
SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Dati sull'attività formativa

Denominazione insegnamento in inglese: [Structural Mechanics/Strength of Materials](#)

Corso di studio: Scienze dell'Architettura

Settore scientifico-disciplinare: ICAR/08

Codice insegnamento: 80/022

Crediti: 9 *Lezioni frontali (n° ore):* 70 *Laboratorio (n° ore):* *Esercitazioni (n° ore):* 42
Seminari (n° ore):

Anno di corso: 2 **Semestre:** 1 e 2

Dati docente/i

Docente titolare: [ANTONIO CAZZANI](#)

Dipartimento: Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale Architettura (DICAAR)

Settore scientifico-disciplinare: ICAR/08 — SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Giorno e orario di ricevimento studenti: Giovedì, ore 13:00-14:30 (durante il periodo delle lezioni); 12:00-13:30 (nei periodi di sospensione delle lezioni) c/o ex Dipartimento di Ingegneria Strutturale, via Marengo, 2

Pagina Web aggiornata a cura del docente: <http://people.unica.it/antoniocazzani/scienza-delle-costruzioni/>

Dati sulla progettazione

Obiettivi formativi (conoscenze e abilità da conseguire) (max 4000 caratteri):

L'insegnamento fornisce le basi teorico-applicative dei metodi della progettazione strutturale costituite dalla meccanica dei solidi e delle strutture e dalla resistenza dei materiali; sviluppa, in successione agli insegnamenti di base a contenuto fisico e matematico impartiti nel primo anno, le conoscenze caratterizzanti della meccanica strutturale e della resistenza dei materiali.

Prepara in questo modo agli sbocchi progettuali forniti nel terzo anno con il corso di Tecnica delle costruzioni.

Il corso sviluppa con rigore le basi della disciplina; chiarisce il significato fisico dei modelli introdotti, indicandone i limiti; e rende l'allievo capace di operare in modo pratico su tutti gli argomenti trattati. In particolare, lo conduce a studiare sistemi rigidi, strutture isostatiche e sistemi deformabili a comportamento elastico lineare.

L'obiettivo formativo del corso è quello di rendere l'allievo capace di

1. individuare gli elementi portanti di una costruzione;
2. selezionare uno schema strutturale adeguato;
3. valutare lo stato di sollecitazione e di deformazione in un solido;
4. verificare la resistenza di un elemento strutturale;
5. calcolare le componenti di spostamento in strutture iso- e iperstatiche.

L'insegnamento mira inoltre a rendere i futuri architetti consapevoli della rilevanza e della potenziale complessità dell'aspetto strutturale di una costruzione; dell'importanza di una corretta impostazione del problema strutturale e della necessità di risolverlo correttamente e con strumenti adeguati.

Prerequisiti (max 4000 caratteri):

L'insegnamento si colloca nel secondo anno del corso di laurea in Scienze dell'architettura e presuppone le conoscenze impartite negli insegnamenti di base a contenuto fisico e matematico del primo anno.

In maggiore dettaglio:

A. Prerequisiti fisici:

- A-0. Dimensioni e unità di misura;
- A-1. Vettori: operazioni fondamentali e formulazione mediante vettori di problemi meccanici;
- A-2. Concetto di forza e leggi di Newton;
- A-3 Condizioni di equilibrio del punto materiale e di sistemi di punti materiali interagenti;
- A-4 Concetto di momento di una forza e sistemi equivalenti di forze;
- A-5 Condizioni di equilibrio del corpo rigido.

B. Prerequisiti matematici:

- B-1 Funzioni elementari e loro grafici;
- B-2 Vettori e geometria analitica;
- B-3 Matrici, sistemi di equazioni algebriche lineari, autovalori e autovettori;
- B-4 Derivate e studio di funzioni;
- B-5 Integrali;
- B-6 Equazioni differenziali.

Tutti i prerequisiti sono efficacemente esposti nei testi B-1 e B-2 indicati in bibliografia.

Contenuti del corso (max 4000 caratteri):

1. Statica della trave rigida e dei sistemi di travi rigide.
2. Cinematica della trave e dei sistemi di travi. Spostamenti rigidi piani, analisi cinematica: corpo rigido vincolato e sistemi di travi articolate. Il Principio dei Lavori Virtuali (PLV) per sistemi di travi rigide.
3. Geometria delle masse. Baricentri e momenti statici. Momenti del secondo ordine. Assi principali e momenti centrali d'inerzia.
4. Lo stato di sforzo. Vettore sforzo, tensore degli sforzi; relazioni di Cauchy. Stato di sollecitazione su una giacitura assegnata. Tensioni e direzioni principali. Il cerchio di Mohr per stati tensionali piani. Equazioni di equilibrio.
5. Lo stato di deformazione. Cinematica dei piccoli spostamenti in un mezzo continuo. Componenti di moto rigido e di deformazione: loro interpretazione fisica. Componenti di deformazione rispetto a una terna qualsiasi. Il PLV per il continuo deformabile.
6. Il legame costitutivo elastico. Solido elastico lineare e isotropo: legge di Hooke.

7. I criteri di sicurezza.

8. Il problema elastico di de Saint-Venant. Il solido di de Saint-Venant: Azione assiale centrata; Flessione retta; Flessione deviata; Azione assiale eccentrica; Torsione (caso circolare; soluzioni approssimate per sezioni sottili a profilo aperto e chiuso); Flessione con taglio costante.

9. Le travi elastiche. Deformata elastica nelle travi ad asse rettilineo. Travi iperstatiche: risoluzione mediante l'equazione della linea elastica e mediante il PLV.

10. Il carico di punta per le travi snelle.

Nota: Gli argomenti 1-3 vengono svolti nella parte A (primo semestre); gli argomenti 4-10 nella parte B (secondo semestre).

Testi di riferimento (max 4000 caratteri):

A.) Per i contenuti del corso:

A-1. M. Capurso, Lezioni di scienza delle costruzioni, Pitagora: Bologna, 1971. (Argomenti 1,4-10)

A-2. D. Bigoni, et al. , Geometria delle masse, Progetto Leonardo: Bologna, 1995. (Argomento 3)

A-3. E. Guagenti et al., Statica – Fondamenti di meccanica strutturale, McGraw-Hill: Milano, 2005. (Argomenti 1-2)

B.) Per i prerequisiti:

B-1 E. Guagenti et al., Statica – Fondamenti di meccanica strutturale, McGraw-Hill: Milano, 2005. (Prerequisiti fisici: Capitoli 1-3 e Appendici A e D)

B-2 A. Ratto, A. Cazzani, Matematica per le scuole di Architettura, Liguori:Napoli, 2010. (Prerequisiti matematici: Capitoli 1-2, 5-6, 8-12).

C.) Per consultazione e approfondimenti:

C-1 L. Gambarotta, L. Nunziante, A. Tralli, Scienza delle costruzioni, McGraw-Hill: Milano, 2003.

C-2 O. Belluzzi, Scienza delle costruzioni, vol. 1, Zanichelli: Bologna, 1941.

C-3 J.E. Gordon, Strutture sotto sforzo, Zanichelli: Bologna, 1991.

C-4 M. Salvadori, Perché gli edifici stanno in piedi, Bompiani: Milano, 1990.

C-5 M. Levy, M. Salvadori, Perché gli edifici cadono, Bompiani: Milano, 1997.

D.) Repertorio di esercizi:

D-1 A. Castiglioni et al., Esercizi di scienza delle costruzioni, Masson: Milano, 1981.

Metodi didattici (max 4000 caratteri):

Lezioni tradizionali alla lavagna, alternate da alcune sessioni di esercitazione aperte al contributo degli allievi; possibile attivazione (se verrà erogato il corrispondente finanziamento) di un servizio di tutoraggio per la preparazione alle prove scritte.

Appunti per alcuni approfondimenti, esercizi di autovalutazione e l'intera collezione dei temi d'esame risolti sono resi disponibili (in formato PDF) sul sito web del docente.

Modalità di verifica e di valutazione e criteri di attribuzione del voto finale (max 4000 caratteri):

Due prove scritte (a base di esercizi), che possono essere sostenute nello stesso appello o in appelli diversi, e corrispondono ai contenuti della prima e della seconda parte.

Le due prove, valutate in trentesimi, se superate entrambe positivamente (cioè con una votazione almeno pari a 18/30) danno accesso all'esame orale obbligatorio che verte prevalentemente sugli aspetti teorici della disciplina.

La validità degli scritti è limitata a un anno accademico: la scadenza degli scritti sostenuti nell'a.a. 2012-2013 è quindi limitata al termine del mese di febbraio 2014.

Le due prove scritte concorrono in parti eguali alla valutazione finale, alla quale contribuiscono complessivamente nella misura dell'80%. Il restante 20% della valutazione finale è determinato dalla prova orale.

Altre informazioni (max 4000 caratteri):

Il Corso Integrato di Matematica costituisce propedeuticità: questo requisito deve essere soddisfatto prima di sostenere la prova orale.

Una frequenza minima del 60% delle lezioni di ciascuna delle due parti è richiesta per l'ammissione all'esame.

Le date degli esami sono rese note con grande anticipo, e gli studenti si debbono prenotare all'appello mediante il sistema on-line almeno 48 ore prima dell'appello stesso. La mancata osservanza di questa norma comporta l'automatica esclusione dall'appello.

Gli studenti stranieri Erasmus dovranno seguire le modalità d'esame sopra delineate; in particolare non saranno assegnate tesine o altri compiti speciali.

Modalità di erogazione: tradizionale

Lingua di insegnamento: italiano

STRUCTURAL MECHANICS/STRENGTH OF MATERIALS

Learning outcomes (max 4000 caratteri):

Theoretical issues and applications to be used for structural design are taught in this class.

Based on knowledge acquired during first year's classes of Mathematics and Physics, topics peculiar to Solids and Structural Mechanics and Strength of Materials are carefully developed, which will be used in third year's class of Structural Design (Tecnica delle costruzioni).

The aim is that of developing in a sound and rigorous way the basic issues, by making clear the physical meaning of the mechanical models which are introduced and their limits of applicability. Attending this class, students will become able to develop applications covering all treated issues. In particular, rigid-body systems, statically determinate structures and linear elastic deformable solids will be dealt with.

The fundamental targets of this class are making students able to perform the following tasks:

1. recognizing the bearing elements of a given constructions;
2. selecting an appropriate structural scheme;
3. evaluating the stress and strain state in a solid subjected to given forces;
4. assessing the resistance of a structural element;
5. computing displacement components in a given statically determinate or indeterminate structure.

As a long-term aim, the class will also make prospective architects careful about the complexity and importance of structural issues in any construction and about the need of properly setting the structural problems and solving them with appropriate methods.

Prerequisites (max 4000 caratteri):

The basic background of first year's classes of Physics and Mathematics is assumed as a prerequisite.

In detail, these are the:

A) Physics prerequisites:

A-0 Basic dimensions and units of measures;

A-1 Vectors: fundamental operations and their use in formulating mechanical problems;

A-2 The concept of force and Newton's laws;

A-3 Equilibrium of the material point and of a system of mechanically interacting material points;

A-4 The concept of torque and equivalent systems of forces;

A-5 Equilibrium of a rigid body.

B) Mathematics prerequisites:

B-1 Elementary functions and their graphs;

B-2 Vectors and analytic geometry;

B-3 Matrices, systems of linear algebraic equations, eigenvalues and eigenvectors;

B-4 Derivatives and study of functions by differential calculus;

B-5 Integrals;

B-6 Differential equations.

Course contents (max 4000 caratteri):

1. Statics of a rigid beam and of systems of rigid beams.

2. Kinematics of a rigid beam and of systems of rigid beams. Rigid plane displacements, kinematic analysis: constrained rigid body and systems of mutually joined beams. The Virtual Work Principle (VWP) for systems of rigid beams.
 3. Mass geometry. centroids and first-order moments. Second-order moments. Principal axes of inertia and principal moments of inertia.
 4. State of stress. Traction vector on a surface, stress tensor, Cauchy's equations. Stress components on a given plane. Principal stresses and principal directions of stress. Mohr's circle for plane stress states. Differential equations of equilibrium.
 5. State of strain. Small displacement kinematics for a continuous medium. Rigid body and deformation. Strain components and their physical meaning. Strain components given in any reference system. The VWP for a deformable continuum medium.
 6. The elastic constitutive law. Isotropic linear elastic solids and Hooke's law.
 7. Resistance criteria for assessing strength of materials.
 8. Saint-Venant's elastic problem. Basic cases: axial force, bending; torsion (only for circular cross sections and approximate solutions for thin-walled beams with open or closed section); Shear force. Derived cases for not centered axial force and two independent bending moments.
 9. Elastic beams. Elastically deformed shape of straight beams. Statically indeterminate beams: solution by the elastic method and by VWP.
 10. Buckling load for axially-loaded slender beams.
- Note: Topics 1-3 will be taught during first semester (part A); topics 4-10 in second semester (part B).

Readings/Bibliography (max 4000 caratteri):

A.) Topics taught during class (A1-A3 in Italian; A4-A6 in English):

- A-1. M. Capurso, *Lezioni di scienza delle costruzioni*, Pitagora: Bologna, 1971. (Topics 1,4-10)
- A-2. D. Bigoni, et al., *Geometria delle masse*, Progetto Leonardo: Bologna, 1995. (Topic 3)
- A-3. E. Guagenti et al., *Statica – Fondamenti di meccanica strutturale*, McGraw-Hill: Milano, 2005. (Topics 1-2)
- A-4. F.P. Beer, E. Russell Johnston, *Mechanics of Materials*, II Ed (in SI Units), McGraw-Hill: New York, etc., 1992
- A-5. S. Timoshenko, *Strength of Materials - Part I: Elementary Theory and Problems*, 2nd Edition, van Nostrand: New York, 1940
- A-6. S. Timoshenko, *Strength of Materials - Part II: Advanced Theory and Problems*, 2nd Edition, van Nostrand: New York, 1941

B.) Topics necessary as prerequisites (B1-B2 in Italian; B3 in English):

- B-1 E. Guagenti et al., *Statica – Fondamenti di meccanica strutturale*, McGraw-Hill: Milano, 2005. (Physical prerequisites: Chapters 1-3 and Appendices A and D)
- B-2 A. Ratto, A. Cazzani, *Matematica per le scuole di Architettura*, Liguori: Napoli, 2010. (Mathematical prerequisites matematici: Chapters 1-2, 5-6, 8-12).
- B-3 A. Bedford, W.L. Fowler, *Engineering Mechanics – Statics*, Addison-Wesley: Reading MA etc., 1995.

C.) For deeper understanding (C1-C5 in Italian; C6-C8 in English)

- C-1 L. Gambarotta, L. Nunziante, A. Tralli, *Scienza delle costruzioni*, McGraw-Hill: Milano, 2003.
- C-2 O. Belluzzi, *Scienza delle costruzioni*, vol. 1, Zanichelli: Bologna, 1941.
- C-3 J.E. Gordon, *Strutture sotto sforzo*, Zanichelli: Bologna, 1991.
- C-4 M. Salvadori, *Perché gli edifici stanno in piedi*, Bompiani: Milano, 1990.
- C-5 M. Levy, M. Salvadori, *Perché gli edifici cadono*, Bompiani: Milano, 1997.
- C-6 J.E. Gordon, *Structures: or Why Things Don't Fall Down*, Da Capo Press: Cambridge, MA, 1981.
- C-7 M. Salvadori, *Why Buildings Stand Up*, Norton & Company: New York, 1990.
- C-8 M. Levy, M. Salvadori, *Why Buildings Fall Down: How Structures Fail*, Norton & Company: New York, 1994.

D.) Collection of exercises (in Italian):

D-1 A. Castiglioni et al., Esercizi di scienza delle costruzioni, Masson: Milano, 1981.

Teaching methods (max 4000 caratteri):

Teaching language is Italian.

Traditional lectures (chalks on blackboard) are interspersed with some exercise sessions, where students are required to solve practical problems, which are similar to those presented in the final tests. In case the necessary financial support will be granted, a tutor will be available to help students improving their skills.

A few classnotes, self-evaluation tutorials and the complete set of solutions to the tests which have been assigned so far for the final are available for free download (in PDF format) on the teacher's web site.

Assessment methods (max 4000 caratteri):

The final structure is this: two written tests, each one corresponding to either part A or part B followed by an oral examination.

The written tests consist of practical exercises to be solved and can be taken, in any order, both on the same day or in different exam dates.

When both tests get a positive grade (i.e. a score greater or equal to 18) then admission to oral examination, which is related to more theoretical issues, is granted.

Written test are valid only for the academic year in which they have been taken: as an example, all tests taken from January 2013 through December 2013 will expire at the end of February 2014.

Both written tests are worth 40% of the final grade, (i.e. they sum up to 80%), while 20% is reserved to oral examination.

Further information (max 4000 caratteri):

Admission to final requires having attended at least 60% of lectures for both part A and part B.

Exam dates are known in large advance and students have to book on-line in due time, at least 48 hour before the exam; students failing to comply with this requirement will not be admitted to the exam room.

Note for Erasmus students: due to the large number of students involved, no special assignments will be available.