

Università	Università degli Studi di Napoli Federico II
Classe	LM-21 - Ingegneria biomedica
Nome del corso in italiano	Bioingegneria Industriale <i>modifica di:</i> <i>Bioingegneria Industriale (1368060)</i>
Nome del corso in inglese	Industrial Bioengineering
Lingua in cui si tiene il corso	inglese
Codice interno all'ateneo del corso	P16
Data del DR di emanazione dell'ordinamento didattico	03/08/2017
Data di approvazione della struttura didattica	25/01/2017
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	01/02/2017
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	10/09/2014 - 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	
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	DM 16/3/2007 Art 4 Nota 1063 del 29/04/2011
Corsi della medesima classe	<ul style="list-style-type: none"> • Ingegneria biomedica

Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-21 Ingegneria biomedica

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'ingegneria biomedica, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- essere dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali;
- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

L'ammissione ai corsi di laurea magistrale della classe richiede il possesso di requisiti curriculari che prevedano, comunque, un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste nell'ordinamento della presente classe di laurea magistrale.

I corsi di laurea magistrale della classe devono inoltre culminare in una importante attività di progettazione, che si concluda con un elaborato che dimostri la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di capacità di comunicazione.

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali saranno in grado di interagire con i professionisti sanitari, nell'ambito delle rispettive competenze, nelle applicazioni diagnostiche e terapeutiche. I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso: industrie del settore biomedico e farmaceutico produttrici e fornitrici di sistemi, apparecchiature e materiali per diagnosi, cura e riabilitazione; aziende ospedaliere pubbliche e private; società di servizi per la gestione di apparecchiature ed impianti medicali, di telemedicina; laboratori clinici specializzati.

Gli atenei organizzano, in accordo con enti pubblici e privati, stages e tirocini.

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 esposte, 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 certamente positivi. Detto interesse è stato anche palesato in una lettera di interesse 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 tessutale. 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 dalla 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 questionari 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.

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 Assobiotech Associazione nazionale per lo sviluppo delle biotecnologie

In aggiunta a questi ci se 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.

Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento

Estratto dal verbale N°3, pag.5, della seduta del 17 dicembre 2015 del Comitato Regionale di Coordinamento delle Università Campane

Sulle proposte dell'Università degli Studi Federico II di seguito riportate:
[omissis]

istituzione di Bioingegneria (in lingua inglese) (LM-21);
[omissis]

il CUR esprime, all'unanimità, parere favorevole.

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in Industrial Bioengineering intende da un lato sviluppare e approfondire conoscenze derivanti da discipline classiche dell'Ingegneria Industriale, quali ad esempio la meccanica del continuo, la termodinamica e le proprietà di trasporto, la reologia, la progettazione e trasformazione di materiali biomedicali, lo sviluppo di modelli teorici predittivi/descrittivi, dall'altro di ampliare gli orizzonti applicativi di queste in un contesto interdisciplinare di tipo biologico/clinico al fine di approcciare tematiche e problemi complessi inerenti i Biomateriali e protesi, la Medicina Rigenerativa, la Nanomedicina e lo sviluppo di dispositivi per la Diagnostica Avanzata.

Ai fini indicati, il curriculum del Corso di Laurea Magistrale comprende attività formative finalizzate ad approfondire e rafforzare le conoscenze delle discipline classiche dell'Ingegneria Industriale ed integrare tali conoscenze con quelle fondamentali della biologia molecolare e cellulare, nonché della fisiopatologia, della diagnostica e della farmaceutica. A completamento del percorso formativo, il Corso si avvale delle competenze della Fondazione Istituto Italiano di Tecnologia, istituzione d'eccellenza nel panorama internazionale per ciò che attiene i nanomateriali e le nanotecnologie, la robotica e le neuroscienze.

I laureati nel corso di Laurea Magistrale in Industrial Bioengineering avranno una conoscenza solida e robusta delle discipline classiche dell'Ingegneria Industriale quali Meccanica del Continuo, Scienza dei Materiali, Proprietà Termodinamiche e di Trasporto nonché competenze avanzate sulle tecnologie di trasformazione e funzionalizzazione dei materiali sia su scala molecolare sia su scala macroscopica. Dette conoscenze saranno integrate da elementi fondamentali della biologia cellulare e molecolare al fine di costituire una base interdisciplinare sulla quale i laureati in Industrial Bioengineering saranno in grado di apprezzare e risolvere problematiche della biologia e clinica sfruttando i principi delle scienze fisiche ed ingegneristiche. In particolare, la formazione del Bioingegnere avrà caratteristiche mutate dall'Ingegneria Industriale con una particolare predilezione alla realizzazione di materiali e dispositivi che interagiscono con entità biologiche viventi. Le finalità applicative del corso saranno incardinate sulla Medicina Rigenerativa ed Ingegneria Tessutale, progettazione di bioprotesi, Nanomedicina e sulla progettazione e fabbricazione di dispositivi per la diagnostica avanzata e terapia patient specific.

Il percorso formativo della Laurea Magistrale in Industrial Bioengineering è costituito dalle seguenti aree di apprendimento atte a conferire al discente approfondite conoscenze delle discipline classiche dell'ingegneria industriale unite a conoscenze fondamentali del campo biologico e medico in particolare della biologia

molecolare, della biologia cellulare, delle proprietà, struttura e funzioni dei tessuti ed organi. Nell'insieme il percorso formativo è inteso a fornire al bioingegnere quegli strumenti conoscitivi che lo predispongono a trovare soluzioni scientifico-tecnologiche atte a traslare i ritrovati delle biotecnologie mediche in un contesto produttivo.

- conoscenza della meccanica del continuo e della biomeccanica sia a livello cellulare sia a livello tissutale per la realizzazione di interfacce funzionali per il controllo cellulare e per la progettazione di sistemi protesici avanzati;
- padronanza dei modelli e dei principi della termodinamica e del trasporto molecolare in sistemi complessi per l'ingegnerizzazione di dispositivi per il rilascio controllato di farmaci e per la realizzazione di scaffold bioattivi per l'ingegneria tissutale.
- comprensione delle dinamiche di interazione tra molecole biologiche e biomateriali per la realizzazione di sistemi senzienti per la diagnostica avanzata.
- conoscenza delle caratteristiche chimico/fisiche dei biomateriali sia naturali e sintetici, dei processi fabbricazione su scala nano- e micro-metrica, nonché delle strategie chimiche di funzionalizzazione delle interfacce, per la realizzazione di bioprotesi innovative e sistemi di rilascio di farmaci.

Le conoscenze sulle discipline matematiche e delle scienze di base sono sviluppate nei corsi di laurea di provenienza. Tuttavia, il Corso di Laurea Magistrale ha l'obiettivo di approfondire tematiche specifiche del calcolo numerico, modellazione e delle scienze chimiche e biologiche in modo da dare al discente una formazione multidisciplinare indispensabile per poter traslare i ritrovati delle biotecnologie mediche in un contesto produttivo/applicativo. Trasversalmente a tali aree di apprendimento sono illustrati e approfonditi gli strumenti analitici avanzati (metodi numerici per la bioingegneria e bioinformatica) e su metodologie di indagine strumentale (caratterizzazione di superfici, caratterizzazioni ultrastrutturali e imaging in fluorescenza)

In ottemperanza agli obiettivi formativi qualificanti per la classe, il Corso di Studio è strutturato in 12 insegnamenti aventi i seguenti obiettivi

- I laureati in Industrial Bioengineering hanno una formazione orientata principalmente nelle discipline classiche dell'ingegneria quali la meccanica, termodinamica, trasporto molecolare e tecnologie dei processi produttivi. Assieme a tali discipline, il Corso di Studio ha l'obiettivo di illustrare temi e approfondire conoscenze specifiche dell'ingegneria biomedica e più in particolare di quegli aspetti essenziali per la progettazione e fabbricazione di dispositivi atti ad interagire con i sistemi biologici, ad esempio la biochimica, il rilascio di farmaci, la biomeccanica e lo studio di interfacce sintetico/biologiche. Pertanto una siffatta formazione da un lato incentrata su conoscenze solide e robuste degli aspetti tecnico-scientifici propri dell'ingegneria, dall'altro complementata da conoscenze sulla biologia cellulare e molecolare e sulla fisiologia, consente ai bioingegneri di risolvere problematiche in ambito biologico e medico applicando principi ingegneristici. Analogamente, mutuando le conoscenze biologiche, i bioingegneri contribuiscono allo sviluppo industriale nei settori della Medicina Rigenerativa, Nanomedicina e nello sviluppo di sistemi per diagnostica e terapia personalizzata.
- Il Corso di Studio grazie ad un sapiente equilibrio tra discipline classiche dell'ingegneria industriale ed ingegneria biomedica e competenze proprie della medicina e della biologia ha l'obiettivo di fornire ai laureati gli strumenti conoscitivi tali da consentire loro di poter far progredire il sapere in ambito biomedicale e di poter individuare soluzioni adeguate per la risoluzione di problematiche tecniche. Ciò è favorito dalla formazione multidisciplinare con la quale i bioingegneri possono intervenire attivamente in ogni aspetto del ciclo di vita dei dispositivi biomedici avanzati: progettazione e caratterizzazione (per le quali sono indispensabili le conoscenze ingegneristiche); interazioni con gli organismi biologici e sorveglianza post marketing (per i quali servono principalmente competenze medico-biologiche e strumenti di indagine e data analysis). Inoltre, grazie ad approfondimenti mirati di temi all'avanguardia tecnico-scientifica ed in continua evoluzione quali, nanotecnologie, diagnostica avanzata, medicina rigenerativa, il Corso di Studio ha l'obiettivo di formare studenti con una marcata sensibilità alla ricerca scientifica. Difatti, l'implementazione clinica di successo di dispositivi medici deve guardare con attenzione alle continue scoperte fatte in ambito biotecnologico, nei biomateriali e nelle tecnologie di processo.
- Data l'intrinseca complessità e la natura eterogenea delle interazioni tra entità biologiche e sistemi sintetici, interazioni che si configurano alla base di una qualsivoglia progettazione di un dispositivo biomedico per protesi, diagnostica o rigenerazione, il Corso di Studio ha l'obiettivo di formare laureati in grado di poter formulare ipotesi sulle suddette interazioni e verificarne la validità mediante opportune sperimentazioni. Tali sperimentazioni sono in genere particolarmente complesse da un punto di vista tecnico giacché vedono la compartecipazione di entità viventi (es. cellule o tessuti) con materiali sensibili. In quest'ottica, il percorso formativo è strutturato in modo da mettere a sistema discipline fondamentali e consolidate (meccanica, termodinamica, trasporto e scienza dei materiali) con insegnamenti appartenenti ad ambiti dinamici (microfluidica, ingegneria tissutale, biologia cellulare, diagnostica).

Le attività formative del corso constano principalmente di lezioni frontali per le fasi del percorso più propriamente teoriche, esercitazioni nonché in attività di laboratorio, atti a fornire ai discenti una solida metodologia di indagine, criteri di progettazione sia a livello molecolare, sia a livello macroscopico e di strutture, nonché degli strumenti più adeguati per il recupero e l'analisi critica dei dati.

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 laureato magistrale in Industrial Bioengineering possiede approfondite conoscenze nelle discipline classiche dell'ingegneria industriale quali meccanica del continuo, termodinamica, proprietà di trasporto specializzate nell'ambito applicativo della bioingegneria al fine di progettare, funzionalizzare e fabbricare biomateriali e dispositivi atti ad interagire con entità biologiche. Per tale scopo al laureato sono forniti elementi fondamentali della biologia molecolare e cellulare atti ad integrate le competenze ingegneristiche al fine di poter apprezzare in maniera completa ed tematiche e problematiche proprie dei campi biotecnologico e biomedicale che richiedono per l'appunto conoscenze interdisciplinari.

Le suddette conoscenze e capacità di comprensione sono conseguite dallo studente sia con la partecipazione a lezioni frontali, esercitazioni, laboratori, seminari e/o tirocini, sia attraverso le ore di studio individuale, come previsto dalle attività formative attivate.

La verifica del raggiungimento dei risultati di apprendimento avviene principalmente attraverso prove d'esame e/o prove di verifica intermedie (esami orali e/o scritti, esposizioni orali).

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

Il laureato magistrale integra le competenze maturate nell'ambito dell'ingegneria industriale e della biologia al fine di produrre dispositivi o soluzioni tecnologiche atti a risolvere problemi in ambito biologico e medico. Parimenti, adottando i principi che regolano i processi biologici, i laureati magistrali progetteranno nuovi materiali, sistemi e dispositivi con funzionalità avanzate ispirate dalla natura, in tal modo essi contribuiranno allo sviluppo industriale nei settori della Medicina Rigenerativa, Nanomedicina e nello sviluppo di sistemi per diagnostica e terapia personalizzata.

Il raggiungimento delle capacità di applicare conoscenza e comprensione sopraelencate avviene tramite la riflessione critica su testi proposti per lo studio individuale sollecitata dalle attività in aula e dalla didattica concettuale istituita con le sperimentazioni pratiche.

La verifica del raggiungimento delle capacità di applicare conoscenza e comprensione avviene principalmente attraverso prove d'esame e/o prove di verifica intermedie (esami orali e/o scritti, esposizioni orali).

Autonomia di giudizio (making judgements)

Il laureato magistrale in Industrial Bioengineering ha una preparazione culturale solida nelle discipline classiche dell'Ingegneria Industriale, le quali sono integrate da conoscenze fondamentali sulla biologia cellulare e molecolare, farmacologia ed elementi di fisiopatologia. Tale preparazione interdisciplinare consente al Bioingegnere di apprezzare le complesse problematiche biologico/mediche prendendo in considerazione vari aspetti che vanno dall'analisi dei singoli particolari di natura biochimica e molecolare fino agli aspetti macroscopici inerenti ad esempio alla progettazione integrata e realizzazione di dispositivi o alla modellazione di fenomeni complessi. Nella fase sintetica, il bioingegnere valuta le strategie e tecnologie più consone alla soluzione di specifici problemi pur avendo una consapevolezza dei costi e rendimenti delle varie alternative produttive.

La verifica dell'acquisizione dell'autonomia di giudizio è ottenuta, in fase di formazione, dalla valutazione del grado di autonomia nell'affrontare problemi pratici e di applicare i modelli risolutivi appresi durante le lezioni. Sarà inoltre valutata la capacità di lavorare, individualmente o in gruppo, mediante la stesura di relazioni, formulazione di problemi originali con esperienze pratiche.

Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato magistrale in Industrial Bioengineering, data la natura intrinsecamente interdisciplinare del Corso, è costantemente in contatto con persone con competenze diversificate ed è quindi stimolato a comunicare in maniera chiara e coerente in modo da far recepire i propri messaggi, osservazioni e richieste ad ampia platea di interlocutori. Le abilità comunicative sia in forma scritta sia in forma orale sono sviluppate e monitorate durante gli insegnamenti istituzionali e verificate in sede d'esame.

La verifica dell'acquisizione delle abilità comunicative avviene anche tramite la valutazione della capacità di esposizione di relazioni scientifiche ed attraverso la

discussione con una platea di pari. In particolare, sarà incentivata la produzione di opere originali sotto forma di presentazioni o poster, di problematiche di interesse degli insegnamenti, in modo da istruire i formandi nella comunicazione in pubblico.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il laureato magistrale in Industrial Bioengineering, data la struttura del corso ideata in maniera progressiva, è in grado di avanzare negli studi con un elevato grado di autonomia. Più in dettaglio il Corso offre nelle sue fasi iniziali l'opportunità di approfondire e specializzare le discipline classiche e consolidate della Ingegneria Industriale in un'ottica che tiene conto degli aspetti biochimici/medici della Bioingegneria. Parallelamente fornisce gli elementi fondamentali di Biologia Molecolare e Cellulare al fine di consentire ai laureandi di avere una padronanza sulle tematiche e problematiche proprie della Bioingegneria. Stabilite queste basi il corso si specializza in studi dal carattere fortemente applicativo nei quali il formando metterà a frutto le proprie competenze anche mediante esercitazioni e prove pratiche.

In generale, le capacità di apprendimento vengono acquisite, per gradi, durante tutto il corso degli studi e che culminano con il periodo di tirocinio ed il lavoro di tesi. La verifica dell'acquisizione delle capacità di apprendimento è fatta in itinere in sede d'esame.

Conoscenze richieste per l'accesso

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

Per essere ammessi al Corso di Laurea 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 Corso di Studi

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

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

Caratteristiche della prova finale

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

In aggiunta alle verifiche in itinere e alla fine di ciascun insegnamento, le verifiche finali comprenderanno un tirocinio formativo (intra o extra moenia) a cui si aggiungono elaborati di tesi in uno dei seguenti tipi:

- 1) Esami di laurea basati sulla redazione e discussione di tesi compilative frutto di un lavoro di approfondimento basato su una raccolta di dati di letteratura e richiedono capacità di sintesi, interpretazione e comunicazione da parte del laureando. Tali elaborati saranno caratterizzati da una dimensione media di 150 pagine;
- 2) Esami di laurea basati sulla redazione e discussione di tesi sperimentali, frutto di un lavoro congiunto di studio dei dati di letteratura inerenti a uno specifico campo di insegnamento, proposizione di una ipotesi e verifica mediante sperimentazioni. Tali elaborati della dimensione media di 100 pagine, servono a verificare la capacità, di formulare ipotesi originali e condurre campagne sperimentali con rigore. Il numero definito di pagine entro le quali esprimere il proprio lavoro darà anche la dimensione della capacità del candidato di esporre in modo sintetico le proprie conoscenze e in maniera chiara da renderle comprensibili a qualsiasi lettore.

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 (previsto per iscrizione all'albo professionale degli Ingegneri Industriali, un esame di stato con apposite modalità)

funzione in un contesto di lavoro:

1. Il bioingegnere per la formazione acquisita è in grado di svolgere funzioni e compiti qualificati all'interno di strutture che abbiano attinenza con i campi ingegneristici, biotecnologici e medici. In particolare, il bioingegnere possiede competenze ingegneristiche e biologiche tali da consentirgli di intervenire in maniera proattiva in ogni fase della filiera produttiva dei dispositivi biomedicali: dalla progettazione alla fabbricazione e sviluppo. In quest'ottica il bioingegnere assume un ruolo principalmente 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

2. La figura professionale di bioingegnere:

- si occupa della progettazione e della definizione delle condizioni di processo per la realizzazione di dispositivi medici
- si occupa di traslare i ritrovati nei campi delle biotecnologie e della farmaceutica in prodotti, sfruttando competenze classiche Industriale.
- gestisce risorse ed impianti di produzione di dispositivi medici
- si occupa delle fasi di controllo qualità sulle linee di produzione dei dispositivi medici
- svolge funzioni di ricercatore, sviluppatore o manageriali
- coordina equipe di tecnici e ricercatori per implementazione industriale di nuovi materiali, processi e tecnologie proprie dei campi biomedicali e biotecnologici
- collabora e si interfaccia con responsabili di laboratori al fine di traslare in ambito industriale nuovi materiali, nuovi processi e nuove tecnologie suggerite dalla ricerca biologica e biomedicale.
- supervisiona il monitoraggio dei dispositivi nelle fasi post marketing
- assolve alla funzione di specialista di prodotto per indirizzare il personale clinico nella scelta più adeguata per i dispositivi e raccoglie specifiche richieste per la realizzazione di prodotti customizzati

competenze associate alla funzione:

Il Bioingegnere assomma in sé le competenze tecnico-scientifiche proprie dell'Ingegneria Industriale e competenze fondamentali della Chimica e della Biologia. In particolare:

- Biomeccanica e meccanica cellulare
- Termodinamica e proprietà di trasporto in sistemi complessi
- Reologia dei sistemi eterogenei
- Progettazione e fabbricazione di Biomateriali
- Micro e Nanofabbricazione
- Biochimica
- Biologia molecolare e cellulare
- Farmacologia
- Biomateriali ed Ingegneria Tessutale
- Robotica
- Diagnostica
- Tecnologie Biomedicali

Nelle varie funzioni che potrebbe essere chiamato a svolgere il bioingegnere assume un ruolo cruciale relativamente a:

- progettazione di biomateriali e sistemi protesici;
- realizzazione e definizione delle condizioni di processo di biomateriali e sistemi protesici
- ingegnerizzazione, produzione ed ottimizzazione di dispositivi biomedicali in genere, con particolare riferimento allo home and personal care.

Partendo dalla formazione universitaria il bioingegnere sarà senz'altro in grado di interpretare le esigenze della realtà e della sua continua evoluzione, di intuirne le soluzioni e di realizzare gli interventi più idonei. Inoltre, il percorso formativo offre al bioingegnere insegnamenti assolutamente all'avanguardia in contesti tecnico-scientifici che non hanno analoghi in altri Corsi di Studio. Ciò consente al bioingegnere di muoversi all'interno di quegli ambiti industriali o accademici nei quali la ricerca tecnico-scientifica assume un ruolo primario, quali appunto quelli bioingegneristici e biomedicali, in continuo sviluppo e caratterizzati da una forte anima innovativa. Le abilità specifiche del bioingegnere saranno caratterizzate da un background principalmente di ingegneria industriale il quale gli consentirà di interpretare fenomeni biologici e biochimici in un'ottica analitica e porre soluzioni a problemi in ambito clinico/medico sfruttando le conoscenze inerenti la meccanica, la scienza dei materiali, le proprietà termodinamiche e di trasporto di sistemi complessi. Le sue conoscenze percorrono trasversalmente una serie di campi tecnico-conoscitivi non limitati alla ingegneria o chimico/biologia, passando dalle conoscenze sulla fisiologia, sulle metodologie di indagine e microscopiche e microstrutturali.

sbocchi occupazionali:

Il titolo di Bioingegnere consente l'impiego, in particolar modo, presso

- aziende operanti nel campo delle biotecnologie mediche e del settore biomedicale in generale: aziende produttrici di sistemi protesici o dispositivi destinati al contatto con entità biologiche (cartucce per dialisi, piastre per colture cellulari, guide neurali, patch per il trattamento ferite cutanee, lenti a contatto ed intraoculari), industrie farmaceutiche focalizzate sul rilascio controllato di farmaci, aziende operanti nel settore della diagnostica mediante sensori biomolecolari e sensori miniaturizzati, aziende impegnate nello sviluppo di sistemi robotizzati da impiegare sia in ambito medico/clinico sia in ambito produttivo.
- enti di ricerca pubblici o privati operanti nei campi della protesica, medicina rigenerativa, nanomedicina, terapia e diagnostica.
- società di consulenze per l'assistenza nelle fasi di ricerca, certificazione e commercializzazione di prodotti e dispositivi biomedicali.
- impiego in aziende operanti nei settori della cosmetica e nutraceutica, grazie alle competenze in merito al rilascio controllato e trasporto di biomolecole e sviluppo di sistemi complessi di screening, tipo realizzazione di tessuti o complessi organotipici in vitro.

Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)

- Ingegneri biomedicali e bioingegneri - (2.2.1.8.0)

Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:

- ingegnere dell'informazione
 - ingegnere industriale
-
-

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 §2.

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria biomedica	ING-IND/34 Bioingegneria industriale ING-INF/06 Bioingegneria elettronica e informatica	45	78	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:		45		

Totale Attività Caratterizzanti	45 - 78
--	---------

Attività affini

ambito: Attività formative affini o integrative		CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'attività (minimo da D.M. 12)		12	48
A11	BIO/10 - Biochimica BIO/11 - Biologia molecolare	0	12
A12	ICAR/08 - Scienza delle costruzioni ICAR/09 - Tecnica delle costruzioni	0	12
A13	ING-IND/24 - Principi di ingegneria chimica ING-IND/26 - Teoria dello sviluppo dei processi chimici	0	18
A14	ING-INF/04 - Automatica	0	6

Totale Attività Affini	12 - 48
-------------------------------	---------

Altre attività

ambito disciplinare	CFU min	CFU max
A scelta dello studente	12	12
Per la prova finale	12	12
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	-
	Abilità informatiche e telematiche	-
	Tirocini formativi e di orientamento	-
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	-
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	9

Totale Altre Attività	27 - 36
------------------------------	---------

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	84 - 162

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

Sono previsti 6 CFU per BIO/10; 6 CFU per BIO/11; 6 CFU per ICAR /08; 6 CFU per ICAR /09; 12 CFU per ING-IND/24; 6 CFU per ING-INF/04; 6 CFU per ING-IND/26

Note relative alle altre attività

Note relative alle attività caratterizzanti

I CFU sono stati indicati separatamente per ciascun settore nel campo Crediti ai Settori della sezione Qualità, Offerta didattica programmata. In particolar modo 12 CFU sono stati attribuiti a ING-INF/06 e 33 al settore ING-IND/34.

RAD chiuso il 24/02/2017