

**Anno accademico 2019/20**

**Corso di studio in  
INGEGNERIA AERONAUTICA**

**Classe LM 20 – Ingegneria aerospaziale e astronautica**

**Regolamento didattico**

Il Regolamento didattico del corso di studio è costituito da due sezioni:

▪ **Offerta formativa**

La sezione descrive il percorso formativo, ne illustra gli obiettivi e riporta il Manifesto del corso di studio.

▪ **Norme generali**

Nella sezione è riportato il quadro normativo sull'offerta formativa e sono presentate le regole generali per la gestione della carriera degli studenti.

Sito web del Consiglio d'Area Didattica di Ingegneria aerospaziale

<http://www.ingaero.uniroma1.it>

Sito web Sapienza – Catalogo dei corsi

<https://corsidilaurea.uniroma1.it/>

## Sezione I – Offerta formativa

### Obiettivi formativi specifici

Il Corso di studio magistrale in Ingegneria aeronautica ha l'obiettivo di offrire allo studente una formazione scientifica e professionale avanzata con specifiche competenze ingegneristiche che gli consentono di affrontare problemi complessi connessi con l'analisi, lo sviluppo, la simulazione e l'ottimizzazione dei diversi componenti di un velivolo ad ala fissa o ad ala rotante.

La sua formazione è finalizzata principalmente allo sviluppo degli strumenti di indagine e di progetto più avanzati e all'innovazione nell'industria aeronautica, con particolare riferimento al miglioramento dell'efficienza, alla riduzione dei pesi ed alla riduzione dell'inquinamento chimico ed acustico.

Tali capacità sono conseguibili grazie all'arricchimento del solido patrimonio di conoscenze già acquisito con la Laurea, che si approfondisce sul piano metodologico e applicativo attraverso il biennio di studi del corso magistrale.

### Descrizione del percorso

Il percorso formativo prevede un primo anno comune a tutti i curricula e articolato in 6 moduli per un totale di 54 CFU, durante il quale vengono consolidate le conoscenze nei settori caratterizzanti l'ingegneria aeronautica (gasdinamica, strutture aeronautiche, dinamica del volo, motori aeronautici) e vengono fornite le basi in settori non compresi nella laurea triennale come quello dei sistemi di controllo.

Nel secondo anno sono previsti due diversi curricula (organizzati in gruppi a scelta), uno orientato alla progettazione (Modellistica e analisi per la progettazione aeronautica MAP), l'altro all'area della guida, controllo e automazione del volo, con elementi sull'economia e gestione degli aeromobili (Sistemi di volo, gestione e operazioni SGO) all'interno dei quali lo studente seleziona 5 moduli per complessivi 30 CFU.

E' stato inoltre attivato un percorso sulle tematiche di interesse per le macchine ad ala rotante che include gli insegnamenti di *Aircraft and helicopter aerodynamics*, *Aeroelasticity*, Controllo delle vibrazioni e del rumore, *Experimental testing for aerospace structures* e Meccanica del volo dell'elicottero.

La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% del totale.

Il curriculum prevede che:

- 85 CFU siano riservati allo svolgimento di attività formative *di base, caratterizzanti, affini o integrative e ad ulteriori attività formative*
- 12 CFU siano riservati alla scelta dello studente
- 23 CFU siano riservati alla prova finale.

Il Corso di studio Magistrale in Ingegneria aeronautica fa parte di una rete italo-francese per l'acquisizione del doppio-titolo presso l'ISAE-SUPAERO di Tolosa. L'accordo tra La Sapienza e l'Istituto francese definisce le modalità operative per conseguire il titolo. Consultare la sezione **Internazionali** del sito del CAD Consiglio d'Area Didattica (CAD) di Ingegneria Aerospaziale ([www.ingaero.uniroma1.it](http://www.ingaero.uniroma1.it)) per le informazioni. Un altro accordo consente l'acquisizione del doppio-titolo presso l'Institut Superior Tecnico Universidade de Lisboa.

### Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Gli ambiti professionali per l'ingegnere aeronautico sono quelli della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi nelle imprese, manifatturiere o di servizi, nella pubblica amministrazione o come libero professionista. I principali profili professionali sono rappresentati da:

- progettista e responsabile tecnico
- responsabile di prodotti e linee di prodotti
- responsabile della manutenzione
- specialista in una o più discipline del settore: aerodinamica, costruzioni e strutture, meccanica del volo e sistemi di volo, propulsione, radar e telecomunicazioni
- addetto alla certificazione o ai processi di assicurazione della qualità.

L'ingegnere aeronautico potrà esercitare la sua professione nei seguenti ambiti lavorativi:

- medie e grandi aziende manifatturiere di aeromobili ed elicotteri, motori e sistemi di volo a livello nazionale ed europeo
- piccole e medie imprese della filiera produttiva aerospaziale, a livello nazionale ed europeo
- società di consulenza
- centri di ricerca pubblici e privati
- compagnie aeree
- società di manutenzione aerea
- società di servizi, enti di certificazione
- enti per la gestione e controllo del traffico aereo.

L'ingegnere aeronautico, grazie alle conoscenze multidisciplinari e alle competenze su tecnologie avanzate, può operare anche sul comparto spaziale o su aree esterne a quella aerospaziale, dove l'innovazione di prodotto e di processo gioca un ruolo rilevante; esempi sono quelli delle industrie autoveicolistiche, navali e di processo.

La solida preparazione acquisita consente la prosecuzione della formazione in master e dottorati di ricerca in Italia e all'estero.

## MANIFESTO DEGLI STUDI 2019/20

Il progetto formativo si articola in due curricula:

- **Modellistica e analisi per la progettazione aeronautica**
- **Sistemi di volo, gestione e operazioni**

### PRIMO ANNO (a.a. 2019/20)

#### INSEGNAMENTI COMUNI AI DUE CURRICULA

Insegnamento	L	SSD	CFU	Tipologia attività	Semestre
Gasdinamica	IT	ING-IND/06	9	B	1
<i>Control systems</i>	EN	ING-INF/04	9	C	1
Controllo del traffico aereo	IT	ING-INF/03	9	C	1
Dinamica del volo	IT	ING-IND/03	9	B	2
Motori aeronautici	IT	ING-IND/07	9	B	2
Strutture aeronautiche	IT	ING-IND/04	9	B	2

### SECONDO ANNO (a.a. 2020/21)

#### CURRICULUM

#### MODELLISTICA E ANALISI PER LA PROGETTAZIONE AERONAUTICA

Insegnamento	L	SSD	CFU	Sem.	Tip.	Profilo	Sede
<b>Gruppo a scelta (24 CFU)</b>							
Aeroacoustics	EN	ING-IND/06	6	2	B	Aer/Prop/Elic	SPV

Aerodinamica numerica	IT	ING-IND/06	6	1	B	Aerodinamica	SPV
<i>Aeroelasticity</i>	EN	ING-IND/04	6	1	B	Aer/Strutt/Elic	SPV
<i>Aircraft and helicopter aerodynamics</i>	EN	ING-IND/06	6	1	B	Aer/Elic	SPV
<i>Analisi termoelastica e piezoelettrica delle strutture aerospaziali</i>	IT	ING-IND/04	6	2	B	Strutture	SPV
<i>Combustion</i>	EN	ING-IND/07	6	2	B	Propulsione	SPV
<i>Gas turbine combustors</i>	EN	ING-IND/07	6	1	B	Propulsione	SPV
<i>Experimental aerodynamics</i>	EN	ING-IND/06	6	1	B	Aerodinamica	SPV
<i>Experimental testing for aerospace structures</i>	EN	ING-IND/04	6	1	B	Strutt/Elic	SPV
<i>Ipersonica</i>	IT	ING-IND/06	6	2	B	Aerodinamica	SPV
<i>Meccanica del volo dell'elicottero</i>	IT	ING-IND/03	6	1	B	Elicotteri	SPV
<i>Turbulence</i>	EN	ING-IND/06	6	1	B	Aerodinamica	SPV
<b>Gruppo a scelta (6 CFU)</b>							
<i>Aeroelasticity</i>	EN	ING-IND/04	6	1	C	Aer/Strutt/Elic	SPV
<i>Aerospace materials</i>	EN	ING-IND/22	6	2	C	Strutt/Prop.	SPV
Controllo delle vibrazioni e del rumore	IT	ING-IND/13	6	1	C	Strutt/Elic.	SPV
<i>Nonlinear analysis of structures</i>	EN	ICAR/08	6	2	C	Strutture	SPV
<i>Control of flying robots and robotic systems</i>	EN	ING-INF/04	6	1	C	Elicotteri	ARI

## CURRICULUM SISTEMI DI VOLO, GESTIONE E OPERAZIONI

Insegnamento	L	SSD	CFU	Sem.	Tip.	Profilo	Sede
Sistemi di assistenza al volo	IT	ING-INF/03	6	2	C		SPV
<b>Gruppo a scelta (6 CFU)</b>							
Guida e navigazione aerea	IT	ING-IND/03	6	1	B	Sist./Gest. e oper.	SPV
Meccanica del volo dell'elicottero	IT	ING-IND/03	6	1	B	Sist. di volo	SPV
<b>Gruppo a scelta (6 CFU)</b>							
Guida e navigazione aerea	IT	ING-IND/03	6	1	B	Sist./Gest. e oper.	SPV
<i>Management and operations in aeronautics</i>	EN		6	2		Gest. e oper.	SPV
Mod. 1: <i>Air transportation economics</i>		ING-IND/04	(3)				
Mod. 2: <i>Aircraft maintenance and operations</i>		ING-IND/07	(3)				
Meccanica del volo dell'elicottero	IT	ING-IND/03	6	1	B	Sist. di volo	SPV
<b>Gruppo a scelta (12 CFU)</b>							
<i>Artificial Intelligence I</i>	EN	ING-INF/05	6	1	C	Sistemi di volo	ARI
Impianti elettrici aeronautici	IT	ING-IND/33	6	1	C	Sistemi di volo	SPV
Infrastrutture aeroportuali	IT	ICAR/04	6	1	C	Gest. e oper.	SPV
<i>Control of flying robots and robotic systems</i>	EN	ING-INF/04	6	1	C	Sistemi di volo	ARI
<i>Digital Control Systems</i>	EN	ING-INF/04	6	1	C	Sistemi di volo	ARI
<i>Human factors</i>	EN	MED/08	6	2	C	Gest. e oper.	SPV

### Altre attività comuni

	Valut.	CFU		Tipologia attività
Esami scelta dello studente	E	12		D
Altre attività formative	V	1		AAF
Prova finale		23		E

#### Legenda

**IT:** corso erogato in italiano; **EN:** corso erogato in lingua inglese.

**Tipologia attività:** A di base, B caratterizzanti, C affini ed integrative, D a scelta dello Studente, E relative alla prova finale, AAF altre attività formative (art 10, comma 1 lettera d), E stage e tirocinio.

**Valutazione:** E esame, V verifica idoneità

**Sede:** SPV via Eudossiana, 18, ARI via Ariosto 25.

### **Materie a scelta**

Per quel che riguarda i 12 crediti a scelta, lo studente potrà selezionare le materie nell'ambito degli insegnamenti del Corso di studio non già inclusi nel proprio curriculum, dei corsi della Laurea Magistrale in Ingegneria spaziale e astronautica o di materie di settori affini erogate da altri Corsi di studio magistrali. Il CAD deve approvare la congruenza degli insegnamenti selezionati con il percorso formativo.

### **Servizi di tutorato**

Il Corso di studio si avvale dei servizi di tutorato messi a disposizione della Facoltà. I docenti Renato **Paciorri**, Mauro **Valorani** e Giuliano **Coppotelli** svolgono attività di tutorato disciplinare a supporto degli studenti.

## Sezione II – Norme generali

### Requisiti di ammissione

Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di laurea magistrale in Ingegneria aeronautica devono essere in possesso della laurea di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito in Italia o all'estero e riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente, ed essere in possesso di specifici requisiti curriculari e sulla preparazione personale.

#### A) Candidati in possesso di un titolo italiano con ordinamento disciplinato dal DM 270/04 o dal DM 509/99

- **Requisiti curriculari**

- a) Per gli studenti con **una media ponderata**, calcolata su tutti i crediti con voto in trentesimi acquisiti e utili per il conseguimento della laurea di primo livello, **uguale o maggiore di 22/30 e minore di 24/30**, i requisiti curriculari richiesti sono:

- conseguimento di un numero minimo di CFU nei seguenti ambiti di SSD:

CFU	SSD
39	MAT/03-/05-/06-/07-/08, FIS/01, CHIM/07
25	ING-IND/08-/09-/10-/11-/13-/14-/15-/22-/31, ICAR/08, ING-INF/01-/02-/03-/04-/05
27	ING-IND/03-/04-/05-/06-/07

*Nota: lo studente che non soddisfa i requisiti dovrà sostenere gli esami singoli assegnati dalla Commissione di ammissione.*

- b) Per gli studenti con una **media ponderata uguale o maggiore di 24/30 e minore di 27/30**, i requisiti curriculari richiesti sono:

- conseguimento di un numero minimo di CFU nei seguenti ambiti di SSD:

CFU	SSD
39	MAT/03-/05-/06-/07-/08, FIS/01, CHIM/07
25	ING-IND/10-/11-/13-/15-/22-/31, ICAR/08, ING-INF/01-/02-/03-/04-/05
27	ING-IND/03-/04-/05-/06-/07-/08-/09-/14

*Nota: lo studente che non soddisfa i requisiti dovrà sostenere gli esami singoli assegnati dalla Commissione di ammissione.*

- c) Per gli studenti con una **media ponderata uguale o maggiore di 27/30**, i requisiti curriculari richiesti sono:

- possesso della laurea nella classe L-9 "Ingegneria industriale" DM 270/04 o nella classe 10 "Ingegneria industriale" D.M. 509/99

- in alternativa il conseguimento di un numero minimo di CFU nei seguenti ambiti di SSD:

CFU	SSD
39	MAT/03-/05-/06-/07-/08, FIS/01, CHIM/07
42	qualunque ING-IND, ING-INF/01-/02-/03-/04-/05
18 <sup>1</sup>	ING-IND/03-/04-/05-/06-/07-/08-/09-/14

(1) Da intendersi tra i 42 del gruppo precedente

*Nota: lo studente che non soddisfa i requisiti dovrà sostenere gli esami singoli assegnati dalla Commissione di ammissione.*

Agli studenti di cui ai commi b) e c) si raccomanda di confrontare il proprio curriculum con il Regolamento didattico del corso di laurea in Ingegneria aerospaziale e con il Syllabus

(riportato in allegato nel presente Regolamento), e di adeguare autonomamente la propria preparazione.

I requisiti curriculari di accesso si intendono automaticamente soddisfatti per:

- i laureati in Ingegneria aerospaziale della classe L-9 "Ingegneria Industriale" DM 270/04 conseguita presso l'Università degli Studi di Roma "Sapienza"
- i laureati in Ingegneria aerospaziale della classe L-10 "Ingegneria Industriale" DM 509/99 conseguita presso l'Università degli Studi di Roma "Sapienza".

- **Verifica della preparazione personale**

Sono ammessi i candidati per i quali la media ponderata delle votazioni conseguite nella laurea di primo livello è **uguale o maggiore di 22/30**.

## **B) Candidati in possesso di un titolo conseguito all'estero o di un titolo italiano con ordinamento diverso da quelli disciplinati dal DM 270/04 o dal DM 509/99**

La verifica della **preparazione personale** e dei **requisiti curriculari** sarà svolta dalla Commissione di ammissione che esaminerà il curriculum degli studi, le motivazioni e gli altri elementi di valutazione che saranno presentati, quali periodi di studio all'estero, tirocini ed esperienze lavorative. I candidati potranno essere chiamati dalla Commissione di ammissione a sostenere un colloquio.

### **Trasferimenti e modalità di verifica dei periodi di studio all'estero**

In caso di trasferimento da altro Ateneo, da altra Facoltà della Sapienza o da altro corso di studio, il CAD potrà riconoscere i crediti acquisiti di norma in misura non superiore a quelli dei settori scientifico-disciplinari (SSD) previsti nel Manifesto degli studi e fino ad un massimo di 12 CFU in SSD non previsti dal Manifesto degli studi.

In conformità con il Regolamento didattico di Ateneo nel caso di studi, esami e titoli accademici conseguiti all'estero, il CAD esamina di volta in volta il programma ai fini dell'attribuzione dei crediti nei corrispondenti settori scientifici disciplinari.

I corsi seguiti nelle Università Europee o estere, con le quali l'Ateneo ha in vigore accordi, progetti e/o convenzioni, vengono riconosciuti secondo le modalità previste dagli accordi.

Gli studenti possono, previa autorizzazione del CAD, svolgere un periodo di studio all'estero nell'ambito del progetto Erasmus+. Per le opportunità di svolgimento di periodi di studio all'estero consultare la sezione **Internazionale** nel sito del CAD ([www.ingaero.uniroma1.it](http://www.ingaero.uniroma1.it))

In caso di decadimento dalla qualità di studente, il CAD potrà deliberare il reintegro esclusivamente nell'ultimo ordinamento vigente, riconoscendo tutti o in parte i crediti acquisiti.

Le informazioni sulle procedure di trasferimento, riconoscimento CFU e reintegro sono riportate nel **Manifesto degli studi** dell'Ateneo nella sezione **Pratiche studenti** nel sito del CAD.

### **Studenti decaduti**

In caso di decadimento dalla qualità di studente, il CAD potrà deliberare il reintegro esclusivamente nell'ultimo ordinamento vigente, riconoscendo tutti o in parte i crediti acquisiti.

Per la procedura di reintegro consultare il **Manifesto degli studi** dell'Ateneo.

### **Riconoscimento crediti**

Il CAD può riconoscere come crediti le conoscenze e abilità professionali certificate ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'Università abbia concorso. Tali crediti vanno a valere di norma sui 12 CFU relativi agli insegnamenti a scelta dello studente. In ogni caso, il numero massimo di crediti riconoscibili in tali ambiti non può essere superiore a 6.

## **Modalità didattiche**

Le attività didattiche sono di tipo convenzionale e distribuite su base semestrale.

Gli insegnamenti sono impartiti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula, attività in laboratorio e lavori di gruppo, organizzando l'orario delle attività in modo da consentire allo studente un congruo tempo da dedicare allo studio personale.

La durata nominale del corso di studio è di 4 semestri, pari a due anni. Lo studente è iscritto "fuori corso" quando ha seguito il corso di studi per la sua intera durata ma non ha conseguito la laurea o non ha superato tutti gli esami necessari per l'ammissione all'esame finale.

### **• Crediti formativi universitari**

Il credito formativo universitario (CFU) misura la quantità di lavoro svolto da uno studente per raggiungere un obiettivo formativo. I CFU sono acquisiti dallo studente con il superamento degli esami o con l'ottenimento delle idoneità, ove previste.

Il sistema di crediti adottato nelle università italiane ed europee prevede che ad un CFU corrispondano 25 ore di impegno da parte dello studente, distribuite tra le attività formative collettive istituzionalmente previste (ad es. lezioni, esercitazioni, attività di laboratorio) e lo studio individuale.

Nel corso di studio in Ingegneria aeronautica, in accordo con l'art. 23 del Regolamento didattico di Ateneo, un CFU corrisponde a 10 ore di lezione frontale, oppure a 12 ore di laboratorio o esercitazione guidata.

Le schede di ciascun insegnamento, consultabili sul sito web della Sapienza, Catalogo dei corsi – box Frequentare, riportano la ripartizione dei CFU e delle ore di insegnamento nelle diverse attività, insieme ai prerequisiti, agli obiettivi formativi e ai programmi.

Il carico di lavoro totale per il conseguimento della laurea è di 120 CFU, corrispondenti a 3.000 ore di impegno da parte dello studente.

La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60%.

### **• Calendario didattico**

Di norma, la scansione temporale è la seguente:

- primo semestre: da fine settembre a dicembre
- prima sessione di esami: gennaio
- seconda sessione di esami: febbraio
- secondo semestre: da fine febbraio a maggio
- terza sessione di esami: giugno
- quarta sessione di esami: luglio
- quinta sessione di esami: settembre.

Il dettaglio delle date di inizio e fine delle lezioni di ciascun semestre e di inizio e fine di ciascuna sessione d'esami è pubblicato sul sito web [www.ingaero.uniroma1.it](http://www.ingaero.uniroma1.it) (Sezione **Calendari**) e sul sito web della Sapienza – Catalogo dei corsi – box Frequentare <https://corsidilaurea.uniroma1.it/>.

I periodi dedicati alle lezioni e agli esami non possono sovrapporsi. In deroga a tale norma, sono previsti due appelli straordinari, di norma nei periodi ottobre-novembre e marzo-aprile, riservati agli studenti fuori corso e agli studenti che alla data dell'appello hanno esaurito tutte le frequenze.

### **• Frequenza**

La frequenza non è obbligatoria tranne che per i corsi di *Experimental aerodynamics* e *Experimental testing for aerospace structures*.



- **Verifica dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento relativa a ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame (E) che può prevedere prove orali e/o scritte secondo modalità definite dal docente e comunicate insieme al programma. Per alcune attività non è previsto un esame ma un giudizio di idoneità (V); anche in questo caso le modalità di verifica sono definite dal docente.

### **Programmi e modalità di verifica dell'apprendimento**

I programmi dei corsi e le modalità di esame sono consultabili sul sito web della Sapienza – Catalogo dei corsi – box Frequentare <https://corsidilaurea.uniroma1.it/>.

### **Percorsi formativi**

Ogni studente deve ottenere l'approvazione ufficiale del proprio percorso formativo da parte del CAD prima di poter verbalizzare esami relativi ad insegnamenti che non siano obbligatori per tutti gli studenti, pena l'annullamento dei relativi verbali d'esame. Nello specifico il CAD valuta la congruenza dei corsi proposti dallo studente con il percorso didattico.

Gli studenti sono tenuti a presentare il proprio piano di studio (funzione **Percorso formativo** di Infostud) **all'inizio del primo anno** di corso [indicativamente nel periodo dicembre - gennaio e nello specifico nei periodi che vengono di volta in volta riportati sul sito ([www.ingaero.uniroma1.it](http://www.ingaero.uniroma1.it)) del CAD di Ing. Aerospaziale (sezione **News**).

Il Percorso formativo può essere ripresentato negli anni successivi (a novembre) per proporre modifiche di curriculum e/o di esami. Il sistema prevede l'approvazione di un solo Percorso formativo per anno accademico.

### **Ammissione agli esami del secondo anno**

Per sostenere gli esami relativi agli insegnamenti del 2° anno lo studente deve avere acquisito almeno 27 crediti su insegnamenti del 1° anno.

### **Anticipo esami**

Al fine di completare il carico didattico di 60 crediti per il 1° anno, lo studente può anticipare al 1° anno uno dei corsi di orientamento o dei corsi a scelta libera.

Per le modalità di richiesta degli anticipi consultare la sezione **Pratiche studenti** nel sito web del CAD.

### **Regime a tempo parziale**

Gli immatricolandi e gli studenti del corso di studio possono optare per il regime di tempo parziale e conseguire un minor numero di CFU annui rispetto a quelli previsti.

È opportuno passare al part-time quando ci si immatricola sapendo già di avere poco tempo da dedicare allo studio, oppure se si è fuori corso. I termini e le modalità per la richiesta del regime a tempo parziale nonché le relative norme sono stabilite nel Manifesto degli Studi di Ateneo e sono consultabili sul sito web della Sapienza (<http://www.uniroma1.it/didattica/regolamenti/part-time>).

### **Percorsi di eccellenza**

Il CAD di Ingegneria aerospaziale istituisce un percorso di eccellenza per ciascuno dei suoi corsi di studio con lo scopo di valorizzare la formazione degli studenti meritevoli ed interessati ad attività di approfondimento metodologico e applicativo su tematiche di interesse nel settore.

Il percorso consiste in attività formative, aggiuntive a quelle curriculari, volte a valorizzare gli studenti che, durante il primo anno del corso di studi, abbiano dato prova di essere particolarmente meritevoli.

L'accesso al Percorso di eccellenza avviene su domanda dell'interessato; i requisiti richiesti sono:

- acquisizione entro il 30 novembre di tutti i CFU previsti nel primo anno
- conseguimento di una media pesata dei voti di esame non inferiore a 27,5/30, con votazione non inferiore a 24/30 in alcuna prova.

Contestualmente al conseguimento del titolo di Laurea entro i limiti previsti dal corso di studio, lo studente che abbia terminato positivamente il percorso di eccellenza riceve un'attestazione che sarà registrata sulla carriera dello studente stesso. Unitamente a tale certificazione, l'Ateneo conferisce allo studente un premio pari all'importo delle tasse versate nell'ultimo anno.

I termini e le modalità per la domanda di partecipazione al percorso sono indicati sul sito web del CAD (sezione **STUDENTI / Percorsi di eccellenza**), dove si può anche prendere visione del bando di concorso e scaricare il facsimile della domanda di ammissione.

### **Prova finale**

La prova finale consiste nella presentazione e nella discussione, di fronte ad una Commissione costituita ad hoc, di una dissertazione nella quale sono riportati i risultati raggiunti nello svolgimento di un'attività teorica, sperimentale, progettuale o compilativa su argomenti relativi agli insegnamenti del Corso di studio. La dissertazione si deve sviluppare, per una durata compatibile con i CFU assegnati, sotto la guida di un docente afferente al CAD di Ingegneria Aerospaziale, anche in collaborazione con enti pubblici e privati, aziende manifatturiere e di servizi, centri di ricerca operanti nel settore d'interesse. Alla prova finale sono attribuiti 23 CFU.

La votazione finale si basa sulla valutazione della media dei voti degli esami sostenuti, della dissertazione e della discussione finale. La Commissione di laurea esprime la votazione in centodecimi e può, a maggioranza, concedere al candidato il massimo dei voti con lode.

### **Stage**

In sostituzione della prova finale lo studente può svolgere un tirocinio, al quale sono assegnati 23 CFU. Al momento dell'approvazione dello stage è prevista la nomina di un tutor accademico, scelto fra i docenti del CAD, e di un tutor aziendale che seguono lo svolgimento dell'attività di stage. La verifica dei risultati è condotta dal tutor accademico.

### **Valutazione della qualità**

Il corso di studio, in collaborazione con l'Ateneo, contribuisce a rilevare l'opinione degli studenti frequentanti per tutti gli insegnamenti. Il sistema di rilevazione è integrato con un percorso qualità la cui responsabilità è affidata al gruppo di auto-valutazione, docenti, studenti e personale del corso di studio. I risultati delle rilevazioni e delle analisi del gruppo di auto-valutazione sono utilizzati per azioni di miglioramento delle attività formative.

## Allegato

### Syllabus

Il Syllabus ha l'obiettivo di informare gli studenti in ingresso sulle conoscenze, competenze e abilità necessarie per affrontare con successo il percorso formativo in Ingegneria aeronautica, in modo che possano verificare e, ove appropriato, adeguare autonomamente la propria preparazione.

#### Matematica e metodi numerici

Trigonometria: funzioni trigonometriche, teorema di Pitagora, formule di trasformazione degli angoli, formula di Eulero.

Geometria analitica: sistemi di coordinate cartesiane, equazioni e curve, distanze, angoli, intersezioni di oggetti geometrici. Retta tangente e normale ad una curva. Cambiamenti di coordinate.

Analisi Matematica: limiti, continuità, calcolo differenziale; calcolo integrale; successioni e serie; derivate parziali e direzionali; funzioni a valori vettoriali; integrali definiti, indefiniti e impropri; integrali curvilinei; integrali multipli; integrali di superficie; operatori differenziali: gradiente, divergenza, rotore; identità vettoriali; teoremi di Gauss-Green, Stokes, divergenza.

Algebra lineare: calcolo matriciale, sistemi lineari di equazioni; autovalori e autovettori.

Equazioni differenziali ordinarie: equazioni lineari e non lineari del primo ordine; equazioni lineari del secondo ordine, equazioni di Eulero; problemi ai dati iniziali.

Metodi numerici: metodi per la determinazione di radici di equazioni algebriche lineari e non lineari, metodi di quadratura; ottimizzazione libera.

Elementi di programmazione: qualunque linguaggio di programmazione (preferiti: Matlab, Fortran, Mathematica).

#### Chimica

Struttura atomica della materia; proprietà periodiche degli elementi; legami chimici inter ed intramolecolari; reazioni fisiche e chimiche e contenuti energetici a loro associati; equilibri chimici, ionici e di solubilità; elementi di cinetica chimica e di elettrochimica; fondamenti chimici della corrosione.

#### Fisica e Meccanica analitica

Grandezze fisiche, sistemi di unità di misura e metodo scientifico: teoria della misura, elementi di probabilità, errori.

Meccanica classica del punto materiale, dei sistemi di punti materiali e del corpo rigido: leggi di Newton, equazioni cardinali e principi di conservazione.

Sistemi macroscopici e principi della termodinamica: temperatura e calore, I e II principio della termodinamica.

Campi di forze: campo gravitazionale e campo elettrostatico.

Leggi fondamentali dell'elettromagnetismo: equazioni di Maxwell.

Onde e vibrazioni: Oscillazioni e propagazione delle onde elastiche ed elettromagnetiche.

Meccanica analitica ed equazioni di Lagrange.

#### Scienza dei materiali

Principali classi di materiali, proprietà, relazioni analitiche per la scelta/dimensionamento/trattamento in funzione delle condizioni di sollecitazione e di esercizio di base. Materiali cristallini e amorfi; deformabilità, viscoelasticità, recupero e ricristallizzazione, diagrammi di fase binari, diffusione allo stato solido. Proprietà meccaniche e fisiche, materiali metallici (acciai, leghe di alluminio, superleghe, cenni alle leghe di titanio e magnesio), correlazioni tra microstruttura, processi e proprietà. Ceramici, prove meccaniche e statistica di Weibull. Shock termico. Materiali

polimerici e compositi a matrice polimerica. Degrado chimico dei materiali, cause e prevenzione. Degrado per usura, rivestimenti. Indici di merito per la scelta dei materiali.

### **Elettrotecnica**

Analisi di circuiti e reti elettrici: regime statico, regime periodico sinusoidale, sorgenti di tensione e corrente, sistemi monofase, sistemi trifase.

Conversione elettromeccanica dell'energia. Principio di funzionamento delle macchine elettriche: trasformatori, motori, generatori.

Cenni sulla produzione, distribuzione ed utilizzo dell'energia elettrica.

### **Meccanica applicata e disegno**

Analisi di velocità ed accelerazione di meccanismi piani. Forze agenti in un sistema meccanico e analisi dinamica. Forze scambiate nei principali tipi di dispositivi funzionanti per attrito (freni e frizioni) e nei principali dispositivi per la trasmissione e trasformazione del moto (meccanismi, flessibili, ingranaggi, rotismi). Caratteristica meccanica di macchine motrici ed utilizzatrici; comportamento di sistemi costituiti da un motore accoppiato ad un utilizzatore in modo diretto, tramite un riduttore e/o un innesto a frizione. Sistemi vibranti a un grado di libertà. Sistemi vibranti a n gradi di libertà.

Conoscenza del disegno tecnico e della relativa normativa ISO. Conoscenze di base di modellazione solida.

### **Meccanica dei solidi**

Cinematica e statica dei continui deformabili: descrittori del moto e della deformazione, descrittori delle forze interne (sforzo), leggi di conservazione, legami costitutivi e solidi elastici lineari. Il problema di De Saint Venant. Analisi statica di sistemi di travi: diagrammi di carico (taglio, momento flettente e spostamento).

### **Telecomunicazioni**

Descrizione dei segnali nel dominio del tempo e della frequenza; transito dei segnali nei sistemi; rumore termico. Principi della modulazione/demodulazione analogica e numerica. Principi di funzionamento di sistemi di telerilevamento radar per applicazioni di sorveglianza ed immagine. Il collegamento radio: propagazione in spazio libero e caratteristiche di base dei ricetrasmittitori.

### **Aerodinamica:**

Concetti di base della fluidodinamica: Equazioni del flusso in forma integrale e differenziale.

Flussi irrotazionali incompressibili: teoremi di Kelvin ed Helmholtz, equazione di Bernoulli, soluzioni elementari e sovrapposizione delle soluzioni.

Profili ed ali: classificazione e caratteristiche dei profili, corpi ad elevata portanza e dispositivi per l'aumento della portanza; teorema di Kutta-Joukowski; generazione della portanza; teoria dei profili sottili, teoria delle ali finite, resistenza indotta.

Flussi viscosi: strato limite laminare su lastra piana, separazione dello strato limite, cenni alla turbolenza e alla transizione.

Concetti introduttivi sui flussi compressibili: comprimibilità di un fluido, velocità del suono; flussi unidimensionali stazionari, flussi isentropici, urto normale.

### **Meccanica del volo e sistemi**

Proprietà fisiche dell'atmosfera, atmosfera di riferimento, altezza di pressione; velocità equivalente, calibrata e indicata.

Classificazione degli aeromobili. Configurazioni e architettura dei velivoli ad ala fissa; superfici di governo. Strumenti principali: altimetro, ASI, VSI, virosbandometro. Angoli aerodinamici. Concetti di base sulla teoria dell'elica.

Analisi delle prestazioni: curva polare del velivolo, spinta e potenza necessarie e disponibili, decollo e atterraggio, volo in salita e discesa, consumi e autonomie, volo in virata e richiamata. Centraggio, fattore di carico e diagramma di manovra.

Elementi generali sui principali impianti e sistemi di bordo dei velivoli commerciali: controllo di volo, controllo motore, controllo ambientale, impianto combustibile, impianto idraulico, impianto pneumatico.

### **Propulsione**

Fondamenti di termochimica. Fondamenti di trasmissione del calore. Cicli termodinamici: Carnot, Brayton, Diesel, Otto. Cicli per motori a turbina a gas. Parametri di prestazione di motori aeronautici. Prese d'aria e ugelli propulsivi di motori aeronautici. Camere di combustione e post combustione. Motori aeronautici a combustione interna.

### **Strutture**

Sforzo e deformazione: equazioni di equilibrio, legami costitutivi per solidi elastici lineari, legame cinematico deformazione spostamento, equazioni di compatibilità, stato di sforzo e deformazione piani (funzione di Airy).

Strutture aeronautiche: scenari di carico e diagrammi di manovra di velivoli. Caratteristiche generali delle strutture e dei materiali aeronautici: elementi strutturali elementari (membri assiali, pannelli a sforzo di taglio, elementi flessionali e torsionali), trasferimento di carico nelle strutture alari e fusoliera, materiali metallici e compositi. Flusso di taglio in strutture a parete sottile. Carico di punta di travi. Criteri di rottura. Dinamica strutturale: vibrazioni libere e forzate per sistemi discreti. Smorzamento e risonanza.