

Università	Università degli Studi di Napoli Federico II
Classe	LM-21 R - Ingegneria biomedica
Nome del corso in italiano	Bioingegneria Industriale <i>modifica di: Bioingegneria Industriale (1375576)</i>
Nome del corso in inglese	Industrial Bioengineering
Lingua in cui si tiene il corso	inglese
Codice interno all'ateneo del corso	DD3
Data di approvazione della struttura didattica	04/02/2025
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	24/02/2025
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	05/04/2024 - 18/09/2014
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	17/12/2015
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	https://www.dicmapi.unina.it/ug_bioengineering/bio-engineering/
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	24 - max 24 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024
Corsi della medesima classe	Ingegneria biomedica

Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-21 R Ingegneria biomedica

a) Obiettivi culturali della classe

I corsi della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati specialisti capaci di ideare, progettare, pianificare, sviluppare e gestire prodotti, sistemi, impianti e servizi nei principali ambiti di interesse dell'ingegneria biomedica. Gli obiettivi culturali della classe comprendono aspetti metodologici, tecnologici e di sviluppo relativi a:- soluzioni ingegneristiche a supporto della prevenzione, della diagnostica, della terapia, della riabilitazione e della vita indipendente, del reinserimento sociale e lavorativo;

- integrazione e gestione di sistemi, impianti, apparati e tecnologie biomediche all'interno di strutture sanitarie e altri ambienti applicativi nel loro intero ciclo di vita;

- progettazione, processi produttivi, valutazione dell'affidabilità e della modalità di impiego di dispositivi medici;

- servizi per l'acquisizione, il trattamento, la trasmissione, e la diffusione di informazioni associate alla tutela della salute, della sicurezza e del benessere in tutti i contesti di vita sociale e professionale. In particolare, le laureate e i laureati nei corsi della classe devono:- possedere una conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici della bioingegneria industriale, elettronica e informatica, ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per identificare, formulare e risolvere i problemi dell'ingegneria biomedica caratterizzati da elevata complessità, secondo una visione sistemica e un approccio integrato e interdisciplinare;

- essere in grado di ideare, realizzare e utilizzare consapevolmente modelli teorici, analitici e sperimentali utili per applicazioni biomediche;

- essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità nei diversi contesti applicativi, con particolare riferimento alle sperimentazioni di validazione in laboratorio, pre-cliniche o cliniche di dispositivi medici;

- essere capaci di utilizzare le tecnologie dell'informazione per la gestione e l'interpretazione dei dati in un contesto clinico e sanitario;

- conoscere le tecnologie abilitanti integrate: digitali, sensoristiche, meccatroniche, robotiche, della comunicazione e dell'Internet of Things;

- possedere conoscenze sulla classificazione dei dispositivi medici, sulle procedure per la certificazione e l'immissione sul mercato di dispositivi medici, e sulle relative fonti regolatorie.

b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

I corsi della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate all'acquisizione di conoscenze avanzate nei campi della:- progettazione, realizzazione, sperimentazione e applicazione di dispositivi medici, apparecchiature e strumentazioni biomediche e la loro interazione con i sistemi biologici;

- analisi, modellazione, progettazione e implementazione di sistemi complessi per applicazioni in campo biomedico.

c) Competenze trasversali non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

Le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono:- saper comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, con particolare riferimento al lessico proprio delle discipline scientifiche e ingegneristiche;

- essere in grado di interagire con gruppi di lavoro interdisciplinari, anche costituiti da professionisti sanitari, utilizzando diversi linguaggi tecnico-scientifici e metodi della comunicazione;

- essere in grado di operare in contesti aziendali e professionali;

- essere in grado di prevedere e gestire le implicazioni delle proprie attività in termini di sostenibilità ambientale;

- essere in grado di promuovere e gestire la digitalizzazione dei processi, sia nell'ambito industriale sia in quello dei servizi.

d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe

I principali sbocchi occupazionali sono negli ambiti della ricerca e innovazione, dello sviluppo, della produzione, della progettazione avanzata, della gestione di sistemi complessi. Le laureate e i laureati potranno trovare occupazione presso: aziende del settore biomedicale e farmaceutico produttrici e fornitrici di materiali, apparecchiature, sistemi e servizi per diagnosi, cura, riabilitazione e assistenza; aziende ospedaliere e sanitarie, società per la gestione dei servizi di ingegneria clinica, di collaudo, manutenzione, aggiornamento e innovazione di apparecchiature e impianti medicali, sistemi informativi ospedalieri e di telemedicina.

e) Livello di conoscenza di lingue straniere in uscita dai corsi della classe

Oltre l'italiano, le laureate e i laureati nei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare fluentemente almeno una lingua straniera, in forma scritta e orale, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

f) Conoscenze e competenze richieste per l'accesso a tutti i corsi della classe

L'ammissione ai corsi della classe richiede il possesso di un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline di base e dell'ingegneria propedeutiche a quelle caratterizzanti della presente classe.

g) Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe

I corsi della classe devono prevedere una prova finale che comprenda la discussione di una tesi, in cui siano riportati i risultati di una importante attività di progettazione o di ricerca, che dimostri la padronanza degli argomenti sul piano teorico e applicativo, la capacità di operare in modo autonomo e capacità di comunicazione.

h) Attività pratiche e/o laboratoriali previste per tutti i corsi della classe

I corsi di laurea magistrale della classe devono prevedere:- esercitazioni di laboratorio finalizzate alla conoscenza delle metodiche sperimentali e della strumentazione biomedica.- attività pratiche, comprendenti l'analisi delle attività, la progettazione e la produzione di dispositivi e applicazioni biomediche.

i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero, presso enti o istituti di ricerca, università, laboratori, aziende e/o amministrazioni pubbliche, anche nel quadro di accordi internazionali.

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

Bioingegneria Industriale (in lingua inglese) (LM-21)

Dipartimento proponente: Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

La proposta avanzata, che appare ben motivata e costruita, prevede la creazione di un laureato con competenze nel campo dell'ingegnerizzazione e produzione di dispositivi e sistemi che interagiscono fisicamente con entità biologiche a livello molecolare, cellulare e tissutale e si prefigge di fornire professionalità d'avanguardia e ben distinte da quelle fornite al laureato in "Ingegneria Biomedica", corso attivo in Ateneo nella stessa classe di Laurea. Il Nucleo, sulla base delle informazioni trasmesse dal Dipartimento proponente, dalla Scuola Politecnica delle Scienze di Base e dagli organi di governo dell'Ateneo,

- ritiene che la proposta di attivazione di questo corso di studi, che sarà tenuto in lingua inglese, si inserisca bene nelle politiche di internazionalizzazione perseguite dall'Ateneo;
- valuta soddisfatti, alla luce del D.M. 1059/2013, i requisiti sulla numerosità della docenza, i vincoli sulla sostenibilità economico-finanziaria e sufficiente la disponibilità di risorse strutturali, ed esprime pertanto parere favorevole alla sua attivazione.

Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni

Organo o soggetto accademico che effettua la consultazione: Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale, Università degli Studi di Napoli Federico II

Organizzazioni consultate o direttamente o tramite documenti e studi di settore

- Associazione Nazionale per lo Sviluppo delle Biotecnologie
- ASSOBIOTEC, nella persona del Presidente.
- Associazione delle imprese delle tecnologie biomediche e diagnostiche ASSOBIOMEDICA, nella persona del presidente
- Agenzia Italiana del Farmaco AIFA nella persona del Presidente
- Gruppo Nazionale di Bioingegneria nella persona del Presidente
- Studio di settore inerente al mercato e alle capacità di assorbimento della figura professionale di Bioingegnere dei settori delle tecnologie mediche e delle biotecnologie.

Modalità e cadenza di studi e consultazioni

- Nel mese di Settembre del 2014 è stata contattata la ASSOBIOTEC in merito all'idea di proporre un corso di laurea Magistrale di nuova istituzione in Industrial Bioengineering. Nel corso dei contatti preliminari sono state espresse, agli esponenti dell'associazione, le caratteristiche del CdS e principalmente le caratteristiche in termini di conoscenze e competenze della nuova figura professionale che si intende creare. In particolare, si è rimarcata l'anima fortemente legata agli aspetti produttivi ed industriali della Bioingegneria evidenziando le differenze, in termini culturali e metodologici, della presente proposta rispetto alle altre offerte di Ingegneria Biomedica dell'Università di Napoli Federico II e di altri atenei italiani. La risposta della ASSOBIOTEC è stata di assoluto interesse per il progetto e ne caldeggia l'istituzione nella certezza di risultati positivi. Detto interesse è stato anche palesato in una lettera della ASSOBIOTEC sottoscritta dal Presidente.

- Nel mese di Settembre del 2014 sono stati intrapresi contatti coi rappresentanti della ASSOBIOMEDICA e della AIFA operanti nel settore dei dispositivi biomedicali e della farmaceutica. Dai contatti sono emerse esigenze di nuove figure professionali da impiegare sul territorio e dotate di una formazione tecnico-culturale in virtù delle quali potenziare l'istruzione di tipo ingegneristico conseguita presso l'università, indirizzando in modo particolare l'attenzione sull'aspetto e l'applicazione industriale delle conoscenze acquisite nei campi della nano medicina, della diagnostica e dell'ingegneria tissutale. Anche in tal caso i riscontri sono stati più che positivi a dimostrazione che la strutturazione del progetto proposto ha destato acuto interesse in più di una delle realtà sociali e produttive che operano nel nostro Paese. L'interesse è stato palesato da lettere della ASSOBIOMEDICA, sottoscritta dal Direttore Generale, e lettera della AIFA sottoscritta dal Presidente.

- Nel mese di Settembre 2014 è stato interpellato anche il Gruppo Nazionale di Bioingegneria per esprimere un parere sulla proposta di istituzione del corso in Industrial Bioengineering. A tal proposito si è pronunciato il Presidente il quale ha lodato l'iniziativa rimarcando la natura innovativa del corso che ha le potenzialità per formare figure professionali di riferimento per un settore che si presta ad essere trainante per l'economia mondiale nel prossimo futuro. Inoltre, in sinergia con il gruppo, è stata effettuata un'analisi dei bisogni territoriali così come emergenti da indagini conoscitive condotte sul territorio dalle quali è emersa, anche sotto il profilo economico, l'utilità della creazione, attraverso apposito CdS, della nuova figura del "Bioingegnere" in grado di soddisfare la duplice esigenza e di carattere tecnico-scientifico con le competenze ingegneristiche e di carattere medico-sanitario con le competenze di natura chimico-biologica. In tal modo si giungerebbe ad una diversificazione delle competenze indirizzate non più ad una tecnologia volta prevalentemente al campo medico/sanitario, ma virante verso campi di più ampio interesse sociale quali ad esempio la Medicina Rigenerativa, la Nanomedicina e la traslazione dall'hospital care alla personal care. Tale parere è stato formalizzato tramite una lettera di gradimento del Presidente del Gruppo Nazionale di Bioingegneria.

- Nel periodo Sett- Ott 2015 alle suddette associazioni è stato inviato una sintesi della proposta di istituzione del corso e relativi contenuti ed inoltre è stato inviato un questionario per sondare il gradimento per le tematiche inerenti la formazione di figure professionali e risultati d'apprendimento attesi. La ASSOBIOMEDICA, ASSOBIOTEC ed il GNB hanno fornito un parere tra il positivo ed il decisamente positivo. Non sono state sollevare criticità alcune. Il verbale del risultato delle consultazioni è allegato alla presente documentazione.

- Nel mese di Aprile 2024 si sono tenuti incontri con membri del sottocomitato di indirizzo (Coordinatore del CdS, Referente AQ, Rappresentante degli studenti, il Senior Regional Affair della azienda Medtronic Italia Spa e un membro del consiglio del Gruppo Nazionale di Bioingegneria). Si è inoltre interloquito col Site Manager del Gruppo Farmaimpresa (azienda attiva nel settore dei dispositivi a base di sostanze e della consulenza). Gli incontri si sono focalizzati sulla disamina del percorso formativo e su una sua possibile modifica in modo da essere da un lato coerenti con quanto previsto dalle nuove classi di laurea (DM1649/23) e dall'altro creare figure con un profilo professionale e culturale d'interesse per il mondo aziendale. Dagli incontri sono emersi spunti sull'evoluzione della figura del Bioingegnere e su una crescente esigenza da parte del mondo aziendale di professionisti non solo competenti nella progettazione di dispositivi medici e sugli aspetti regolatori relativi alla loro classificazione e commercializzazione, ma anche dotati di spirito critico e flessibilità in grado di consentirgli di adattarsi a contesi in rapida evoluzione e prevedere le traiettorie di sviluppo. Gli interlocutori hanno apprezzato la proposta di ristrutturare l'offerta formativa favorendo rafforzando le conoscenze sulla progettazione e fabbricazione di dispositivi medici per terapia e diagnostica e l'acquisizione di nuove conoscenze funzionali alla definizione del profilo culturale e professionale di un moderno bioingegnere ed in linea con la nuova declaratoria della LM-21.

Documentazione

Relativamente all'avvio dello studio dei settori biomedicale e biotecnologico ci si è avvalsi di report ufficiali delle associazioni di categoria europee ed italiane dei settori di interesse. In particolare, sono stati presi in esame i seguenti documenti:

- "The European Medical Technology industry in figures" della MedTech Europe - Alliance of European medical technology industry associations;
- "Biotechnology in Europe - The tax, finance and regulatory framework and global policy comparison" della EuropaBio – The European Association for Bioindustries;
- "Dalla ricerca biotecnologica nuove risorse per l'industria italiana e per uno sviluppo sostenibile" (documento di posizione) della Assobiotec
- Associazione nazionale per lo sviluppo delle biotecnologie;

In aggiunta a questi, ci si è riferiti a dati pubblicati sui siti internet delle associazioni ASSOBIOTEC ed ASSOBIOMEDICA;

Si allegano le seguenti lettere di interesse delle Associazioni di Categoria ASSOBIOTEC, ASSOBIOMEDICA e AIFA e del Gruppo Nazionale di Bioingegneria, nonché i questionari compilati dalla ASSOBIOMEDICA, ASSOBIOTEC e dal GNB.

Si allegano altresì i verbali degli incontri con Medtronic, Gruppo Farmaimpresa e GNB tenutisi nell'aprile 2024.

Vedi allegato

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Gli obiettivi formativi del CdS magistrale in Industrial Bioengineering mirano a formare laureati/e con una formazione solida e robusta nelle discipline della Bioingegneria Industriale che si integrano con conoscenze legate alle Scienze della vita, al fine di progettare, sviluppare e fabbricare dispositivi medici per applicazioni terapeutiche e diagnostiche, per l'analisi di dati biomedici e modellazione di sistemi biologici e fisiologici complessi. Di principale rilievo per il corso sono i dispositivi medici che interagiscono direttamente con entità biologiche quali biomolecole, cellule, tessuti e organi.

I contenuti culturali del CdS sono centrati sui settori caratterizzanti la classe e si estendono su quelli medico-biologici che costituiscono il naturale dominio applicativo della Bioingegneria. Tali contenuti intendono fornire una preparazione inter- e multi-disciplinare, essenziale per interpretare, descrivere e risolvere i problemi dell'Ingegneria Biomedica. A supporto di questa formazione vi è un corredo di attività affini ed integrative orientate al consolidamento delle conoscenze proprie dell'ingegneria industriale quali la meccanica, la termodinamica, il trasporto e della biologia.

L'insieme di queste conoscenze, fornite attraverso specifici insegnamenti, fornirà al/la laureato/a le competenze fondamentali per la progettazione e realizzazione di dispositivi medici (ivi inclusi i biomateriali, sistemi protesici, sistemi per la medicina rigenerativa e per la diagnostica avanzata), per la formulazione di sistemi per la nanomedicina, per l'analisi ed elaborazione di dati biomedici e bioinformatici e la modellazione di sistemi complessi per applicazioni in ambito biomedico. Tali conoscenze costituiscono le basi conoscitive per lo sviluppo ed implementazione delle tecnologie abilitanti alla moderna medicina centrata sull'individuo. Inoltre, le competenze e conoscenze acquisite, forniscono al/la laureato/a gli strumenti per traslare efficacemente i ritrovati in campo medico/biologico/farmaceutico in prodotti e dispositivi disponibili su larga scala, contribuendo a migliorare il benessere e la salute dell'uomo.

Il percorso formativo si articola attraverso lezioni frontali, seminari, esercitazioni in aula e nei laboratori, principalmente in quelli del Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Materiali e della Produzione Industriale. In particolare, al primo anno di corso una equilibrata erogazione di insegnamenti caratterizzanti ed affini integrativi, consente agli studenti/esse di consolidare ed approfondire le conoscenze fondamentali della biologia, meccanica del continuo ed analisi dei dati biomedici che supportano gli studi riguardanti la progettazione e sviluppo di dispositivi biomedici per terapia e diagnostica, ivi inclusi quelli miniaturizzati. Il secondo anno è orientato su applicazioni specifiche quali l'ingegneria dei tessuti e la nanomedicina. Durante il percorso formativo agli studenti/esse è offerta la possibilità, grazie alla scelta di insegnamenti in un paniere di attività formative caratterizzante o affini, di effettuare approfondimenti sulle tecnologie innovative per la neuroingegneria, il machine learning declinato alla bioingegneria, la diagnostica di precisione, biosensoristica e la modellistica avanzata, oppure sulle metodologie, tecnologie e criteri relativi alla progettazione, fabbricazione e caratterizzazione di impianti, protesi e dispositivi che si interfacciano con entità biologiche.

Attività progettuali incluse nell'ambito di insegnamenti statuari del percorso, da condurre singolarmente o in gruppo, favoriranno l'approfondimento scientifico/tecnologico, acuiranno il pensiero critico e le capacità di lavoro di gruppo. Il tirocinio e la tesi di laurea, tipicamente su tematiche alla frontiera delle conoscenze bioingegneristiche, concludono il percorso formativo.

Nello sviluppo del percorso formativo sarà evidenziato dapprima lo stato dell'arte delle diverse discipline trattate e saranno illustrate e discusse le potenziali traiettorie di sviluppo e le sfide, ivi incluse le problematiche legate alla sostenibilità ambientale, sociale ed economica, enfatizzando al contempo la natura dinamica ed in rapida evoluzione scientifica e tecnologica della bioingegneria.

Il percorso formativo intende perseguire i seguenti obiettivi specifici:

- far acquisire la padronanza dei principali criteri di progettazione e sviluppo di dispositivi medici per scopi terapeutici e diagnostici;
- fornire conoscenze approfondite e strumenti per la modellazione dei sistemi complessi quali quelli biologici, per l'analisi ed elaborazione di dati biomedici e bioinformatici;
- far sviluppare competenze sulla biosensoristica, sulla microfluidica e sulle tecnologie "on-chip" quali lab-on-chip, tissue-on-chip e organ-on-chip;
- fornire conoscenze approfondite nelle tecnologie di fabbricazione a livello macro, micro e nano di materiali e sistemi per applicazioni biomediche, in particolare i dispositivi atti ad interagire direttamente con entità biologiche per scopi terapeutici e diagnostici;
- fornire competenze trasversali di conduzione e coordinamento di progetti di ricerca e sviluppo di prodotti, processi e servizi innovativi;
- fornire conoscenze di base sugli aspetti normativi e di classificazione dei dispositivi medici;
- promuovere la cultura dell'innovazione in ambito bioingegneristico e la capacità di valutazione dell'impatto scientifico, tecnologico, sociale, economico ed ambientale della stessa.

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

La Bioingegneria è un settore multidisciplinare che applica approcci, metodiche e tecniche di settori affini e/o complementari per la risoluzione ingegneristica di problemi complessi che riguardano la salute e il benessere dell'uomo. Pertanto, il complesso di attività affini ed integrative contribuisce al raggiungimento degli obiettivi formativi specifici del CdS e in particolare punta a sviluppare una figura in grado di mettere a sistema le competenze ingegneristiche di base con quelle specifiche della Bioingegneria e delle scienze medico-biologiche. In particolare, il CdS offre agli studenti la possibilità di svolgere attività formative nell'ambito della biologia, dell'analisi e modellazione (inclusa quella computazionale) di processi e sistemi complessi quali quelli viventi, machine learning declinato alla bioingegneria e alla meccanica del continuo applicata ai sistemi biologici, quali cellule, tessuti ed organi. Questa integrazione di saperi è di fondamentale importanza in un settore in costante evoluzione, per il quale il travaso di conoscenze tra i diversi settori scientifico-tecnologici verso le applicazioni biomedicali è cruciale per la risoluzione di problematiche complesse ed eterogenee. Inoltre, l'approccio multidisciplinare che include aspetti fondamentali e generali dell'Ingegneria Industriale contribuisce a superare la possibile obsolescenza della preparazione del/la laureato/a, consentendo di affrontare nuovi problemi e sfide utilizzando strumenti conoscitivi e concettuali solidi e robusti.

Nel CdS è prevista l'erogazione di argomenti trattati in discipline affini, con carattere prevalentemente metodologico e declinate in un contesto biologico/medicale, per completare e complementare le competenze bioingegneristiche.

Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7).

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Il/la laureato/a magistrale in Industrial Bioengineering ha una conoscenza che si sviluppa trasversalmente alle discipline ingegneristiche della meccanica del continuo, biomateriali, modellistica e delle tecnologie di fabbricazione e funzionalizzazione alla quale associa specifiche conoscenze nelle scienze della vita per progettare e sviluppare dispositivi e processi innovativi per la diagnosi e la terapia. Il/la Laureato/a del CdS inoltre conosce e comprende:

- i principi di funzionamento ed i criteri di progettazione dei dispositivi medici per applicazioni terapeutiche e diagnostiche (in vivo e in vitro) e dei materiali più adeguati alla loro realizzazione;
- i processi di fabbricazione di dispositivi medici, sistemi per la medicina rigenerativa ed ingegneria dei tessuti, dispositivi per la medicina di precisione;
- la complessità delle interfacce biologico-artificiali ed i metodi e le tecniche per la loro caratterizzazione, analisi e manipolazione;
- le metodologie per l'analisi ed elaborazione di dati biomedici multidimensionali e bioinformatici;
- i metodi della modellazione matematica e computazionale e dello studio della dinamica dei sistemi biologici;
- i concetti base della classificazione dei dispositivi medici e della valutazione della loro sostenibilità e ciclo vita;

Il processo di apprendimento si fonda su lezioni frontali, esercitazioni di laboratorio e al computer, seminari, elaborazione di progetti individuali o di gruppo, studio personale indipendente e prevede l'utilizzo di software, strumenti e apparecchiature per la progettazione e caratterizzazione di dispositivi biomedici e per lo sviluppo di prototipi. L'acquisizione dei concetti teorici e dello stato dell'arte, l'elaborazione e presentazione di progetti, l'analisi e discussione di casi di studio, lo sviluppo di modelli numerici e la realizzazione di prototipi consentono da un lato di formare le competenze del/lo/a studente/ssa, stimolando lo sviluppo di un pensiero critico e creativo, dall'altro far acquisire la padronanza di strumenti di simulazione/progettazione e anche soft skill utili per le attività professionali.

Il CdS utilizza principalmente i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale attivi nella ricerca

bioingegneristica e biomedica, nell'ingegnerizzazione di tessuti in vitro, nella formulazione e caratterizzazione di biomateriali, nello studio di tecnologie "on-chip", nello sviluppo di sistemi per la nanomedicina. Altri laboratori in cui afferiscono i docenti del CdS o aziende di settore sono coinvolte per lo sviluppo di progetti applicativi da eseguire tipicamente nel periodo di tesi. L'elaborazione della tesi di laurea, svolta sotto la guida di un docente ed eventualmente con il supporto di un tutor aziendale, è il momento formativo in cui il candidato/a consolida le capacità di lavoro autonomo ed amplia il bagaglio di conoscenze. Le verifiche di apprendimento sono effettuate tramite prove scritte e/o orali previste per gli esami di profitto e per le altre attività formative come l'elaborazione di progetti o presentazione di elaborati assieme alla valutazione dell'elaborato finale di tesi in cui sono riportati i risultati di un'importante attività di progettazione e ricerca.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)

Il/la laureato/a magistrale in Industrial Bioengineering integra le conoscenze dell'ingegneria con quelle delle scienze della vita al fine di produrre dispositivi, sviluppare processi o tecnologie atti a risolvere problemi legati al benessere e alla salute dell'uomo. In particolare, il/la laureato/a ha la capacità di progettare, sviluppare, fabbricare e gestire dispositivi medici per applicazioni diagnostiche e terapeutiche. Le conoscenze e capacità di comprensione acquisite consentono al laureato/a di lavorare in autonomia o in concerto con altre figure professionali di area ingegneristica, biologica o medica. In tali contesti, il/la laureato/a sa gestire sistemi per la diagnosi e terapia e sa identificare, analizzare e formulare soluzioni efficaci a problemi emergenti dei settori bioingegneristico e biomedicale. È inoltre in grado di valutare l'impatto prestazionale, etico, economico e sociale di dispositivi e sistemi con attenzione ai temi della sostenibilità.

Il percorso formativo multidisciplinare che include nozioni teoriche e attività pratiche consente al laureato/a di caratterizzare e manipolare le interfacce biologico-artificiali, di modellare sistemi biologici complessi, di analizzare ed elaborare segnali biomedici multidimensionali e dati bioinformatici, di integrare biosensori e sistemi microfluidici per implementare tecnologie "on-chip". Queste capacità di applicazione della conoscenza sono affinate in esercitazioni pratiche ed attività laboratoriali. In aggiunta a ciò, le attività di progettazione e realizzazione del lavoro di tesi concorrono a consolidare le capacità di lavoro autonomo e della soluzione di problemi.

Al termine del suo percorso il laureato/a contribuisce, portando valore aggiunto, allo sviluppo di nuove tecnologie e processi per la medicina personalizzata e di precisione. Inoltre, grazie all'integrazione di conoscenze ingegneristiche con quelle biologiche, il/la laureato/a mutua logiche di tipo biologico per la progettazione e realizzazione di nuove classi di dispositivi bioispirati contribuendo allo sviluppo industriale della medicina rigenerativa e nanomedicina.

In aggiunta, il/la laureato/a partecipa in maniera proattiva ad attività di sperimentazione, ricerca e sviluppo nei laboratori di ricerca o industriali, ed in campo clinico proponendo, applicando ed elaborando metodologie avanzate ed innovative.

I risultati raggiunti in termini di capacità di applicare le conoscenze acquisite sono accertati valutando report o elaborati progettuali, e attraverso gli esami di profitto in forma scritta e orale assieme alla valutazione dell'elaborato finale da discutere in sede di esame di laurea.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Il/la laureato/a in Industrial Bioengineering, avendo acquisito una formazione intrinsecamente multidisciplinare, è in grado di integrare nozioni e concetti di natura diversa per analizzare problematiche relative a sistemi biologici e fisiopatologici, valutarne la complessità ed elaborare una sintesi per proporre soluzioni efficaci.

Le conoscenze e competenze fondate sulle discipline ingegneristiche conferiscono al/la laureato/a la capacità di identificare metodi, processi o tecnologie più adeguate ad approcciare un determinato problema. Inoltre, le conoscenze di biochimica, biologia molecolare, biomateriali e meccanica del continuo, consentono al/la laureato/a la capacità di affrontare i problemi su diverse scale dimensionali. Ciò è un aspetto essenziale per valutare l'efficacia e il tipo di interazioni tra dispositivi ed entità biologiche, in cui input molecolari hanno effetti a livello tissutale o sistemico.

Le attività formative caratterizzanti concorrono a formare e consolidare la capacità di autonomia di giudizio fornendo conoscenze di base con metodologie didattiche che da un lato portano gli/le studenti/esse a padroneggiare lo stato dell'arte, dall'altro favoriscono lo sviluppo del pensiero critico tramite l'analisi di casi studio, la risoluzione di problemi concreti e la formulazione di modelli innovativi e originali. Similmente le attività affini e integrative stimolano la formazione di collegamenti interdisciplinari utili per caratterizzare i problemi in maniera non parziale e ideare soluzioni innovative. L'elaborazione di progetti affina ulteriormente l'autonomia di giudizio attraverso l'identificazione delle strategie, anche all'interno di gruppo di lavoro, la motivazione e giustificazione delle scelte effettuate, la presa di coscienza dell'impatto economico, etico, sociale ed ambientale delle azioni intraprese.

Queste abilità sono verificate mediante le prove ed esami di profitto relativi ai diversi insegnamenti, dalla valutazione degli elaborati progettuali e della tesi di laurea.

Abilità comunicative (communication skills)

Il/la laureato/a in Industrial Bioengineering è in grado di comunicare in maniera chiara, rigorosa e con proprietà di linguaggio tecnico-scientifico i contenuti e risultati delle proprie attività. La sua formazione multidisciplinare conferisce al/la laureato/a la capacità di comunicare in modo da far recepire i propri messaggi, osservazioni e richieste ad un'ampia platea di interlocutori con competenze diversificate facilitando il lavoro di gruppo ed assumendo un ruolo cardine tra le competenze tecnico-ingegneristiche e quelle medico-biologiche.

Le abilità comunicative, sia in forma scritta sia in forma orale, sono maturate e affinate con continuità nel percorso formativo, mediante la produzione di report, l'esposizione di elaborati progettuali o presentazioni ad una platea di pari e durante le verifiche degli esami di profitto. Infine, la preparazione al lavoro di tesi magistrale e l'esposizione dei risultati del lavoro rappresentano momenti importanti in cui lo/a studente/essa elabora e mette in pratica le proprie abilità comunicative e di sintesi.

Queste abilità sono verificate in diversi momenti del percorso del CdS quali verifiche orali degli insegnamenti, presentazioni di elaborati (individuali o di gruppo) o report tecnici. Anche la prova finale, con l'esposizione e discussione del lavoro di tesi, costituisce un importante momento di verifica delle abilità comunicative.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il CdS magistrale in Industrial Bioengineering è strutturato in modo da fornire i contenuti formativi in maniera progressiva e dando forte rilievo al lavoro personale al fine di fornire il tempo adeguato a maturare e consolidare le capacità di apprendimento e approfondimento.

Gli insegnamenti caratterizzanti e le attività affini e integrative si sviluppano attorno a temi generalizzabili che, unitamente all'impostazione di rigore metodologico degli insegnamenti e alla formazione ingegneristica, conferiscono al/la laureato/a una forma mentale idonea ad affrontare nuovi studi o approfondimenti in autonomia, in un contesto professionale o in altri percorsi post/laurea. Il/la laureato/a è quindi in grado di mantenersi aggiornato sugli sviluppi scientifici e tecnologici del contesto professionale in cui opera, in un'ottica di formazione continua ad oggi necessaria per le costanti e rapide evoluzioni del settore.

La capacità di apprendimento è sviluppata e consolidata nell'ambito delle attività formative, sia caratterizzanti sia affini, tramite l'analisi di casi studio, approfondimenti autonomi basati sul recupero di dati ed informazioni bibliografiche, lo studio dello stato dell'arte di temi o tecnologie attuali o di frontiera. La stesura dell'elaborato di tesi di laurea è il momento in cui lo/la studente/essa mette a frutto le sue capacità per produrre nuova conoscenza.

La verifica delle capacità di apprendimento avviene durante lo svolgimento di esercitazioni in aula e di laboratorio, attraverso la valutazione degli elaborati progettuali, report tecnici e delle attività svolte in preparazione della tesi, nonché della valutazione della stessa in sede di prova finale.

Conoscenze richieste per l'accesso

(DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)

Per essere ammessi al CdS Magistrale in Industrial Bioengineering occorre essere in possesso del titolo di Laurea appartenente alla classe L-8 o L-9 ai sensi del D.M. 270/04, rispettando i requisiti minimi curriculari specificati nel regolamento didattico del CdS, o altro titolo acquisito all'estero e riconosciuto idoneo.

Inoltre, in ottemperanza all'art. 6 comma 2 del DM 270/04 e con modalità che sono definite nel regolamento didattico, è prevista la verifica dell'adeguatezza della personale preparazione, a cui possono accedere solo gli/le studenti/esse già in possesso dei requisiti curriculari.

Al fine di consentire l'accesso anche a laureati/e con elevata preparazione, provenienti da percorsi formativi non perfettamente coerenti con i requisiti richiesti, si può prevedere per tali laureati/e un diverso percorso di ingresso e/o specifiche prove di ammissione.

Per l'accesso al corso si richiede inoltre la documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, la lingua inglese, almeno pari al livello B2 (CEFR), secondo i criteri definiti nel regolamento didattico.

Caratteristiche della prova finale

(DM 270/04, art 11, comma 3-d)

La prova finale consiste nella discussione di un lavoro di tesi originale che viene svolto dallo/a studente/essa sotto la guida di un/a relatore/trice. Nella tesi lo/a studente/essa riporta i risultati di un'importante attività di progettazione o di ricerca. La tesi riguarda un lavoro teorico, sperimentale o progettuale su un argomento, attinente agli obiettivi formativi del CdS, che richiede un'elaborazione autonoma da parte del/la candidato/a. Dall'elaborato deve emergere un contributo personale del/la candidato/a con caratteri di originalità. Nella discussione sono valutate la qualità e l'originalità del lavoro svolto e il contributo fornito dal/la candidato/a, la preparazione generale, la padronanza degli argomenti sul piano teorico e applicativo e la capacità di esporre e di discutere le premesse scientifiche e i risultati del proprio lavoro.

Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

Il Corso in Industrial Bioengineering ivi proposto, si differenzia dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica attualmente offerto dall'Università di Napoli Federico II per aspetti principalmente culturali e formativi. In particolare, il corso è basato sulla strutturazione d'insegnamenti principalmente basati sui settori ING-IND e quindi caratterizzati da un forte connotazione industriale inerenti alla progettazione e produzione. Difatti, il 68% dei CFU erogati, sia caratterizzanti sia affini esclusi gli insegnamenti a scelta, appartengono ai settori ING-IND ed ICAR. Gli insegnamenti proposti hanno lo scopo di istruire bioingegneri la cui formazione sia incentrata sulle discipline classiche dell'Ingegneria Industriale come la meccanica del continuo, termodinamica, proprietà di trasporto e progettazione e funzionalizzazione e fabbricazione di biomateriali e che vi sia un forte integrazione fra dette discipline con gli elementi fondamentali della biologia molecolare e cellulare. Per contro il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica attualmente offerto è costituito da insegnamenti i cui contenuti fanno riferimento al settore dell'Ingegneria dell'Informazione e di conseguenza è rivolto a studenti che abbiano una laurea di primo livello in Ingegneria Biomedica appartenente alla Classe delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione. Difatti, la maggior parte (ca. 90%) degli insegnamenti del Corso in Ingegneria Biomedica afferiscono ai settori ING-INF e pertanto caratterizzati da contenuti propri dell'Ingegneria dell'Informazione. In definitiva, il Corso attualmente offerto è prevalentemente indirizzato all'insegnamento di discipline attinenti allo sviluppo di strumenti destinati ai servizi sanitari quali elaborazione di segnali, raccolta ed analisi di dati, gestione di sistemi sanitari. In aggiunta a tali differenze di natura culturale e formativa, vi è da aggiungere che il corso proposto in Industrial Bioengineering è integralmente in lingua inglese e mira ad aumentare l'internazionalizzazione dell'offerta formativa dell'Ateneo. L'idea di base è quella di formare figure professionali in grado di 'spendere' le proprie competenze sul mercato globale, oltre quello nazionale, in un settore, quello biomedicale, particolarmente attivo sul piano internazionale.

Comunicazioni dell'ateneo al CUN

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
Bioingegnere
funzione in un contesto di lavoro: Il Bioingegnere svolge funzioni e compiti qualificati e ad alta responsabilità in strutture che abbiano attinenza con i campi ingegneristici applicati alla salute dell'uomo e al benessere. In particolare, il Bioingegnere partecipa in maniera proattiva in ogni fase del processo realizzativo di dispositivi biomedici per applicazioni terapeutiche e diagnostiche: progettazione, fabbricazione, valutazione funzionale, sviluppo e classificazione. In un settore in rapida evoluzione, quale quello dei dispositivi medici, il Bioingegnere assume, dopo aver maturato sufficiente esperienza, una funzione anche manageriale in grado di prendere decisioni per lo sviluppo della ricerca e per la traslazione di questa in campo produttivo, nonché di gestire risorse ed impianti per la produzione di dispositivi. Inoltre, le funzioni Bioingegnere includono: - progettazione e definizione delle condizioni di processo per la fabbricazione di dispositivi medici per terapia e diagnostica; - gestione di risorse ed impianti per la produzione di dispositivi medici; - ricerca ed elaborazione di piani per traslare i ritrovati in campo biologico, farmaceutico e medico in un contesto produttivo per la realizzazione di dispositivi; - sviluppo di nuovi biomateriali, tecnologie e processi per applicazioni biomediche e biotecnologiche; - sviluppo di metodi e tecniche innovative per la modellazione di sistemi biologici complessi, ivi inclusi quelli in contatto con sistemi artificiali; - analisi ed elaborazione di dati biomedici e/o sviluppo di algoritmi destinati all'analisi; - controllo e monitoraggio dell'affidabilità e la qualità della produzione di dispositivi biomedici. competenze associate alla funzione: Il/la laureato/a della magistrale in Industrial Bioengineering ha maturato competenze ingegneristiche e biologiche, che percorrono trasversalmente la meccanica, la scienza e tecnologia dei biomateriali, l'analisi ed elaborazione di dati biomedici e la modellazione di sistemi biologici. Tali competenze sono funzionali per la progettazione e fabbricazione di dispositivi medici per terapia e diagnostica, con particolare riferimento a quelli che interagiscono con entità biologiche. Partendo dalla formazione universitaria il Bioingegnere è in grado di interpretare le esigenze della realtà del settore in cui opera e della sua continua evoluzione, di intuirne le soluzioni e di realizzare gli interventi più idonei. Inoltre, il percorso formativo offre al Bioingegnere insegnamenti alla frontiera della ricerca e dello sviluppo tecnologico consentendogli di muoversi all'interno di quegli contesti industriali nei quali la ricerca tecnico-scientifica assume un ruolo primario. Le competenze del Bioingegnere riguardano: - progettazione e classificazione dei dispositivi medici; - identificazione delle tecnologie di fabbricazione e dei materiali più adeguati a realizzare dispositivi medici; - sviluppo di sistemi propri della nanomedicina per applicazioni terapeutiche e diagnostiche; - implementazione di tecnologie e sistemi per la medicina personalizzata e di precisione; - integrazione di biosensori in dispositivi microfluidici per applicazioni "on-chip"; - ingegnerizzazione di tessuti per scopi terapeutici, per la diagnosi personalizzata, per lo screening di farmaci o per studi di tossicologia in vitro; - metodologie e tecniche dell'analisi dei dati biomedici e della bioinformatica; - tecnologie di micro e nanofabbricazione e funzionalizzazione di biomateriali. Il percorso formativo è interdisciplinare e stimola e supporta il lavoro di gruppo e le attività progettuali. Pertanto, il/la laureato/a in Industrial Bioengineering è in grado di interagire e collaborare con gruppi di lavoro che includono anche professionisti di ambito sanitario e partecipa alle attività di innovazione di prodotto svolgendo un ruolo di cerniera tra domanda clinica e le potenzialità tecnologiche della Bioingegneria. sbocchi occupazionali: Il/la laureato/a in Industrial Bioengineering trova, in generale, occupazione nell'industria dei dispositivi medici. Più specificamente gli sbocchi includono: - aziende produttrici di sistemi protesici o dispositivi destinati ad interagire con entità biologiche; - industrie farmaceutiche, in particolare quelle impegnate nella commercializzazione di sistemi per il rilascio controllato di farmaci; - aziende operanti nel settore della diagnostica sia in vivo sia in vitro; - enti di ricerca pubblici o privati operanti nei campi della protesica, medicina rigenerativa e nanomedicina; - società di consulenze per l'assistenza nelle fasi di ricerca, certificazione e commercializzazione dispositivi biomedici; - impiego in aziende operanti nei settori della cosmetica e nutraceutica. Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT) • Ingegneri biomedici e bioingegneri - (2.2.1.8.0)

Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.
--

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Bioingegneria	ING-IND/34 Bioingegneria industriale ING-INF/06 Bioingegneria elettronica e informatica	42	72	42
Discipline biomediche	BIO/09 Fisiologia BIO/10 Biochimica BIO/13 Biologia applicata BIO/18 Genetica MED/09 Medicina interna MED/36 Diagnostica per immagini e radioterapia MED/50 Scienze tecniche mediche applicate	6	6	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 48:		-		

Totale Attività Caratterizzanti	48 - 78
--	---------

Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	18	36	12

Totale Attività Affini	18 - 36
-------------------------------	---------

Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		9	15
Per la prova finale		12	18
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	0	3
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	3
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		3	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		0	0

Totale Altre Attività	24 - 42
------------------------------	---------

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	90 - 156

Note attività affini (o Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe)

Note relative alle altre attività

La consistenza prevista per le attività affini e a scelta autonoma è adeguata alle aspettative dello studente di potere attingere ad insegnamenti che integrino la propria formazione attraverso percorsi formativi flessibili ma al tempo stesso adeguatamente coerenti dal punto di vista culturale con le finalità del CdS. In relazione alle Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lett. d), è previsto un valore minimo di 3 CFU riservato dall'Ateneo. Gli intervalli di variazione sono stati definiti per consentire allo/a studente/essa di maturare tali CFU sulle voci 'Tirocini formativi e di orientamento', 'Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, al fine di acquisire soft skill relative al lavoro in autonomia o di comunicazione, maturare esperienze pratiche in laboratori o altre strutture qualificate, affinare il team working operando in gruppi di ricerca interdisciplinari ed altre competenze utili per l'ambito.

Inoltre, per gli studenti/esse stranieri/e non in possesso di certificazione idonea sulla conoscenza della lingua italiana, è previsto un intervallo 0-3 CFU sulla voce 'Ulteriori conoscenze linguistiche' per attività formative mirate all'insegnamento della lingua italiana.

Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 27/02/2025