



Programma dell'insegnamento di  
**MECCANICA COMPUTAZIONALE**  
(1° anno, 2° periodo, 6 CFU)

Docente: Paolo S. VALVO (e-mail: [p.valvo@ing.unipi.it](mailto:p.valvo@ing.unipi.it))

Numero complessivo di ore previste per lo sviluppo di nuovi argomenti (L): 50

Numero complessivo di ore previste per esercitazioni ed esemplificazioni (E): 10

TOTALE ORE: 60

---

#### OBIETTIVI FORMATIVI

L'insegnamento intende fornire una introduzione alla meccanica computazionale delle strutture, con particolare attenzione ai problemi ed ai metodi di soluzione tipicamente usati nell'Ingegneria Civile.

#### COMPUTATIONAL MECHANICS

#### EDUCATIONAL OBJECTIVES

The course aims at giving an introduction to the computational mechanics of structures, with focus on problems and solution methods typically used in Civil Engineering.

---

#### CONOSCENZE DI BASE

Nessun esame propedeutico.

---

#### ARGOMENTI TRATTATI A LEZIONE

##### INTRODUZIONE (L = 5)

Presentazione del corso, cenni storici ai metodi numerici di soluzione per problemi di meccanica strutturale.

Esempi introduttivi: modelli discreti e continui, formulazione differenziale e variazionale.

Richiami di algebra lineare: matrici e operazioni tra esse.

##### METODO DEGLI ELEMENTI FINITI (L = 5)

Formulazione generale del metodo degli elementi finiti negli spostamenti per l'analisi strutturale: discretizzazione, equazioni di equilibrio, assemblaggio, condizioni al contorno, spostamenti generalizzati, analisi di convergenza, calcolo degli sforzi.

Cenni alle formulazioni negli sforzi e mista.

##### ANALISI DI STRUTTURE (L = 15)

Elementi asta reticolare nel piano e nello spazio.

Elementi trave secondo Eulero-Bernoulli e Timoshenko.

Elementi lastra e piastra.

Cenno agli elementi guscio.

##### ANALISI DI SOLIDI BI- E TRIDIMENSIONALI (L = 5)

Elementi piani triangolari e quadrangolari. Elementi solidi.

##### METODI DI SOLUZIONE (L = 20)

Cenni ai metodi di soluzione dei sistemi di equazioni lineari.

Analisi statica lineare.

Analisi dinamica lineare: equazioni di equilibrio dinamico, matrici di massa e di smorzamento, frequenza naturali e forme modali, analisi della risposta nel tempo in presenza di carichi dinamici (integrale di Duhamel, metodi della forza lineare, delle differenze finite centrali, di Newmark, etc.).

Analisi di stabilità: instabilità per biforcazione e per scatto, determinazione del carico critico.

Analisi statica non-lineare: metodi di Newton-Raphson, arc-length, etc.

---



ATTIVITÀ SVOLTE NELLE ESERCITAZIONI (E = 10 ore)

Introduzione all'utilizzo del software MATLAB.

Implementazione di algoritmi per la soluzione di problemi relativi a strutture soggette a carichi statici e dinamici.

Analisi strutturale con l'utilizzo di software commerciali.

Testi di riferimento:

- K.-J. Bathe, *Finite element procedures in engineering analysis*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1982.

Testi di consultazione:

- O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, D.D. Fox, *The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics – 7<sup>th</sup> ed.*, Elsevier, Amsterdam, 2014.
- P. Wriggers, *Nonlinear Finite Element Methods*, Springer-Verlag, Berlin, 2008.
- R.W. Clough, J. Penzien, *Dynamics of Structures*, McGraw-Hill, New York, 1975 (2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, New York 1993; 3<sup>rd</sup> ed., Computers & Structures, Berkeley, 2003).

Modalità di iscrizione e di svolgimento degli esami:

Iscrizione on-line sul portale dell'Università di Pisa (<https://esami.unipi.it/esami/>)

Prova orale.

Discussione delle esercitazioni svolte durante l'anno.