# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

| | |
|---|---|
| **DIPARTIMENTO** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO OFFERTA** | 2022/2023 |
| **ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE** | 2024/2025 |
| **CORSO DILAUREA** | INGEGNERIA AMBIENTALE |
| **INSEGNAMENTO** | SCIENZA DELLE COSTRUZIONI |
| **TIPO DI ATTIVITA'** | B |
| **AMBITO** | 50277-Ingegneria civile |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 06313 |
| **SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI** | ICAR/08 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | SPADA ANTONINO Professore Associato Univ. di PALERMO |
| **ALTRI DOCENTI** | |
| **CFU** | 9 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 144 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA** | 81 |
| **PROPEDEUTICITA'** | 03295 - FISICA I |
| **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** | **SPADA ANTONINO**<br>Mercoledì 15:00 17:00 Stanza docente ed online a richiesta. |

**DOCENTE:** Prof. ANTONINO SPADA

| | |
|---|---|
| **PREREQUISITI** | Nozioni base dell'analisi matematica, della geometria e della fisica:<br>- grandezze vettoriali e scalari. Forze;<br>- calcolo matriciale e vettoriale;<br>risoluzione di sistemi algebrici;<br>calcolo di derivate e di integrali. |
| **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI** | CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRENSIONE<br>Lo studente al termine del corso conoscerà le problematiche inerenti la meccanica dei materiali e delle strutture; le principali relazioni che governano la risposta di sistemi strutturali in termini di spostamenti, deformazioni e sollecitazioni; le condizioni limite di impiego e i criteri di resistenza dei materiali e di elementi strutturali. Sara' inoltre in grado di valutare condizioni di instabilita' dell'equilibrio.<br><br>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE<br>Lo studente sarà in grado di: determinare il grado di ipo-, iso-, iper- staticita' di una struttura composta da travi piane; determinare l'equilibrio e descriverlo analiticamente e graficamente; imporre le condizioni di congruenza e di compatibilita' di una struttura; conoscere le proprieta' fisico- meccaniche, di resistenza ed elastiche dei principali materiali a uso strutturale; determinare le tensioni e le direzioni principali nel punto e descriverli analiticamente e graficamente; determinare i diagrammi delle tensioni dovute alle sollecitazioni semplici e composte del solido di de Saint-Venant; calcolare gli spostamenti e le deformazioni di strutture elementari; determinare i carichi critici e la condizione di sicurezza di travi caricate di punta.<br><br>AUTONOMIA DI GIUDIZIO<br>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; - la statica di sistemi strutturali tipo trave, opportune condizioni di vincolo e forma e dimensione ottimale delle sezioni trasversali soggette a sollecitazioni semplici o composte.<br><br>ABILITA' COMUNICATIVE<br>Lo studente acquisira' la capacita' di esporre problematiche inerenti gli aspetti fondamentali della disciplina (stato di tensione e deformazione nei solidi e nelle strutture, classificazione strutturale, condizioni di massima sollecitazione) facendo ricorso ad una terminologia scientifica adeguata e agli strumenti della rappresentazione matematica dei principali fenomeni meccanici descritti.<br><br>CAPACITA' DI APPRENDIMENTO<br>Lo studente al termine del corso conoscerà le basi del comportamento meccanico dei materiali e ne comprendera' le proprieta' di rigidezza 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 e di controllo. |
| **VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO** | Lo studente può scegliere di sostenere l'esame secondo due diverse modalità.<br>Prima Modalità: n°2 prove scritte (la prima in itinere durante la pausa intra-semestre, la seconda alla fine del corso) + prova orale.<br>In questo caso la prima prova in itinere della durata di 4 ore consiste nella<br>- risoluzione in termini di forze interne di una struttura staticamente determinata (max 18 punti);<br>risoluzione in termini di sforzi interni di una struttura reticolare staticamente determinata (max 12 punti).<br>La seconda prova scritta di durata 4 ore consiste nella<br>- risoluzione in termini di forze interne di una struttura iperstatica (max 18 punti);<br>- verifica delle condizioni di crisi di una sezione (max 12 punti).<br><br>Seconda Modalità: prova scritta unica + prova orale.<br>In questo caso la prova scritta unica della durata di 4 ore consiste nella<br>- risoluzione in termini di forze interne di una struttura iperstatica (max 12 punti);<br>- verifica di una sezione (max 10 punti);<br>- risoluzione in termini di tensioni e direzioni principali di un tensore secondo il metodo del deviatore degli sforzi (max 8 punti).<br><br>Modalità di valutazione della/e prova/e scritta/e.<br>Ogni prova scritta viene valutata in trentesimi. L'ammissione alla prova orale avviene qualora la valutazione della prova scritta (o la media dei due voti nel caso della prima modalità) e' almeno pari a 18/30. |

| | |
|---|---|
| | Modalita' di valutazione della prova orale.<br>La prova orale consiste in un colloquio diretto su qualsiasi argomento del corso secondo un numero minimo di 3 domande, ognuna su argomenti diversi. Oltre alla conoscenza dell'argomento, viene valutato il rigore scientifico e metodologico dell'esposizione, la capacita' dello studente di utilizzare uno o piu' strumenti nella risoluzione di problemi pratici e non, la capacita' di creare collegamenti tra le conoscenze acquisite.<br>Alla prova orale viene attribuito un punteggio in trentesimi secondo lo schema seguente:<br>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;<br>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;<br>Buono (24-25): conoscenza dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti;<br>Discreto (21-23): non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite;<br>Sufficiente (18-20): minima conoscenza degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite;<br>Insufficiente: non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.<br><br>Il voto complessivo attribuito allo studente risulta dalla media del voto scritto e del voto orale. |
| **OBIETTIVI FORMATIVI** | Obiettivo del corso e' fornire conoscenze avanzate sulla meccanica dei solidi tridimensionali e affrontare l'analisi di strutture monodimensionali costituite da materiale elastico lineare. In particolare, lo studente deve essere in grado di verificare e progettare componenti strutturali in campo elastico per avanzare eventualmente ipotesi di tecniche di monitoraggio, protezione e controllo degli stessi.<br>Il contributo del corso coerentemente con i profili professionali e gli sbocchi occupazionali previsti per il CdS in Ingegneria Ambientale è riscontrabile per lo più nelle funzioni ingegneristiche quali<br>- l'individuazione di aree a rischio geologico sul territorio;<br>- la partecipazione a gruppi di progettazione di interventi per la difesa del suolo;<br>- l'uso di tecniche e metodi per contribuire alla progettazione di componenti, sistemi e processi in armonia con i requisiti ambientali. |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali ed esercitazioni pratiche in aula. |
| **TESTI CONSIGLIATI** | - Casini, P. e Vasta, M. (2011). Scienza delle costruzioni. CittàStudi.<br>- Polizzotto, C. (1987). Scienza delle costruzioni. COGRAS.<br>- Dispense del corso. |

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni |
|---|---|
| 2 | Introduzione al corso. Cenni storici sulla scienza delle costruzioni.<br>Ipotesi di spostamenti infinitesimi mediante il calcolo della risposta di bielle collegate. |
| 2 | Cinematica dei corpi rigidi. Definizioni di spostamento rigido, possibile, virtuale e gradi di libertà.<br>Teorema di Eulero. Vincoli. |
| 2 | Classificazione delle strutture. Classificazione geometrica, per forma, topologica.<br>Primo e secondo teorema di Kennedy. |
| 2 | Sistemi di forze. Definizioni di momento polare, risultante e momento risultante, coppia.<br>Carico uniformemente o linearmente distribuito. Statica dei corpi rigidi.<br>Principio dei lavori virtuali applicato ad un corpo rigido, equazioni cardinali della statica. |
| 2 | Le caratteristiche di sollecitazione.<br>Equazioni di equilibrio indefinite per una trave al continuo e al discreto.<br>Andamento delle caratteristiche di sollecitazione: metodo diretto, metodo equazioni di equilibrio indefinite.<br>Diagrammi e inviluppo delle tangenti per andamento parabolico. |
| 2 | Le strutture come sistemi materiali deformabili.<br>Componenti della deformazione della trave piana: dilatazione assiale, scorrimento curvatura.<br>Equazioni di congruenza o compatibilità cinematica (metodo diretto).<br>Principio dei lavori virtuali in forma primale e duale per le equazioni di equilibrio e di congruenza di una trave. |
| 2 | Strutture reticolari. Classificazione topologica. Equilibrio di una reticolare isostatica: metodo matriciale, metodo di equilibrio ai nodi, metodo delle sezioni di Ritter. Equazioni di congruenza. |
| 2 | MECCANICA DEI SOLIDI.<br>Il continuo di Cauchy. Equazioni di equilibrio indefinite per solidi 3D (metodo di derivazione diretto). Principio di reciprocità delle tensioni tangenziali. Teorema di Cauchy. Tensioni e direzioni principali. |

# PROGRAMMA

| ORE | Lezioni |
|---|---|
| 2 | MECCANICA DEI SOLIDI.<br>Cerchi del Mohr. Classificazione degli stati tensionali. |
| 2 | MECCANICA DEI SOLIDI.<br>Metodo del deviatore degli sforzi. Componenti di deformazione dei solidi 3D: Dilatazione, scorrimento, deformazione cubica. Equazioni di congruenza (metodo di derivazione diretto). |
| 2 | MECCANICA DEI SOLIDI.<br>Principio dei lavori virtuali in forma primale e duale per le equazioni di equilibrio e di congruenza per i solid 3D. |
| 2 | LEGAME COSTITUTIVO: ELASTICITA' LINEARE.<br>La prova di trazione monoassiale per materiali duttili e fragili. La prova di torsione. La legge di Hooke generalizzata. |
| 2 | LEGAME COSTITUTIVO: ELASTICITA' LINEARE.<br>Legame tra deformazione volumetrica e tensione ottaedrica. Problema centrale dell'equilibrio elastico per i solidi 3D. Teorema del bilancio energetico, teorema di Clapeyron, Teorema di Betti, Teorema di Kirchoff. |
| 2 | LEGAME COSTITUTIVO: ELASTICITA' LINEARE.<br>Criteri di resistenza: Galileo-Rankine, de Saint Venant-Grashof, Tresca, Von Mises. |
| 2 | Geometria delle aree, teoria e definizioni. |
| 2 | TEORIA TECNICA DELLA TRAVE.<br>Ipotesi di de Saint-Venant. Sforzo normale centrato. Flessione retta. |
| 2 | TEORIA TECNICA DELLA TRAVE.<br>Flessione deviata. Sforzo normale eccentrico. |
| 2 | TEORIA TECNICA DELLA TRAVE.<br>Momento torcente uniforme. Sezioni a simmetria polare. Sezioni a parete sottili aperte e chiuse. |
| 2 | TEORIA TECNICA DELLA TRAVE.<br>Il taglio secondo Jourawski. Centro di taglio. Lavoro di deformazione e fattore di taglio. |
| 2 | Equazioni costitutive delle travi piane rettilinee.<br>Metodi di analisi strutturale: metodo degli spostamenti, metodo delle forze. |
| 2 | Metodo della forza unitaria. Strutture iperstatiche. |
| 2 | Analogia del Mohr.<br>Equazione differenziale della linea elastica. |
| 1 | Trave soggetta a carico di punta, carico critico euleriano. |

| ORE | Esercitazioni |
|---|---|
| 2 | Richiami di algebra matriciale e geometria cartesiana. |
| 1 | Classificazione topologica delle strutture. |
| 3 | Calcolo delle reazioni vincolari per sistemi isostatici. Reazioni vincolari esterne ed interne. |
| 2 | Le caratteristiche di sollecitazione. Tracciamento dei diagrammi. |
| 4 | Risoluzione completa di strutture isostatiche reticolari e non. |
| 4 | Risoluzione di tensori con il metodo del deviatore degli sforzi. |
| 2 | Risoluzione di tensori per via grafica. Cerchi del Mohr. |
| 1 | Geometria delle aree: calcolo di momento statico, momento d'inerzia, assi principali d'inerzia, nocciolo centrale d'inerzia. |
| 1 | Progetto e verifica di sezioni soggette a sforzo normale. |
| 2 | Progetto e verifica di sezioni soggette a momento flettente. |
| 2 | Progetto e verifica di sezioni soggette a pressoflessione retta/deviata. |
| 1 | Progetto e verifica di sezioni soggette a torsione. |
| 4 | Progetto e verifica di sezioni soggette a taglio. |
| 3 | La linea elastica, l'analogia del Mohr e il metodo della forza unitaria. |
| 4 | Risoluzione di strutture con il metodo delle forze. |