



La formazione Universitaria in Ingegneria Aerospaziale



Dario Giuseppe M. Pastrone

Referente dei Corsi di Studio in Ingegneria Aerospaziale

POLITECNICO DI TORINO



La formazione Universitaria in Ingegneria Aerospaziale



- Laurea (primo livello, L3) – 3 anni -180 Crediti Formativi Universitari
- Laurea Magistrale (secondo livello, LM) – 2 anni -120 CFU
- 1 CFU = 25 ore, lezioni/esercitazioni/laboratori + studio individuale
- In Italia : Circa 11000 studenti su L3 + LM, 12 Atenei
- Dottorato di Ricerca (terzo livello) – 3 anni

Atenei

- Università degli Studi di BOLOGNA, Forlì
- Università Kore di ENNA
- Politecnico di MILANO
- Università degli Studi di NAPOLI «Federico II»
- Università degli Studi della Campania «Luigi Vanvitelli», Aversa
- Università degli Studi di PADOVA
- Università degli Studi di PALERMO
- Università di PISA
- Università degli Studi di ROMA «La Sapienza»
- Università degli Studi ROMA TRE
- Università del SALENTO, Brindisi
- Politecnico di TORINO

Atenei

- Università degli Studi di BOLOGNA, Forlì (L3, LM)
- *Università Kore di ENNA (L3)*
- Politecnico di MILANO (L3, LM)
- Università degli Studi di NAPOLI «Federico II» (L3, LM)
- Università degli Studi della Campania «Luigi Vanvitelli», Aversa (L3, LM)
- Università degli Studi di PADOVA (L3, LM)
- *Università degli Studi di PALERMO (LM)*
- Università di PISA (L3, LM)
- Università degli Studi di ROMA «La Sapienza» (L3, LM)
- *Università degli Studi ROMA TRE (LM)*
- *Università del SALENTO, Brindisi (LM)*
- Politecnico di TORINO (L3, LM)

Politecnico di Torino (POLITO)

- Sede didattica: Torino, 35700 iscritti
- 2200 iscritti a corsi di laurea di I e II livello in ingegneria aerospaziale, 1300 in L3
- 370 immatricolati in L3 (Ateneo 5300)



Politecnico di Torino (POLITO)

- Sede didattica: Torino, 35700 iscritti
- 2200 iscritti a corsi di laurea di I e II livello in ingegneria aerospaziale, 1300 in Formazione in Ateneo
- 565 iscritti a Master di I e II livello, ai corsi di formazione permanente e ai corsi di formazione per le aziende
- 875 iscritti ai corsi di Dottorato (terzo livello)

Ricerca e Trasferimento Tecnologico

- Piemonte, importante polo industriale/tecnologico
- 12% brevetti Aerospace/Automotive

L3 - Laurea 1° livello – Obiettivi formativi

- Corso di studi della classe di Laurea **Ingegneria Industriale**
- **Formazione di primo livello di professionista** con conoscenze in tutte le discipline e le tematiche che concorrono alla **progettazione, produzione e gestione dei prodotti aerospaziali**
- **Formazione interdisciplinare** che include:
 - discipline della classica ingegneria industriale
 - discipline tipiche del settore aerospaziale (meccanica del volo, costruzioni e strutture aerospaziali, impianti e sistemi aerospaziali, fluidodinamica, propulsione aerospaziale)
 - discipline necessarie a stabilire dialogo con esperti di aree contigue

Struttura del percorso formativo L3@POLITO

- **Primo anno** → comprende discipline scientifiche fondamentali, anno comune a tutta la formazione in Ingegneria
- **Secondo anno** → formazione ingegneristica di base comune a Corsi di Studio della classe L-9 (Ing. Industriale)
- **Terzo anno** → caratterizzante aerospaziale
- 12 CFU a scelta (e.g Tirocinio, Team)
- **Prova finale**



Orientamento generalista:
Fondamenti teorici dell'ingegneria aerospaziale

Orientamento EASA PART 66:
Cert. ENAC - Tecnica aerospaziale e manutenzione aeronautica

Il percorso formativo è articolato in più **blocchi tematici**

Primi 3 semestri	Fondamenti scientifici e metodologici	Comprende la matematica e le scienze di base (fisica e chimica) nella misura in cui queste discipline sono indispensabili all'ingegneria
Per lo più al secondo anno	Ingegneria industriale e generale	Comprende il disegno tecnico industriale, la scienza e la tecnologia dei materiali, la meccanica delle macchine, l'elettrotecnica, l'elettronica, la termodinamica applicata, la trasmissione del calore e la meccanica strutturale, trattate con attenzione al raccordo con quelle successive di costruzioni aeronautiche e aerodinamica
Terzo anno	Fondamenti teorici dell'ingegneria aerospaziale	Percorso Generalista: comprende la meccanica del volo, le costruzioni e strutture aerospaziali, gli impianti e sistemi aerospaziali, la fluidodinamica e l'aerodinamica, la propulsione aerospaziale. Su tali basi si formano la competenza tecnica principale del laureato, la sua capacità di ulteriori aggiornamenti nella vita lavorativa e la sua predisposizione alla prosecuzione degli studi.
	Tecnica aerospaziale e manutenzione aeronautica (tirocinio formativo)	Percorso EASA Part66: contenuti in parte analoghi a quelli del blocco precedente, ma impartiti con maggior attenzione alla loro diretta applicabilità. Il percorso mira a creare una figura professionale immediatamente spendibile sul mercato del lavoro poiché fornisce la basic knowledge riconosciuta ai fini del conseguimento della Licenza di Manutentore Aeronautico Classe C, secondo la norma internazionale EASA Part 66.
Tutto il percorso	Conoscenze di contesto e prova finale	Comprende insegnamenti che ampliano la visione d'insieme e aprono alle tematiche esterne (economiche, normative, ambientali, umane, linguistiche): evoluzione dell'aviazione, inglese, informatica, economia con nozioni di normative aeronautiche e di sicurezza d'impresa. Nell'offerta formativa dell'ateneo lo studente ha inoltre a disposizione ulteriori insegnamenti di economia, scienze umane e tematiche emergenti proprie dell'ingegneria.

Orientamento EASA Part66

Con l'orientamento **EASA-Part66** (EASA – European Aviation Safety Agency) si ottiene una certificazione, contestualmente alla laurea, riconosciuta dall'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) ai fini del rilascio della Aircraft Maintenance Licence. Il riconoscimento è limitato alla sola parte di **"basic knowledge"** e **non include l'esperienza pratica** che dovrà essere completata dal laureato presso aziende del settore manutentivo aeronautico.

Il percorso prevede un tirocinio obbligatorio.

Terzo anno

Easa Part 66

- Introduzione alla meccanica del volo
- Tecnologie aerospaziali
- Equipaggiamenti di bordo
- Aerodinamica applicata
- Propulsione aeronautica
- Tirocinio

Generalista

- Fondamenti di meccanica del volo
- Costruzione aeronautiche
- Sistemi di bordo
- Aerodinamica
- Fondamenti di macchine e propulsione

Circa il 94% degli studenti prosegue gli studi
nella Laurea Magistrale

Punti di forza del percorso L3

- Settore Aerospaziale stabile e trainante nell'economia internazionale
- Forti connessioni con il tessuto industriale di importanza internazionale con sedi sul territorio
- Preparazione per Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale (> 90%)
- Percorso EASA PART 66 @POLITO, con tirocinio cv unico in Italia a livello Universitario
- Formazione spendibile nel più ampio panorama industriale (e.g. Automotive, Meccanica)

Laurea Magistrale @POLITO

- Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale
- Obiettivo: approfondire, consolidare, differenziare i caratteri specifici della figura professionale già impostata nel triennio corso di Laurea di primo livello.
- **Professionista** con conoscenze in tutte le discipline e le tematiche che concorrono alla **progettazione, produzione e gestione dei prodotti aerospaziali**
- **Formazione interdisciplinare** → Approfondimento discipline di settore, già introdotte nel omonimo corso di Laurea → permettere al laureato di operare con autonomia di giudizio nei segmenti produttivi e scientifici più avanzati.

Requisiti di ingresso alla LM-Aerospaziale@POLITO

- Laurea in Ingegneria Aerospaziale + media minima (e.g. 24 se da altro Ateneo)
- Se in possesso di altre lauree media + verifica/recupero di crediti caratterizzanti (e.g. se da Meccanica debito formativo insegnamenti caratterizzanti qui sotto riportati)

Terzo anno L3 @POLITO

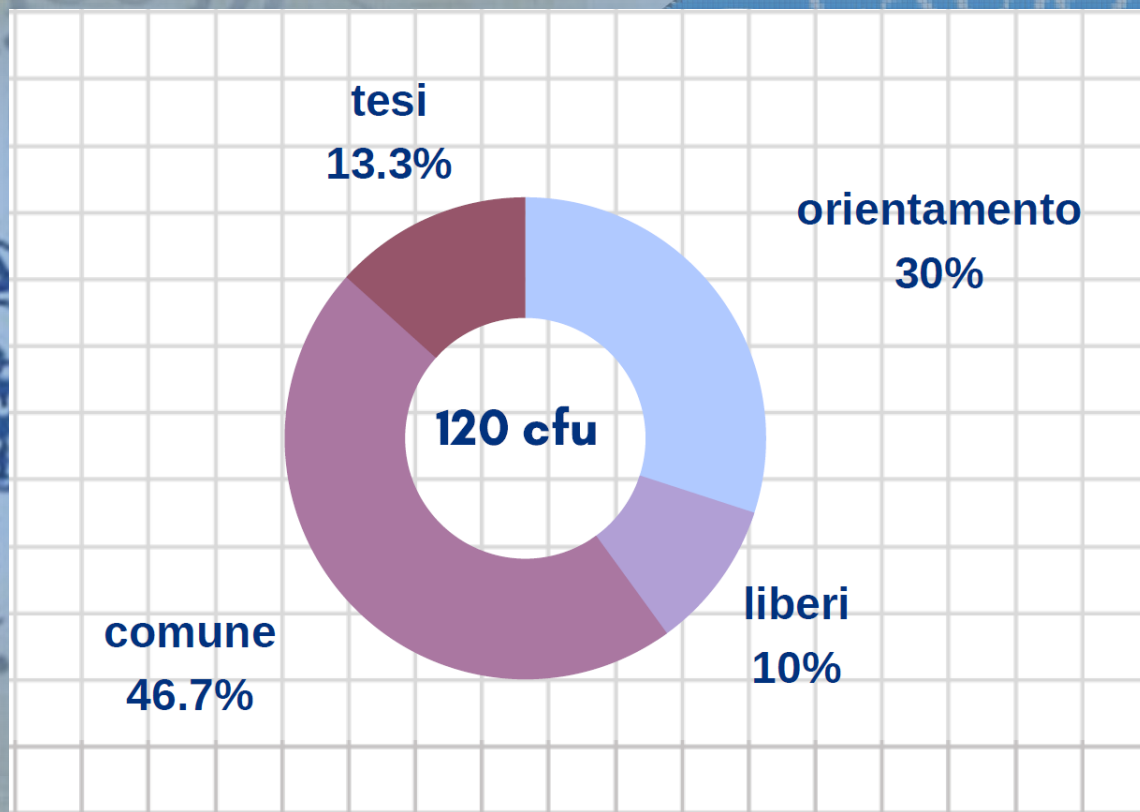
Easa Part 66

- Introduzione alla meccanica del volo
- Tecnologie aerospaziali
- Equipaggiamenti di bordo
- Aerodinamica applicata
- Propulsione aeronautica

Generalista

- Fondamenti di meccanica del volo
- Costruzione aeronautiche
- Sistemi di bordo
- Aerodinamica
- Fondamenti di macchine e propulsione

Struttura del percorso formativo LM@POLITO



Struttura del percorso formativo LM@POLITO

Insegnamenti comuni, 56 CFU

Aero
Gasdinamica

Strutture
Aerospaziali

Aeromeccanica
& sistemi

Sistemi
Propulsivi

Spazio

Crediti liberi 12 CFU (6 CFU Team/Tirocinio)

16 CFU tesi

Mobilità Erasmus+ ed Extra-UE

- Mobilità ERASMUS+: frequenza di corsi e/o svolgimento della Tesi di Laurea Magistrale (LM) in Università partner:
 - Mobilità per **Doppia Laurea, Corsi** (6/12 mesi), **Corsi + Tesi** (10-12 mesi)
 - Mobilità ERASMUS+ Tirocinio e Tesi su proposta
- Coinvolge il solo **II anno LM**
- Graduatoria di Ateneo basata sulla media dei voti e durata del percorso triennale (media ≥ 25 per la mobilità di Ing. Aerospaziale LM)
- Circa **35-40 studenti** di LM Ing. Aerospaziale in mobilità per ogni coorte su **30 destinazioni**

Mobilità Erasmus+ ed Extra-UE

Destinazioni (aa 2019-20)

- **Doppia Laurea** (2-4 semestri): ISAE-SUPAERO Toulouse, ENSMA Poitiers, Ecole Centrale de Lyon, Institut Supérieur de Mécanique de Paris (Supméca), Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne, Universidad Politecnica de Madrid, Universidade Técnica de Lisboa
- **Corsi e Corsi + Tesi:** **Francia** (ISAE Toulouse, ENSAM, ENAC, IPSA), **Svezia** (KTH), **Germania** (RWTH, TU Munich, Stuttgart, Dresden, Braunschweig), **Olanda** (TU Delft), **Spagna** (Sevilla, UPV, UPC, UC3M), **Polonia** (Warsaw), **Svizzera** (ZHAW)
- **Extra-UE:** **Argentina** (Cordoba), **Corea del Sud** (KAIST), **Giappone** (Tokyo, Hokkaido), **Russia** (Moscow Aviation Institute, Samara)

Punti di forza del percorso LM

- Sbocchi lavorativi in Settore Aerospaziale stabile e trainante nell'economia internazionale
- Percorso focalizzato sul progetto con solida preparazione che permette un immediata operatività sia nel campo applicativo industriale che nel campo della ricerca (e.g. dottorato) a livello internazionale
- Forte legame con università EU ed extra EU di ottimo livello
- Forti connessioni con il tessuto industriale di importanza internazionale con sedi sul territorio
- Formazione spendibile nel più ampio panorama industriale (e.g. Automotive, Meccanica)

Sbocchi lavorativi

- Uffici tecnici, ricerca e sviluppo e commerciali delle grandi industrie aeronautiche e spaziali nazionali/internazionali + piccole e medie industrie = indotto
- PMI in settori/tecnologie emergenti (e.g. droni, additive manufacturing, small-launcher, Hyperloop)
- Compagnie di trasporto aereo e trasporto in generale
- Operatori aerei
- Enti per la gestione del traffico aereo
- Enti pubblici e privati per la sperimentazione in campo aerospaziale
- Aeronautica Militare e i settori aeronautici di altri corpi
- Agenzie spaziali nazionali ed internazionali
- Università, enti di formazione e di alta formazione
- Libera professione (Esame di Stato)
- Uffici tecnici di industrie attive anche fuori dal ramo aerospaziale



APPENDICE

Dettagli sulla LM@POLITO

Struttura del percorso formativo LM@POLITO

	I anno	II anno
I periodo	Metodi numerici e calcolo scientifico (8) Meccanica del volo (8) Gasdinamica (8) 1 insegnamento da TABELLA 1	Progettazione di veicoli aerospaziali (8) 2 insegnamenti di ORIENTAMENTO 1 insegnamento da TABELLA 2
II periodo	Strutture aeronautiche (8) Motori per aeromobili (8) Sistemi aerospaziali (8) 1 insegnamento da TABELLA 1	2 insegnamenti di ORIENTAMENTO 1 insegnamento da TABELLA 2 TESI (16)

Struttura del percorso formativo LM@POLITO

	I anno	II anno
I periodo	Metodi numerici e calcolo scientifico (8) Meccanica del volo (8) Gasdinamica (8) 1 insegnamento da TABELLA 1	Progettazione di veicoli aerospaziali (8) 2 insegnamenti di ORIENTAMENTO 1 insegnamento da TABELLA 2
II periodo	Strutture aeronautiche (8) Motori per aeromobili (8) Sistemi aerospaziali (8) 1 insegnamento da TABELLA 1	2 insegnamenti di ORIENTAMENTO 1 insegnamento da TABELLA 2 TESI (16)

Orientamento Aerogasdinamica

Moduli integrati

Anno 2	
Semestre 1	Fluidodinamica computazionale (6CFU)
	Flussi Turbolenti (6CFU)
Semestre 2	Aeroacustica (6CFU)
	Aerodinamica sperimentale (6CFU)

Tabella 1**Tabella 2**

Aerogasdinamica

Anno 1 Sem 1	Endoreattori 6CFU	Materiali per applicazioni aerospaziali 6CFU	Progettazione e fabbricazione additiva per applicazioni aerospaziali 6CFU
Anno 1 Sem 2	Dinamica dei rotori per applicazioni aerospaziali 6CFU	Fluidodinamica per l'ambiente e l'energia 6CFU	Meccanica del volo dell'elicottero 6CFU
Anno 2 Sem 1	Aeroelasticità 6CFU	Dinamica e controllo di veicoli spaziali 6CFU	Gestione dei rischi, costi e supporto logistico integrato dei sistemi aerospaziali 6CFU
Anno 2 Sem 2	Analisi di strutture aerospaziali con l'impiego di codici FEM 6CFU	Fluidodinamica nel volo spaziale 6CFU	Propulsione aerospaziale avanzata 6CFU

Orientamento Aerostrutture

Moduli integrati

Anno 2	
Semestre 1	Dinamica delle strutture aerospaziali (6CFU)
	Modellazione numerica e tecniche di simulazione di strutture aerospaziali (6CFU)
Semestre 2	Sperimentazione di strutture aerospaziali (6CFU)
	Tecnologie aerospaziali (6CFU)

Tabella 1

Tabella 2

Aerostrutture

Anno 1 Sem 1	Endoreattori 6CFU	Materiali per applicazioni aerospaziali 6CFU	Progettazione e fabbricazione additiva per applicazioni aerospaziali 6CFU
Anno 1 Sem 2	Dinamica dei rotori per applicazioni aerospaziali 6CFU	Fluidodinamica per l'ambiente e l'energia 6CFU	Meccanica del volo dell'elicottero 6CFU
Anno 2 Sem 1	Aeroelasticità 6CFU	Dinamica e controllo di veicoli spaziali 6CFU	Gestione dei rischi, costi e supporto logistico integrato dei sistemi aerospaziali 6CFU
Anno 2 Sem 2	Analisi di strutture aerospaziali con l'impiego di codici FEM 6CFU	Fluidodinamica nel volo spaziale 6CFU	Propulsione aerospaziale avanzata 6CFU

Orientamento Aeromeccanica & Sistemi

Moduli integrati

Anno 2	
Semestre 1	Guida e controllo del velivolo (6CFU)
	Progetto dei sistemi aerospaziali integrati (6CFU)
Semestre 2	Modellazione, simulazione e sperimentazione dei sistemi aerospaziali (6CFU)
	Simulazione del volo (6CFU)

Tabella 1

Tabella 2

Aeromeccanica & Sistemi

Anno 1 Sem 1	Endoreattori 6CFU	Materiali per applicazioni aerospaziali 6CFU	Progettazione e fabbricazione additiva per applicazioni aerospaziali 6CFU
Anno 1 Sem 2	Dinamica dei rotori per applicazioni aerospaziali 6CFU	Fluidodinamica per l'ambiente e l'energia 6CFU	Meccanica del volo dell'elicottero 6CFU
Anno 2 Sem 1	Aeroelasticità 6CFU	Dinamica e controllo di veicoli spaziali 6CFU	Gestione dei rischi, costi e supporto logistico integrato dei sistemi aerospaziali 6CFU
Anno 2 Sem 2	Analisi di strutture aerospaziali con l'impiego di codici FEM 6CFU	Fluidodinamica nel volo spaziale 6CFU	Propulsione aerospaziale avanzata 6CFU

Orientamento Sistemi Propulsivi

Moduli integrati

Anno 2	
Semestre 1	Progetto di motori per aeromobili (6CFU)
	Costruzione di motori per aeromobili (6CFU)
Semestre 2	Fluidodinamica computazionale dei sistemi propulsivi (6CFU)
	Fluidodinamica delle turbomacchine (6CFU)

Tabella 1

Tabella 2

Sistemi Propulsivi

Anno 1
Sem 1

Endoreattori
6CFU

Materiali per applicazioni
aerospaziali
6CFU

Progettazione e fabbricazione
additiva per applicazioni
aerospaziali
6CFU

Anno 1
Sem 2

Dinamica dei rotori per
applicazioni aerospaziali
6CFU

Fluidodinamica per l'ambiente e
l'energia
6CFU

Meccanica del volo dell'elicottero
6CFU

Anno 2
Sem 1

Aeroelasticità
6CFU

Dinamica e controllo di veicoli
spaziali
6CFU

Gestione dei rischi, costi e supporto
logistico integrato dei sistemi
aerospaziali
6CFU

Anno 2
Sem 2

Analisi di strutture
aerospaziali con
l'impiego di codici FEM
6CFU

Fluidodinamica nel volo spaziale
6CFU

Propulsione aerospaziale avanzata
6CFU

Orientamento Spazio

Moduli integrati

Anno 2	
Semestre 1	Meccanica del volo spaziale (6CFU)
	Strutture per veicoli spaziali (6CFU)
Semestre 2	Progetto di missioni e sistemi spaziali (6CFU)
	Propulsione spaziale (6CFU)

Tabella 1

Tabella 2

Spazio

Anno 1 Sem 1	Endoreattori 6CFU	Materiali per applicazioni aerospaziali 6CFU	Progettazione e fabbricazione additiva per applicazioni aerospaziali 6CFU
Anno 1 Sem 2	Dinamica dei rotori per applicazioni aerospaziali 6CFU	Fluidodinamica per l'ambiente e l'energia 6CFU	Meccanica del volo dell'elicottero 6CFU
Anno 2 Sem 1	Aeroelasticità 6CFU	Dinamica e controllo di veicoli spaziali 6CFU	Gestione dei rischi, costi e supporto logistico integrato dei sistemi aerospaziali 6CFU
Anno 2 Sem 2	Analisi di strutture aerospaziali con l'impiego di codici FEM 6CFU	Fluidodinamica nel volo spaziale 6CFU	Propulsione aerospaziale avanzata 6CFU