



UNIVERSITÀ DI PISA

PROGETTAZIONE DI AEROSTRUTTURE IN MATERIALE COMPOSITO

DANIELE FANTERIA

Anno accademico	2023/24
CdS	INGEGNERIA AEROSPAZIALE
Codice	1003I
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
PROGETTAZIONE DI AEROSTRUTTURE IN MATERIALE COMPOSITO	ING-IND/04	LEZIONI	60	DANIELE FANTERIA

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso ha come obiettivo primario di fornire allo studente la capacità di identificare e applicare idonei metodi di analisi e adeguate strategie di progettazione a strutture di impiego aeronautico realizzate in materiale composito.

Dopo aver completato il corso gli studenti saranno in grado di

- calcolare la risposta elastica dei laminati
- identificare prove sperimentali per misurare le proprietà necessarie per le analisi e la progettazione
- identificare i meccanismi di danneggiamento dei materiali e delle strutture
- spiegare gli effetti dei fattori ambientali e del danneggiamento sulle proprietà e sulla resistenza delle strutture in composito
- identificare i meccanismi di cedimento dei laminati
- selezionare i criteri per valutare la resistenza dei laminati;

Modalità di verifica delle conoscenze

Durante l'esame finale

Capacità

Dopo aver completato il corso gli studenti saranno in grado di

- analizzare elementi strutturali in composito (travi, piastre, pannelli irrigiditi e strutture sandwich);
- selezionare concetti strutturali per componenti aeronautici in composito, definirne il layout, effettuare un dimensionamento preliminare e pianificare analisi di dettaglio;
- discutere i requisiti di certificazione per le strutture in composito e illustrarne l'impatto sulla progettazione, l'analisi e la qualifica dei componenti di una aerostuttura

Modalità di verifica delle capacità

Durante l'esame finale

Comportamenti

Alla fine del corso gli studenti saranno in grado di

- Discutere ipotesi e limitazioni dei metodi di analisi strutturale e di progetto proposti
- Fornire la corretta interpretazione fisica di modelli e teorie
- Analizzare in modo critico i risultati ottenuti nell'affrontare problemi di progettazione di aerostutture in composito alla luce delle approssimazioni introdotte e dei metodi adottati.

Modalità di verifica dei comportamenti

Durante l'esame finale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Ci si aspetta che gli studenti che accedono al corso siano in grado di:



UNIVERSITÀ DI PISA

- valutare gli effetti delle differenti tecnologie di produzione sulla geometria, la qualità e le proprietà fisiche di parti realizzate in materiale composito.
- applicare i metodi di analisi relativi alle strutture metalliche forniti dal corso (propedeutico) di Aerospace Structures.

Indicazioni metodologiche

L'orario del corso prevede attività in aula per cinque ore a settimana. L'orario ufficiale si trova sul sito web della Scuola di Ingegneria

Il corso è organizzato in lezioni ed esercitazioni pratiche in aula informatica. Le lezioni saranno dedicate alla presentazione del materiale teorico. Le esercitazioni saranno dedicate all'illustrazione e alla soluzione di problemi applicativi; alcune di esse si svolgeranno al computer utilizzando programmi di calcolo agli elementi finiti (SIMULIA ABAQUS).

Il corso è organizzato in modo da massimizzare le opportunità di apprendimento durante le lezioni (e le esercitazioni) per cui ci si aspetta che gli studenti seguano le lezioni con regolarità e vi prendano parte in modo attivo.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso è strutturato in 6 macro argomenti:

1. *Introduzione*

- Obiettivi, metodi e contenuti del corso
- Tecnologie di fabbricazione delle strutture in composito per applicazioni aeronautiche
- Peculiarità dei materiali compositi strutturali e confronto con i materiali metallici
- Analisi e progettazione strutturale in ambito aeronautico

2. *Metodi di analisi dei laminati*

- Definizioni
- Meccanica della lamina
- Meccanica dei laminati

3. *Meccanismi di cedimento e resistenza dei laminati*

- Resistenza statica dei laminati
- Proprietà meccaniche
- Effetti Ambientali
- Delaminazioni
- Sensibilità al danno da impatto e resistenza post impatto

4. *Metodi di analisi e valutazione della resistenza di strutture in composito*

- Piastre e analisi della stabilità
- Elementi strutturali monodimensionali
- Pannelli irrigiditi
- Strutture Sandwich

5. *Progettazione preliminare e di dettaglio*

- Proprietà meccaniche preliminari e ammissibili di progetto
- Linee guida per la progettazione
- Dimensionamento iniziale
- Progettazione di dettaglio

6. *Aspetti certificativi delle strutture in composito*

- Requisiti, normative e metodi per dimostrare il rispetto delle norme
- Materiali e metodi di fabbricazione
- Convalida dei metodi di progettazione e approccio "Building Block"
- Verifica statica
- Verifiche a fatica e tolleranza del danno

Bibliografia e materiale didattico

Materiale didattico fornito dal docente tramite piattaforma e-learn.

[Christos Kassapoglou](#), Design and Analysis of Composite Structures: With Applications to Aerospace Structures, 2013, John Wiley & Sons Ltd Online ISBN:9781118536933 |DOI:10.1002/9781118536933

[Christophe Bouvet](#), Mechanics of Aeronautical Composite Materials, 2017, John Wiley & Sons Ltd Online ISBN:9781119459057 |DOI:10.1002/9781119459057



UNIVERSITÀ DI PISA

Indicazioni per non frequentanti

Il materiale didattico usato durante le lezioni può essere parzialmente rielaborato di anno in anno. Coloro che non possono frequentare le lezioni sono invitati a tenersi aggiornati e a consultare il docente.

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale durante la quale il candidato dovrà discutere possibili approcci ad un problema di progettazione/analisi di un componente strutturale in composito mettendo in evidenza problematiche specifiche, metodi, strumenti, risultati attesi e criticità rispetto all'impiego in campo aeronautico.

Ultimo aggiornamento 23/10/2023 10:43