

# STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI (per il CdS in Scienze dell'Architettura)

Prof. ing. Antonio Cazzani

## Programma svolto

- 1. Statica della trave e dei sistemi di travi*  
Travi rigide, vincoli, reazioni vincolari, sistemi chiusi ([C] pp.1-35;[GBGN] pp. 58-66+72-79+121-124).  
Caratteristiche della sollecitazione, diagrammi delle azioni interne, equazioni di equilibrio in sede indefinita ([C] pp.35-55 + 61-67;[GBGN] pp. 66-71 + 80-85 + 137-147).  
Strutture reticolari: conteggio dei vincoli, metodo dell'equilibrio ai nodi, metodo delle sezioni di Ritter ([C] pp.71-80;[GBGN] pp. 85-88).  
Esercizi: ([CPU] pp. 21-32 + 35-50+ 51-72+81-98).
- 2. Cinematica della trave e dei sistemi di travi*  
Spostamenti rigidi piani, analisi cinematica del corpo rigido vincolato ([GBGN] pp. 91-113).  
Analisi cinematica di sistemi di travi articolate e catene cinematiche ([GBGN] pp. 114-120).  
Il Principio dei Lavori Virtuali (PLV) per travi rigide e sistemi di travi rigide: calcolo di reazioni vincolari e componenti dell'azione interna ([GBGN] pp. 128-135).  
Esercizi: ([CPU] pp. 1-19)
- 3. Geometria delle masse*  
Baricentri e momenti statici. ([BDG] pp.1-17).  
Momenti del secondo ordine; circonferenza di Mohr ([BDG] pp.19-48).  
Esercizi: ([BDG] pp. 73-75 + 111-129).
- 4. Lo stato di sforzo*  
Forze e tensioni nel continuo tridimensionale: vettore sforzo, tensore degli sforzi; relazioni di Cauchy ([C] pp. 83-94).  
Proprietà puntuali dello stato di tensione. Componenti speciali della tensione. Esempi di stato di sforzo: monoassiale, piano, isotropo. Calcolo dello stato di sollecitazione su una giacitura assegnata. Principio di reciprocità delle tensioni principali. Componenti principali e invarianti di tensione ([C] pp. 95-103).  
Scomposizione del tensore degli sforzi nelle componenti idrostatica e deviatorica ([CdA] pp.82-85 -> **cfr estratto sul sito**).  
Tensioni principali e direzioni principali: esempi di calcolo a partire dalle componenti speciali di tensione. Il cerchio di Mohr per stati tensionali tridimensionali: costruzione geometrica e proprietà. Il cerchio di Mohr per stati di sforzo piani: costruzione geometrica e proprietà ([C] pp. 103-112).  
Convenzione di segno per le tensioni tangenziali. Interpretazione geometrica e uso del cerchio di Mohr per determinare sforzi principali o componenti di tensioni su giaciture assegnate. Confronto con i risultati ottenuti per via analitica. Il polo del cerchio di Mohr. Esempi ed esercizi ([C] pp. 113-119).  
Equazioni di equilibrio indefinite e condizioni di equilibrio al contorno ([C] pp. 119-125).
- 5. Lo stato di deformazione*  
Analisi della deformazione: cinematica dei piccoli spostamenti in un mezzo continuo; definizioni e proprietà. Componenti di moto rigido e componenti di deformazione ([C] pp. 127-135).  
Scomposizione del tensore degli sforzi nelle componenti idrostatica e deviatorica ([CdA] pp.120-121 -> **cfr estratto sul sito**).  
Interpretazione fisica delle componenti della deformazione. Componenti di deformazione rispetto a una terna ortogonale qualsiasi ([C] pp. 135-142).  
Componenti principali e invarianti di deformazione. Esempi e applicazioni. Cenni alle equazioni di congruenza. Equazione dei lavori virtuali ([C] pp. 143-158 + 159-165).
- 6. Il legame costitutivo elastico*  
Leggi fondamentali dell'elasticità. Potenziale elastico e potenziale elastico complementare. Corpo elastico lineare e isotropo ([C] pp. 169-183).  
Legge di Hooke. Moduli elastici e loro significato fisico. Esempi di calcolo delle costanti elastiche sulla base di dati sperimentali. Il problema dell'equilibrio elastico. Il lavoro di deformazione nei solidi elastici ([C] pp. 184-199).
- 7. I criteri di sicurezza*

Criteri di sicurezza: premesse fenomenologiche per materiali duttili e fragili. Legame sperimentale sforzi-deformazioni: tensioni al limite di proporzionalità, di snervamento e di rottura. Coefficiente di sicurezza. Verifiche di sicurezza in ambito monoassiale ([C] pp. 205-212).

Criteri di sicurezza per materiali fragili: i criteri di Galileo-Rankine e di Grashof: definizione, caratteristiche, esempi ([C] pp. 213-222).

Criteri di sicurezza per materiali duttili: i criteri di Tresca e di von Mises: definizione, caratteristiche, esempi ([C] pp. 222-226, 230-233, esclusa la dimostrazione alle pagine 226-229 -> cfr appunti sul sito per il solo criterio di von Mises).

8. *Il problema di de Saint-Venant*

Problema di de Saint-Venant: ipotesi e principi fondamentali. Sforzo normale centrato. Soluzione del problema e applicazioni ([C] pp. 235-252). Andamento delle tensioni su sezione obliqua ([F] pp. 46-50).

Flessione retta: impostazione e soluzione del problema. Considerazioni sulle tensioni e deformazioni della trave. Moduli di resistenza a flessione e verifiche di sicurezza. Lettura dei dati da profilario. Applicazioni ([C] pp. 252-267 + appunti sul sito relativi a determinazione campo di spostamento).

Flessione deviata: soluzione come sovrapposizione di due flessioni rette. Verifiche di resistenza. Applicazioni ([C] pp. 268-282).

Sforzo normale eccentrico. Analisi dello stato di tensione con sovrapposizione degli effetti. Nocciolo centrale d'inerzia e posizione dell'asse neutro. Verifiche di sicurezza. Applicazioni ([C] pp. 282-298).

Torsione: il caso di travi a sezione circolare. Soluzione con il metodo semi-inverso: caratteristiche di sollecitazione e di deformazione. Verifiche di sicurezza. Applicazioni ([C] pp. 299-307).

Torsione: cenni alla soluzione per travi di forma generale. Il caso di sezione rettangolare allungata. Estensione al caso di profili sottili aperti. Soluzione approssimata di Bredt. Il caso di profili sottili chiusi. Applicazioni ([C] pp. 308-318 + 331-357).

Flessione con taglio costante: formulazione del problema. Il centro di taglio. Calcolo della tensione tangenziale media su una generica corda secondo il procedimento di Jourawski. Il caso di sezione rettangolare: analisi della sollecitazione e verifiche di sicurezza. Estensione ai casi di sezioni a forma di C, di T e di I. Applicazioni ([C] pp. 362-388 + 400-419).

Esempi di risoluzione di travi secondo l'approccio di de Saint-Venant: determinazione delle caratteristiche di sollecitazione globale assegnanti i carichi e da queste delle tensioni locali mediante sovrapposizione di casi semplici di sollecitazione. Verifiche di sicurezza. Applicazioni alla risoluzione di strutture con determinazione delle tensioni locali e verifiche di sicurezza ([C] pp. 419-423).

9. *Le travi elastiche*

Il calcolo della deformata elastica nelle travi ad asse rettilineo: l'equazione della linea elastica ([C] pp. 430-444).

Le travi iperstatiche: scelta delle incognite iperstatiche ([CPU] pp. 167-172) e risoluzione mediante l'equazione della linea elastica ([C] pp. 457-470).

Esercizi: ([CPU] pp. 185-202).

10. *Il Principio dei Lavori Virtuali per le travi elastiche*

Il PLV per travi deformabili ([GNT] pp. 193-197).

Il PLV per il calcolo di spostamenti ([C] pp. 471-487 + 491-495).

Il PLV per la soluzione di strutture iperstatiche ([C] pp. 495-505).

Esercizi: ([CPU] pp. 204-242).

11. *Il carico di punta per le travi snelle*

Il problema della stabilità dell'equilibrio nelle travi soggette a compressione ([C] pp. 526-547).

I riferimenti bibliografici indicati si riferiscono ai testi consigliati seguenti:

- [C]: M. Capurso, *Lezioni di scienza delle costruzioni*, Pitagora: Bologna, 1971.
- [GBGN] E. Guagenti, F. Buccino, E. Garavaglia, G. Novati, *Statica – Fondamenti di meccanica strutturale*, McGraw-Hill: Milano, 2005<sup>2</sup>.
- [GNT]: L. Gambarotta, L. Nunziante, A. Tralli, *Scienza delle costruzioni*, McGraw-Hill: Milano, 2003.
- [BDG]: D. Bigoni, A. Di Tommaso, M. Gei, et al., *Geometria delle masse*, Progetto Leonardo: Bologna, 1995.
- [CPU]: A. Castiglioni, V. Petrini, C. Urbano, *Esercizi di scienza delle costruzioni*, Masson: Milano, 1981.
- [CdA]: L. Corradi dell'Acqua, *Meccanica delle strutture*, Vol. 1: *Il comportamento dei mezzi continui*, McGraw-Hill: Milano, 1992.
- [F]: V. Feodosiev, *Resistenza dei materiali*, Editori Riuniti: Roma, 1991.