Studi Edizioni. C. Polizzotto, Scienza delle Costruzioni, ed. Cogras. E. Viola, Esercitazioni di Scienza delle Costruzioni, Pitagora editrice Bologna. L. Ascione, Elementi di Scienza delle Costruzioni, Maggioli editore. R. R. Craig, Jr, Mechanics of Materials, John Wiley & Sons.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	INTRODUZIONE. Cenni storici della Scienza delle Costruzioni. Classificazione delle strutture e delle forze. Definizione di equilibrio, di congruenza, di legame costitutivo. Definizione di allungamento, deformazione, tensione, grado di libert�. Problemi di verifica e di progetto.
3	TEORIA DELLE STRUTTURE. Cinematica dei corpi rigidi. Spostamenti infinitesimi possibili e virtuali. I vincoli esterni ed interni. Classificazione topologica delle strutture.
2	TEORIA DELLE STRUTTURE. Il principio dei lavori virtuali. Il PLV applicato ai corpi rigidi. Equazioni cardinali della statica. Il PLV applicato ai corpi deformabili. PLV in forma primale e complementare.
2	CINEMATICA DELLE STRUTTURE LABILI. Centri di rotazione assoluti e relativi. Definizione dei parametri lagrangiani. Il primo ed il secondo teorema di Kennedy. Tracciamento della configurazione spostata di strutture labili con il metodo della proiezione. Equilibrio delle strutture labili.
2	TEORIA DELLE STRUTTURE. Il concetto di sollecitazione. Equazioni indefinite di equilibrio della trave piana rettilinea. Equazioni di equilibrio al contorno. Equazioni di equilibrio discrete in presenza di carichi concentrati.
2	TEORIA DELLE STRUTTURE. Le caratteristiche di sollecitazione. Tracciamento dei diagrammi.
2	TEORIA DELLE STRUTTURE. Derivazione delle equazioni di congruenza delle travi piane rettilinee e loro significato fisico. Il principio dei lavori virtuali applicato alle travi piane rettilinee per ricavare le equazioni di equilibrio.
2	STRUTTURE RETICOLARI. Classificazione topologica delle strutture reticolari. Equazioni di equilibrio delle travature reticolari piane. Costruzione per righe e per colonne della matrice di equilibrio.
2	STRUTTURE RETICOLARI. Equazioni di compatibilit� delle travature reticolari con il PLV. Considerazioni sulla matrice di equilibrio in base alla classificazione topologica.
2	IL CONTINUO TRIDIMENSIONALE. Equazioni indefinite di equilibrio. Teorema di Cauchy. Il tensore degli sforzi. Principio di reciprocit� delle tensioni tangenziali.
2	IL CONTINUO TRIDIMENSIONALE. Analisi dello stato di deformazione. Il gradiente di spostamento. Tensori di deformazione pura e di rotazione pura. Dilatazione volumetrica.
2	IL CONTINUO TRIDIMENSIONALE. Le tensioni e direzioni principali: problema agli autovalori ed autovettori. Equazione secolare ed invarianti. Dimostrazione delle propriet� di realt� delle tensioni principali e di ortogonalit� delle direzioni principali.
2	IL CONTINUO TRIDIMENSIONALE. Rappresentazione del Mohr. Convenzione di Mohr. Propriet� dei cerchi del Mohr. Classificazione degli stati tensionali. Stati di tensione piani. Il polo delle normali.
1	IL CONTINUO TRIDIMENSIONALE. Deformazioni principali. Direzioni principali di deformazione. Classificazione degli stati di deformazione.
1	LEGAMI COSTITUTIVI. Materiali duttili e fragili. Prove sperimentali di trazione-compressione e di torsione. Modelli costitutivi. Legame tra le costanti elastiche. Le leggi di Hooke generalizzate.
2	I CRITERI DI RESISTENZA. Il criterio di Galileo-Rankine, il criterio di DSV-Grashof, il criterio di Tresca, il criterio di Von Mises.
2	PRINCIPI VARIAZIONALI IN ELASTICIT�. Problema centrale del comportamento elastico. Identit� fondamentale della Meccanica. Teorema del bilancio energetico. Teorema di Clapeyron. Teorema di Betti. Teorema di Kirchhoff. Teoremi di Castigliano.
2	GEOMETRIA DELLE AREE (MASSE). Momento statico. Momenti di inerzia. Teoremi di trasposizione per traslazione e rotazione d'assi. Direzioni e momenti principali di inerzia. Ellisse e nocciolo centrali di inerzia.
3	TEORIA TECNICA DELLA TRAVE. Il solido di De Saint Venant. Ipotesi e conseguenze. Il principio di De Saint Venant. Sollecitazione di sforzo normale centrato. Sollecitazione di flessione retta. Sollecitazione di flessione deviata. Sollecitazione composta di sforzo normale e flessione.
2	TEORIA TECNICA DELLA TRAVE. Sollecitazione semplice di torsione. Distorsione ed ingobbamento. Sezione circolare piena. Sezione rettangolare allungata. Torsione sulle sezioni pluriconnesse aperte a parete sottile e sulle sezioni chiuse monoconnesse (Teoria di Bredt).
2	TEORIA TECNICA DELLA TRAVE. Taglio secondo Jourawski. Tracciamento dei diagrammi delle tensioni da taglio. Calcolo delle tensioni tangenziali massime nelle sezioni dotate di un asse di simmetria. Calcolo della posizione del centro di taglio.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	TEORIA TECNICA DELLA TRAVE. La verifica di resistenza nella trave del De Saint Venant. Equazioni costitutive della trave piana rettilinea.
1	ANALISI STRUTTURALE. Metodo della forza unitaria. Equazione differenziale della linea elastica. Metodo delle forze e degli spostamenti.
1	STABILITA' DELL'EQUILIBRIO. La trave soggetta a carico di punta.
ORE	Esercitazioni
2	NOZIONI DI STATICA GRAFICA. Forze esterne ed interne. Il momento polare. La coppia. Risultante di un sistema di forze. Decomposizione di una forza o di un momento. Le forze distribuite.
2	STRUTTURE LABILI. Tracciamento della configurazione spostata di strutture labili e determinazione delle condizioni di equilibrio.
3	TEORIA DELLE STRUTTURE. Calcolo delle reazioni vincolari per sistemi isostatici. Reazioni vincolari esterne ed interne.
3	TEORIA DELLE STRUTTURE. Le caratteristiche di sollecitazione. Tracciamento dei diagrammi.
6	TEORIA DELLE STRUTTURE. Risoluzione completa di strutture isostatiche.
2	STRUTTURE RETICOLARI. Risoluzione completa di strutture reticolari. Il metodo dei nodi canonici e delle sezioni di Ritter.
3	IL CONTINUO TRIDIMENSIONALE. Il metodo del deviatore degli sforzi. Risoluzione di tensori con il metodo del deviatore degli sforzi e per via grafica.
2	GEOMETRIA DELLE AREE (MASSE). Momento statico. Momenti di inerzia. Teoremi di trasposizione per traslazione e rotazione d'assi. Direzioni e momenti principali di inerzia. Ellisse e nocciolo centrali di inerzia.
2	TEORIA TECNICA DELLA TRAVE. Sollecitazione di sforzo normale centrato. Sollecitazione di flessione retta. Sollecitazione di flessione deviata. Sollecitazione composta di sforzo normale e flessione.
2	TEORIA TECNICA DELLA TRAVE. Torsione sulle sezioni pluriconnesse aperte a parete sottile e sulle sezioni chiuse monoconnesse. Sezioni composte.
2	TEORIA TECNICA DELLA TRAVE. Taglio secondo Jourawski. Tracciamento dei diagrammi delle tensioni da taglio. Calcolo delle tensioni tangenziali massime nelle sezioni dotate di un asse di simmetria. Calcolo della posizione del centro di taglio.
2	ANALISI STRUTTURALE. Metodo della forza unitaria. Equazione differenziale della linea elastica.
5	ANALISI STRUTTURALE. Risoluzione completa di strutture iperstatiche con il metodo delle forze.