



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2025/2026
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA BIOMEDICA
INSEGNAMENTO	SCIENZA DELLE COSTRUZIONI
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50301-Ingegneria dei materiali
CODICE INSEGNAMENTO	06313
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ICAR/08
DOCENTE RESPONSABILE	ZINGALES MASSIMILIANO Professore Ordinario 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	3
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	ZINGALES MASSIMILIANO Martedì 14:00 15:00 Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali-Sezione strutture- Viale delle Scienze, Edificio n.8, secondo piano.

DOCENTE: Prof. MASSIMILIANO ZINGALES

PREREQUISITI	Analisi Matematica, Fisica I, Fisica II, Geometria
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione: Lo studente al termine del corso avra' conoscenza delle problematiche inerenti il comportamento meccanico dei solidi elastici e della soluzione dei casi di interesse ingegneristico. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sara' in grado di studiare il comportamento dei solidi elastici, in particolare dei sistemi di travi, sottoposti a sollecitazioni esterne e di individuare le azioni interne piu' pericolose per la vita utile delle strutture studiate Autonomia di giudizio: Lo studente sara' in grado di interpretare il comportamento meccanico della struttura studiata sotto i carichi di progetto e fare previsioni sulla sua capacita' di sopportare i carichi agenti. Abilita' comunicative: Lo studente acquisira' la capacita' di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sara' in grado di sostenere conversazioni riguardanti l'aspetto strutturale e la sicurezza dei casi considerati. Capacita' d'apprendimento Lo studente avra' appreso le conoscenze di base della meccanica dei solidi e sara' in grado di proseguire gli studi ingegneristici includendo gli aspetti relativi alle problematiche strutturali nella sua preparazione.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione dell'apprendimento avviene mediante tre diverse modalita': Prova Scritta (45 %, durata 3 ore circa), Verifica delle abilita' di calcolo strutturale (5%, durata 5 minuti), Prova orale (50% durata 15 minuti). La prova scritta tende ad accertare il possesso delle abilita, capacita' e competenze della meccanica delle strutture, trattati durante il corso. Gli stimoli, ben definiti, chiari e unicamente interpretabili permettono di formulare autonomamente la risposta. Le regole di controllo del risultato, trattate durante il corso, consentono univocamente la confrontabilita' dei risultati. La valutazione avviene in trentesimi. La verifica delle abilita' di calcolo strutturale e' costituita da una discussione sui risultati ottenuti dal candidato relativi ad un problema strutturale assegnato durante il corso che prevede l'utilizzo di strumenti informatici, quali software di calcolo agli elementi finiti, La prova si esaurisce in cinque minuti. La valutazione e' in trentesimi La prova orale consiste in una/due domande poste oralmente su tutte le parti oggetto del programma. La verifica finale mira a valutare se lo studente abbia conoscenza e comprensione degli argomenti, abbia acquisito competenza interpretativa e autonomia di giudizio in casi concreti. Quanto piu' l'esaminando, con le sue capacita' argomentative ed espositive riesce a interagire con l'esaminatore e quanto piu' le sue conoscenze e capacita' applicative vanno nel dettaglio della disciplina oggetto di verifica, tanto piu' la valutazione sara' positiva. La valutazione avviene in trentesimi Il punteggio finale sara' dato dalla media pesata dei punteggi acquisiti dallo studente nel corso delle tre prove con punteggio 45% alla prova scritta, 5% alla prova di calcolo strutturale, 50% al colloquio. Indicatore - Conoscenza e padronanza dei contenuti disciplinari Descrittori e fascia voti: Eccellente 30 Autonoma e efficace 26-29 Accettabile 20-25 Frammentaria o in parte approssimativa 12-19 Inadeguata 0-11 Indicatore - Capacita' di applicazione, rigore, coerenza logico-tematica Descrittori e fascia voti: Eccellente 30 Decisamente adeguata 26-29 Accettabile anche se parzialmente guidata 20-25 Limitata 12-19 Inadeguata 0-11 Indicatore - Espressione e terminologia, capacita' di rielaborazione e di collegamento multidisciplinare Descrittori e fascia voti: Eccellente 30 Efficace ed articolata 26-29 Complessivamente soddisfacente 20-25 Eitante ed approssimativa 12-19 Inadeguata 0-11
OBIETTIVI FORMATIVI	

	Il corso mira a fornire i fondamenti della meccanica del continuo elastico e gli strumenti per lo studio della statica dei sistemi di trave. Vengono definiti i concetti di tensione e deformazione nel continuo tridimensionale ed i legami costitutivi dei materiali. Viene inoltre affrontato lo studio delle sollecitazioni interne nei sistemi articolati di trave. Viene introdotto lo studio del problema elastico lineare del solido di Saint-Venant sotto varie tipologie di carico e studiati i sistemi articolati di travi elastiche mediante la teoria tecnica della trave predicandone la sicurezza sotto i carichi applicati.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni
TESTI CONSIGLIATI	M. Di Paola, A. Pirrotta: Dispense del corso; Ed. C.O.G.R.A.S. Polizzotto C.: Scienza delle Costruzioni; Ed. C.O.G.R.A.S. Viola E.: Scienza delle costruzioni Vol. I, III; Ed. Pitagora ISBN 978-8837106652, 978-8837103569 Gambarotta L., Nunziante A., Tralli A.; Scienza delle costruzioni, Ed. McGraw-Hill ISBN 8838666970 Falsone G., Meccanica delle Strutture, Ed. Aracne, ISBN 8854868590 Casini P., Vasta M., Scienza delle Costruzioni, Ed. Citta' Studi, ISBN 8825174276 Oomens C.; Brekelmans M.; Baijens F., Biomechanics: Concepts and Computation, Cambridge Texts in Biomedical Engineering, ISBN 9780521172967

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Proprieta' meccaniche dei materiali: Prova di trazione semplice, Tensione normale, Determinazione del modulo di elasticita' longitudinale, Determinazione del coefficiente di Poisson, Prova di torsione in tubi a parete sottile, Tensioni tangenziali, Determinazione del modulo di elasticita' trasversale.
5	Statica e cinematica della trave: Caratteristiche e disposizione dei vincoli, La cinematica delle strutture vincolate, La statica delle strutture vincolate, Condizione necessaria di isostaticita, Condizione sufficiente di isostaticita. Equazioni cardinali della statica, Equazioni ausiliarie, Statica grafica, Caratteristiche della sollecitazione, Equazioni indefinite di equilibrio per solidi monodimensionali, Determinazione delle caratteristiche della sollecitazioni per strutture staticamente determinate.
16	Analisi dello stato di tensione e deformazione nel continuo di tridimensionale: Vettore tensione, Il continuo di Cauchy, Equazioni indefinite di equilibrio, Reciprocita' delle tensioni tangenziali, Componenti speciali di tensione, Tensioni e direzioni principali, Stati di tensione piani e monoassiali, Stato di tensione al variare della terna di riferimento, Cerchi di Mohr. Cinematica della deformazione, Gradiente di spostamento, Deformazione pura e rotazione rigida, Reciprocita' degli scorrimenti, Equazioni di compatibilita' interna, Deformazioni e direzioni principali, Invarianti dello stato di deformazione, Deformazione volumetrica.
6	Il Problema elastico lineare: Legami tensione deformazione, Legge di Hooke generalizzata, Matrice di rigidezza interna, Matrice di cedibilita' interna, Formulazione del Problema elastico, Esistenza ed unicit�. Il comportamento elastico non lineare dei materiali biologici, L'energia libera, l'iperelasticita, L'ereditarieta' dei materiali
15	Il solido di De Saint-Venant, Soluzione delle equazioni di Beltrami, Funzione di Prandtl, Analogia della membrana, Torsione nei profili in parete sottile, Torsione in profili scatolari, Teoria di approssimata del taglio alla Jourawsky, Centro di taglio.
5	Teoremi energetici: Identita' fondamentale della meccanica, Principio dei lavori virtuali in forma primale, Principio dei lavori virtuali in forma duale, Teorema della forza unitaria, Teoria tecnica della trave, Teorema della forza unitaria per sistemi a vincoli sovrabbondanti, Teorema di Betti, Teorema di Maxwell, Teorema di Clapeyron, Principio della minima energia potenziale totale, Principio della minima energia potenziale complementare.
4	Le travi inflesse: Geometria dei sistemi piani di masse, Momenti Statici, Baricentro, Momenti d'inerzia, , Direzioni ed assi principali d'inerzia, Trave di Eulero-Bernulli, L'equazione differenziale della linea elastica.
2	Sistemi Reticolari: I sistemi reticolari, Il metodo dell'equilibrio ai nodi, I metodi di analisi strutturale.
2	Criteri di resistenza: Metodo delle tensioni ammissibili, Criterio della massima tensione (Galileo), Criterio della massima dilatazione, Criterio di Beltrami, Criterio di Von-Mises, Criterio di Tresca
1	Stabilita' dell'equilibrio elastico: Instabilita' Euleriana, Carico di punta, Lunghezza critica, Fattore di snellezza.
ORE	Esercitazioni
6	Statica dei sistemi di travi , statica grafica
12	Studio delle caratteristiche della sollecitazione
6	Geometria delle Aree
6	Studio delle tensioni nella trave di Saint-Venant
3	Calcolo di spostamenti nelle strutture elastiche