

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE ED
INDUSTRIALE – Settore Industriale**
Università degli studi “LA SAPIENZA” Roma

Profili professionali, sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati, obiettivi formativi specifici dei corsi, risultati di apprendimento attesi per i Corsi di Laurea, Corsi di Laurea Magistrale e Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico. Altre informazioni più dettagliate sul catalogo corsi di studio <https://www.uniroma1.it/it/notizia/catalogo-dei-corsi>



Settore Industriale





Sommario

LAUREE TRIENNALI	4
INGEGNERIA AEROSPAZIALE [Aerospace Engineering]	5
INGEGNERIA CHIMICA [Chemical Engineering]	8
INGEGNERIA CLINICA [Clinical Engineering]	12
INGEGNERIA ELETTROTECNICA [Electrical Engineering]	15
INGEGNERIA ENERGETICA [Energy Engineering]	18
INGEGNERIA MECCANICA [Mechanical Engineering]	21
LAUREE MAGISTRALI	24
INGEGNERIA AERONAUTICA [Aeronautical engineering]	25
INGEGNERIA SPAZIALE E ASTRONAUTICA [Space and astronautical engineering]	29
INGEGNERIA CHIMICA [Chemical engineering]	35
INGEGNERIA ELETTROTECNICA [Electrical Engineering]	41
INGEGNERIA ENERGETICA [Energy Engineering]	46
INGEGNERIA MECCANICA [Mechanical Engineering]	50
SUSTAINABLE TRANSPORTATION AND ELECTRICAL POWER SYSTEMS	65
INGEGNERIA DELLE NANOTECNOLOGIE [Nanotechnology Engineering] (Interfacoltà)	72
INGEGNERIA BIOMEDICA [Biomedical Engineering](Interfacoltà)	78



LAUREE TRIENNALI



INGEGNERIA AEROSPAZIALE [*Aerospace Engineering*]

- **Classe:** L-9 Ingegneria Industriale
- **Lingua:** Italiano;
- **Durata:** Triennale
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri aerospaziali e astronautici

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Ingegnere aerospaziale.

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

I laureati in Ingegneria aerospaziale saranno in grado di completare la formazione professionale e operare in diversi ambiti, con funzioni di supporto alle attività di prova e validazione, ai processi di assicurazione della qualità, alla progettazione e produzione assistita dal computer, e al coordinamento e alla gestione dei processi di manutenzione aeronautica. Il corso di laurea definisce un profilo professionale del laureato caratterizzato da una solida preparazione di base, da una adeguata preparazione generale sulle tematiche proprie dell'ingegneria industriale, e dalla conoscenza degli elementi fondamentali delle discipline proprie dell'ingegneria aerospaziale. Le figure professionali prevalenti possono essere elencate come segue:

- addetti alla manutenzione dei mezzi aerei
- addetti all'utilizzo di software commerciali per l'analisi e la progettazione nell'ambito di aziende aerospaziali
- consulenti tecnici in società di servizi e pubbliche amministrazioni con interessi nei settori dell'aeronautica e dello spazio.

- **Competenze associate alla funzione:**

Le buone conoscenze di base si coniugano con la capacità di utilizzare strumenti e metodologie per organizzare e risolvere problemi tecnici. In particolare, il laureato è in grado di utilizzare le seguenti competenze:

- conoscenza di uno o più linguaggi di programmazione
- utilizzo di ambienti di calcolo e/o di sistemi CAD
- attitudine al problem solving
- capacità relazionali e comunicative
- capacità di utilizzare i moderni tool per comunicare i risultati del lavoro nella forma di presentazioni o rapporti tecnici.

- **Sbocchi occupazionali:**

Gli sbocchi professionali dell'Ingegnere aerospaziale comprendono aziende manifatturiere di velivoli e sistemi di propulsione, società di ingegneria, agenzie ed enti fornitori di servizi che sono coinvolti, a vario titolo, in processi di progettazione, produzione e gestione del mezzo aereo e dei veicoli e sistemi spaziali. Ulteriori opportunità di impiego sono offerte nelle industrie di produzione del settore della meccanica in generale. È significativa la percentuale dei laureati che proseguono gli studi in una delle lauree magistrali del settore o in altri corsi di laurea magistrale delle classi dell'ingegneria industriale.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il corso di laurea in Ingegneria aerospaziale risponde alle aspettative degli studenti che hanno interesse e passione per settori tecnologici e scientifici ad altissimo contenuto di ricerca e innovazione. Nel settore aeronautico, il riferimento è un'industria manifatturiera di dimensione globale, estremamente sensibile all'impatto ambientale e sociale dei propri prodotti e processi. Il settore spaziale è, come quello aeronautico, fortemente innovativo e propone, oltre alle attività più specificamente tecnologiche, prospettive legate all'osservazione della Terra e all'esplorazione spaziale in un quadro contiguo a quello della fisica.

Il corso ha l'obiettivo principale di preparare il laureato ad affrontare con successo i corsi di laurea magistrale in Ingegneria aeronautica e Ingegneria spaziale e astronautica, ma il livello di competenze conseguito al



termine del percorso formativo permette comunque di inserirsi ed operare con successo nel mondo del lavoro. Conseguentemente il curriculum proposto fornisce una solida preparazione di base nei campi della matematica, della fisica e della chimica, affiancata dalle necessarie competenze sulle tematiche proprie dell'ingegneria industriale, e completata da una adeguata conoscenza degli aspetti fondamentali delle discipline caratterizzanti sia l'ingegneria aeronautica, sia l'ingegneria spaziale. I laureati sono in grado di affrontare e risolvere problemi ingegneristici del settore e di aree tecniche affini, con approccio rigoroso e interdisciplinare e di comunicare efficacemente i risultati del lavoro.

Durante il percorso formativo vengono sviluppate in progressione le seguenti principali competenze e abilità: Formazione di base: prevalentemente nel corso del primo anno, sono fornite le conoscenze fondamentali sull'analisi matematica, la geometria, la fisica e la chimica, con alcuni approfondimenti negli anni successivi per quel che concerne le aree dei metodi numerici per l'ingegneria e, nell'ambito delle materie a scelta, della statistica. Ingegneria industriale: lo studente acquisisce competenze generali che sono comuni agli ingegneri dell'area industriale sulla fisica matematica, la meccanica dei solidi e delle strutture, la scienza e tecnologia dei materiali, l'elettrotecnica, la meccanica applicata e il disegno tecnico. I relativi insegnamenti sono erogati principalmente nel secondo anno. Fondamenti dell'ingegneria aerospaziale: riguarda le conoscenze di base nelle aree che caratterizzano l'ingegneria aerospaziale, quali l'aerodinamica, la meccanica del volo, le costruzioni e strutture, la propulsione, i sistemi e le telecomunicazioni. Tali competenze sono acquisite prevalentemente nel corso del terzo anno. La preparazione nell'area tematica aerospaziale è integrata da moduli di laboratorio che, erogati al terzo anno, contribuiscono allo sviluppo di competenze trasversali e applicative, anche ai fini dell'inserimento nel mondo del lavoro. Infine, sempre durante il terzo anno del corso di studio lo studente può focalizzare il percorso formativo nell'area dell'ingegneria aeronautica, inclusi aspetti introduttivi su tematiche di economica e gestione, oppure nell'area di ingegneria spaziale. La conclusione del percorso formativo prevede una prova finale che consiste nella elaborazione di una breve dissertazione redatta sotto la supervisione di un relatore e discussa dal candidato davanti a una commissione di laurea.



► **Curriculum: Ingegneria Aerospaziale**

ATTIVITÀ DI BASE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Matematica, informatica e statistica	<ul style="list-style-type: none"> • Analisi matematica I • Analisi matematica II • Geometria • Metodi numerici con elementi di programmazione
Fisica e chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica I • Fisica II • Chimica
ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Ingegneria aerospaziale	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica applicata e Disegno Mod I • Propulsione aerospaziale • Propulsione aeronautica • Propulsione spaziale • Sistemi propulsivi aeronautici • Aerodinamica • Analisi e progetto multidisciplinare di velivoli • Modellistica per la progettazione • Ambiente spaziale • Impianti aeronautici • Sistemi per l'esplorazione spaziale • Sistemi spaziali • Costruzioni aerospaziali • Requisiti e analisi di configurazione • Tecnologia delle costruzioni aerospaziali metalliche e in composito • Meccanica del volo
Ingegneria dell'automazione	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica applicata e disegno • Mod II
Ingegneria dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Scienza e tecnologia dei materiali • Meccanica dei solidi e delle strutture
Attività formative affini o integrative	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica Tecnica • Elettrotecnica • Telecomunicazione per l'aerospazio • Modelli matematici per la meccanica



INGEGNERIA CHIMICA [*Chemical Engineering*]

- **Classe:** L-9 Ingegneria Industriale
- **Lingua:** Italiano;
- **Durata:** Triennale
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri metallurgici
 - Ingegneri chimici e petroliferi
 - Ingegneri dei materiali
 - Ingegneri industriali e gestionali

► Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Ingegnere chimica.

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Il laureato in Ingegneria Chimica consegue il titolo di studio di laureato di primo livello nella classe dell'Ingegneria Industriale e, in quanto tale, potrà svolgere le sue funzioni nell'ambito della progettazione, realizzazione e gestione dei sistemi industriali in senso lato. Il laureato in Ingegneria Chimica ha una preparazione solida e sufficientemente completa per quanto attiene alla preparazione nelle discipline di base dell'ingegneria industriale, integrata da una buona preparazione tecnica specifica sulle principali applicazioni proprie dell'ingegneria chimica. Al termine del percorso formativo il laureato possiede quindi gli strumenti intellettuali e metodologici necessari per conseguire rapidamente l'eventuale ulteriore specializzazione richiesta dalla professione.

La figura professionale del laureato di primo livello in Ingegneria Chimica corrisponde a quella dell'Ingegnere Junior, come codificata dall'Ordine Professionale, che può affrontare autonomamente, con le conoscenze di base necessarie e gli idonei strumenti tecnici e metodologici acquisiti, problemi relativi alla gestione dei processi di trasformazione delle sostanze chimiche, dei materiali e dell'energia.

L'Ingegnere Chimico di primo livello è in grado, grazie alla sua preparazione multidisciplinare, di collaborare e coordinarsi con figure professionali diverse (ingegneri industriali di varia specializzazione, chimici, fisici) e di svolgere funzioni di direzione e coordinamento di squadre di operai o piccoli gruppi di lavoro. Egli può quindi collocarsi utilmente come figura di raccordo tra gli addetti di profilo tecnico con diploma di istruzione tecnica o di scuola secondaria e i ruoli di dirigenza eventualmente in possesso di qualifica superiore (laurea magistrale o altra specializzazione superiore).

Il laureato in Ingegneria Chimica può esercitare la libera professione in qualità di Ingegnere Chimico Junior dopo aver superato l'Esame di Stato per l'abilitazione alla professione e previa iscrizione alla Sezione B dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di residenza.

In maggiore dettaglio le funzioni nel contesto di lavoro possono essere così declinate:

- ingegnere chimico junior addetto alla progettazione di apparecchiature ed impianti inseriti nell'ambito di processi (chimici, petrolchimici, ecc.) noti e consolidati;
- ingegnere chimico junior addetto alla gestione dei processi di produzione e trasformazione delle sostanze chimiche e dei materiali e alla conduzione dei relativi impianti;
- ingegnere chimico junior addetto alla gestione e/o alle ispezioni dei sistemi di sicurezza e di controllo ambientale in ambienti industriali, anche per conto di enti pubblici;
- ingegnere chimico junior all'interno di team multidisciplinari di ricerca e sviluppo nel campo dell'ingegneria chimica di processo e di prodotto;
- ingegnere chimico junior libero professionista, consulente di industrie chimiche, petrolchimiche, petrolifere, farmaceutiche e di processo, in genere.

- **Competenze associate alla funzione:**

Il percorso previsto per conseguire la laurea in Ingegneria Chimica è prevalentemente formativo e solo in minor misura professionalizzante. Le competenze acquisite dal laureato triennale sono quindi principalmente quelle fondamentali per formare il suo approccio metodologico e sviluppare il suo senso critico nella risoluzione di problemi di natura complessa. Le competenze acquisite direttamente spendibili nell'esercizio dell'attività lavorativa di Ingegnere Chimico con laurea di primo livello possono essere così declinate:

- approccio metodologico (matematico, chimico e fisico) alla descrizione dei problemi dell'ingegneria;



- capacità di schematizzazione e di suddivisione di un problema complesso nei suoi elementi semplici e di riduzione di un sistema o un processo complesso (ad esempio, un impianto chimico o un processo di produzione) nella sequenza dei suoi componenti o delle sue operazioni elementari;
- capacità di selezionare le metodologie, le materie prime e gli strumenti idonei per risolvere i principali problemi tecnici dell'ingegneria chimica;
- capacità di selezionare i materiali idonei per la costruzione dei componenti di un impianto chimico, in relazione alla funzione che essi dovranno svolgere e del loro possibile degrado in esercizio;
- sensibilità sugli aspetti principali della sicurezza degli impianti chimici;
- capacità di condurre esperimenti semplici e di analizzarne e interpretarne i dati;
- capacità di relazioni e collaborazioni interpersonali e di coordinamento;
- capacità di comunicazione efficace in forma scritta e orale;
- consapevolezza dell'impatto sulla società e delle implicazioni non tecniche delle soluzioni ingegneristiche adottate; responsabilità professionale ed etica.

- **Sbocchi occupazionali:**

Lo sbocco più naturale del laureato di primo livello è il proseguimento della formazione con un'ulteriore specializzazione nella laurea magistrale nella classe LM22 (Ingegneria Chimica) o in altre lauree magistrali affini, quali, ad esempio, quelle delle classi LM26 (Ingegneria della sicurezza) e LM53 (Scienza e Ingegneria dei Materiali).

Gli sbocchi nel mondo del lavoro sono principalmente collegati alle competenze professionalizzanti acquisite durante il corso di studi e comprendono posizioni in aziende, enti ed istituti coinvolti, a vario titolo, con i processi di trasformazione delle sostanze, dei materiali e dell'energia.

Gli ambiti nei quali un Ingegnere Chimico con laurea triennale può essere occupato, con le funzioni già più sopra dettagliate, sono i seguenti:

- Impianti chimici di produzione e trasformazione delle sostanze chimiche, raffinerie, complessi petrolchimici, industrie farmaceutiche, alimentari, biotecnologiche, ecc.
- Impianti di trasformazione delle materie prime e produzione e lavorazione dei materiali (metalli, polimeri, ceramici, vetri, compositi) per applicazioni nei diversi campi dell'ingegneria (chimica, meccanica, aerospazio, elettrica ed elettronica, energia, edilizia, trasporti, biomedica, beni culturali).
- Società di ingegneria che progettano, sviluppano e realizzano processi e impianti.
- Impianti di depurazione e trattamento acque e rifiuti.
- Laboratori e strutture pubbliche addetti all'ispezione e al controllo ambientale e della sicurezza.
- Centri di ricerca e laboratori industriali di ricerca e sviluppo in aziende ed enti pubblici e privati nei diversi campi dell'ingegneria chimica, di processo e di prodotto.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il corso di laurea si prefigge anzitutto di fornire all'Ingegnere Chimico una preparazione solida nelle scienze di base (matematica, fisica e chimica) e nelle scienze generali dell'ingegneria (elettrotecnica, macchine, materiali e scienza delle costruzioni) che gli consenta di interagire con gli specialisti degli altri settori dell'ingegneria industriale.

La formazione specifica dell'Ingegnere Chimico è diretta principalmente alla gestione delle trasformazioni chimico-fisiche dei materiali, attraverso la conoscenza e la capacità di selezionare le tipologie dei processi, le condizioni operative e le apparecchiature in cui realizzarli.

L'Ingegnere Chimico possiede gli strumenti metodologici necessari alla comprensione dei principi termodinamici, delle operazioni unitarie e dei sistemi reattivi, nonché degli aspetti relativi alla progettazione ed alla gestione degli impianti. Il solido patrimonio di conoscenze, quand'anche non eccessivamente dettagliate, consente all'Ingegnere Chimico di affrontare direttamente problematiche ordinarie, ma lo mette altresì in grado di reperire ed utilizzare le informazioni necessarie alla risoluzione di casi più complessi.

Il percorso formativo prevede un unico curriculum, articolato su 3 anni. Nel primo anno prevalgono nettamente le attività formative di base, finalizzate all'acquisizione di conoscenze e metodologie proprie della matematica, della fisica e della chimica che costituiscono i fondamenti necessari per la comprensione dei fenomeni che sono alla base della trasformazione della materia; queste attività si completano entro il secondo anno di corso. A partire dal secondo anno prevalgono, invece, le attività caratterizzanti e quelle affini e integrative, volte all'acquisizione dei fondamenti teorici e dei concetti chiave dell'ingegneria chimica e



dell'ingegneria industriale. Queste attività iniziano al primo anno, con l'acquisizione di conoscenze di chimica industriale organica, e si intensificano al secondo anno, con l'acquisizione delle conoscenze relative alle caratteristiche e agli impieghi dei materiali e dell'acqua utilizzata nei processi, agli aspetti teorici e metodologici della termodinamica, nonché ai fondamenti tecnici progettazione di strutture e dell'utilizzo dell'energia elettrica. Nel corso del terzo anno si completa l'acquisizione dei fondamenti teorici e metodologici relativi all'analisi dei dati, al trasporto di materia, calore e quantità di moto, alle operazioni di separazione ed alle apparecchiature ed impianti in cui esse si realizzano, e si acquisiscono le conoscenze relative ai più importanti processi chimici nonché le conoscenze dei fondamenti tecnici la base del funzionamento delle macchine termiche e di quelle usate per la movimentazione dei fluidi.

Il corso è completato dalle attività formative a scelta libera e da quelle volte alla conoscenza dell'informatica e della lingua inglese e allo svolgimento di una prova finale, che consiste nella stesura e presentazione di un elaborato. Non sono previste attività pratiche professionalizzanti, ma è possibile associare le attività relative alla prova finale ad un tirocinio presso aziende o enti di ricerca.

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% dello stesso.



► **Curriculum: Ingegneria Chimica**

ATTIVITÀ DI BASE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Matematica, informatica e statistica	<ul style="list-style-type: none"> • Analisi matematica I • Analisi matematica II • Geometria
Fisica e chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica generale I • Fisica generale II • Chimica I
ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Ingegneria chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Chimica industriale organica • Processi chimici industriali • Laboratorio di analisi dei dati • Impianti chimici • Termodinamica per l'ingegneria chimica • Fenomeni di trasporto I • Fondamenti delle operazioni di separazione • Metallurgia
Ingegneria dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Materiali • Materiali II • Tecnologie di chimica applicata
Ingegneria della sicurezza e protezione industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Scienza e tecnologia dei materiali
ATTIVITÀ AFFINI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Macchine I
Elettrotecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettrotecnica



INGEGNERIA CLINICA [Clinical Engineering]

- **Classe:** L-9 Ingegneria Industriale
- **Lingua:** Italiano;
- **Durata:** Triennale
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Tecnici di apparati medicali e per la diagnostica medica

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Funzione in un contesto di lavoro:

Le funzioni professionali prevalenti dell'ingegnere clinico sono quelle di addetto al controllo, alla manutenzione e alle prove di efficienza degli apparati e dei sistemi tecnologici dedicati a specifici trattamenti terapeutici, ovvero degli apparati e dei sistemi di diagnostica radiografica, sonografica e di acquisizione ed elaborazione dei dati fisiologici e dello stato clinico dei pazienti.

Competenze associate alla funzione:

I laureati in ingegneria clinica hanno conoscenze della matematica e delle altre scienze di base e adeguate competenze sugli aspetti metodologici e operativi dell'ingegneria clinica che consentono loro di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi e processi; di condurre esperimenti e di analizzarne ed interpretarne i dati. Inoltre, le competenze acquisite consentono loro di comprendere le soluzioni ingegneristiche nel contesto economico e sociale dell'ambito sanitario.

Sbocchi occupazionali:

L'ambito professionale tipico per il laureato in ingegneria clinica piuttosto ampio coinvolge numerosi settori. Riguarda in particolare:

- Industrie nel settore biomedico e farmaceutico fornitrici di materiali, apparecchiature e sistemi per diagnosi, cura e riabilitazione dei pazienti;
- Aziende ospedaliere pubbliche e private;
- Società di servizi per la gestione delle apparecchiature e degli impianti in ambito sanitario ed industriale;
- Laboratori clinici e di diagnosi specialistiche;
- La sicurezza dell'uomo in generale e del malato in particolare;

La percentuale dei laureati che proseguono gli studi nella laurea magistrale di Ingegneria Biomedica per completare il percorso di studi è molto significativa.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

I laureati in Ingegneria Clinica hanno conoscenze approfondite della matematica e delle altre scienze di base e adeguate competenze sugli aspetti metodologico operativi tali da permettere di descrivere ed interpretare i problemi dell'Ingegneria e delle Scienze dell'Ingegneria sia in generale sia in modo approfondito a quelli relativi all'Ingegneria Industriale e all'Ingegneria Clinica, in cui sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati.

Tali conoscenze consentono loro di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi, di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati. Inoltre consentono loro di comprendere le soluzioni ingegneristiche nel contesto economico, sociale e fisico-ambientale. Il corso volto a formare la figura professionale dell'ingegnere clinico, area industriale, che svolge attività tecnico-scientifica nelle Ditte Produttrici di Apparecchiature per diagnosi e terapia, nonché nelle strutture Sanitarie pubbliche e private. Ci comporta l'acquisizione di competenze e responsabilità nelle attività di collaudo, controllo, gestione di apparecchiature, impianti e strutture. Materie caratterizzanti sono sicuramente: scienza delle costruzioni, misure meccaniche, ottimizzazione, elettronica, strumentazione biomedica ecc.

Nel percorso formativo che viene proposto per la formazione dell'ingegnere clinico si ritiene indispensabile la conoscenza delle responsabilità etiche e professionali, dei contesti aziendali nonché della cultura di impresa nei suoi aspetti economici, gestionali ed organizzativi. Si ritiene inoltre indispensabile la presenza di una buona cultura di base e di una adeguata attività pratica; tutto ci permette di avere capacità di comunicazione sia in forma scritta che orale in italiano ed almeno in una lingua dell'Unione Europea. Con il termine "Cultura di



base” si è inteso un ampio spettro di conoscenze relative alla matematica, fisica, chimica, meccanica e macchine, scienza delle costruzioni, fisica tecnica, elettronica e controlli automatici. Inoltre per favorire un inserimento rapido nel mondo del lavoro è stato previsto un laboratorio di informatica e una intensa attività pratica da svolgersi nei vari laboratori con l’ausilio di tecniche avanzate ed ulteriori attività pratiche sono previste nella preparazione della prova finale.

Il corso di laurea in Ingegneria Clinica prevede un primo anno di studi dedicato all’acquisizione degli elementi scientifici di base delle discipline di formazione matematico-chimico-fisiche nonché informatiche e di anatomia. Il secondo anno completa la formazione di base e si incentra sulle discipline tecniche e di carattere generale per l’Ingegneria Industriale quali la Scienza delle costruzioni, l’Elettrotecnica e la Fisica Tecnica, già vista per l’ambito della formazione specifica. Infine, il terzo anno dedicato all’acquisizione di una formazione più specialistica nel settore clinico con le discipline della strumentazione biomedica, dell’Elaborazione dei segnali e degli impianti ospedalieri.

La quota di tempo riservata allo studio individuale definita nel Regolamento Didattico del corso di studio.



► **Curriculum: Ingegneria Clinica**

ATTIVITÀ DI BASE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Matematica, informatica e statistica	<ul style="list-style-type: none"> • Analisi matematica I • Analisi matematica II • Geometria • Laboratorio di informatica
Fisica e chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica I • Fisica II • Chimica I
ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Ingegneria biomedica	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica I • Segnali deterministici e stocastici ed elaborazione dati e segnali biomedici I • Elaborazione dati e segnali biomedici I • Scienza delle costruzioni e meccanica dei sistemi biologici • Meccanica dei sistemi biologici
Ingegneria elettrica ed energetica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettrotecnica- impianti e macchine elettriche • Impianti ospedalieri • Fisica Tecnica
Ingegneria della sicurezza e protezione industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Scienza delle costruzioni • Scienza delle costruzioni e meccanica dei sistemi biologici
Ingegneria meccanica	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche
ATTIVITÀ AFFINI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Segnali deterministici e stocastici ed elaborazione dati e segnali biomedici I • Segnali deterministici e stocastici • Fondamenti di automatica
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettronica • Campi elettromagnetici
Anatomia Umana	<ul style="list-style-type: none"> • Seminari e laboratorio di anatomia e fisiologia umana
Idraulica	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica dei fluidi



INGEGNERIA ELETTROTECNICA [*Electrical Engineering*]

- **Classe:** L-9 Ingegneria Industriale
- **Lingua:** Italiano;
- **Durata:** Triennale
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Elettrotecnici
 - Tecnici della conduzione e del controllo di catene di montaggio automatiche
 - Tecnici della produzione di servizi

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Ingegnere elettrotecnico

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Come addetto alla progettazione:

- collabora alla modellazione ed alla progettazione esecutiva di componenti, apparecchi e sistemi elettrici e di dispositivi elettrici/elettronici di potenza relativi ad articoli o prodotti commerciali di media complessità; nell'ambito delle industrie elettriche, elettromeccaniche, meccaniche e manifatturiere in genere;
- progetta impianti elettrici di distribuzione in bassa tensione (B.T). in ambiente industriale e civile ed impianti di illuminazione;
- collabora alla progettazione di impianti elettrici in M.T. e di sistemi di interfacciamento/conversione tra sorgenti di energia elettrica da fonti rinnovabili e rete di distribuzione.

In qualità di addetto alla produzione:

- collabora a controllare l'affidabilità; e la qualità; di processo e di prodotto nell'ambito dell'industria elettrica ed elettromeccanica;
- opera nella gestione, controllo e manutenzione di sistemi elettrici per l'energia e di impianti e reti per i sistemi elettrici di trasporto;
- esegue prove convenzionali relative al collaudo ed alla diagnostica di apparecchiature elettriche, alla compatibilità; elettromagnetica ed alla di sicurezza elettrica;
- si occupa di qualità; dell'energia elettrica, di risparmio energetico in ambito elettrico, di energy management e di energy trading nel mercato liberalizzato dell'energia elettrica;
- verifica l'efficienza dei macchinari e delle strumentazioni;
- analizza e programma i tempi e i metodi da utilizzare per la lavorazione.

Nell'ambito del settore Ricerca e sviluppo:

- esegue la sperimentazione su componenti ed apparecchiature elettriche mediante apparati di misura convenzionali e definisce i protocolli per le prove di verifica e di collaudo.

- **Competenze associate alla funzione:**

Per lo svolgimento delle funzioni sopra descritte sono richieste specifiche conoscenze, competenze, capacità e abilità di tipo specialistico in ambito tecnico-ingegneristico. Nello specifico, le competenze associate alla figura professionale dell'ingegnere elettrotecnico sono le seguenti:

- buone conoscenze degli aspetti teorico-scientifici della matematica, della fisica e delle altre scienze di base finalizzate all'interpretazione e descrizione dei problemi dell'ingegneria industriale in generale e dell'energia elettrica in particolare;
- buone conoscenze negli ambiti disciplinari della termodinamica, della meccanica e dell'elettronica;
- approfondita conoscenza dei principali componenti, della struttura e del funzionamento degli impianti elettrici;
- approfondita conoscenza della gestione delle macchine elettriche maggiormente diffuse in ambito principali aspetti;
- modellistica di sistemi elettrici ed elettromeccanici (reti elettriche e macchine ed elettriche) di media complessità;
- approfondita conoscenza delle tecniche di misura di segnali elettrici;
- approfondita conoscenza delle tecniche e tecnologie per la diagnostica dei sistemi elettrici e per l'analisi della loro affidabilità;



- capacità di comprensione dei fenomeni dinamici e transitori caratteristici di sistemi di elettrici, elettromeccanici ed elettronici di media complessità;
- capacità di auto-apprendimento e di aggiornamento continuo, adeguate competenze trasversali di tipo comunicativo-relazionale, organizzativo-gestionale e di programmazione.

- **Sbocchi occupazionali:**

Il laureato in Ingegneria Elettrotecnica è in grado di inserirsi prontamente e di operare proficuamente, in qualità di dipendente o di libero professionista, in forma sia individuale sia associata, in ogni ambito lavorativo della società in cui i sistemi, gli apparecchi ed i componenti elettrici rivestono un ruolo di rilievo. L'ambito professionale tipico per il laureato in Ingegneria Elettrotecnica è piuttosto ampio e coinvolge numerosi settori. Riguarda, in particolare:

- industrie per la produzione di apparecchiature, macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza, per l'automazione industriale e la robotica;
- la gestione di aziende con elevata automazione industriale e sistemi robotizzati;
- imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica;
- imprese ed enti per la progettazione, la pianificazione, l'esercizio ed il controllo di sistemi elettrici per l'energia;
- aziende e imprese per la progettazione e gestione dei sistemi elettrici di trasporto;
- aziende municipali di servizi; - enti pubblici e privati operanti nel settore dell'approvvigionamento energetico;
- aziende produttrici di componenti di impianti elettrici e termotecnica;
- studi di progettazione in campo energetico;
- aziende ed enti civili e industriali in cui è richiesta la figura del responsabile dell'energia, della sicurezza e della qualità ad essa connessa.
- le aziende e gli enti in cui è richiesta la figura dell'esperto in compatibilità elettromagnetica ed inquinamento elettromagnetico ambientale

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il corso di laurea in Ingegneria Elettrotecnica ha l'obiettivo di fornire una solida preparazione scientifica di base nell'ambito della matematica, della fisica e della meccanica dei continui, insieme ad un panorama delle problematiche tecniche e dei metodi ingegneristici per la soluzione di problemi nel campo professionale dell'ingegneria Elettrotecnica. Il livello di competenze conseguito al termine del percorso formativo permette al laureato di inserirsi ed operare nel mondo del lavoro. La preparazione generale fornita consente al laureato di acquisire, anche autonomamente, ulteriori competenze specifiche. 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% dello stesso. Il percorso formativo è articolato in semestri nei quali vengono sviluppate in progressione e con vincolo di propedeuticità, le seguenti principali competenze e abilità: I anno di corso: formazione generale (analisi matematica, geometria, fisica, con approfondimenti prevalenti di meccanica e termodinamica, chimica, abilità computistiche); II anno di corso: prosecuzione della formazione generale (analisi numerica, fisica, con approfondimenti prevalenti di elettrostatica e campi elettromagnetici) e formazione di base nelle materie ingegneristiche (fisica tecnica, scienza delle costruzioni, meccanica, elettronica, elettrotecnica e materie affini strettamente collegate alla formazione ingegneristica); III anno di corso: formazione nei settori caratterizzanti l'ingegneria elettrica (misure elettriche, elettronica industriale di potenza, componenti e tecnologie elettriche). Il corso di laurea fa parte di una Rete Italo-Francese per l'acquisizione del doppio titolo presso selezionate Università e Grandes Ecoles di Parigi, Grenoble, Tolosa, Nantes e Nizza. L'accordo tra L'Ateneo "La Sapienza" e gli Istituti francesi definisce le modalità operative e la lista dei titoli di I livello, Licence, che può essere acquisito presso ciascuno degli Istituti che partecipano all'accordo. Inoltre, al pari di altre lauree erogate dalla Facoltà di Ingegneria Civile ed Industriale, la Laurea in Ingegneria Elettrotecnica permette di ottenere, sotto opportune condizioni, anche il doppio titolo italo-venezuelano.



► **Curriculum: Ingegneria Elettrotecnica**

ATTIVITÀ DI BASE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Matematica, informatica e statistica	<ul style="list-style-type: none"> • Analisi matematica I • Analisi matematica II • Geometria • Analisi numerica
Fisica e chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica generale I • Fisica generale II • Chimica
ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Ingegneria dell'automazione	<ul style="list-style-type: none"> • Fondamenti di meccanica • Misure elettriche • Componenti e tecnologie elettriche
Ingegneria elettrica	<ul style="list-style-type: none"> • Cad e tecniche di programmazione • Elettronica industriale di potenza • Elettrotecnica I • Elettrotecnica II
Ingegneria energetica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica tecnica
Ingegneria della sicurezza e protezione industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Scienza delle costruzioni
ATTIVITÀ AFFINI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Fondamenti di automatica
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettronica applicata



INGEGNERIA ENERGETICA [Energy Engineering]

- **Classe:** L-9 Ingegneria Industriale
- **Lingua:** Italiano;
- **Durata:** Triennale
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Tecnici del risparmio energetico e delle energie rinnovabili
 - Tecnici della produzione di energia termica ed elettrica
 - Tecnici dell'esercizio di reti di distribuzione di energia elettrica

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Ingegnere energetico.

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Il corso di laurea in Ingegneria Energetica prepara alla professione di Ingegnere industriale, competente sui sistemi energetici alimentati da combustibili convenzionali, fonti rinnovabili ed energia nucleare.

- **Competenze associate alla funzione:**

Gli ambiti professionali tipici per i laureati di primo livello in Ingegneria Energetica sono quelli relativi alla programmazione e gestione di sistemi energetici, anche con riferimento alle problematiche di manutenzione, sicurezza e controllo e risparmio energetico.

Le competenze associate sono relative a:

- attività di progettazione e gestione dei sistemi energetici, anche e soprattutto qualora siano richieste competenze tecniche multidisciplinari e coinvolgimento negli aspetti economico-organizzativi e gestionali;
- attività di manutenzione e controllo dei sistemi energetici, anche in relazione alla sicurezza degli stessi;
- attività di ricognizione delle risorse energetiche e delle relative opportunità di risparmio energetico;
- attività legate alla promozione, sviluppo e utilizzo del mercato energetico.

- **Sbocchi occupazionali:**

Gli sbocchi professionali previsti sono nei settori dell'approvvigionamento energetico e della produzione di energia termica ed elettrica, sia da fonti energetiche convenzionali, che rinnovabili e nucleari, nell'analisi di sicurezza e d'impatto ambientale.

Più del 90% dei laureati in Ingegneria Energetica prosegue i propri studi nelle lauree magistrali. Questo costituisce quindi il primo sbocco post-laurea.

Il laureato Ingegneria Energetica potrà anche operare, sia in Italia che all'estero, in studi professionali, nelle imprese manifatturiere o di servizi, nelle amministrazioni pubbliche e nelle grandi aziende, secondo le figure professionali definite ai punti precedenti.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea in Ingegneria Energetica è dedicato alla formazione di base matematica, fisica e chimica, alla preparazione nelle materie caratterizzanti l'Ingegneria Industriale e alla formazione nel campo delle metodologie, tecniche e attività caratteristiche dei sistemi energetici alimentati da combustibili convenzionali, da fonti rinnovabili e da fonti nucleari. La preparazione è a largo spettro nelle principali discipline proprie ed affini al settore dell'energia, preparazione che spazia dalle tecniche di progettazione, alle problematiche di impatto ambientale e alla valutazione tecnico economica degli investimenti energetici e fornisce una base in tutte le applicazioni energetiche e nelle molteplici soluzioni impiantistiche ad esse collegate.

E' previsto un primo anno dedicato all'acquisizione degli elementi scientifici di base delle discipline di formazione matematico-chimico-fisiche; un secondo anno dedicato principalmente alle discipline tecniche dell'ingegneria industriale quali la Scienza delle costruzioni, la Fisica Tecnica, le Macchine e l'Elettrotecnica; un terzo anno dedicato, infine, all'acquisizione di una formazione più specialistica nel settore energetico, caratterizzata da corsi di tipo tecnico impiantistico ed energetico, che forniscono agli studenti una visione



completa del panorama delle fonti energetiche, anche dal punto di vista degli aspetti della sicurezza, tra i quali si citano "Sistemi energetici", "Sicurezza e impatto ambientale dei sistemi energetici", Impiantistica Termotecnica e "Applicazione dell'Energia Nucleare".

Il percorso di Laurea è unico, proprio per garantire la completezza di formazione sopra riportata a tutti i laureati, con la possibilità di selezione degli esami a scelta libera (12 crediti) e delle attività formative di laboratorio o tirocinio, da svolgere presso industrie, enti di ricerca e società di ingegneria.

Obiettivi formativi specifici del corso di Laurea in Ingegneria Energetica sono:

- creare una figura di ingegnere che, oltre ad una preparazione specifica estesa ai diversi filoni dell'energetica (dall'energia da combustibili fossili all'energia da fonte nucleare e da fonti rinnovabili), presenti anche una buona conoscenza degli inscindibili problemi ambientali e di sicurezza ad essi collegati, nonché dei diversi accorgimenti per massimizzare il risparmio energetico;
- utilizzare la multidisciplinarietà ed interdisciplinarietà propria del corso di laurea, per garantire alla figura dell'ingegnere energetico i presupposti di una maggiore flessibilità rispetto a futuri cambiamenti del settore lavorativo nell'ambito dell'Ingegneria Industriale, versatilità oggi sempre più spesso richiesta dal mondo del lavoro.

Gli obiettivi formativi sono ottenuti attraverso:

- una robusta preparazione di base e approfondimenti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base e degli argomenti classici dell'ingegneria;
- il trasferimento di conoscenze relative alla molteplicità di metodologie e sistemi energetici e delle relative problematiche riguardanti la loro progettazione, gestione, sicurezza e controllo e dei processi e servizi a loro associati;
- gli approfondimenti di laboratorio e di progettazione di semplici sistemi energetici (Altre Attività Formative, AAF).

La suddivisione del curriculum del corso di Laurea prevede che i 180 crediti (CFU), previsti per il raggiungimento del titolo, siano così ripartiti:

- a) 54 CFU acquisiti mediante attività formative di base quali le Analisi Matematiche 1 e 2, la Fisica 1 e 2, la Geometria e la Chimica;
- b) 78 CFU acquisiti mediante attività formative caratterizzanti, quali la Fisica Tecnica, la Scienza delle Costruzioni, l'Elettrotecnica, i Sistemi di monitoraggio e controllo, i Sistemi energetici, la Sicurezza, l'Impiantistica e le Applicazioni dell'energia nucleare;
- c) 24 CFU acquisiti per attività formative affini, quali le Tecnologie dei materiali, le Macchine e l'Analisi e calcolo numerico;
- d) 12 CFU per attività formative autonomamente scelte dallo studente, preferibilmente tra gli insegnamenti delle altre lauree in ingegneria industriale;
- e) 3 CFU per l'idoneità relativa alla conoscenza della lingua inglese;
- f) 3 CFU per la prova finale in forma di elaborato scritto da svilupparsi sotto la guida di un docente del Corso di Studio o della facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, anche in collaborazione con università/enti/società/imprese esterni operanti nel settore;
- g) 6 CFU per tirocini, stage e attività di progettazione e laboratorio, contraddistinte come Altre Attività Formative.



► **Curriculum: Ingegneria Energetica**

ATTIVITÀ DI BASE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Matematica, informatica e statistica	<ul style="list-style-type: none"> • Analisi matematica I • Analisi matematica II • Geometria
Fisica e chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica generale I • Fisica generale II • Chimica
ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Ingegneria elettrica	<ul style="list-style-type: none"> • Elementi di elettrotecnica e impianti elettrici
Ingegneria energetica	<ul style="list-style-type: none"> • Applicazioni dell'energia nucleare • Sicurezza e impatto ambientale dei sistemi energetici • Sistemi di monitoraggio e controllo degli impianti energetici • Fisica tecnica • Impiantistica termotecnica
Ingegneria dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Scienza delle costruzioni
Ingegneria meccanica	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi energetici • Impianti combinati e cogenerativi
ATTIVITÀ AFFINI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia dei materiali e chimica applicata
Analisi numerica	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Analisi e calcolo numerico</u>
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Macchine I



INGEGNERIA MECCANICA [*Mechanical Engineering*]

- **Classe:** L-9 Ingegneria Industriale
- **Lingua:** Italiano; Inglese
- **Durata:** Triennale
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Tecnici meccanici

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Ingegnere meccanico.

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

I laureati in ingegneria meccanica, nonostante trovino naturale sbocco del completamento della formazione proseguendo nella Laurea Magistrale, si possono comunque applicare in diversi contesti di lavoro tecnico a supporto sia delle attività di progettazione sia di gestione di sistemi, laboratori ed esperimenti. I settori specifici delle competenze saranno ovviamente quelli dell'area meccanica presenti nei maggiori ambiti industriali (industrie meccaniche ed elettromeccaniche, per la conversione dell'energia, automazione e robotica; imprese manifatturiere in generale per la produzione, l'installazione ed il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione).

- **Competenze associate alla funzione:**

Le competenze associate alle funzioni sopramenzionate sono:

- La capacità di analisi e modellazione analitica di problemi di base;
- La capacità di applicazione verso le soluzioni tecniche dell'ingegneria di base (verifica e dimensionamento di componenti e strutture di uso comune nell'ingegneria industriale);
- L'abilità nell'uso di strumenti di calcolo e modellazione aggiornati (quale ad esempio l'impiego di software di calcolo, di sistemi CAD e CAM). oltre che:
- l'esercizio nella stesura di relazioni tecniche;
- l'addestramento all'uso degli strumenti di comunicazione e gestione del lavoro basate su sistemi informatici

- **Sbocchi occupazionali:**

I settori coinvolti come sbocchi occupazionali sono quindi quelli relativi all'industria meccanica ed elettromeccanica, alla produzione e gestione di energia, automazione e robotica; imprese manifatturiere per quanto concerne la produzione, l'installazione ed il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

La Laurea in Ingegneria Meccanica si propone di formare alle competenze di base, teoriche e tecniche, per l'ingegneria meccanica., consentendo all'ingegnere meccanico di avere un quadro generale delle problematiche inerenti all'ingegneria industriale. Le materie oggetto degli studi sono state scelte e articolate per formare una solida preparazione di base che possa aiutare l'allievo a comprendere ed analizzare, prima ancora che risolvere, le sfide dell'ingegneria. Esse sono raggruppabili in:

- materie di base (Matematica, Fisica e Chimica), - materie affini e integrative (quali ad es. elettrotecnica, fluidodinamica, scienza dei materiali e metallurgia, elettronica applicata),
 - e materie caratterizzanti l'ingegneria meccanica (quali ad esempio la meccanica applicata alle macchine, i sistemi energetici, la progettazione meccanica, la tecnologia meccanica e gli impianti industriali)
- articolate in successione temporale tale da progredire consequenzialmente nelle conoscenze e nell'approfondimento tecnico specifico all'ingegneria meccanica.

Completano il curriculum attività formative aggiuntive per un massimo di 21 crediti, elaborato di tesi incluso, in cui l'allievo, previa approvazione del CDA, potrà personalizzare il proprio percorso formativo nei confronti di quei temi che riterrà più rilevanti alla sua maturazione tecnico-scientifica.

Attraverso questa articolazione didattica si intende formare l'allievo alle conoscenze teoriche e pratiche alla base dell'ingegneria meccanica, ovvero:



- Comprensione e applicazione all'ingegneria dei concetti fondamentali della matematica e della fisica - Analisi cinematica e dinamica del corpo rigido
- Teorie di dimensionamento, verifica strutturale e termofluidodinamica di apparati meccanici
- Conoscenza dei sistemi energetici
- Conoscenza del comportamento dei materiali metallici e non metallici
- Comprensione e progettazione di base dei processi tecnologici e delle soluzioni impiantistiche
- Redazione e comprensione di designi tecnici

Sviluppando competenze di analisi e descrizione dei problemi che lo metteranno in condizione di:

- affiancare e supportare le attività di ingegneria di routine nell'ambito meccanico (verifiche e dimensionamenti di base nell'ambito della meccanica calda e fredda, dell'impiantistica; supporto alle valutazioni tecnologiche e produttive nelle fasi di ingegnerizzazione e produzione, controllo qualità e manutenzione);
- sviluppare, con opportuna formazione di più alto livello, tutte le capacità necessarie all'esercizio autonomo delle attività (sviluppo e ingegnerizzazione di sistemi complessi mediante competenze tecniche altamente specializzate, capacità di analisi e sintesi mediante modelli teorici, autonomia di valutazione, gestione e programmazione delle risorse e delle attività).



► **Curriculum: Ingegneria Meccanica**

ATTIVITÀ DI BASE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Matematica, informatica e statistica	<ul style="list-style-type: none"> • Analisi matematica I • Analisi matematica II • Geometria • Meccanica razionale
Fisica e chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica generale I • Fisica generale II • Chimica
ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Ingegneria meccanica	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti industriali • Tecnologia meccanica • Disegno di macchine • Elementi costruttivi delle macchine • Meccanica applicata alle macchine • sistemi energetici
Ingegneria della sicurezza e della protezione industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica dei solidi
ATTIVITÀ AFFINI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fondamenti chimici delle tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Materiali non metallici per l'ingegneria
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Fluidodinamica
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Metallurgia meccanica
Elettrotecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettrotecnica • Elettrotecnica applicata
Probabilità e statistica matematica/analisi numerica	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilità e statistica • Calcolo numerico



LAUREE MAGISTRALI



INGEGNERIA AERONAUTICA [*Aeronautical engineering*]

- **Classe:** LM-20 Ingegneria Aerospaziale e Astronautica
- **Lingua:** Italiano, Inglese;
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri aerospaziali e astronautici

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

• **Funzione in un contesto di lavoro:**

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

I principali profili professionali sono rappresentati da:

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

Le funzioni sono molteplici: le principali riguardano la realizzazione di studi di fattibilità, la definizione dei requisiti e la formulazione delle specifiche progettuali a livello di sistema e sottosistema, la progettazione preliminare ed esecutiva, la progettazione e conduzione di prove sperimentali di qualifica e accettazione, dai test in laboratorio di componenti o sottosistemi alle prove di volo degli aeromobili, la gestione dei processi di certificazione o manutenzione, la pianificazione e gestione delle operazioni a livello di velivolo commerciale, linea aerea e/o aeroporto. Il laureato magistrale in Ingegneria aeronautica dopo qualche anno di esperienza coordina gruppi di tecnici avendo assunto la direzione di programmi di ricerca e sviluppo, e opera in posizioni manageriali nelle aziende del settore.

• **Competenze associate alla funzione:**

L'ingegnere aeronautico in grado di lavorare su sistemi di notevole complessità introducendo elementi di innovazione. Le conoscenze e capacità acquisite nel corso di studio consentono:

- di operare con autonomia su un campo ampio di problematiche tecniche, attraverso le diverse fasi che vanno dallo studio dello stato dell'arte all'analisi della normativa e dei requisiti, dallo sviluppo di modelli fisico-matematici alla conduzione di prove di validazione in simulazione o su componenti reali, con l'uso delle moderne metodologie di indagine teorica, numerica o sperimentale;
- di contribuire in gruppi di lavoro alla soluzione di problemi complessi in base alle ampie competenze acquisite, sulla base delle specificità del percorso formativo personale;
- di affrontare problemi di carattere economico-gestionale nelle aziende
- di operare in ambienti nazionali e internazionali con adeguata disponibilità alla mobilità;
- di lavorare efficacemente in team.

• **Sbocchi occupazionali:**

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.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

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 per 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 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.

Il corso consente inoltre l'acquisizione delle competenze e capacità fondamentali nell'area gestionale-economica e in quella della manutenzione.

Gli obiettivi formativi sono conseguiti 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.

Il percorso formativo prevede un primo anno comune a tutti i curricula 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 come quello dei sistemi di controllo. Nel secondo anno sono previsti due diversi curricula organizzati in gruppi a scelta, il primo, relativo alla modellistica e analisi per la progettazione aeronautica, ha gli obiettivi, definiti sulla base delle scelte dello studente, di formare specialisti nell'analisi dei materiali e delle strutture aeronautiche, di fornire i criteri e le tecniche di progettazione dei motori aeronautici unitamente agli strumenti per la determinazione delle prestazioni dei propulsori, e di creare le competenze necessarie ad affrontare problemi di analisi e progetto aerodinamico del velivolo completo o dei suoi componenti. Nello stesso curriculum inoltre è possibile costruire un percorso centrato sulle caratteristiche (strutture, aerodinamica e fisica del volo) delle macchine ad ala rotante.

Il secondo curriculum, relativo a sistemi di volo, gestioni e operazioni, consente allo studente di definire due distinti percorsi tematici: nel primo viene formato un ingegnere sistemista che opera nello scenario integrato di telecomunicazioni, navigazione, sorveglianza, sistemi di bordo, simulazione del volo e impianti aeroportuali, sulle aree tecnologiche della gestione del velivolo e del controllo del traffico aereo. L'altro percorso rivolto alla formazione di manager nelle industrie e/o aziende aeronautiche, e di specialisti nelle aree della manutenzione e delle operazioni, queste ultime a livello di velivolo commerciale, compagnia aerea e/o aeroporto.

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 corso di studio consente di acquisire titoli di doppia laurea con prestigiose università straniere.



► **Curriculum: Modellistica e analisi per la progettazione aeronautica**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Meccanica del volo	<ul style="list-style-type: none"> • Dinamica del volo • Meccanica del volo dell'elicottero
Propulsione aerospaziale	<ul style="list-style-type: none"> • Motori aeronautici • Combustion • Gas turbine combustors
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Gasdinamica • Aerodinamica numerica • Experimental aerodynamics • Turbulence • Aeroacoustics • Ipersonica • Aircraft and helicopter aerodynamics
Costruzioni e strutture aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Aeroelasticity • Strutture aeronautiche • Experimental testing for aerospace structures • Analisi termoelastica e piezoelettrica delle strutture aerospaziali
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Nonlinear analysis of structures
Costruzioni e strutture aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Aeroelasticity
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo delle vibrazioni e del rumore
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Aerospace materials
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo del traffico aereo
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems • Control of flying robots and robotic systems



► **Curriculum: Gestione ed operazioni nell'aviazione civile e sistemi di volo**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Propulsione aerospaziale	<ul style="list-style-type: none"> • Motori aeronautici • Air transport systems and airline operations and economics • Airline operations and economics
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Gasdinamica
Impianti e sistemi aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Air Transport System and airline operations and economics • Air transport system
Costruzioni e strutture aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Strutture aeronautiche • Aircraft Flight operations and maintenance • Aircraft maintenance management
Meccanica del volo	<ul style="list-style-type: none"> • Dinamica del volo • Meccanica del volo dell'elicottero • Guida e navigazione aerea • Aircraft Flight operations and maintenance • Aircraft flight operations
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Strade, ferrovie ed aeroporti	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastrutture aeroportuali
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Aviation regulations and safety management • Aviation safety management
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti elettrici aeronautici
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • ICAO standards and civil aviation regulations • Aviation regulations and safety management
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo del traffico aereo • Sistemi di assistenza al volo
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems • Optimal filtering • Control of flying robots and robotic systems
Sistemi di elaborazione delle informazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Artificial intelligence I
Anatomia patologica	<ul style="list-style-type: none"> • Human factors • Human performance • Aerospace physiology



INGEGNERIA SPAZIALE E ASTRONAUTICA [*Space and astronautical engineering*]

- **Classe:** LM-20 Ingegneria Aerospaziale e Astronautica
- **Lingua:** Italiano, Inglese;
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri aerospaziali e astronautici

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Le più importanti funzioni del laureato in Ingegneria spaziale e astronautica sono: - progettista di sistemi e componenti per l'accesso, l'utilizzo e la conoscenza dello spazio - responsabile di programmi industriali e scientifici che riguardano lanciatori, satelliti, missioni e telerilevamento - addetto e/o responsabile nell'ambito di pianificazione, realizzazione e gestione di missioni spaziali - addetto e/o coordinatore di attività di ricerca e sviluppo in ambito spaziale e astronautico - operatore/responsabile di collaudo, messa in opera e utilizzo di dispositivi, impianti, sistemi e strutture spaziali - progettista di sistemi e componenti, responsabile di programmi industriali e scientifici, ricercatore in aree-scientifico tecnologico affini o che richiedano le specifiche competenze dei laureati in ingegneria spaziale e astronautica.

- **Competenze associate alla funzione:**

- capacità di lavorare su sistemi di notevole complessità introducendo elementi di innovazione
- elaborazione autonoma di progetti con l'uso delle moderne metodologie di indagine teorica, numerica o sperimentale - capacità di operare in ambienti nazionali e internazionali con adeguata disponibilità alla mobilità
- capacità di lavorare efficacemente in team
- capacità di contribuire in gruppi di lavoro alla soluzione di problemi complessi in base alle ampie competenze acquisite, anche in relazione alle specificità del percorso formativo personale
- capacità di lavorare in ambito interdisciplinare grazie alle competenze di base e di quelle specifiche acquisite negli ambiti caratterizzanti dell'ingegneria aerospaziale.

- **Sbocchi occupazionali:**

I laureati in ingegneria spaziale e astronautica esercitano la loro professione tipicamente nei seguenti ambiti lavorativi:

- industrie del settore spaziale - piccole e medie imprese dell'indotto dell'industria operante nel settore spaziale
- centri di ricerca pubblici e privati nazionali ed internazionali
- agenzie spaziali nazionali ed internazionali
- società di consulenza
- società di servizi, enti di certificazione.

Il laureato magistrale in Ingegneria spaziale e astronautica è inoltre qualificato per inserirsi nelle attività dei settori affini che traggono vantaggio dall'elevato contenuto scientifico e tecnologico proprio di questo ambito culturale.



► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria spaziale e astronautica 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 di sistemi e sottosistemi. Il Corso si propone inoltre di offrire agli studenti una formazione adeguata sugli elementi fondamentali dei lanciatori, delle missioni interplanetarie dei veicoli astronautici, delle capsule di rientro e delle missioni umane nello spazio, con particolare riferimento agli aspetti sistemistici e scientifici. La formazione dello studente è finalizzata allo sviluppo degli strumenti di indagine e di progetto più avanzati e all'innovazione nell'industria spaziale, con particolare riferimento al miglioramento dell'efficienza ed alla riduzione dei pesi. 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 della laurea magistrale. Il percorso formativo prevede un primo anno durante il quale vengono consolidate le conoscenze nei settori caratterizzanti l'ingegneria spaziale (gasdinamica, costruzioni spaziali, meccanica del volo spaziale, propulsione spaziale, sistemi spaziali) e vengono fornite le basi in settori non compresi nella laurea triennale quali le telecomunicazioni, l'automatica e l'elettronica. Nel secondo anno sono previsti diversi curricula rivolti all'approfondimento nel campo dei lanciatori, delle piattaforme spaziali, della pianificazione di missioni spaziali e interplanetarie, e del telerilevamento spaziale. Un ulteriore curriculum che fornisce competenze di carattere generale nel settore è erogato completamente in lingua inglese. 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 corso di Laurea Magistrale in Ingegneria spaziale e astronautica fa parte di una Rete italo-francese per l'acquisizione del doppio titolo presso selezionate università e Grandes écoles di Parigi, Grenoble, Tolosa, Nantes e Nizza. L'accordo tra La Sapienza e gli istituti francesi definisce le modalità operative e la lista dei titoli che possono essere acquisiti presso ciascuna delle scuole che partecipano all'accordo.

► **Curriculum: Satelliti**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Propulsione aerospaziale	<ul style="list-style-type: none"> • Propulsione spaziale • Propulsori astronautici
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Gasdinamica
Costruzioni e strutture aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzioni spaziali • Strutture in materiale composito • Analisi e progetto di strutture spaziali • Tecnologie dei materiali aerospaziali • Multibody space structures
Meccanica del volo	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced spacecraft dynamics • Meccanica del volo dell'elicottero
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti elettrici spaziali
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettronica • Elettronica dei sistemi spaziali
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborazione delle immagini radar
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems



► **Curriculum: Lanciatori**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Propulsione aerospaziale	<ul style="list-style-type: none"> • Propulsione spaziale • Liquid rocket engines • Solid rocket motors
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Gasdinamica • Ipersonica
Impianti e sistemi aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Space missions and systems • Space guidance and navigation systems
Costruzioni e strutture aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzioni spaziali • Strutture in materiale composito • Analisi e progetto di strutture spaziali • Analisi termica e termoelastica delle strutture aerospaziali
Meccanica del volo	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica del volo spaziale • Meccanica del volo dei lanciatori
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Aerospace materials
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti elettrici spaziali
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettronica
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems • Digital control systems



► **Curriculum: Missioni**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Propulsione aerospaziale	<ul style="list-style-type: none"> • Propulsione spaziale • Propulsori astronautici
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Gasdinamica
Impianti e sistemi aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Space missions and systems • Space guidance and navigation systems
Costruzioni e strutture aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzioni spaziali • Strutture in materiale composito • Analisi e progetto di strutture spaziali • Analisi termica e termoelastica delle strutture aerospaziali
Meccanica del volo	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica del volo spaziale • Traiettorie interplanetarie • Advanced spacecraft dynamics
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Sistemi di elaborazione delle informazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Artificial intelligence I
Anatomia patologica	<ul style="list-style-type: none"> • Human factors
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettronica
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems



► **Curriculum: Telerilevamento spaziale**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Propulsione aerospaziale	<ul style="list-style-type: none"> • Propulsione astronautici
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Gasdinamica geofisica e astrofisica
Impianti e sistemi aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Space missions and systems • Space guidance and navigation systems
Costruzioni e strutture aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzioni spaziali • Strutture in materiale composito • Analisi e progetto di strutture spaziali
Meccanica del volo	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica del volo spaziale
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Topografia e cartografia	<ul style="list-style-type: none"> • Geodesia spaziale e geomatica
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti elettrici spaziali
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Elettronica e sensori ottici • Sensori ottici • Elettronica
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Campi elettromagnetici	<ul style="list-style-type: none"> • Telerilevamento a microonde • Osservazione della terra
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi e sensori radio • Elaborazione delle immagini radar • Sistemi radar spaziali • Internet per l'aerospazio



► **Curriculum: Aerospace engineering**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Propulsione aerospaziale	<ul style="list-style-type: none"> • Space propulsion • Rocket propulsion • Fundamentals of aerospace propulsion • Liquid rocket engines • Environmental impact of aircraft engines • Solid rocket motors
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Compressible flows • Numerical methods compressible flows • Theory of compressible flows • Aircraft aerodynamics and design • Experimental aerodynamics • Aeroacoustics
Impianti e sistemi aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Space missions and systems • Space guidance and navigation systems • Spacecraft design • Space robotic systems
Costruzioni e strutture aerospaziali	<ul style="list-style-type: none"> • Aerospace structures • Finite element analysis • Fundamentals of aerospace structures • Aeroelasticity • Experimental testing for aerospace structures • Multibody space structures
Meccanica del volo	<ul style="list-style-type: none"> • Spaceflight mechanics
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Aerospace materials
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems • Digital control systems • Control of flying robots and robotic systems
Sistemi di elaborazione delle informazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Artificial intelligence I



INGEGNERIA CHIMICA [*Chemical engineering*]

- **Classe:** LM-22 Ingegneria Chimica
- **Lingua:** Italiano;
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri metallurgici
 - Ingegneri chimici e petroliferi
 - Ingegneri dei materiali
 - Ingegneri industriali e gestionali
 - Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Ingegnere chimico.

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Il profilo professionale tipico del laureato magistrale in Ingegneria chimica è quello di un professionista che può applicare le sue conoscenze multidisciplinari a vari ambiti, anche in funzione del settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze:

- progettazione, gestione e controllo dei processi industriali di trasformazione chimica della materia e sviluppo di apparecchiature e impianti idonei a realizzare le suddette trasformazioni;
- gestione degli aspetti correlati alla prevenzione dell'inquinamento, alla protezione dell'ambiente, e alla sicurezza negli impianti di processo in cui si manipolano o producono sostanze pericolose;
- progettazione, gestione e controllo di qualità dei processi industriali biotecnologici nei diversi ambiti applicativi (alimentare, farmaceutico, biotecnologico-ambientale) e sviluppo di apparecchiature e impianti per le industrie biotecnologiche e alimentari;
- progettazione e gestione dei processi industriali di produzione, lavorazione e trasformazione dei materiali, delle operazioni di manutenzione degli impianti, con particolare riferimento a funzionalità e durabilità dei materiali, e selezione dei materiali idonei per applicazioni nei diversi campi dell'ingegneria (meccanica, aeronautica, navale, elettronica, civile, ecc.) e per i beni culturali.

L'Ingegnere Chimico magistrale, grazie alla sua approfondita preparazione sulle discipline di base e alla sua completa formazione professionalizzante, è in grado di interagire con piena efficienza con figure professionali diverse (ingegneri di varia specializzazione, chimici, biotecnologi, chimici farmaceutici, fisici, biologi, restauratori, ecc.) anche assolvendo a funzioni di direzione e coordinamento ai livelli più elevati (direzione di unità produttive, di laboratori, di reparti, di stabilimenti). Il laureato magistrale in Ingegneria Chimica può esercitare la libera professione in qualità di Ingegnere Chimico dopo aver superato l'Esame di Stato per l'abilitazione alla professione e previa iscrizione alla Sezione A dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di residenza. Le funzioni nel contesto di lavoro possono essere così declinate:

- ingegnere chimico addetto alla progettazione e alla gestione dei processi di produzione e trasformazione chimica della materia;
- ingegnere chimico addetto alla progettazione, supervisione, costruzione e conduzione di impianti produttivi. In particolare, dipendentemente dal settore di interesse su cui ha acquisito più approfondite conoscenze: - impianti chimici, petroliferi e petrolchimici, farmaceutici, biotecnologici;
- impianti per la produzione, il trattamento e la conservazione di prodotti alimentari, farmaceutici, cosmetici e nutraceutici; - processi industriali di produzione, lavorazione e trasformazione dei materiali (metallici, ceramici tradizionali e avanzati, vetri, polimeri, compositi).
- ingegnere chimico addetto alla ricerca e sviluppo e all'innovazione.

In particolare, dipendentemente dal settore di interesse su cui ha acquisito più approfondite conoscenze:



- nel campo dell'ingegneria chimica di processo e di prodotto; - nel campo delle metodologie per prevenire l'occorrenza di incidenti rilevanti, modellarne e mitigarne le conseguenze
- nel campo del trattamento dei reflui liquidi, della bonifica di terreni inquinati, del recupero di materia e di energia dai rifiuti e dalle acque di processo;
- nel campo delle tecnologie alimentari e delle biotecnologie;
- nel campo dell'ingegneria dei materiali.
- ingegnere chimico con compiti diversi, dipendentemente dal settore di interesse su cui ha acquisito più approfondite conoscenze:
 - ingegnere chimico addetto alla progettazione e alla supervisione dei sistemi di controllo automatico nell'industria di processo; - ingegnere chimico addetto alla progettazione, simulazione e verifica degli aspetti di HSE (Health Safety & Environment) di stabilimenti dell'industria di processo (chimica, petrolchimica, farmaceutica, ecc.), anche a rischio di incidente rilevante, responsabile della sicurezza;
 - ingegnere chimico responsabile del settore ambientale di stabilimento, della progettazione e conduzione degli impianti di depurazione delle acque di processo, e della gestione dei rifiuti solidi e delle emissioni gassose;
 - ingegnere chimico negli enti e negli organismi preposti alle verifiche e ai controlli sui processi, sui materiali e nei campi della sicurezza dei processi industriali e della tutela ambientale;
 - ingegnere chimico addetto alla progettazione di prodotti e processi sostenibili di trasformazione chimica e biochimica della materia, ai processi di upstream e downstream che caratterizzano le biotecnologie industriali (bianche), ambientali (grigie) e medicali (rosse) ed alla gestione dei relativi impianti, ai sistemi di controllo di qualità nell'industria biotecnologica e alimentare;
 - ingegnere chimico addetto alla scelta dei materiali per la produzione di imballaggi atti alla conservazione di prodotti, alla progettazione, gestione, ottimizzazione e manutenzione delle linee di confezionamento e packaging in aziende manifatturiere, nel campo dei prodotti di largo consumo, alimentari, di health care e body care.
 - ingegnere chimico addetto alla selezione dei materiali (polimerici, ceramici, vetrosi, metallici e compositi) idonei per applicazioni nei diversi campi dell'ingegneria (chimica, meccanica, aeronautica, navale, elettronica, edile, civile, ecc.), alla progettazione e gestione delle operazioni di manutenzione con particolare riferimento alla funzionalità e alla durabilità dei materiali, all'implementazione di sistemi diagnostici, e alla messa a punto di processi e materiali per la conservazione e il restauro nel campo dei beni culturali.
 - ingegnere chimico libero professionista. In particolare, dipendentemente dal settore di interesse su cui ha acquisito più approfondite conoscenze:
 - consulente relativamente alla messa a punto dei processi e la progettazione delle apparecchiature per conto di industrie chimiche, petrolifere, petrolchimiche, biotecnologiche, alimentari, farmaceutiche, cosmetiche;
 - consulente di aziende produttive e di società di progettazione, relativamente alle problematiche HSE, alla sicurezza dei processi, nella manipolazione, stoccaggio e trasporto di sostanze pericolose e alla stesura della documentazione richiesta per i rapporti di sicurezza;
 - consulente di aziende produttive e di società di servizi nel campo della tutela ambientale e della bonifica di siti inquinati;

- **Competenze associate alla funzione:**

Le principali competenze associate alla funzione sono:

- approccio metodologico (matematico, chimico e fisico) alla descrizione dei problemi tecnici ad elevato grado di complessità nel campo dell'ingegneria chimica, in particolare per le tematiche di interesse su cui ha acquisito più approfondite conoscenze: - processi chimici, petrolchimici, del petrolio e del gas naturale;
- applicazioni dell'ingegneria chimica nel campo dell'ambiente e della sicurezza;
- ingegneria alimentare e delle biotecnologie;
- ingegneria chimica dei materiali.
- capacità di descrizione di sistemi e processi complessi mediante riduzione nella sequenza dei componenti o delle operazioni elementari, con consapevolezza delle interconnessioni e le reciproche influenze tra le parti.
- capacità di progettare e sviluppare processi, in particolare quelli relativi al settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze:
 - processi chimici, petrolchimici, del petrolio e del gas naturale, e apparecchiature per realizzarli;
 - processi di trattamento degli effluenti e di bonifica di siti inquinati, procedure e sistemi per la sicurezza;
 - processi e sistemi per la produzione, il trattamento e la conservazione di prodotti biotecnologici, alimentari, farmaceutici, cosmetici e nutraceutici;



- processi e sistemi per lo smaltimento e la valorizzazione di scarti o surplus produttivi dell'industria agro-alimentare; - processi di produzione, lavorazione e trasformazione dei materiali.
- capacità di selezionare le tecniche, le materie prime e gli strumenti idonei per risolvere problemi tecnici ad elevato grado di complessità.

In particolare, dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze:

- nel campo dell'ingegneria chimica di processo;
- nel campo dell'ingegneria della sicurezza e della tutela ambientale, con particolare riferimento al trattamento di reflui ed emissioni, nonché alla bonifica di siti contaminati;
- nel campo dell'ingegneria alimentare e delle biotecnologie;
- nel campo dell'ingegneria chimica dei materiali, anche in riferimento alla sicurezza nel comportamento dei materiali sottoposti a sforzo o in ambienti aggressivi;
- capacità di selezionare i materiali idonei per la costruzione dei componenti di un impianto chimico, in relazione alla funzione che essi dovranno svolgere e del loro possibile degrado in esercizio;
- sensibilità sugli aspetti principali della sicurezza;
- corretta applicazione del metodo sperimentale (pianificazione ed esecuzione di un'attività sperimentale, valutazione critica della riproducibilità dei dati sperimentali, analisi di accuratezza e precisione di un set di misure, discussione critica dei risultati raccolti);
- capacità di consultare e interpretare leggi, normative e istruzioni tecniche in lingua italiana e inglese;
- capacità di condurre analisi di fattibilità e studi economici preliminari, con riferimento anche ai requisiti della sicurezza, del controllo ambientale e dello sviluppo sostenibile;
- capacità decisionale;
- capacità di relazioni e collaborazioni interpersonali e di coordinamento;
- capacità di comunicazione efficace in forma scritta e orale anche in lingua inglese;
- piena consapevolezza dell'impatto sulla società e delle implicazioni non tecniche delle soluzioni ingegneristiche adottate; responsabilità professionale ed etica.

• **Sbocchi occupazionali:**

Gli sbocchi occupazionali di un Ingegnere Chimico sono i seguenti: - Impianti chimici di produzione e trasformazione. In particolare, dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze, nei campi:

- di sostanze chimiche, raffinerie, di trattamento del gas naturale, complessi petrolchimici, ecc.;
- delle industrie biotecnologiche, nutraceutiche e cosmetiche, farmaceutiche, per il trattamento e la conservazione degli alimenti, per lo smaltimento e la valorizzazione di scarti o surplus produttivi dell'industria agro-alimentare, compresa la produzione di biocombustibili e di energia;
- di estrazione e trasformazione delle materie prime e produzione e lavorazione dei materiali metallici, polimerici, compositi, ceramici (tradizionali e avanzati) e dei vetri.
- Dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze: - società di ingegneria che progettano, sviluppano e realizzano processi e impianti chimici, petrolchimici, petroliferi, biotecnologici, farmaceutici, ecc.;
- società e imprese attive nel campo dell'ingegneria e delle scienze ambientali, dell'energia, della sicurezza, della gestione e dello smaltimento di rifiuti solidi, della bonifica di siti contaminati e di aree industriali dismesse;
- società e imprese attive nel campo delle costruzioni edili e civili, del restauro architettonico e dei beni culturali.
- Centri di ricerca e laboratori industriali di ricerca e sviluppo in aziende ed enti pubblici e privati. In particolare, dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze, nei campi:
- dell'ingegneria chimica, di processo e di prodotto;
- dell'ingegneria chimica della sicurezza e per la tutela ambientale;
- dell'industria biotecnologica, alimentare e farmaceutica;
- dell'ingegneria dei materiali.
- Pubblica amministrazione come direzione e coordinamento tecnico.

In particolare, dipendentemente dal settore di interesse nel quale ha acquisito più approfondite conoscenze:

- Laboratori e strutture pubbliche e private attive nel campo del monitoraggio ambientale e della sicurezza;



- Laboratori e strutture pubbliche addetti all'ispezione e al controllo della qualità nell'industria alimentare, farmaceutica, cosmetica e nutraceutica.

Ulteriori sbocchi possono essere individuati nell'ulteriore specializzazione tecnico-scientifica o professionalizzante da acquisirsi mediante partecipazione a Master di secondo livello o, previo superamento dell'esame di ammissione, a Dottorati di Ricerca nell'ambito dell'Ingegneria Chimica e l'Ingegneria dei Materiali.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica ha l'obiettivo di offrire allo studente una formazione scientifica e professionale avanzata, con approfondite conoscenze di tipo ingegneristico, che gli consentono di affrontare i problemi complessi che si incontrano nei processi di trasformazione della materia. La formazione è finalizzata principalmente agli approfondimenti metodologici e allo sviluppo degli strumenti di indagine e di progetto che consentono di analizzare, progettare, gestire, controllare e ottimizzare i processi e gli impianti, nonché di contribuire fattivamente all'innovazione ed all'avanzamento scientifico e tecnologico del settore. Il biennio di studi della laurea magistrale è articolato secondo un percorso che prevede un primo gruppo di insegnamenti, caratterizzanti e affini, che definiscono il patrimonio di conoscenze e capacità comuni a tutti i laureati magistrali, e ulteriori gruppi di insegnamenti caratterizzanti che consentono gli approfondimenti e l'acquisizione di conoscenze più specifiche relativamente ad alcuni settori applicativi di particolare interesse per gli ingegneri chimici. Il primo gruppo di insegnamenti fornisce strumenti metodologici matematici avanzati per l'analisi e la modellazione, gli approfondimenti riguardo alle metodologie per simulare il comportamento di sistemi reagenti e per la progettazione delle apparecchiature di scambio termico e per effettuare separazioni di tipo più particolare, i principi e le metodologie di controllo avanzato dei processi e le conoscenze di tipo economico che consentono di valutare entità e redditività degli investimenti necessari per la realizzazione degli impianti. Successivamente, lo studente può scegliere un settore di interesse su cui acquisire competenze più specifiche, fornite attraverso gruppi di insegnamenti caratterizzanti, che consentono l'approfondimento propri interessi, lo studente potrà approfondire le proprie conoscenze in uno dei seguenti settori: sviluppo dei processi e della progettazione, problematiche ambientali e di sicurezza nei processi (HSE, Health Safety & Environment), applicazioni dell'ingegneria chimica alle industrie biotecnologico-alimentari, sviluppo, produzione e caratterizzazione dei materiali. Per tutti i settori, tranne quello relativo ai materiali, sono previsti approfondimenti teorici di termodinamica o fenomeni di trasporto. Nel settore processi chimici vengono approfonditi l'analisi, lo sviluppo e l'ottimizzazione dei processi e della progettazione degli impianti, con particolare riguardo alle applicazioni alle industrie del petrolio e del gas naturale, e si forniscono conoscenze relative agli aspetti di ambiente o sicurezza. Nel settore HSE vengono fornite le conoscenze più aggiornate sulle metodologie di protezione ambientale e di prevenzione dei rischi negli impianti chimici, anche per quanto riguarda l'impiego dei materiali, e si approfondiscono aspetti relativi alla manipolazione delle sostanze pericolose o allo sviluppo della progettazione. Nel settore dell'industria biotecnologica e alimentare vengono anzitutto fornite conoscenze approfondite sull'ingegneria biochimica e biotecnologica, sia da un punto di vista teorico che applicativo, e di quella alimentare; si possono poi approfondire aspetti relativi alla manipolazione dei solidi o ai processi di separazione più innovativi, come pure quelli relativi allo sviluppo dei processi o al trattamento degli effluenti. Nel settore dei materiali, vengono fornite conoscenze approfondite riguardo la progettazione, l'impiego, la produzione e la lavorazione dei diversi materiali utilizzati per le applicazioni ingegneristiche (ceramici, polimerici e compositi, derivanti da processi metallurgici) con particolare riguardo alla verifica dell'idoneità all'impiego. 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% dello stesso.



► **Curriculum: Ingegneria Chimica**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Chimica industriale e tecnologica	<ul style="list-style-type: none"> • Sicurezza di prodotto e di processo nell'industria chimica • Catalisi industriale • Processi di polimerizzazione • Tecnologie del petrolio e del gas naturale
Teoria dello sviluppo dei processi chimici	<ul style="list-style-type: none"> • Theory and development of process design
Impianti chimici	<ul style="list-style-type: none"> • Progettazione degli impianti chimici I • Apparecchiature per il trattamento dei solidi • Sistemi di controllo degli impianti chimici • Impianti alimentari e biochimici • Sicurezza degli impianti chimici • Progettazione degli impianti chimici ii • Tecnologie di produzione di micro-nano particelle e caratterizzazione di materiali nanostrutturati • Laboratorio di tecnologie di produzione di micro-nano particelle • Micro-nano particles production technology
Principi di ingegneria chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Termodinamica dell'ingegneria chimica ii • Reattori chimici • Non equilibrium thermodynamics with an application to the microscale • Principi di ingegneria biochimica • Separation processes with an application to lab-on-chips
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Processi di trattamento dei reflui liquidi • Experimental techniques for materials characterization • Corrosione e protezione dei materiali • Materiali ceramici • Materiali polimerici e compositi • Tecnologie di produzione di micro-nano particelle e caratterizzazione di materiali nanostrutturati • Laboratorio di caratterizzazione di materiali nanostrutturati nanocompositi e film sottili • Normativa e controllo sui materiali
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Processi e impianti metallurgici • Metallurgia dei non ferrosi • Tecnologie metallurgiche
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economia dell'industria di processo
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria


Curriculum: Chemical engineering for innovative processes and products

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Chimica industriale e tecnologica	<ul style="list-style-type: none"> • Safety of chemical industry • Industrial catalysis • Polymerization processes • Oil and gas processing technology
Teoria dello sviluppo dei processi chimici	<ul style="list-style-type: none"> • Theory and development of process design
Impianti chimici	<ul style="list-style-type: none"> • Applied process design I • Solid handling equipment • Process control systems • Food processing and biochemical equipment • Safety of chemical industry • Applied process design II • Production and characterization of nanocomposite materials • Micro-nano particles production technology
Principi di ingegneria chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamics of chemical engineering II • Chemical reactors • Non equilibrium thermodynamics with an application to the microscale • Biochemical engineering fundamentals • Separation processes with an application to lab-on-chips
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Wastewater treatment processes • Experimental techniques for materials characterization • Corrosion engineering • Ceramic materials • Polymeric and composite materials • Production and characterization of nanocomposite materials • Regulation and material control
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Metallurgical processes and plants • Metallurgy of non ferrous metals • Metallurgical technologies
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economy process industry
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Mathematical methods for engineering



INGEGNERIA ELETTROTECNICA [*Electrical Engineering*]

- **Classe:** LM-28 Ingegneria Elettrica
- **Lingua:** Italiano; Inglese
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Esperto e/o responsabile di alta qualificazione e specializzazione che opera nella produzione, modellazione, progettazione avanzata, pianificazione, programmazione e gestione di sistemi complessi e/o innovativi ad elevato contenuto tecnologico elettrico.

- Esegue la modellazione e progettazione avanzata di componenti, apparecchi e macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza relativi ad articoli o prodotti commerciali di elevata complessità nell'ambito delle industrie elettriche, elettromeccaniche, meccaniche, per l'automazione industriale e la robotica e manifatturiere in genere.
- Controlla l'affidabilità e la qualità di processo e di prodotto in ambito industriale.
- Assume la diretta responsabilità dei reparti di Ricerca e Sviluppo in ambito industriale. Si occupa delle attività di laboratorio, seguendo la sperimentazione su componenti e apparecchiature elettriche ed elettroniche di potenza: utilizza apparati di misura, anche di elevata complessità, impiega metodi di simulazione numerica, definisce i protocolli di verifica e collaudo e coordina le operazioni di collaudo.
- Si occupa del progetto, dell'esercizio e della manutenzione delle centrali elettriche e degli impianti di generazione distribuita dell'energia elettrica da fonti rinnovabili e del loro interfacciamento con la rete elettrica nazionale.
- Si occupa della progettazione, pianificazione e gestione dei sistemi elettrici di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.
- Si occupa della progettazione, pianificazione e gestione degli impianti e reti per i sistemi elettrici di trasporto.
- Partecipa a progetti di ricerca su sistemi innovativi e sperimentali ad elevato contenuto tecnologico elettrico nell'ambito di enti di ricerca.
- Risolve problematiche ed esegue prove, anche non convenzionali, relative alla diagnostica di apparecchiature elettriche, alla compatibilità elettromagnetica ed alla sicurezza elettrica.
- Si occupa di qualità dell'energia elettrica, di risparmio energetico, di energy management e di energy trading nel mercato liberalizzato dell'energia elettrica.

- **Competenze associate alla funzione:**

Tra le principali competenze dell'Ingegnere Elettrotecnico si menzionano:

- conoscenza approfondita degli aspetti applicativi della matematica, della fisica e delle altre scienze di base finalizzate all'interpretazione e alla risoluzione dei problemi dell'elettromagnetismo applicato e della compatibilità elettromagnetica;
- conoscenza approfondita dei sistemi di produzione dell'energia elettrica a combustibili fossili ed alternativi sotto il profilo del loro funzionamento, della loro gestione e della loro progettazione;
- conoscenza approfondita dei convertitori, delle macchine, degli azionamenti elettrici, dei sistemi di propulsione elettrica e del loro funzionamento in regime stazionario e transitorio e delle tecniche per il loro controllo;
- conoscenza approfondita del funzionamento in regime permanente, dinamico, e in condizioni transitorie dei sistemi elettrici di potenza comprendenti centrali di generazione, reti elettriche di trasmissione e distribuzione e delle tecniche per il loro esercizio;
- conoscenza approfondita delle tecniche numeriche per la simulazione al calcolatore del funzionamento dei convertitori, delle macchine, degli azionamenti elettrici e dei sistemi elettrici di potenza;
- conoscenza approfondita delle metodologie di progettazione delle macchine elettriche, nonché delle tecniche di misura e collaudo di esse e degli impianti elettrici;
- conoscenza approfondita della strumentazione elettronica di misura e dei sensori; - conoscenza approfondita della tecnica delle alte tensioni e dell'ingegneria dei plasmi;
- conoscenze nel campo dell'economia dell'impresa e della gestione degli 'asset' tecnologici;
- capacità di identificare, formulare e risolvere anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio inter-disciplinare;



- **Sbocchi occupazionali:**

I principali sbocchi occupazionali e professionali previsti per l'Ingegnere Elettrotecnico sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, progettazione avanzata, pianificazione, programmazione e gestione di sistemi complessi ad elevato contenuto tecnologico elettrico, sia nella libera professione, individuale o associata, sia nelle imprese manifatturiere o di servizi e nelle amministrazioni ed imprese pubbliche. L'ambito professionale tipico per chi consegue la laurea magistrale in Ingegneria Elettrotecnica è quello dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi elettrici complessi.

Riguarda, in particolare:

- industrie per la produzione di apparecchiature, macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza, per l'automazione industriale e la robotica;
- la gestione di aziende con elevata automazione industriale e sistemi robotizzati;
- aziende ed imprese per le costruzioni elettromeccaniche;
- imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica;
- imprese ed enti per la progettazione, la pianificazione, l'esercizio ed il controllo di sistemi elettrici per l'energia;
- aziende e imprese per la progettazione e gestione dei sistemi elettrici di trasporto;
- aziende municipali di servizi;
- enti pubblici e privati operanti nel settore dell'approvvigionamento energetico;
- imprese ed enti per il commercio di energia, anche sotto la forma di e-commerce;
- aziende produttrici di componenti di impianti elettrici e termotecnica;
- studi di progettazione in campo energetico;
- aziende ed enti civili e industriali in cui sono richieste le figure del responsabile dell'energia, della sicurezza e della qualità ad essa connessa e dell'esperto in compatibilità elettromagnetica ed inquinamento elettromagnetico ambientale.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

L'Ingegneria Elettrotecnica è quella branca dell'ingegneria che si occupa della produzione, trasformazione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. È un campo di studio molto ampio che copre ambiti anche molto diversi tra loro; tra questi la teoria dei circuiti, lo studio delle macchine elettriche per la progettazione e costruzione di motori elettrici, dinamo, alternatori e trasformatori, lo studio degli impianti elettrici per la produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica, lo studio delle misure elettriche, per la misurazione delle grandezze elettriche su macchine, impianti e circuiti elettrici in genere. Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Elettrotecnica ha l'obiettivo di fornire allo studente approfondite conoscenze teorico-scientifiche e professionali avanzate con competenze specifiche, in particolare di tipo ingegneristico, che gli consentano di interpretare e risolvere i problemi complessi dell'Ingegneria Elettrotecnica che possono richiedere anche un approccio interdisciplinare. La formazione dello studente della laurea magistrale, finalizzata ad ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi comunque complessi, è volta anche alla risoluzione dei problemi connessi con la sicurezza degli impianti e con l'impatto ambientale da questi prodotto nei luoghi di insediamento. Tali capacità sono conseguibili grazie all'arricchimento del solido patrimonio di conoscenze già acquisito con la laurea, che si approfondisce sul piano metodologico ed applicativo attraverso il biennio di studi della laurea magistrale. In tal modo diviene possibile affrontare le problematiche più complesse di sviluppo, di progettazione e di conduzione dei moderni impianti, nonché di contribuire fattivamente all'innovazione ed all'avanzamento scientifico e tecnologico del settore. 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% dello stesso. Il percorso formativo della laurea magistrale in Ingegneria Elettrotecnica è costituito da due indirizzi, uno in lingua italiana ed uno in lingua inglese. Il biennio di studi della laurea magistrale dell'indirizzo in lingua italiana è articolato secondo un percorso che prevede un gruppo di insegnamenti, caratterizzanti e affini obbligatori, che definiscono il patrimonio di conoscenze e capacità comuni a tutti i laureati magistrali in Ingegneria Elettrotecnica. Gli insegnamenti obbligatori, per un totale di 60 CFU, forniscono gli elementi base per una laurea ad ampio spettro nei settori della trasmissione, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica. Ulteriori insegnamenti caratterizzanti e affini a scelta dello studente per un complessivo 39 CFU consentono gli approfondimenti e l'acquisizione di conoscenze più



specifiche relativamente ad alcuni settori applicativi di particolare interesse per gli ingegneri elettrotecnici. Questi settori riguardano: la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica, la progettazione dei componenti elettrici in alta, media e bassa tensione, le moderne tecniche di automazione delle protezioni dei componenti e sistemi, i veicoli elettrici, la domotica, compatibilità elettromagnetica, le nano-tecnologie, le Smart-Grid. L'indirizzo formativo interamente in lingua inglese proposto nell'ottica di favorire il processo di internazionalizzazione e di integrazione europea degli studi universitari, è meglio finalizzato alla preparazione di esperti che siano in grado di affrontare problematiche ingegneristiche sia nell'ambito delle smart cities, smart grid, electric market e della e-mobility, con particolare riferimento alle nuove tecnologie, nella prospettiva di un futuro inquadramento professionale dei laureati magistrali in ambito europeo e internazionale. Tale indirizzo è articolato secondo un percorso che prevede un gruppo di insegnamenti, caratterizzanti e affini obbligatori durante il biennio. Nel caso di carenze nelle conoscenze acquisite nei settori caratterizzanti di base nel percorso precedente della laurea triennale, gli studenti sono obbligati ad acquisire 24 CFU con insegnamenti in tali settori. Nel corso di studi per entrambi gli indirizzi sono inseriti anche 3 CFU per le attività utili ai fini dell'inserimento nel mondo del lavoro. Entrambi gli indirizzi si concludono con una attività di progettazione che comporta la stesura di un elaborato dal quale si evidenzia la padronanza degli argomenti affrontati e la capacità di operare in modo autonomo.



► **Curriculum: Ingegneria Elettrotecnica**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Misure elettriche e elettroniche	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi elettronici di misura
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti elettrici I • Impianti elettrici II • Impianti elettrici di distribuzione ed utilizzazione • Sistemi elettrici per la mobilità' • Impianti di produzione dell'energia elettrica • Tecnica delle alte tensioni • Pianificazione gestione e mercati dei sistemi elettrici • Smart grids
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Macchine elettriche • Azionamenti elettrici • Costruzioni elettromeccaniche • Progettazione di veicoli elettrici • Produzione combinata dell'energia da fonti rinnovabili
Elettrotecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Complementi di elettrotecnica • Compatibilità elettromagnetica • Progettazione di micro-nano dispositivi elettrici ed elettromagnetici • Elettrotecnica II
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Idraulica	<ul style="list-style-type: none"> • Idraulica
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Scienza delle costruzioni e meccanica applicata • Scienza delle costruzioni
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Macchine • Fisica tecnica e macchine
Fisica tecnica industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica tecnica • Fisica tecnica e macchine
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Scienza delle costruzioni e meccanica applicata • Meccanica applicata
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economia
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Telecomunicazioni
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Telecomunicazioni per i sistemi elettrici
Istituzioni di diritto pubblico	<ul style="list-style-type: none"> • Diritto pubblico per lo sviluppo sostenibile



► **Curriculum: Electrical Engineering**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Misure elettriche e elettroniche	<ul style="list-style-type: none"> • Electrical measurements • Smart metering
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Electric components • power systems for electrical transportation • Dc transmission and distribution • Smart grids • E-mobility LAB • Microgrids
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Electrical machines • Grid connected converters • Power electronics and power electronics lab • Power electronics lab • Power electronics
Elettrotecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Electrotechnics • Advanced electric networks • Electromagnetic compatibility • Sensors and materials for electrical engineering
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Renewables
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Electrical power systems



INGEGNERIA ENERGETICA [*Energy Engineering*]

- **Classe:** LM-30 Ingegneria Energetica e Nucleare
- **Lingua:** Italiano; Inglese
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri energetici e nucleari
 - Ingegneri industriali e gestionali

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Energetica prepara alla professione di Ingegnere industriale esperto nella progettazione e gestione dei sistemi energetici alimentati da combustibili convenzionali, fonti rinnovabili ed energia nucleare.

- **Competenze associate alla funzione:**

Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali in Ingegneria Energetica sono quelli dell'innovazione, dello sviluppo, della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione, della programmazione e della gestione di sistemi energetici complessi. Le competenze associate sono relative a:

- attività di progettazione e sviluppo di elevata complessità, laddove siano richieste competenze tecniche multidisciplinari e coinvolgimento di aspetti e problematiche economico-organizzative e gestionali;
- attività di progettazione e sviluppo nell'ambito dell'innovazione delle tecnologie energetiche e della necessaria sperimentazione;
- attività legate alla programmazione, promozione, sviluppo e utilizzo del mercato energetico.

- **Sbocchi occupazionali:**

Gli sbocchi professionali previsti sono nei settori dell'approvvigionamento energetico e della produzione di energia meccanica, termica ed elettrica, sia da fonti energetiche convenzionali, che rinnovabili e nucleari, nell'analisi di sicurezza e d'impatto ambientale, nello smantellamento di installazioni nucleari e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi, nella realizzazione di sistemi di produzione di energia meccanica, termica ed elettrica per uso industriale e civile, laddove sia richiesta la figura del responsabile della pianificazione energetica ed ambientale (energy manager) e nei centri di ricerca in campo energetico. Il laureato magistrale in Ingegneria Energetica potrà operare, sia in Italia che all'estero, nella libera professione, nelle imprese manifatturiere o di servizi, nelle amministrazioni pubbliche e nelle grandi aziende, secondo le figure professionali definite ai punti precedenti. E' altresì possibile la prosecuzione degli studi in master di secondo livello e dottorati di ricerca nel settore energetico e anche l'insegnamento nelle scuole secondarie, per quei laureati che avranno acquisito crediti formativi in numero sufficiente nei SSD previsti dalla normativa.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il biennio di Laurea Magistrale è dedicato ad una formazione specialistica mirata all'approfondimento delle diverse discipline che affrontano, nel dettaglio, gli aspetti impiantistici, di controllo e gestione delle diverse tecnologie e dei sistemi di controllo di produzione energetica (meccanica, elettrica, termica) per impianti alimentati da combustibili fossili (tecnologie, impianti e management dell'energia), da fonti energetiche rinnovabili (tecnologie e impianti da fonti rinnovabili) e nucleare (tecnologie e impianti nucleari). Per l'approfondimento di ciascuno di questi argomenti, nella Laurea Magistrale sono previsti percorsi differenziati specifici. In aggiunta è presente un curriculum generalista interamente in lingua inglese, nel quale possono essere approfondite le tematiche relative alle tecnologie energetiche da fonti rinnovabili e nucleare. Obiettivi formativi specifici del corso di Laurea Magistrale sono:

- l'approfondimento di aspetti teorico-scientifici e pratici dell'ingegneria, in particolare quelli dell'ingegneria energetica, al fine di saper identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- lo sviluppo delle capacità di ideazione, pianificazione, progettazione e gestione di sistemi energetici e loro processi e servizi complessi e/o innovativi;



- la capacità di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità.

Gli obiettivi formativi sono ottenuti attraverso:

- approfondimenti teorico-scientifici:

- i) della matematica e delle altre scienze di base nelle loro applicazioni specifiche;
- ii) dell'ingegneria energetica, per identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi che richiedono approccio interdisciplinare;

- lo sviluppo di capacità di ideazione, pianificazione, progettazione e gestione di sistemi energetici e loro processi e di servizi complessi e/o innovativi;

- l'acquisizione di conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale e dell'etica professionale;

- la padronanza nella terminologia scientifica e tecnica in lingua inglese, al fine di permettere l'orientamento su un mercato del lavoro globale.

Le attività formative che concorrono al raggiungimento dei risultati di apprendimento e degli obiettivi sopra elencati, sono suddivise in aree di apprendimento, ciascuna comprendente corsi con esercitazioni, laboratori e tirocini, secondo quanto previsto nel manifesto degli studi. In linea con la preparazione di base e ingegneristica ottenuta al termine della Laurea di primo livello, vengono in primo luogo approfondite competenze avanzate per la risoluzione di problemi ingegneristici complessi per quanto riguarda la generazione di energia, ottenuta da fonte convenzionale, rinnovabile o nucleare, a seconda dello specifico percorso di studio scelto, ma anche prevedendo percorsi compositi. In secondo luogo, sono trattate le metodologie e tecniche utilizzate per immettere nella rete elettrica l'energia ottenuta, da cui l'ampia offerta formativa nei settori dell'Ingegneria Elettrica, anche in previsione di possibili sbocchi lavorativi. In parallelo, vengono trattate le tematiche relative alla diagnostica, sicurezza e controllo negli impianti energetici. Queste attività formative vengono svolte in maniera maggiore nel primo anno di corso, mentre nel secondo anno la formazione è prevalentemente dedicata all'integrazione di singoli apparati in sistemi complessi quali edifici, impianti e centrali energetiche (termiche, nucleari, elettriche, a gas e petrolio, eoliche, geotermiche), sia dal punto di vista tecnico, che da quello di gestione manageriale-economica, estesa anche all'intero sistema-città. In parallelo sono presenti numerosi corsi di laboratorio, identificati come Altre Attività Formative (AAF) da 3 CFU ciascuno, che permettono l'approfondimento di particolari tematiche avanzate quali l'estrazione di energia dai moti marini, le tecnologie avanzate di fusione nucleare, la simulazione numerica di sistemi energetici rinnovabili e non, il confinamento magnetico di plasmi, le tecnologie eoliche avanzate. La scelta tra queste attività e quelle di tirocinio è a completa discrezione del singolo studente, come anche la possibilità di piani di studio eterogenei, anche nel curriculum interamente in lingua inglese. Il percorso è completato da una tesi di laurea di 21 CFU, di cui alla sezione relativa, che comporta la stesura di un elaborato in lingua italiana o inglese, per accrescere la padronanza nell'inquadrare tematiche avanzate nell'ambito dell'Ingegneria Energetica e proporre soluzioni innovative. Conseguentemente ad un numero limitato di moduli obbligatori per tutti i percorsi, si aggiungono moduli a scelta tra più opzioni e moduli a scelta libera, in aggiunta ai 12 CFU a scelta totalmente libera.

Il regolamento didattico del corso di studio e l'offerta formativa sono tali da consentire agli studenti di intraprendere percorsi formativi nei quali sia presente un'adeguata quantità di crediti in settori affini e integrativi. Si riporta la suddivisione del curriculum del corso di Laurea, che prevede che i 120 crediti (CFU) previsti per il raggiungimento del titolo siano così ripartiti:

- a) 81 CFU acquisiti mediante attività formative caratterizzanti, quali le macchine e centrali elettriche, le centrali termiche, il trasferimento di calore e massa, l'analisi di rischio, la diagnostica, i sistemi di conversione elettrica ed energetica, la termotecnica di edifici e impianti industriali, ed attività formative affini, quali ad esempio la fluidodinamica, le misure nei sistemi energetici, gli approfondimenti della fisica nucleare e della combustione;
- b) 12 CFU per attività formative autonomamente scelte dallo studente, preferibilmente tra gli insegnamenti degli altri indirizzi del Corso di Laurea, oppure nell'ambito delle lauree in ingegneria industriale;
- c) 21 CFU per la prova finale, in forma di tesi di laurea, teorica, progettuale, numerica e/o sperimentale, da svilupparsi sotto la guida di un docente del Corso di Studio, o della facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, anche in collaborazione con università/enti/società/impresе esterne, pubblici e privati, anche esteri, operanti nel settore;
- d) 6 CFU per tirocini, stage e attività di progettazione e laboratorio, contraddistinte come Altre Attività Formative, AAF.



► **Curriculum: Ingegneria Energetica**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Power systems in smart buildings • Elementi di impianti e centrali elettriche
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Macchine elettriche • Electrical energy conversion from renewable sources
Misure e strumentazione nucleari	<ul style="list-style-type: none"> • Radiation protection • Misure e caratterizzazione di materiali nucleari • Radioprotezione per l'ambiente e la medicina nucleare
Impianti nucleari	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced heat and mass transfer • Analisi di rischio negli impianti industriali • Modelli di analisi degli impianti energetici • Impianti nucleari • Centrali nucleari • Nuclear reactor theory
Fisica tecnica industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti termotecnici • Progettazione di impianti termofrigoriferi
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Centrali termiche • Computational thermo-fluids analysis in fluid machinery • Advanced energy conversion system and conventional energy sources • Advanced energy conversion system and renewable energy sources
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostica delle macchine e dei sistemi energetici • Macchine II
Fisica tecnica ambientale	<ul style="list-style-type: none"> • Progettazione di edifici eco-sostenibili • Energy management • Smart cities
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fondamenti chimici delle tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Sustainable combustion chemistry
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Modern physics for engineers • Plasma physics and nuclear fusion
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Fluidodinamica • Experimental fluid mechanics
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Thermomechanical measurements for energy systems
Impianti nucleari	<ul style="list-style-type: none"> • Modern physics for engineers
Chimica industriale e tecnologica	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie del petrolio e del gas naturale



Idrocarburi e fluidi del sottosuolo	<ul style="list-style-type: none"> • Geothermal energy
--	---

▶ **Curriculum: Energy Engineering**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Electric power systems • Power systems in smart buildings • Smart grids in electric power systems
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Electrical machines • Electrical energy conversion from renewable sources
Misure e strumentazione nucleari	<ul style="list-style-type: none"> • Radiation protection
Impianti nucleari	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced heat and mass transfer • Nuclear reactor theory
Fisica tecnica industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Energy management • Smart cities
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Computational thermo-fluids analysis in fluid machinery • Advanced energy conversion system and conventional energy sources • Advanced energy conversion system and renewable energy sources
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Thermo-economics and sustainability
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fondamenti chimici delle tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Sustainable combustion chemistry
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Modern physics for engineers • Plasma physics and nuclear fusion
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Experimental fluid mechanics
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Thermomechanical measurements for energy systems
Impianti nucleari	<ul style="list-style-type: none"> • Modern physics for engineers
Idrocarburi e fluidi del sottosuolo	<ul style="list-style-type: none"> • Geothermal energy



INGEGNERIA MECCANICA [*Mechanical Engineering*]

- **Classe:** LM-33 Ingegneria Meccanica
- **Lingua:** Italiano; Inglese
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri meccanici

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Funzione in un contesto di lavoro:

Le funzioni nel contesto di lavoro che possono essere ricoperte da un ingegnere meccanico sono molteplici e coerenti con l'alto grado di autonomia e competenza tecnica abitualmente forniti dai percorsi magistrali della classe (da tecnico a responsabile tecnico fino a dirigente). Gli sbocchi professionali per i laureati magistrali in Ingegneria Meccanica sono da prevedere sia nella libera professione che nelle imprese manifatturiere o di servizi, nelle amministrazioni pubbliche ed in enti di ricerca.

Competenze associate alla funzione:

Le abilità tecniche specifiche del settore e le conoscenze trasversali maturate (capacità di apprendimento, autonomia di giudizio e abilità comunicative) portano a numerose e varie possibilità di impiego, tra le quali per citarne alcune:

Progettista meccanico in area industriale; Ingegnere di processo; libero professionista e/o consulente; Tecnico di laboratorio; Ricercatore/Dottore di ricerca.

Sbocchi occupazionali:

Gli sbocchi professionali per i laureati in Ingegneria Meccanica sono da prevedere sia nella libera professione che nelle imprese manifatturiere e di servizi; nelle amministrazioni pubbliche e negli enti di ricerca, a seconda delle aree di approfondimento formativo scelte. I principali sbocchi sono i seguenti: - progettazione di componenti e sistemi meccanici ivi compresa la progettazione e applicazione di componenti e sistemi sia per l'automazione delle macchine e degli impianti, sia per applicazioni cliniche e biomediche; - progettazione energetica, con preparazione di tipo termofluidodinamico, finalizzata sia alla progettazione nel settore degli impianti energetici e dei loro componenti che al settore della progettazione degli impianti termotecnici; - progettazione, costruzione e gestione di veicoli terrestri con particolare attenzione alla sicurezza attiva e passiva, agli aspetti aerodinamici e strutturali, del controllo delle vibrazioni e del rumore; - gestione e produzione industriale, con focalizzazione sulla progettazione di processi e tecnologie di lavorazione, di sistemi di produzione e impianti industriali, sulla pianificazione e gestione dei sistemi produttivi e logistici.

Tra gli sbocchi occupazionali nel settore industriale si possono individuare: industrie meccaniche ed elettromeccaniche; industrie aeronautiche e automobilistiche; aziende ed enti per la conversione dell'energia; imprese impiantistiche; industrie per l'automazione e la robotica; imprese manifatturiere in generale per la produzione, l'installazione ed il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione, sistemi complessi. La larga preparazione di base che si fornisce agli ingegneri magistrali permette di prevedere come ulteriore possibile sbocco professionale, per un certo numero di essi, anche l'inserimento in enti statali e parastatali, per lo sviluppo di attività tecniche e nelle università e in enti di ricerca per lo svolgimento di attività di ricerca

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Nell'ambito degli obiettivi qualificanti generali della Classe LM 33, la Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica si propone di formare tecnici con preparazione universitaria avanzata, con competenze relative alla progettazione e gestione inerenti prodotti, processi e servizi inclusi anche la progettazione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica e la promozione della ricerca in un ampio spettro del settore tecnico scientifico di area industriale, che fa particolare riferimento all'Ingegneria Meccanica. Ci si propone pertanto di fornire: una ottima formazione di base, incluse competenze matematiche avanzate, una preparazione ingegneristica a largo spettro e di elevato livello. Tutto questo rappresenta il nucleo di una competenza professionale che a fine percorso fa maturare all'allievo il possesso di conoscenze scientifiche e ingegneristiche, idonee ad affrontare e risolvere in autonomia: problemi ingegneristici complessi,



progettazione evoluta di componenti, macchine, tecnologie, strutture e sistemi meccanici, progettazione e gestione di complesse attività produttive industriali e dei relativi processi e impianti, sia in ambito industriale che di libera professione o presso istituti o enti per l'innovazione e la ricerca.

Il curriculum formativo per il conseguimento della Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica prevede attività formative ripartite in modo equilibrato nelle discipline caratterizzanti dell'ingegneria meccanica, a completamento delle conoscenze di base e nelle aree culturali affini per completare il quadro delle tematiche inerenti l'area di competenza e consentire una visione multidisciplinare dei problemi. Le discipline inserite nel curriculum che vertono sui settori tipici della ingegneria meccanica sono riconducibili agli ambiti della: la meccanica dei fluidi e delle macchine, i materiali, le misure meccaniche e termiche, la progettazione di macchine, componenti e sistemi, i sistemi di lavorazione, gli impianti industriali; tali attività sono affiancate dallo studio di altre discipline quali la matematica applicata, l'economia e l'automazione industriale. Il percorso formativo si articola in curricula in cui nel primo anno si approfondiscono gli ambiti tecnici caratterizzanti l'ingegneria meccanica (meccanica applicata e costruzioni di macchine, macchine e sistemi energetici, tecnologia e studio dei processi) e le problematiche industriali nell'ambito dell'economia e automazione. Successivamente si aggiunge un pacchetto di esami a scelta, in parte opzionali, in parte a scelta libera (purchè coerenti con il percorso curriculare d'elezione), con cui si fornisce la preparazione dei curricula orientati verso i settori di maggiore interesse per l'industria meccanica, quali ad esempio la conversione di energia e la progettazione di macchine a fluido, la progettazione meccanica con particolare riferimento allo sviluppo di nuovi prodotti, alla biomeccanica, all'automazione e alla mecatronica, oppure con riferimento alla gestione e produzione industriale. Completano i 120 CFU l'elaborato finale e un pacchetto di attività formative a scelta tra laboratori specificatamente organizzati nel corso di laurea e/o tirocini e/o altre attività formative. Il percorso formativo prevede insegnamenti obbligatori in lingua italiana e lingua inglese. Nel Regolamento didattico verranno specificati di anno in anno i corsi da attivare e i relativi crediti attribuiti, insieme alla definizione della quota tempo riservata allo studio individuale, in funzione delle specificità dei singoli corsi attivati.



► **Curriculum: Progettazione meccanica**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali e meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Gestione degli impianti industriali
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie speciali
Disegno e metodi dell'ingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced methods in mechanical design
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Progettazione agli elementi finiti • Costruzione di macchine
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechatronics and vibrations • Controllo delle vibrazioni e del rumore • Engineering tribology
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche • Biomeccanica
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Progetto di macchine • Macchine • Fluid machinery in energy conversion systems
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica delle strutture
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Aerodinamica del veicolo
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Metodologie metallurgiche e metallografiche
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Geometria	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria differenziale
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica matematica



► **Curriculum: Energia**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	Gestione degli impianti industriali
Tecnologie e sistemi di lavorazione	Tecnologie speciali
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	Costruzione di macchine
Meccanica applicata alle macchine	Mechatronics and vibrations
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced energy conversion systems • Computational thermo-fluids analysis in fluid machinery • Interazione macchine ambiente • Centrali termiche • Diagnostica delle macchine e dei sistemi energetici
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Motori a combustione interna • Fluid machinery in energy conversion systems • Turbomacchine
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Turbulence and combustion
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Metodologie metallurgiche e metallografiche
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamics of electrical machines and drives
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Geometria	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria differenziale
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica matematica



► **Curriculum: Produzione industriale**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Safety and maintenance for industrial systems • Gestione degli impianti industriali • Gestione della qualità • Smart factory
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie speciali • Programmazione e controllo della produzione • Additive manufacturing and production systems
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione di macchine
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechatronics and vibrations • Mechanics of robot manipulators
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche • Measurement for mechanical systems and industry
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid machinery in energy conversion systems
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Metodologie metallurgiche e metallografiche
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamics of electrical machines and drives
Ingegneria economico gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Gestione dei progetti • Economics of technology and management
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Ricerca operativa	<ul style="list-style-type: none"> • Operations research



► **Curriculum: Veicoli**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Gestione degli impianti industriali
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie speciali
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione di macchine • Progettazione meccanica agli elementi finiti
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechatronics vibrations • Vehicle system dynamics and mechatronics • Engineering Tribology • Controllo delle vibrazioni e del rumore
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche • Measurement for mechanical systems and industry
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Computational thermo-fluids analysis in fluid machinery
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid machinery in energy conversion systems • Motori a combustione interna
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Aerodinamica del veicolo
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Affidabilità' dei materiali
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Geometria	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria differenziale
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica matematica



► **Curriculum: Progettazione industriale**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti industriali • Gestione degli impianti industriali
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie speciali
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione di macchine e progettazione fem
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Meccatronica
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Macchine • Sistemi avanzati di conversione energetica • Computational thermo-fluids analysis in fluid machinery
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Tecnica delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnica delle costruzioni
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Fluidodinamica applicata • Termofluidodinamica applicata
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Tecniche e metodi metallurgici
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economia e organizzazione aziendale
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Fondamenti di automatica



► **Curriculum: Automazione New York University**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione di macchine
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechatronics vibrations • Mechanics of robot manipulators
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche • Measurement for mechanical systems and industry
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid machinery in energy conversion systems
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Termofluidodinamica applicata
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica matematica



► **Curriculum: Gestione della produzione industriale New York University**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Safety and maintenance for industrial systems • Gestione degli impianti industriali • Gestione della qualità
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie speciali • Additive manufacturing and production systems
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione di macchine
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche • Measurement for mechanical systems and industry
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid machinery in energy conversion systems
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Termofluidodinamica applicata
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria



► **Curriculum: Materiali Georgia Tech University**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Safety and maintenance for industrial systems
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie speciali
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechatronics and vibrations • Dynamics of micro-mechatronic systems
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid machinery in energy conversion systems
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche • Measurement for mechanical systems and industry
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Affidabilità dei materiali
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria



► **Curriculum: Meccanica generale**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti industriali • Safety and maintenance for industrial systems • Gestione degli impianti industriali • Gestione della qualità • Operations management • Smart Factory
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie speciali • Programmazione e controllo della produzione • Additive manufacturing and production systems
Disegno e metodi dell'ingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced methods in mechanical design
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione di macchine • Progettazione meccanica agli elementi finiti • Costruzione di macchine e progettazione FEM
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Meccatronica • Mechanical vibrations • Mechanics of robot manipulators • Controllo delle vibrazioni e del rumore • Engineering tribology • Vehicle system dynamics and mechatronics • Dynamics of micromechanical systems
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure meccaniche e termiche • Measurement for mechanical systems and industry • Biomeccanica
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Macchine • Sistemi avanzati di conversione energetica • Fluid structure interaction • Advanced energy conversion systems • Computational thermo-fluids analysis in fluid machinery • Interazione macchine ambiente • Centrali termiche • Diagnostica delle macchine e dei sistemi energetici
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid machinery in energy conversion systems • Progetto di macchine • Motori a combustione interna • Turbomacchine
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Meccanica delle strutture • Variational methods in computational mechanics
Tecnica delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnica delle costruzioni



Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Fluidodinamica applicata • Turbulence and combustion • Termofluidodinamica applicata • Aerodinamica del veicolo
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Metodologie metallurgiche e metallografiche • Tecniche e metodi metallurgici • Affidabilita' dei materiali • Applied metallurgy
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamics of electrical machines and drives
Ingegneria economico gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management • Gestione dei progetti • Economia e organizzazione aziendale
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems • Fondamenti di automatica
Geometria	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria differenziale
Analisi matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica matematica
Ricerca operativa	<ul style="list-style-type: none"> • Operations research



► **Curriculum: Mechanical engineering design**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Safety and maintenance for industrial systems • Operations management
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Additive manufacturing and production systems
Disegno e metodi dell'ingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced methods in mechanical design
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechatronics and vibrations • Mechanics of robot manipulators • Vehicle system dynamics and mechatronics • Dynamics of micromechanical systems
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Measurement for mechanical systems and industry
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced energy conversion systems • Computational thermo-fluids analysis in fluid machinery
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid machinery in energy conversion systems
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Turbulence and combustion
Metallurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Applied metallurgy
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamics of electrical machines and drives
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems
Ricerca operativa	<ul style="list-style-type: none"> • Operations research



► **Curriculum: Meccanica Computazionale Pierre and Marie Curie University**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Additive manufacturing and production systems
Disegno e metodi dell'ingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced methods in mechanical design
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione di macchine
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechatronics and vibrations • Engineering tribology
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Measurement for mechanical systems and industry
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid structure interaction
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Variational methods in computational mechanics
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Fluidodinamica applicata • Turbulence and combustion
Geometria	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria differenziale



► **Curriculum: Meccatronica**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Impianti industriali meccanici	<ul style="list-style-type: none"> • Gestione degli impianti industriali
Tecnologie e sistemi di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologie speciali
Progettazione meccanica e costruzione di macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione di macchine
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechatronics and vibrations • Mechanics of robot manipulators • Vehicle system dynamics and mechatronics • Dynamics of micromechanical systems
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Measurement for mechanical systems and industry • Misure Meccaniche e termiche
Sistemi per l'energia e l'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostica delle macchine e dei sistemi energetici
Macchine a fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Fluid machinery in energy conversion systems
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamics of electrical machines and drives
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economics of technology and management
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi elettronici per la meccatronica
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Control systems • Control problems in robotics
Analisi Matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi matematici per l'ingegneria
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica matematica



SUSTAINABLE TRANSPORTATION AND ELECTRICAL POWER SYSTEMS

- **Classe:** LM-28 Ingegneria Elettrica
- **Lingua:** Inglese;
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Il Laureato Magistrale in Ingegneria Elettrotecnica EMJMD STEPS viene condotto ad un efficace inserimento nel mondo di lavoro grazie ad una solidissima base sia teorica che pratica, che consente di formare figure professionali altamente

specializzate, sulle quali si concentrano le maggiori richieste da parte delle aziende. In particolare, ciò avviene nei settori del trasporto sostenibile e dei sistemi elettrici di potenza conseguentemente alla penetrazione di generazione distribuita da fonte rinnovabile. Tali settori sono direttamente coperti da specifici indirizzi nella offerta formativa. Gli sbocchi occupazionali dei Laureati Magistrali EMJMD STEPS sono estremamente ampi e variegati. Le figure professionali prevalenti possono essere elencate come segue:

- Attività di Ricerca e Sviluppo attive presso grandi aziende pubbliche e/o private (ad es. Alenia, Ansaldo, Enel, Fiat, STM, RFI, Trenitalia, ABB, Bombardier, Daimler-Benz, Ford, General Electric, Intel, Siemens,), italiane e/o comunitarie, nonché nel pubblico impiego (ad es. istituti superiori, Università, CNR, ENEA, INFN, CERN).
- Gestione e progettazione nelle aziende di mobilità e movimentazione (trasporto ferroviario e di trasporto locale: autobus, filovie, tranvie, metropolitane), enti di gestione di aeroporti, porti, enti di gestione gallerie stradali ed autostradali, parcheggi e strade;
- Industrie per la produzione di apparecchiature e macchinari elettrici;
- Addetto nelle enti in cui è richiesta la figura del responsabile della pianificazione energetica ed ambientale (energy manager);
- Addetto di gestione e servizi di manutenzione di impianti ed apparecchiature elettriche ed elettroniche.

- **Competenze associate alla funzione:**

Il Laureato Magistrale in Ingegneria Elettrotecnica EMJMD STEPS acquisisce solide conoscenze di base che si coniugano con la capacità di utilizzare gli strumenti e le metodologie in suo possesso per risolvere problemi tecnici complessi nei settori del trasporto sostenibile e dei sistemi elettrici di potenza. In particolare, egli è in grado di utilizzare le seguenti competenze:

- Capacità di sviluppare programmi elettrici ed elettronici per sistemi di automazione industriale;
- Studiare e risolvere problemi complessi dell'Ingegneria Elettrotecnica;
- Flessibilità/competenze multidisciplinari;
- Capacità relazionali e comunicative;
- Progettare apparecchi elettronici a seguirne la realizzazione, prevedere costi e tempi di realizzazione;

- **Sbocchi occupazionali:**

La cultura ad ampio spettro che il laureato Magistrale in Ingegneria Elettrotecnica EMJMD STEPS ha acquisito, gli fornisce un'ampia flessibilità di impiego in ambito professionale, con opportunità presso aziende elettromeccaniche e manifatturiere, imprese e società di ingegneria, enti pubblici e privati che operano nel settore dell'approvvigionamento energetico e dell'utilizzazione dell'energia elettrica, aziende per la commercializzazione dell'energia elettrica, Sono di seguito elencati in sintesi i principali sbocchi professionali di un laureato magistrale in Ingegneria Elettrotecnica EMJMD STEPS:

- aziende per la produzione, generazione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica;
- aziende per la commercializzazione dell'energia elettrica;



- enti pubblici e privati che operano nel settore dell'approvvigionamento energetico e dell'utilizzazione dell'energia elettrica;
- aziende manifatturiere con grande impegno di energia non soltanto di natura elettrica (aziende chimiche, meccaniche, elettroniche,);
- aziende per i servizi di gestione e manutenzione di impianti ed apparecchiature elettriche ed elettroniche;
- attività di ricerca e sviluppo attive presso grandi aziende pubbliche e/o private (ad es. Alenia, Ansaldo, Enel, Fiat, STM, RFI, Trenitalia, ABB, Bombardier, Daimler-Benz, Ford, General Electric, Intel, Siemens,), italiane e/o comunitarie, nonché nel pubblico impiego (ad es. istituti superiori, Università, CNR, ENEA, INFN, CERN);
- aziende pubbliche e private ospedaliere, cliniche, case di cura e della sanità;
- aziende di mobilità e movimentazione (trasporto ferroviario e di trasporto locale: autobus, filovie, tranvie metropolitane), enti di gestione di aeroporti, porti, enti di gestione gallerie stradali ed autostradali, parcheggi e strade;
- enti pubblici (comuni, province, regioni);
- aziende private come ingegnere di sistema;
- enti in cui è richiesta la figura del responsabile della sicurezza, prevenzione e protezione, del responsabile di impresa, di impianto e di conduzione dell'attività lavorativa;
- libera professione, grandi aziende di progettazione e studi di Ingegneria.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il percorso formativo è svolto interamente in lingua inglese e prevede la mobilità degli studenti all'interno di un consorzio formato tra le seguenti quattro università: Università di Oviedo (Spagna), Università di Nottingham (UK), Università Politecnica di Coimbra (Portogallo), Università degli Studi di Roma La Sapienza (Italia). Al completamento del corso di studio viene emesso un titolo congiunto riconosciuto dalle quattro università partner. Il corso di Laurea Magistrale si prefigge di fornire allo studente approfondite conoscenze teorico-scientifiche e professionali avanzate con competenze specifiche, in particolare di tipo ingegneristico, che gli consentono di interpretare e descrivere problemi complessi dell'Ingegneria Elettrica/Elettrotecnica che possono richiedere anche un approccio interdisciplinare, utilizzando metodi, strumenti e tecniche anche innovativi. La sua formazione, finalizzata ad ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi comunque complessi, è volta anche alla risoluzione dei problemi connessi con la sicurezza degli impianti e con l'impatto ambientale da questi prodotto nei luoghi di insediamento. Tali capacità sono conseguibili grazie all'arricchimento del solido patrimonio di conoscenze già acquisito con la laurea, che si approfondisce sul piano metodologico ed applicativo attraverso il biennio di studi della laurea magistrale. In tal modo diviene possibile affrontare le problematiche più complesse di sviluppo, di progettazione e di conduzione dei moderni impianti, nonché di contribuire fattivamente all'innovazione ed all'avanzamento scientifico e tecnologico del settore. 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% dello stesso. Nel curriculum proposto per chi vuole conseguire la laurea magistrale in Ingegneria Elettrotecnica, si è ritenuto indispensabile un incremento di attività di formazione delle materie caratterizzanti ed affini-integrative. Su questa base si individuano percorsi formativi tendenti alla preparazione di figure professionali che possano essere impiegate nell'ambito dei sistemi elettrici di potenza, degli impianti, del settore industriale e della mobilità. Tali percorsi intendono fornire conoscenze avanzate nei settori tradizionali e innovativi dell'Ingegneria Elettrotecnica e sono caratterizzati da un elevato grado di interdisciplinarietà con le aree della meccanica, dell'automatica, dell'elettronica, delle telecomunicazioni, dell'informatica e dei trasporti. L'orientamento "Sistemi di potenza" è finalizzato alla formazione di ingegneri elettrici con approfondite conoscenze sulla progettazione, pianificazione, costruzione, esercizio e protezione dei sistemi per la produzione dell'energia elettrica, anche di tipo non convenzionale, nonché per la trasmissione, distribuzione e utilizzazione dell'energia. L'orientamento "Impianti" è finalizzato alla formazione di ingegneri che operino nell'ambito degli impianti elettrici, impianti termotecnici, installazioni meccaniche, di sicurezza (safety - security), di sistemi domotici - building automation, antincendio e speciali per interni in ambito industriale, commerciale, ospedaliero e terziario e per esterni in ambito ferroviario, portuale, aeroportuale, stradale. L'orientamento "Industriale" è finalizzato alla



formazione di ingegneri elettrici in grado di operare nel settore della progettazione di dispositivi e apparati elettromeccanici e per l'automazione, con conoscenze di compatibilità elettromagnetica e di micro- nano tecnologie, nuova frontiera di un crescente sviluppo industriale. L'orientamento "Mobilità" è finalizzato alla formazione di ingegneri elettrici che potranno contribuire al progetto e all'analisi di nuovi sistemi di trasporto elettrificati, con particolare riferimento alle problematiche elettriche di potenza in ambito ferroviario, portuale, aeroportuale e stradale. Il corso di studi si conclude con una attività di progettazione che comporta la stesura di un elaborato dal quale si evidenzia la padronanza degli argomenti affrontati e la capacità di operare in modo autonomo. L'offerta didattica in Ingegneria Elettrotecnica rappresenta la riorganizzazione del curriculum in Ingegneria Elettrica già presente in Facoltà, secondo le regole definite dal D.M. sulle Classi di Laurea. Inoltre, nell'ottica di favorire il processo di internazionalizzazione e di integrazione europea degli studi universitari, viene proposto un percorso formativo, denominato Erasmus Mundus Master Course in Sustainable Transportation and Electrical Power Systems (EMMC STEPS), approvato e finanziato dalla Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA) della Comunità Europea. Tale percorso formativo è svolto interamente in lingua inglese e prevede la mobilità degli studenti all'interno di un consorzio formato tra le seguenti quattro università: Università di Oviedo (Spagna), Università di Nottingham (UK), Università di Coimbra (Portogallo), Università degli Studi di Roma La Sapienza (Italia). Sono previsti due orientamenti, il primo dei quali - Sustainable Transportation- è mirato a formare figure professionali con spiccate professionalità in tutto l'ambito dei trasposti elettrici e con particolari accenti sulle tecnologie per veicoli elettrici ed ibridi. Il secondo orientamento - Electrical Power Systems mira invece a formare figure professionali capaci di affrontare con le necessarie competenze le complesse sfide per i sistemi elettrici derivanti da una prevedibile ed auspicabile profonda penetrazione di generazione distribuita e smart grids, nonché dall'avvento del mercato elettrico. Il percorso formativo è suddiviso in due anni, di cui il primo è maggiormente dedicato alle attività di livellamento delle conoscenze di base (gli studenti provengono da background molto eterogenei) e di approfondimento delle conoscenze più specifiche negli ambiti caratterizzanti. Durante il secondo anno, oltre a completare la formazione nell'ambito delle discipline caratterizzanti, il percorso formativo dedica ampio e crescente spazio all'applicazione dei contenuti appresi tramite attività di laboratorio e l'intero ultimo semestre dedicato a tirocinio e tesi.



► **Curriculum: Sustainable transportation**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Power systems for aerospace marine and • Automotive application and technologies for the hydrogen economy • Technologies for the hydrogen economy • Power systems for aerospace marine and automotive application • Applied simulation to electrical transportation and electromagnetic compatibility • Applied simulation to electrical transportation
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced power conversion and advanced ac machines • Advanced power conversion • Advanced ac drives and project • Design of hybrid hev and electric vehicles ev • Energy storing and recovering in power systems • And hybrid electric vehicles • Sustainable transportation laboratory and project
Elettrotecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Progettazione del territorio
Tecnica delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Applied simulation to electrical transportation and electromagnetic compatibility • Electromagnetic compatibility
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanical background
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamic analysis and control of ac machines and control of electromechanical systems • Dynamic analysis and control of ac machines • Power electronics electrical machines
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Electric power systems
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamic analysis and control of ac machines and control of electromechanical systems • Control of electromechanical systems • Digital control and microcontrollers



► **Curriculum: Electrical power systems: technologies for the more electronic grid**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Power plants • Distribution systems • Electric power systems i • Smartgrids and microgrids • Applied simulation to power systems and control of power converters for facts and hvdc applications • Applied simulation to power systems
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Renewable generation technologies and • Technologies for wind generation • Technologies for wind generation • Renewable generation technologies • Combined heat and power and facts and distributed generation • Combined heat and power • Facts and distributed generation advanced ac drives and project • Electrical machines i • Power electronics i • Applied simulation to power systems and control of power converters for facts and hvdc applications • Control of power converters for facts and hvdc applications • Design of power converters for energy storage applications
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanical background
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Electrical machines I and electrical power systems control and operation • Electrical machines I • Electrical machines I and microcontrollers • Electrical machines I and digital control • Power electronics I • Power electronics I and digital control • Power electronics I and microcontrollers • Power electronics I and dsp and communications • Electrical machines I and dsp and communications
	<ul style="list-style-type: none"> • Digital control and microcontrollers and electric power systems control • Electrical machines I and electrical power systems control • Electric power systems control and operation



<p>Sistemi elettrici per l'energia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Microcontrollers and dsp and communications and electric power systems control and operation • Electric power systems control and operation • Power electronics I and electric power systems control and operation • Power systems laboratory and project and electrical energy and cooperation for development
<p>Automatica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Digital control and microcontrollers and electric power systems control and operation • Digital control and dsp communications and electric power systems control and operation • Microcontrollers • Electrical machines I and microcontrollers • Electrical machines I and digital control • Dsp and communications • Power electronics i and digital control • Dsp and communications • Electrical machines i and dsp and communications
<p>Economia applicata</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Power systems laboratory and project and electrical energy and cooperation for development • Electrical energy and cooperation for development



► **Curriculum: Electrical power systems: design, analysis and operation for the more efficient and resilient grid**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Electric power systems and introduction to renewable energies • Power systems for aerospace marine and automotive application and energy store • Power systems for aerospace marine and automotive application • Electrical markets and project management for conventional and renewable energy application • Project management for conventional and renewable energy application • Advanced power systems design and simulation of railway power systems • Advanced power systems design and analysis • Applied simulation to power systems and control of power converters for facts and hvdc applications
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Electric power systems and introduction to renewable energies • Introduction to renewable energies • Advanced electrical machines and project • Combined heat and power and facts and distributed generation • Facts and distributed generation • Applied simulation to power systems and control of power converters for facts and hvdc applications
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Convertitori, macchine e azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> • Power electronics • Electrical machines
Sistemi elettrici per l'energia	<ul style="list-style-type: none"> • Electrical components and technologies for power systems • Power systems for electrical transportation
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Telecommunications in electric power systems
Economia applicata	<ul style="list-style-type: none"> • Electrical energy and cooperation for development • Economical and financial analysis



INGEGNERIA DELLE NANOTECNOLOGIE [Nanotechnology Engineering]

- **Classe:** LM-53 Scienza e Ingegneria dei Materiali
- **Lingua:** Italiano; Inglese;
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri dei materiali

► Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

Nel contesto lavorativo le funzioni che la nuova figura dell'ingegnere delle nanotecnologie può ricoprire riguardano ad esempio:

- il coordinamento e la direzione di progetti tecnologici ad elevata complessità che facciano uso di nanotecnologie.
- lo sviluppo e l'ingegnerizzazione di tecnologie innovative nell'ambito di diversi contesti produttivi (meccanica, aerospazio, automotive, trasporti, materiali avanzati, elettrotecnica, bioingegneria, processi di trasformazione e di produzione, ingegneria biomedica, industria agro-alimentare) e nelle aziende che operano nel settore dell'elettronica.
- controllo di micro/nano sistemi complessi;
- risoluzione di problemi tecnologici tramite l'utilizzo di nanotecnologie.

Queste funzioni potranno essere espletate grazie alla formazione ricevuta che riguarda: competenze fondamentali sulla

fisica e la chimica dei sistemi alla nanoscala; conoscenze teoriche sul comportamento dei materiali innovativi resi disponibili dallo sviluppo delle nanotecnologie; abilità sperimentali e capacità di caratterizzazione geometrica, fisica, chimica ed elettrica dei micro e nanosistemi; competenze nelle tecniche di simulazione numerica di sistemi molecolari, fluidi e solidi; capacità di progettare e realizzare campagne sperimentali e di caratterizzazione volte a qualificare le proprietà di un materiale

- **Competenze associate alla funzione:**

Competenze specifiche dell'Ingegnere delle Nanotecnologie sono:

- sviluppare e ingegnerizzare micro-nano dispositivi nei diversi settori della nanotecnologie (microsistemi e nano-sistemi meccanici, elettrici ed elettromagnetici; sistemi microfluidici; sistemi elettronici, microfotonici, optoelettronici; micro e nano sistemi per applicazioni biologiche e biomediche;
- sviluppare materiali speciali e le relative applicazioni ingegneristiche nei diversi ambiti dell'ingegneria industriale, elettrica, elettronica e delle biotecnologie;
- caratterizzare micro e nanodispositivi e materiali innovativi sia in fase prototipale che in fase di produzione;
- organizzare e gestire dei sistemi di produzione di dispositivi e materiali realizzati con nanotecnologie. - coordinare e gestire attività di laboratorio per lo sviluppo di tecnologie alla micro e nano scala.

- **Sbocchi occupazionali:**

In ambito nazionale ed internazionale, l'Ingegnere delle Nanotecnologie trova impiego nell'industria manifatturiera ad alto contenuto tecnologico che opera nei diversi settori dell'ingegneria (meccanica, aerospazio, automotive, trasporti, materiali avanzati, elettrotecnica, bioingegneria, processi di trasformazione e di produzione, ingegneria biomedica) e nelle aziende che operano nel settore dell'elettronica. Tale ingegnere è in grado di gestire, coordinare e dirigere progetti di elevata complessità, ed è in grado di svolgere attività di leadership grazie alle acquisite capacità di sviluppo di metodologie e prodotti innovativi, di progettazione e controllo di micro- e nano-sistemi complessi e di risoluzione delle problematiche trasversali relative all'utilizzo delle micro- e nano tecnologie L'Ingegnere magistrale delle Nanotecnologie trova anche impiego come ricercatore in centri di ricerca avanzati. Inoltre, grazie alla approfondita conoscenza delle discipline



ingegneristiche caratterizzanti l'ingegneria industriale ed elettronica si propone come qualificato professionista. Può accedere all'albo degli Ingegneri per la sezione industriale. In sintesi il corso prepara alle professioni di Ingegnere esperto nelle micro- e nano-tecnologie, Ingegnere esperto nello sviluppo di prodotti, dispositivi e materiali mediante l'utilizzo di micro e nano tecnologie, Ingegnere esperto nella progettazione e gestione di micro e nano sistemi complessi. L'ingegnere delle nanotecnologie in possesso della laurea magistrale acquisisce la capacità di proporre e gestire l'innovazione nel settore dei materiali e dei dispositivi basati sull'uso di nanotecnologie. Il principale sbocco occupazionale riguarda aziende sia di dimensioni medio-grandi che piccole e medie aziende specializzate nel produrre materiali innovativi e prodotti ad alta tecnologia nell'ambito della meccanica, chimica, elettronica, dell'energia, delle telecomunicazioni, dell'edilizia, dei trasporti, biomedico, ambientale e per il restauro. Trova inoltre occupazione nei laboratori industriali e nei centri di ricerca e sviluppo di aziende ed enti pubblici e privati.

► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie ha l'obiettivo di offrire allo studente una formazione scientifica e professionale avanzata in grado di immergerlo nel contesto internazionale delle nanotecnologie. Per conseguire quest'ultimo l'obiettivo si prevedono percorsi parzialmente erogati in lingua inglese in parallelo a percorsi erogati totalmente in lingua inglese. Nel percorso di studio vengono sviluppate competenze specifiche, in particolare di tipo ingegneristico che consentano all'allievo di affrontare problemi complessi connessi con l'analisi, lo sviluppo, la simulazione e l'ottimizzazione di dispositivi, materiali e processi fondati sull'uso delle nanotecnologie per applicazioni nel settore dell'Ingegneria Industriale ed Elettronica. La formazione è finalizzata principalmente allo sviluppo di strumenti di indagine e di progetto multiscala avanzati e all'innovazione tecnologica nei diversi settori in cui trovano applicazione le nanotecnologie. In particolare costituisce primario obiettivo formativo il conseguimento delle seguenti capacità:

- capacità di gestire ed utilizzare le micro- e nanotecnologie per lo sviluppo di materiali, biotecnologie e processi destinati alla realizzazione di nuovi micro- e nano-dispositivi;
- capacità di progettare utilizzando metodi di simulazione a livello atomistico nuovi micro/nanodispositivi per specifiche applicazioni funzionali e multifunzionali;
- capacità di progettare e gestire micro- e nano-sistemi complessi;
- conoscenza e capacità di gestione delle problematiche relative al rischio e alla sicurezza nell'utilizzo delle nanotecnologie.

Il percorso formativo garantisce inoltre che l'ingegnere delle Nanotecnologie saprà integrare le già acquisite capacità tecnico-scientifiche con conoscenze di contesto e di capacità trasversali, con particolare riguardo alle abilità relative alla comunicazione in un contesto internazionale. Nell'ambito del percorso di Laurea Magistrale l'attività sperimentale di laboratorio è largamente sviluppata al fine di formare nell'allievo una spiccata sensibilità alle problematiche realizzative e applicative. Le capacità sopra descritte sono conseguibili grazie ad un percorso formativo nel quale vengono approfonditi gli aspetti relativi alle tecniche di nanofabbricazione e ai processi di autoassemblaggio di nanostrutture, alla ingegneria delle superfici, ai metodi di modellistica atomistica di nanostrutture e alle tecniche di caratterizzazione fino alla scala nanoscopica. Vengono inoltre studiate le tecniche e i metodi di analisi e progettazione di nuovi materiali e superfici micro- e nanostrutturati, multifunzionali ed intelligenti, per la realizzazione di nano- e micro-dispositivi meccanici, fluidici, elettrici, elettronici, elettromagnetici, fotonici, o ibridi, e per lo sviluppo di microsistemi a fusso e reagenti per il trasporto, la separazione, la purificazione e l'amplificazione di composti cellulari e subcellulari, di microsonde e di materiali biocompatibili per il recupero e la riabilitazione di tessuti e organi.



► **Curriculum: Ingegneria delle Nanotecnologie**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fisica della materia	<ul style="list-style-type: none"> • Struttura della materia con elementi di meccanica quantistica e simulazioni atomistiche • Struttura della materia con elementi di meccanica quantistica • Fabbricazione e caratterizzazione di nanostrutture
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Struttura della materia con elementi di meccanica quantistica e simulazioni atomistiche • Simulazioni atomistiche • Microscopie e tecniche di nanocaratterizzazione
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi • Ingegneria delle superfici e dei film sottili e • Materiali nanostrutturati • Ingegneria delle superfici e dei film sottili • Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi - rivestimenti • Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi - materiali massivi • Materiali metallici per uso biomedico • Ingegneria delle superfici e dei film sottili e • Materiali nanostrutturati
Fondamenti chimici delle tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Chimica superiore per nanotecnologie
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Biochimica	<ul style="list-style-type: none"> • Macromolecular structures
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratories of atomistic and micro-nano-fluidics simulations • Optics • Laboratories of atomistic and micro-nano-fluidics simulations • Biophotonics laboratory • Atomistic simulations laboratory • Laser fundamentals
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratories of atomistic and micro-nano-fluidics simulations • Micro-nanofluidica • Laboratories of atomistic and micro-nano-fluidics simulations • Micro-nano fluidics simulations laboratory



Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanical design of micro-nano devices • Dinamica di sistemi micromeccanici
Principi di ingegneria chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Principles of biochemical engineering • Trasport phenomena in microsystems and micro-nano reactive devices
Impianti chimici	<ul style="list-style-type: none"> • Processi industriali per la produzione di micro e nano particelle
Teoria dello sviluppo dei processi chimici	<ul style="list-style-type: none"> • Sintesi e caratterizzazione di bio-nano-materiali • Sintesi e caratterizzazione di bio-nano-materiali • Laboratorio di sintesi e caratterizzazione di bio-nano-materiali • Applicazioni innovative di bio-nano-materiali e loro
Elettrotecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and electrorheology • Micro-nano devices and materials for • Electrical-electromagnetic applications • Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and electrorheology • Electrorheology • Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications • Sensors and electrical-electromagnetic • Characterization laboratory
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Nanoelectronics laboratory • Componenti nanoelettronici e microelettromeccanici integrati • Componenti elettronici integrati • Micro electromechanical systems • Nanoelectronics laboratory • Optoelectronics • Dispositivi nanoelettronici di sensing innovativi • Tecnologie e processi per l'elettronica • Microsistemi fotonici
Campi elettromagnetici	<ul style="list-style-type: none"> • Electromagnetic fields and nanosystems for biomedical applications • Artificial materials - metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications


► Curriculum: Nanotechnology Engineering

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fisica della materia	<ul style="list-style-type: none"> • Modern Physics for Nanotechnology • Elements of condensed matter physics
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Electron microscopies and related techniques • Scanning probe microscopy • Electron microscopies • Modern physics for nanotechnology • Elements of quantum mechanics
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Surface engineering and nanostructured materials • Nanostructured materials • Surface engineering
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Continuum mechanics
Fondamenti chimici delle tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Chemistry for nanotechnology
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Biochimica	<ul style="list-style-type: none"> • Macromolecular structures
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Molecular dynamics and atomistic simulations • Laboratories of atomistic and micro-nano-fluidics simulations • Biophotonics laboratory • Laser fundamentals • Laboratories of atomistic and micro-nano-fluidics simulations • Atomistic simulations laboratory • Molecular dynamics and atomistic simulations • Classical md • Statistical mechanics and monte carlo techniques
Fluidodinamica	<ul style="list-style-type: none"> • Micro-nano fluidics • Laboratories of atomistic and micro-nano-fluidics simulations • Laboratories of atomistic and micro-nano-fluidics simulations • Micro-nano fluidics simulations laboratory
Meccanica applicata alle macchine	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanical design of micro-nano devices • Dynamics of micromechanical systems
Principi di ingegneria chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Principles of biochemical engineering • Trasport phenomena in microsystems and micro-nano reactive devices
Impianti chimici	<ul style="list-style-type: none"> • Micro-nano particles production technology



Elettrotecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and electrorheology • Micro-nano devices and materials for • Electrical-electromagnetic applications • Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and electrorheology • Electrorheology • Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications • Sensors and electrical-electromagnetic • Characterization laboratory
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Nanoelectronics laboratory • Optoelectronics • Nanoelectronic and microelectromechanical integrated devices semiconductor devices • Micro electromechanical systems
Campi elettromagnetici	<ul style="list-style-type: none"> • Electromagnetic fields and nanosystems for biomedical applications • Artificial materials - metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications



INGEGNERIA BIOMEDICA [*Biomedical Engineering*]

- **Classe:** LM-21 Ingegneria Biomedica
- **Lingua:** Italiano;
- **Durata:** Biennale (Laurea Magistrale)
- **Prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**
 - Ingegneri biomedici e bioingegneri

► **Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

- **Funzione in un contesto di lavoro:**

L'ingegnere biomedico ha conoscenze e competenze idonee allo svolgimento dell'attività professionale in ambito sanitario, ovunque sia richiesto un impiego importante della tecnologia e delle applicazioni scientifiche. Esso opera in differenti settori dell'ingegneria, dalla progettazione, allo sviluppo, all'immissione sul mercato di dispositivi medici e di tecnologie biomediche, alla organizzazione e gestione delle attività in ambito sanitario. Nello svolgimento della sua attività professionale, può intervenire su dispositivi, materiali, processi, macchine, apparati, impianti e tecnologie biomediche in conformità alle normative, nonché lavorare in cooperazione con il personale medico, odontoiatrico e sanitario nell'applicazione delle tecnologie a supporto della salute del paziente, senza compiere specificatamente attività diagnostica, terapeutica o di riabilitazione. Indipendentemente dall'enfasi culturale conseguita all'interno dei curricula, l'ingegnere biomedico può innanzi tutto progettare e/o gestire la funzionalità delle apparecchiature biomediche e dei dispositivi per il monitoraggio, la diagnosi e la terapia. Egli opera su tutte le tecnologie di ambito biomedico, sia durante il processo di produzione che in ambito operativo ospedaliero, propone e sviluppa nuove apparecchiature medicali, valuta l'operatività delle apparecchiature stesse in ambienti complessi quali quelli sanitari, e partecipa al processo di scelta e di investimento per le nuove apparecchiature. Egli può elaborare l'informazione per la gestione ed il controllo dei sistemi sanitari, studiare e sviluppare modelli matematici che descrivono i processi fisici degli organismi viventi e determinare un controllo attraverso tali modelli. Egli si occupa di interfacce uomo-macchina, di robotica medica, e di apparecchiature biomediche con riferimento all'implementazione degli attuatori. Egli può realizzare i biomateriali in grado di svolgere diverse funzioni nell'ambito della protesica, diagnostica e cura. L'ingegnere biomedico si occupa di progettare, fabbricare e migliorare le prestazioni dei materiali per applicazioni biomediche, basandosi su conoscenze trasversali nelle discipline della medicina, dell'ingegneria e delle scienze applicate. Egli è in grado di analizzare, progettare e gestire la tecnologia di ausilio e di servizio per la riabilitazione psicofisica dei pazienti, sa comprendere i meccanismi biologici e fisiologici degli organismi viventi e dell'uomo e sa mettere in relazione queste funzionalità con gli apparati e gli ausili tecnologici. L'attività professionale dell'ingegnere biomedico si svolge in contatto continuo con le innovazioni della ricerca biomedica e della bioingegneria ed è inevitabilmente protesa verso le tecnologie complesse più innovative, quali le nanotecnologie e le biotecnologie mediche. L'ingegnere biomedico progetta e realizza protesi e ausili biomedici, sia con materiali inorganici biocompatibili che con materiale totalmente organico, applica i prodotti dell'ingegneria tissutale e si occupa della produzione e della gestione di tutti quei dispositivi tecnologici impiegati direttamente o indirettamente per la riabilitazione dei pazienti. L'ingegnere biomedico può interagire con l'essere umano inteso come sistema meccanico, operando nei due ambiti della meccanica dell'apparato muscolo-scheletrico e della meccanica dei fluidi biologici. Egli opera nell'ambito dell'analisi del movimento, della robotica riabilitativa, dell'ergonomia, dell'ortopedia protesica, ma può anche applicare le conoscenze della fluidodinamica alla complessa fenomenologia dei sistemi cardio-circolatorio e respiratorio, spingendosi fino a supportare la chirurgia protesica vascolare.

- **Competenze associate alla funzione:**

Le competenze associate alla funzione dell'ingegnere biomedico riguardano l'ampia classe delle metodologie e delle tecnologie dell'ingegneria applicate a problemi nell'ambito della Medicina, nei contesti operativi industriali e nei servizi sanitari, avendo sviluppato un'adeguata capacità di pianificazione, sviluppo, direzione dei lavori, attività di installazione, collaudo e gestione del ciclo di vita delle apparecchiature biomediche e



degli impianti per le organizzazioni sanitarie ed ospedaliere. L'ingegnere biomedico ha competenze teoriche di base dell'ingegneria dell'informazione, con particolare riferimento alle discipline dell'ingegneria elettronica, elaborazione ed analisi dei dati, segnali ed immagini, campi elettromagnetici, misure elettriche ed elettroniche. Egli ha poi competenze sugli aspetti metodologici e tecnologici del progetto di dispositivi e apparecchiature medicali, sulle tecniche di analisi di efficacia delle apparecchiature biomedicali, sulle normative tecniche di riferimento sia per la compatibilità che per la certificazione e progettazione di nuovi dispositivi.

Inoltre, egli ha competenze che riguardano le metodologie di analisi dei modelli dei sistemi automatici, l'implementazione del controllo nelle apparecchiature biomediche, l'elaborazione dei dati fisiologici, la robotica medica e le interfacce uomo-macchina. Egli è quindi in grado di interpretare un fenomeno fisiologico, sviluppare un modello matematico ed introdurre opportune azioni di controllo; tale metodologia si rivela particolarmente utile per lo studio dei fenomeni di regolazione fisiologica, della diffusione delle epidemie, nella farmacocinetica e farmacodinamica. L'ingegnere biomedico ha anche competenze che riguardano gli aspetti tecnico-scientifici inerenti la realizzazione e la trasformazione dei materiali utilizzati in ambito biomedico, includendo le tecnologie di processo e modifica dei biomateriali allo scopo di controllarne la biocompatibilità e l'interazione con i sistemi biologici, la capacità di identificare e progettare materiali innovativi per dispositivi biomedicali e protesici. Egli è in grado di comprendere le problematiche fisiologiche e psicologiche dei pazienti in riabilitazione ed ha le competenze per proporre e implementare l'applicazione delle tecnologie più idonee per realizzare gli ausili tecnologici hardware a software personalizzati per patologie anche molto diverse, fino a collaborare attivamente con medici e biotecnologi per la realizzazione in laboratorio di tessuti ingegnerizzati ad uso della medicina rigenerativa. L'ingegnere biomedico ha competenze che gli permettono di comprendere ed operare con le grandezze cinematiche e dinamiche che descrivono e regolano il funzionamento meccanico del sistema muscolo-scheletrico: il cammino, la manipolazione di oggetti, il mantenimento della postura, fino al gesto sportivo. Egli possiede una approfondita conoscenza delle metodologie di misura da impiegare in questi ambiti, unitamente a competenze di base nella mecatronica e nella robotica in ambito medico. Infine egli ha competenze biomeccaniche per sviluppare modelli dinamici dei fluidi corporei, applicando i concetti di base della fluidodinamica per l'analisi del funzionamento degli apparati cardiocircolatorio e respiratorio.

- **Sbocchi occupazionali:**

L'ambito professionale tipico per chi consegue la laurea magistrale in Ingegneria Biomedica è quello della progettazione

avanzata, dell'innovazione e dello sviluppo, della produzione, della pianificazione e della programmazione, della gestione dei sistemi complessi in ambito biomedico. In particolare, in funzione del percorso formativo seguito, gli sbocchi professionali dell'Ingegnere biomedico comprendono:

- Aziende ospedaliere pubbliche e private, in particolare nei servizi di ingegneria clinica, nelle società di servizi per la gestione delle apparecchiature e degli impianti medicali e di telemedicina, nei laboratori specializzati, nell'ambito sportivo e nell'esercizio della libera professione.
- Industrie o aziende di progettazione, produzione e commercializzazione di dispositivi, apparecchiature, software e sistemi medicali; aziende che operano nell'ambito dei servizi di manutenzione delle apparecchiature; organismi pubblici di regolamentazione e controllo.
- Aziende di progettazione e realizzazione di biomateriali, sia tradizionali che avanzati, per applicazioni in ambito biomedico (diagnostica, cura, protesi), aziende che forniscono servizi nell'ambito della fabbricazione e trasformazione dei materiali utilizzati in dispositivi biomedicali, centri di ricerca di aziende pubbliche e private che sviluppano biomateriali innovativi per applicazioni cliniche.
- Aziende che operano nella progettazione e produzione di ausili hardware e software per la riabilitazione medica di qualsiasi tipo. Ospedali per lungodegenza, cliniche ed istituti specializzati nella riabilitazione motoria e psicofisica dei pazienti gravi.
- Laboratori, enti, centri di ricerca e università impegnati nella ricerca in strumentazione biomedica di ogni tipo, bioingegneria, biotecnologia e medicina rigenerativa.
- Laboratori di analisi del movimento, sia per patologie motorie che in ambito sportivo, nell'ergonomia e nelle aziende operanti nel settore delle endoprotesi, dei dispositivi esoscheletrici, della robotica riabilitativa e delle protesi vascolari.



► **Obiettivi formativi specifici del Corso e descrizione del percorso formativo**

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Biomedica ha l'obiettivo di fornire allo studente conoscenze approfondite sia teorico-scientifiche che professionali con competenze specifiche di tipo ingegneristico che gli consentano di interpretare, descrivere e gestire i problemi complessi dell'Ingegneria Biomedica, problemi che richiedono un approccio interdisciplinare, utilizzando metodi, strumenti e tecniche spesso innovativi. La sua formazione, volta ad ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi tecnologici comunque complessi, è finalizzata ad interagire e ad operare con tecnologie di elevata complessità per mezzo di tutte le conoscenze di contesto e le capacità trasversali, anche inerenti il campo dell'organizzazione aziendale, attraverso l'acquisizione dei contenuti tipici della cultura d'impresa e della deontologia professionale. Si dà così modo al laureato di affrontare le problematiche più complesse della progettazione, dello sviluppo e della conduzione dei sistemi e degli apparati biomedici, nonché di contribuire fattivamente all'innovazione ed all'avanzamento scientifico e tecnologico del settore. Gli obiettivi formativi specifici vengono completati attraverso una strutturazione del corso a curricula (descritta sotto) che

aggiungono alcune competenze culturali specifiche e rendono la preparazione finale dello studente quanto più possibile vicina ai diversi ambiti professionali dell'Ingegneria Biomedica oggi esistenti. Questi obiettivi formativi sono incentrati sull'apprendimento di conoscenze (sapere) e di competenze (saper fare) specifiche quali, ad esempio:

- il collaudo e la gestione dei dispositivi medici e delle apparecchiature ad alta tecnologia per diagnosi e terapia in modo che il laureato abbia le conoscenze fondamentali sia teoriche che pratiche per le attività professionali quotidiane nel sistema della sanità e possa disporre di un linguaggio interdisciplinare nel colloquio con le altre professioni di tipo sanitario ed economico-giuridico;
- l'analisi e l'interpretazione dei dati biomedici e l'introduzione di opportune strategie di controllo, dall'implementazione di attuatori, alla robotica medica, alla regolazione di un sistema fisiologico, al controllo della diffusione di una epidemia, al dosaggio ottimale di un farmaco, individuando e/o proponendo la strategia più opportuna;
- la progettazione e la realizzazione di biomateriali per diverse applicazioni in ambito biomedico (cura, diagnostica, organi artificiali, protesi), dalla scelta dei materiali all'analisi ed ottimizzazione dei processi di fabbricazione e dei trattamenti, volti a migliorarne le proprietà di biocompatibilità ed interazione con i sistemi biologici complessi;
- la fisiologia di base, l'anatomia umana e le tecnologie dedicate alla riabilitazione dei pazienti, intese come capacità di interagire e collaborare direttamente con il personale medico e paramedico per la definizione e la realizzazione dei percorsi e degli ausili tecnologici riabilitativi, mediante l'integrazione delle conoscenze dell'ingegneria meccanica, dell'elettronica e dell'informatica, così da progettare, costruire e mettere in opera gli ausili e i sistemi tecnologici per la riabilitazione dei pazienti infortunati, sia in ambito ospedaliero che in ambito domestico;
- la biomeccanica del corpo umano e la biofluidodinamica, intese come modellazione e sperimentazione cinematica e dinamica per i sistemi muscolo-scheletrico, circolatorio e respiratorio, i fondamenti di mecatronica e dei materiali ad uso biomedico utili a fornire tutti gli strumenti tecnologici a supporto della diagnosi e delle terapie legate alle varie patologie, così come al potenziamento del gesto sportivo, o al miglioramento dell'ergonomia in ambito lavorativo;
- la progettazione, lo sviluppo e l'analisi dei dispositivi e delle apparecchiature elettroniche in ambito biomedicale al fine di intervenire sia nei processi di produzione e di sviluppo, che nell'acquisto e messa in opera delle apparecchiature elettromedicali, con competenze nell'ottimizzazione delle risorse economiche e tecniche e nella gestione della compatibilità dei diversi sistemi.
- le tecnologie dell'informazione e il software per seguire e partecipare agli sviluppi dell'ambito biomedico legati, ad esempio, all'utilizzo di sistemi wireless, home-care, RF-ID, cartella sanitaria elettronica, gestione remota delle informazioni sanitarie.

Al termine del percorso didattico l'allievo ha acquisito un'autonomia professionale, decisionale ed operativa rivolta ad affrontare, individuare e gestire le criticità durante il ciclo di vita delle tecnologie più complesse impiegate nell'ingegneria Biomedica che hanno un elevato impatto sulla sicurezza dei pazienti e degli operatori.



► **Curriculum: Gestione del sistema sanitario**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Bioingegneria elettronica e informatica	<ul style="list-style-type: none"> • Modelli di sistemi biologici • Interazione bioelettromagnetica I • Metodi avanzati di analisi dei dati biomedici • Elaborazione dati e segnali biomedici II
Bioingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica II • Collaudo delle tecnologie biomediche • Diagnostica per immagini • Biomacchine
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica delle radiazioni applicata alla medicina
Ingegneria sanitaria - ambientale	<ul style="list-style-type: none"> • Gestione dei rifiuti sanitari
Fisica tecnica industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti ospedalieri II
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio di biomeccanica e ingegneria tissutale • Biomeccanica
Ingegneria economico-gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economia e gestione dei servizi sanitari



► **Curriculum: Tecnologie ospedaliere**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Bioingegneria elettronica e informatica	<ul style="list-style-type: none"> • Modelli di sistemi biologici • Interazione bioelettromagnetica I • Metodi avanzati di analisi dei dati biomedici • Elaborazione dati e segnali biomedici II
Bioingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica II • Collaudo delle tecnologie biomediche • Applicazioni tecnologiche in chirurgia e patologie da ambiente ospedaliero
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Analisi numerica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi numerici per l'ingegneria biomedica
Fisica tecnica industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti ospedalieri II
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Tecniche ed apparecchiature biomedicali
Campi elettromagnetici	<ul style="list-style-type: none"> • Tecniche ed apparecchiature biomedicali • Compatibilità elettromagnetica negli apparati medicali
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Medical robotics • Misure elettriche per la biomedica



► **Curriculum: Biomateriali**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Bioingegneria elettronica e informatica	<ul style="list-style-type: none"> • Modelli di sistemi biologici • Interazione bioelettromagnetica I • Metodi avanzati di analisi dei dati biomedici • Elaborazione dati e segnali biomedici II
Bioingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica II • Ingegneria per la medicina rigenerativa • Biomacchine
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica delle radiazioni applicata alla medicina
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Matematica applicata
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Resistenza dei biomateriali
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Materiali e superfici per uso biomedico • Materiali metallici • Materiali non metallici e superfici
Principi di ingegneria chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Ingegneria degli organi artificiali • Ingegneria chimica per i sistemi biomedici



► **Curriculum: Riabilitazione**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Bioingegneria elettronica e informatica	<ul style="list-style-type: none"> • Modelli di sistemi biologici • Interazione bioelettromagnetica I • Metodi avanzati di analisi dei dati biomedici • Elaborazione dati e segnali biomedici II • Neuroscienze industriali
Bioingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica II • Ingegneria per la medicina rigenerativa
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica delle radiazioni applicata alla medicina
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Matematica applicata
Analisi numerica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi numerici per l'ingegneria biomedica
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Biomeccanica • Laboratorio di biomeccanica e ingegneria tissutale



► **Curriculum: Biomeccanica**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Bioingegneria elettronica e informatica	<ul style="list-style-type: none"> • Modelli di sistemi biologici • Interazione bioelettromagnetica I • Metodi avanzati di analisi dei dati biomedici • Elaborazione dati e segnali biomedici II
Bioingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica II • Diagnosi per immagini
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Resistenza dei biomateriali
Idraulica	<ul style="list-style-type: none"> • Moto dei fluidi nei sistemi biologici
Analisi numerica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi numerici per l'ingegneria biomedica
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Biomeccanica • Laboratorio di biomeccanica e ingegneria tissutale
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Materiali e superfici per uso biomedico • Materiali metallici • Materiali non metallici e superfici



► **Curriculum: Modelli ed analisi dati**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Bioingegneria elettronica e informatica	<ul style="list-style-type: none"> • Modelli di sistemi biologici • Bioingegneria per la genomica • Interazione bioelettromagnetica I • Elaborazione dati e segnali biomedici • Neuroscienze industriali • Metodi avanzati di analisi dei dati biomedici
Bioingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica II
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica delle radiazioni applicata alla medicina
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Matematica applicata
Analisi numerica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi numerici per l'ingegneria biomedica
Automatica	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo nei sistemi biologici • Medical robotics
Sistemi di elaborazione delle informazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Machine learning
Misure elettriche e elettroniche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure elettriche per la biomedica



► **Curriculum: Tecnologie elettroniche**

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Bioingegneria elettronica e informatica	<ul style="list-style-type: none"> • Modelli di sistemi biologici • Interazione bioelettromagnetica I • Metodi avanzati di analisi dei dati biomedici • Elaborazione dati e segnali biomedici II • Neuroscienze industriali • Bioingegneria per la genomica
Bioingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica II • Diagnostica per immagini
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborazione numerica dei segnali • Elaborazione delle immagini
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Tecniche ed apparecchiature biomedicali
Campi elettromagnetici	<ul style="list-style-type: none"> • Tecniche ed apparecchiature biomedicali • Compatibilità elettromagnetica negli apparati medicali • Therapeutic applications of low frequency electromagnetic fields • Interazione bioelettromagnetica
Misure elettriche e elettroniche	<ul style="list-style-type: none"> • Misure elettriche per la biomedica



Curriculum: Biomedica

ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Bioingegneria elettronica e informatica	<ul style="list-style-type: none"> • Modelli di sistemi biologici • Interazione bioelettromagnetica I • Metodi avanzati di analisi dei dati biomedici • Elaborazione dati e segnali biomedici II • Neuroscienze industriali • Bioingegneria per la genomica
Bioingegneria industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione biomedica II • Diagnostica per immagini • Applicazioni tecnologiche in chirurgia e patologie da ambiente ospedaliero • Ingegneria per la medicina rigenerativa • Collaudo delle tecnologie biomediche
ATTIVITÀ AFFINI O INTEGRATIVE	
AREE DISCIPLINARI	INSEGNAMENTO
Fisica matematica	<ul style="list-style-type: none"> • Matematica applicata
Fisica sperimentale	<ul style="list-style-type: none"> • Fisica delle radiazioni applicata alla medicina
Analisi numerica	<ul style="list-style-type: none"> • Metodi numerici con elementi di programmazione
Ingegneria sanitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Gestione dei rifiuti sanitari
Fisica tecnica industriale	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti ospedalieri II
Ingegneria economico – gestionale	<ul style="list-style-type: none"> • Economia e gestione dei servizi sanitari
Idraulica	<ul style="list-style-type: none"> • Moto dei fluidi nei sistemi biologici
Scienza delle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Resistenza dei biomateriali
Misure meccaniche e termiche	<ul style="list-style-type: none"> • Biomeccanica • Laboratorio di biomeccanica e ingegneria tissutale
Scienza e tecnologia dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Materiali e superfici per uso biomedico • Materiali non metallici e superfici • Materiali metallici
Principi di ingegneria chimica	<ul style="list-style-type: none"> • Ingegneria degli organi artificiali • Ingegneria chimica per i sistemi biomedici
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> • Tecniche ed apparecchiature biomedicali
Campi elettromagnetici	<ul style="list-style-type: none"> • Compatibilità elettromagnetica negli apparati medicali • Tecniche ed apparecchiature biomedicali • Interazione elettromagnetica II



	<ul style="list-style-type: none">• Therapeutic applications of low frequency electromagnetic fields
Telecomunicazioni	<ul style="list-style-type: none">• Elaborazione numerica dei segnali• Elaborazione delle immagini
Automatica	<ul style="list-style-type: none">• Controllo nei sistemi biologici• Medical robotics
Misure elettriche e elettroniche	<ul style="list-style-type: none">• Misure elettriche per la biomedica
Sistemi di elaborazione delle informazioni	<ul style="list-style-type: none">• Machine learning