



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## METODI DI PROGETTO DI STRUTTURE AERONAUTICHE

**LUISA BONI**

Anno accademico 2023/24  
CdS INGEGNERIA AEROSPAZIALE  
Codice 456II  
CFU 6

| Moduli                                       | Settore/i  | Tipo    | Ore | Docente/i  |
|--|------------|---------|-----|------------|
| METODI DI PROGETTO DI STRUTTURE AERONAUTICHE | ING-IND/04 | LEZIONI | 60  | LUISA BONI |

Obiettivi di apprendimento

### *Conoscenze*

Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze di base relative al metodo agli elementi finiti ed illustrarne l'applicazione nell'ambito di problematiche di analisi e di progetto delle strutture aeronautiche.

### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Durante le esercitazioni sarà valutato il grado di apprendimento degli aspetti teorici trattati.

### *Capacità*

Alla fine del corso gli studenti saranno in grado di:

- Effettuare le fasi di pre-processing, solving and post-processing di analisi agli elementi finiti tipiche delle strutture aeronautiche.
- Organizzare con consapevolezza il progetto di analisi agli elementi finiti di tipici componenti aeronautici.

### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante le esercitazioni sarà verificata, singolarmente per ogni studente, la capacità di portare a fine l'analisi agli elementi finiti proposta.

### *Comportamenti*

Alla fine del corso gli studenti avranno:

- Sviluppato maggiore capacità di collegamento tra nozioni acquisite in corsi diversi riguardo alle strutture aeronautiche.
- Sviluppato maggiore capacità critica davanti a problemi di analisi strutturale.

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Durante le esercitazioni sarà stimolata la capacità propositiva di ciascuno studente davanti a problemi di analisi strutturale.

### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Gli studenti dovrebbero avere una conoscenza adeguata delle teorie di analisi strutturale di componenti aeronautici.

### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni pratiche al calcolatore secondo il seguente programma:

#### **Basi del metodo agli elementi finiti**

Panoramica del corso. Storia del metodo agli elementi Finiti. Il metodo della rigidità diretta. Elementi monodimensionali.

#### **Generalizzazione del metodo**

Elasto-statica lineare tridimensionale. Formulazione variazionale. La soluzione del Metodo agli Elementi Finiti: analisi dei passi fondamentali.

Funzioni di forma. Formulazione variazionale di elementi monodimensionali. Lo stato piano di tensione e l'elemento triangolare piano.

Generalizzazione dei concetti agli elementi piani. Formulazione isoparametrica.

Elementi solidi tridimensionali. Cenni di analisi funzionale e generalizzazione della formulazione variazionale. Metodo di Galerkin. Errori e criteri di convergenza. Elementi guscio. Difetti di alcuni elementi e tecniche fondamentali per migliorare le prestazioni degli elementi.

#### **Applicazioni ingegneristiche**

Linee guida generali per l'impostazione di analisi agli elementi finiti. Pianificazione dell'analisi. Il contesto strutturale. Scopo e natura



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

dell'analisi. Contesto e requisiti per la soluzione.

Linee guida per la definizione di modelli strutturali per analisi ad elementi finiti. Rappresentazione strutturale e strategia di modellazione. Definizione della griglia (mesh) di base. Modellazione di caratteristiche locali. Selezione di elementi specifici. Condizioni al contorno cinematiche.

Esempi di modellazione di strutture aeronautiche: modelli per ottimizzazione in campo aeronautico; modelli per la progettazione. Analisi statica di una struttura alare.

### **Esercitazioni**

Panoramica dei programmi MSC.PATRAN (modellazione ed elaborazione risultati) e MSC.NASTRAN (solutore FEM). Elementi monodimensionali e travi reticolari: esempi di travi con carico distribuito, sconnessione gradi di libertà. Problemi piani (plane stress); elementi piani; tecniche di costruzione delle griglie di calcolo (Mesh). Organizzazione del modello. Gruppi e tecniche di visualizzazione. Modellazione con elementi solidi tridimensionali, presentazione ed interpretazione dei risultati. Modellazione di strutture in parete sottile.

### **Bibliografia e materiale didattico**

Note delle lezioni e materiali di studio a cura del docente; ulteriori riferimenti bibliografici per l'approfondimento di alcuni temi vengono forniti durante il corso.

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova orale comprendente la risoluzione di uno o più problemi e la discussione di argomenti attinenti al corso.

*Ultimo aggiornamento 08/09/2023 09:23*