



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## TEORIA DELLE STRUTTURE II

**ROBERTO PARONI**

Academic year	2023/24
Course	INGEGNERIA STRUTTURALE E EDILE
Code	210HH
Credits	9

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
TEORIA DELLE STRUTTURE II	ICAR/08	LEZIONI	90	ROBERTO PARONI MARCO PICCHI SCARDAONI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso comprende **due parti**.

La **prima parte** verte sull'**ottimizzazione strutturale**, ovvero sul trovare la miglior struttura possibile. Generalmente, per "migliore" s'intende la struttura che minimizza il peso o massimizza la rigidità. Nella prima parte, la/lo studente che completi il corso con successo avrà una buona conoscenza e una buona comprensione di come ottenere tali strutture portanti di massima efficienza.

La **seconda parte** verte sull'**ottimizzazione di forma** per il continuo elastico bidimensionale. Nella seconda parte, la/lo studente che completi il corso con successo avrà una buona conoscenza e una buona comprensione di come formalizzare il problema di ottimo e come risolvere il problema numericamente (metodi iterativi ed elementi finiti).

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Il livello delle conoscenze acquisite sarà valutato durante la **prova orale** mediante domande sui contenuti dell'insegnamento.

#### *Capacità*

La/Lo studente che completi il corso con successo sarà in grado di formulare problemi di progettazione per strutture portanti come problemi di ottimizzazione, utilizzando variabili di dimensione e forma; risolvere problemi discreti; descrivere algoritmi numerici adatti a problemi di ottimizzazione strutturale; risolvere alcuni problemi di ottimizzazione strutturale continua utilizzando il calcolo delle variazioni (**prima parte**). Inoltre, saprà formalizzare un problema di ottimizzazione strutturale e avrà acquisito la capacità di calcolarne numericamente la soluzione (**seconda parte**).

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Le capacità possedute saranno valutate durante la **prova orale**.

#### *Comportamenti*

La/Lo studente che completi il corso con successo sarà in grado di scegliere i metodi di soluzione più appropriati ai problemi in esame e saprà discutere con consapevolezza i risultati ottenuti. Inoltre, avrà coscienza delle ipotesi alla base dei modelli adottati e dei loro limiti di validità.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

I comportamenti appresi saranno valutati durante la **prova orale** attraverso la formulazione di semplici problemi e la discussione dei loro possibili metodi di soluzione.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Si richiede la conoscenza e la capacità di utilizzare concetti e metodi dell'**analisi matematica**, dell'**algebra lineare** e della **scienza delle costruzioni**.

#### *Indicazioni metodologiche*

- Lezioni frontali ed esercitazioni in aula da parte dei docenti.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Studio individuale ed esercitazioni a casa da parte degli studenti.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

**Prima parte.** Vari esempi di problemi di ottimizzazione. Ottimizzazione grafica per problemi bidimensionali. Metodi di programmazione per problemi vincolati e non. Moltiplicatori di Lagrange e condizioni KKT. Dualità lagrangiana. Approssimazioni esplicite: FSD, OC, CONLIN, MMA. Analisi di sensitività. Calcolo delle variazioni e discretizzazione di problemi di ottimizzazione continui.

**Seconda parte.** Ottimizzazione in dimensione finita. Algoritmi di ottimizzazione in presenza di vincoli (Null space gradient descent). Cenni al metodo degli elementi finiti: formulazione debole del problema di equilibrio elastico. Ottimizzazione di forma: formalizzazione del problema. Calcolo delle derivate di forma per integrali che dipendono da un'equazione di stato. Metodo di Hadamard e metodo formale di C ea. Vari esempi di ottimizzazione di forma per problemi piani.

### Bibliografia e materiale didattico

#### Testi consigliati:

- Peter W. Christensen, A. Klarbring: An Introduction to Structural Optimization, Springer, 2010;
- P. Venkataraman: Applied Optimization with MATLAB Programming, John Wiley & Sons, Inc., 2009;
- U. Kisch: Structural Optimization. Fundamentals and Applications, Springer, 1993;
- G. Allaire, Conception optimale de structures, vol. 58. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- P. G. Ciarlet, The Finite Element Method for Elliptic Problems, 1978.

### Modalit  d'esame

#### Prova orale.

Ultimo aggiornamento 02/11/2023 17:48