

Università	Università degli Studi di TRENTO				
Classe	LM-21 R - Ingegneria biomedica				
Atenei in convenzione	Ateneo	data conv	durata conv	data provvisoria	vedi conv
	Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia	26/01/2024	12		
	Università degli Studi di Verona	30/01/2024	12		
Tipo di titolo rilasciato	Congiunto				
Nome del corso in italiano	Bioingegneria per la Medicina Personalizzata <i>adeguamento di: Bioingegneria per la Medicina Personalizzata</i> (1430665).				
Nome del corso in inglese	Bioengineering for Personalized Medicine				
Lingua in cui si tiene il corso	inglese				
Codice interno all'ateneo del corso	0347H				
Data del DR di emanazione dell'ordinamento didattico	05/08/2024				
Data di approvazione della struttura didattica	17/01/2024				
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	08/02/2024				
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	17/02/2022 - 27/11/2023				
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	08/02/2024				
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale				
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea					
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Ingegneria 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				

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.

Relazione del nucleo di valutazione per accreditamento

Vedi allegato

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

Il percorso di ascolto e la condivisione del progetto con le parti interessate è iniziato nel settembre 2020 con la progettazione della laurea Interateneo di primo livello (L8 Ingegneria dei Sistemi Medicali per la Persona) a cura della Commissione interateneo nominata dai tre Rettori con una composizione paritetica di docenti, delegati alla didattica e responsabili dei relativi uffici per la didattica dei tre Atenei. Dopo l'attivazione del CDS (luglio 2021), il lavoro di analisi e dialogo con le parti interessate è proseguito, con il coordinamento del Collegio Didattico e in particolare della commissione di Assicurazione della Qualità composta dal Presidente del collegio, un docente dell'Università di Trento e un docente dell'Università di Modena Reggio Emilia. Obiettivo della prima fase di analisi è stato:

1. monitorare l'evoluzione del CDS L8;

2. verificare opportunità e modalità di completamento dell'offerta formativa con CdLM in classe LM21;

Acquisita, attraverso survey (Studenti iscritti alla laurea triennale, ottobre 2021) e incontri con le parti interessate (ottobre 2020, febbraio 2022) l'esigenza di competenze riferibili ad una Laurea Magistrale piuttosto che triennale, il lavoro di analisi e progettazione è proseguito a carico della di una Commissione interateneo nominata (Ottobre 2022) ad hoc dai Rettori delle tre Università per progettare, con modalità condivise le nuove proposte di LM. All'interno della Commissione siedono due docenti dei settori caratterizzanti e sette docenti dei settori affini (Materiali, Misure, Fisiologia (2), Informatica (2), Chirurgia Generale. Il complesso delle attività di ascolto e dialogo si è sviluppato con riunioni plenarie (dicembre 2022, Novembre 2023), con le Parti interessate: Associazioni Industriali delle province coinvolte dal progetto, Aziende Provinciali per i Servizi Sanitari di Trento e Bolzano, rappresentanti Ospedali Privati (AIOP), consorzi e enti per il trasferimento tecnologico, come Hub Innovation Trentino e Trentino Sviluppo, per la Provincia di Trento, Tech4life, per la provincia di Verona, Tecnopolo Mario Veronesi Mirandola per la provincia di Modena, e un nutrito numero (complessivamente più di 30) di imprese biomedicali dell'area interessata. A questo si è aggiunto la consultazione mirata attraverso survey e questionari strutturati alle diverse parti interessate (Ordini professionali Ingegneri delle province di Trento, Verona e Modena Reggio Emilia, Associazioni ingegneri clinici - AIIC, Società Italiana di Telemedicina - SIT, Società Italiana di Health Technology Assessment, SIHTA, Rappresentanti delle Aziende Sanitarie di Trento e Bolzano, Associazione Italiana Ospedali Privati - AIOP) e il confronto con la commissione paritetica docenti-studenti del Dipartimento proponente il nuovo CdS. Inoltre, nel gennaio 2024 l'iniziativa didattica è stata presentata all'Advisory Board del Dipartimento di Ingegneria Industriale, presieduto dal prof. Sangiovanni Vincentelli della University of California Berkeley (USA), e costituito da rappresentanti del mondo della produzione e delle professioni che operano in rilevanti contesti nazionali e internazionali ricevendo parere positivo.

La consultazione con le realtà imprenditoriali, industriali e pubbliche, a vario titolo attori della filiera di produzione del bene salute, del territorio su cui insiste l'accordo interateneo (asse del Brennero), ha chiaramente indicato l'interesse dell'ampio territorio coinvolto per il progetto e la richiesta di un percorso completo con Laurea Magistrale e ha contribuito all'identificazione degli ambiti scientifico-tecnologici di maggiore interesse.

Nel lavoro di interlocuzione e analisi della Commissione interateneo sono state verificate con dettaglio le necessità formative, gli interessi delle parti, i punti di forza e le criticità rispetto ai profili formativi oggi disponibili in questo ambito, che possono essere riassunti come segue:

1. preferenza per laureati magistrali, rispetto ai laureati triennali
2. solide competenze ingegneristiche di base
3. competenze trasversali tra i settori clinico-biologico e scientifico-ingegneristico
4. capacità di ascolto e di dialogo tra gli attori coinvolti nei servizi per la salute (Ricerca, Impresa, Sanità, Cittadini)
5. capacità di aggiornare le proprie competenze e divenire motori di innovazione;
6. competenze di ricerca di base ed applicata nell'ambito delle Biotecnologie e dell'ingegneria biomedica
7. conoscenza dei principi di disegno e conduzione degli studi clinici
8. capacità di analisi ed elaborazione di temi complessi e sviluppo di modelli interpretativi
9. capacità di gestione delle tecnologie emergenti e la loro declinazione operativa
10. conoscenza delle trasformazioni in corso e delle risposte tecnologiche in atto e in divenire.

Questi punti rappresentano i capisaldi della proposta e si rispecchiano nell'organizzazione del corso.

Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento

Il Comitato Provinciale di Coordinamento, ritenuto che gli obiettivi formativi del corso di laurea magistrale interateneo in Bioengineering for Personalized Medicine (classe LM-21 Bioingegneria per la Medicina Personalizzata), proposto dall'Università degli Studi di Trento, che rappresenta l'unica istituzione universitaria con sede nella Provincia di Trento, siano coerenti con le istanze di formazione espresse dai soggetti privati e pubblici presenti sul territorio, ha espresso parere favorevole in merito all'istituzione in data 8 febbraio 2024.

Vedi allegato

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

L'obiettivo generale del CdS magistrale è quello di formare laureati/e con solide basi conoscitive e competenze per lo sviluppo, sperimentazione e gestione di tecnologie, strumentazioni e dispositivi per applicazioni bio-medicali e per l'analisi e modellazione della complessità dei sistemi fisiologici e sanitari. Avvalendosi della facoltà di potere prevedere insegnamenti ulteriori rispetto a quelli previsti dalla classe di Laurea (Decreto MUR 19 Dicembre 2023) il CdS estende le attività caratterizzanti rispetto agli SSD di riferimento ING-INF/06 e ING-IND/34 aggiungendo due discipline propedeutiche al consolidamento delle competenze ingegneristiche utili allo sviluppo di tecnologie e strumenti per le applicazioni biomediche avanzate con riferimento all'area dei materiali e dell'elettronica per applicazioni bio ed elettro-medicali. A tale fine sono identificati come caratterizzanti del CdS magistrale gli insegnamenti della Ingegneria Biomedica: ING-IND/34 e ING-INF/06, per un numero complessivo di 39 CFU. A questi si aggiungono le discipline ingegneristiche della scienza e tecnologie dei materiali (ING-IND/22) e della elettronica (ING-INF/01), per un numero complessivo di 12 CFU, come elementi basilari di consolidamento delle conoscenze nei temi della ingegneria industriale e della ingegneria informatica ed elettronica che costituiscono i pilastri formativi del nuovo CdS. Rappresentano inoltre complemento formativo essenziale gli insegnamenti delle discipline biomediche relative ai temi della fisiologia e biologia e delle discipline mediche per la costruzione di competenze mirate allo sviluppo di tecnologie e strumenti per la medicina personalizzata e di precisione. La formazione multi e interdisciplinare sarà infine garantita da un corpus di attività affini ed integrative orientate al consolidamento delle competenze ingegneristiche nei settori della biomeccanica, dell'informatica, della robotica medica e della dinamica dei fluidi.

L'insieme di questi insegnamenti fornirà al/la Laureato/a le competenze fondamentali per lo sviluppo e valutazione di strumentazione, dispositivi e impianti medicali, sui biomateriali e le relative metodiche di fabbricazione avanzate, l'elaborazione di dati e segnali biomedici, la fisiologia dei sistemi, i principi della diagnostica per la medicina personalizzata e la rappresentazione della conoscenza medico-biologica attraverso modellistica avanzata. Tali competenze costituiscono le basi conoscitive per lo sviluppo delle tecnologie abilitanti alla moderna medicina centrata sull'individuo. Il Laureato/a del CdS avrà inoltre acquisito conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale, dei processi di innovazione e dell'etica professionale.

Gli insegnamenti del CdS offrono inoltre specifici approfondimenti che orientano il percorso formativo verso le tecnologie per la prevenzione, la

diagnostica di precisione, gli interventi terapeutici, riabilitativi e assistivi affrontando i temi della elaborazione dell'informazione (dati, segnali, immagini), dello studio di tecnologie avanzate per lo sviluppo della medicina rigenerativa e di precisione e finalizzate allo sviluppo di dispositivi, sistemi, servizi e processi centrati sul cittadino/paziente (medicina personalizzata).

Il processo formativo si attuerà attraverso lezioni frontali, incontri con esperti e seminari, esercitazioni in aula e nei laboratori del Dipartimento, con il coinvolgimento di imprese e aziende sanitarie per sviluppo di progetti applicativi basati su scenari e casi reali. Tali attività progettuali, proposte nell'ambito degli insegnamenti statuari del corso di laurea, assolveranno gli scopi di favorire l'approfondimento tecnico/scientifico, le conoscenze delle regole di impresa e l'orientamento in uscita. Il tirocinio e la tesi di laurea concludono il percorso formativo.

Nel percorso formativo sarà evidenziato sempre lo stato dell'arte delle diverse discipline trattate e le sfide aperte ponendo in luce il continuo divenire della tecnologia e la necessità del suo continuo aggiornamento anche in funzione dei temi di sostenibilità ambientale, economica e sociale della innovazione. Per favorire questi obiettivi il corso di studi potrà organizzare seminari specifici su argomenti di particolare interesse e incontri con il mondo del lavoro e tirocini in azienda finalizzati all'attività di tesi di laurea, sia su argomenti tecnici sia su quelli legati più propriamente al reclutamento.

Il percorso formativo intende perseguire i seguenti obiettivi specifici:

- fornire conoscenze approfondite e operative sui percorsi di sviluppo dell'innovazione nei settori biomedicali, e delle tecnologie per la salute centrate sull'individuo con attenzione alla sostenibilità e alla sicurezza dei processi;
- sviluppare la capacità di analisi e modellazione dei sistemi complessi;
- far acquisire la padronanza dei principali metodi di riferimento per la progettazione, sviluppo, caratterizzazione e gestione dei dispositivi medici, sistemi e servizi per applicazioni biomediche;
- fornire una spiccata cultura dell'innovazione e capacità di valutazione dell'impatto multidimensionale della stessa;
- fornire competenze di conduzione e coordinamento di progetti di ricerca e sviluppo di prodotti, sistemi e servizi innovativi;
- fornire competenze specifiche nel settore dell'elaborazione segnali, dati ed estrazione dell'informazione ai fini diagnostici, terapeutici, riabilitativi e assistivi;
- sviluppare consapevolezza sul ruolo sociale dell'innovazione in sanità e della professione dell'Ingegnere Biomedico;
- fornire competenze nelle tecnologie dei materiali per applicazioni biomediche e di biofabbricazione
- fornire le competenze di base per lo sviluppo della Sanità 4.0
- fornire le conoscenze basilari di diagnostica e terapia per la medicina personalizzata

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

Le attività affini ed integrative contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi formativi specifici del CdS e in particolare puntano a sviluppare una figura in grado di integrare le competenze ingegneristiche di base con i temi specifici dell'Ingegneria Biomedica e delle scienze medico-biologiche.

Nello specifico il CdS prevede attività formative nei settori della meccanica dei solidi e dei fluidi, approfondimenti di elettronica e dei principi della robotica orientati allo sviluppo di sistemi e strumenti per applicazioni biomedicali.

Questa integrazione di saperi è di fondamentale importanza in un campo in cui è costante il trasferimento di conoscenza dai diversi settori scientifico tecnologici verso le applicazioni biomedicali e per la salute. Il/la laureato/a magistrale in Bioingegneria per la Medicina Personalizzata avrà quindi un bagaglio di conoscenza di base nei temi dell'ingegneria elettronica, informatica, industriale corroborato dalla conoscenza dei linguaggi e dei contenuti delle scienze mediche, fisiologiche e biologiche.

Nel CdS è quindi prevista l'erogazione di argomenti trattati in discipline affini, con carattere prevalentemente metodologico, per consolidare le competenze professionali ingegneristiche trasversali proprie della ingegneria industriale e dell'informazione ponendo l'accento sull'applicazione di queste conoscenze al mondo delle tecnologie biomedicali, e delle scienze della vita. Altre attività (seminari, scuole extra curriculari, tirocini formativi, tesi) sono rivolte a favorire la sperimentazione delle conoscenze apprese e dare occasioni di interazione con aziende, cliniche, ospedali, enti del territorio e laboratori pubblici e privati.

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 Bioingegneria per la Medicina Personalizzata ha una solida conoscenza di base nei temi ingegneristici trasversali della meccanica, dei materiali, dell'informatica e dell'elettronica alla quale associa specifiche e approfondite conoscenze nell'analisi e sviluppo di processi e sistemi innovativi per la diagnosi, la terapia, la riabilitazione e l'assistenza centrata sulla persona.

Il/la laureato/a del CdS inoltre conosce e comprende:

- la complessità dei sistemi di acquisizione, caratterizzazione, trattamento di segnali e immagini biomedicali, l'analisi di dati bioinformatici e biomedici multidimensionali;
- i principi di funzionamento dei dispositivi medici e degli strumenti e dei materiali idonei per il loro sviluppo;
- i processi di produzione di dispositivi per la medicina rigenerativa e di precisione e sa condurre la valutazione della loro sostenibilità e l'analisi del ciclo vita;
- le piattaforme e interfacce per la gestione di sistemi robotici e protesici;
- i metodi della modellazione matematica e dello studio della dinamica dei sistemi biologici.
- Le tecniche e le metodologie per la diagnostica di precisione

Il processo di apprendimento si fonda su lezioni, esercitazioni numeriche e di laboratorio, seminari, svolgimento di progetti individuali o di gruppo, studio personale indipendente e utilizza strumenti software e hardware per la caratterizzazione e progettazione di sistemi biomedicali e per lo sviluppo di prototipi. L'acquisizione di nozioni teoriche, la conoscenza dello stato dell'arte, l'analisi e discussione di casi di studio, lo sviluppo di elaborati personali, la realizzazione di prototipi di dispositivi o sistemi elementari consentono non solo di accrescere le competenze dello studente incentivando la sua capacità di ideare soluzioni innovative ma anche di far maturare la padronanza di strumenti di simulazione/progettazione utili per le attività professionali. Il CdS sfrutterà i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Industriale attivi nella ricerca sulle tecnologie Biomediche, sui temi della Smart Health, e nello sviluppo di tecnologie robotiche e il coinvolgimento di imprese e aziende sanitarie per sviluppo di progetti applicativi basati su scenari e casi realistici. Lo sviluppo di progetti negli specifici corsi e la redazione di una tesi di laurea magistrale, svolta in autonomia sotto la guida di un docente ed eventualmente con il supporto di un tutor aziendale, contribuiscono ad aumentare il bagaglio ed il livello di conoscenze del/la laureato/a magistrale.

La verifica viene effettuata tramite le prove scritte e/o orali previste per gli esami di profitto e per le altre attività formative come l'esecuzione di progetti individuali o di gruppo con presentazioni orali e stesure di elaborati, sviluppo di prototipi. Ulteriore significativo momento di verifica è la prova finale che prevede la discussione della tesi di laurea.

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

Il/la laureato/a magistrale nel CdS Bioingegneria per la Medicina Personalizzata ha la capacità di pianificare, progettare, sviluppare e gestire dispositivi, servizi e sistemi nel settore biomedicale. In autonomia e/o in coordinamento con altre figure professionali il/la laureato/a di questo CdS sa identificare, formulare e risolvere la varietà di problemi emergenti nei settori dei sistemi per la diagnosi, la terapia, la riabilitazione e l'assistenza personalizzata.

Il percorso formativo trasversale tra nozioni teoriche e attività pratiche consente al laureato/a di affrontare con la competenza richiesta, la modellazione matematica di sistemi biologici complessi, lo studio e lo sviluppo di bio/materiali avanzati, la robotica medica e chirurgica, la sensoristica per applicazioni mediche distribuite.

Al termine del suo percorso lo/la studente/ssa ha la capacità di contribuire, portando valore aggiunto, allo sviluppo delle tecnologie per la medicina personalizzata e di precisione.

In aggiunta il/la laureato/a sa partecipare ad attività di sperimentazione e ricerca e sviluppo nei laboratori di ricerca di in ambito industriale e in campo clinico proponendo e applicando metodologie avanzate ed innovative.

Le conoscenze e le capacità di comprensione acquisite consentiranno al/la laureato/a di interagire, sia con gli specialisti nei settori dell'ingegneria, sia con i professionisti del settore medicale. Queste capacità verranno sviluppate affiancando alle lezioni teoriche attività pratiche, svolte in laboratori di caratterizzazione e analisi, progettazione, sviluppo e realizzazione di processi e prodotti; tutte le attività pratiche avranno costante riferimento ad applicazioni suggerite dall'ambito medico e imprenditoriale.

La capacità di lavoro autonomo, e una formazione rivolta alla risoluzione di problemi e alla partecipazione attiva e propositiva all'innovazione, la capacità di elaborazione autonoma e di comunicazione dello studente saranno garantiti da una didattica che sarà supportata da attività di laboratorio, incontri con

impresa e applicazione a casi reali. Queste capacità di applicazione della conoscenza saranno ulteriormente rinforzate durante le attività progettazione e realizzazione del lavoro di tesi.

Il raggiungimento degli obiettivi indicati in termini di capacità applicative sarà verificato attraverso la valutazione dell'attività di tirocinio e tesi, nonché della preparazione complessiva dei candidati durante lo svolgimento di tali attività, da parte dei tutor interni (qualora il lavoro sia svolto all'interno di un laboratorio dell'Ateneo) ed esterni (qualora il lavoro sia svolto presso la sede di un ente o azienda esterna). Le indicazioni fornite dai tutor saranno poi considerate in fase di riesame periodico del corso di studi, elaborando eventuali azioni correttive ove se ne evidenzino l'opportunità. Al termine del proprio percorso curriculare, il/la laureato/a Magistrale in Bioingegneria per la medicina personalizzata avrà acquisito gli strumenti cognitivi avanzati per un aggiornamento continuo delle proprie conoscenze e avrà la capacità di svolgere attività progettuale e realizzativa originale finalizzata alla soluzione di problemi tecnici connessi al campo medico. Sarà in grado di gestire le tecnologie di strutture sanitarie complesse e valutare l'impatto dell'innovazione nei vari domini: prestazionale, organizzativo, economico, etico e sociale (come richiesto dalla metodologia HTA) con attenzione ai temi della sostenibilità.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Il/la laureato/a magistrale in Bioingegneria per la medicina personalizzata è in grado di identificare concetti e questioni chiave partendo da input di carattere interdisciplinare, di discernere ed interpretare le diverse posizioni anche divergenti, ed è capace di elaborarne un sunto oggettivo. Ha la capacità di valutare e scegliere le soluzioni tecnologiche che possono concorrere alla risoluzione dei problemi. Sa identificare e recuperare informazioni, conoscenze e tecnologie mancanti, riconoscere la criticità dei correnti approcci metodologici e valutare la forza delle prove disponibili (evidence-based practice). In forza delle attività sopra dette e della attenzione al metodo insegnata lo/a studente saprà analizzare con rigore lo stato dell'arte e farlo proprio come elemento di riferimento per la decisione informata.

Concorrono a sviluppare questa capacità le discipline formative caratterizzanti, che nel loro insieme forniscono una panoramica delle conoscenze di base e che sono impartite con metodologie didattiche che prevedono la partecipazione attiva degli studenti nella raccolta, analisi e interpretazione dei dati e sviluppo di modelli con la formulazione di giudizi critici.

Le attività di tipo progettuale interdisciplinare e il lavoro di tesi contribuiscono ulteriormente a sviluppare le capacità di giudizio attraverso la definizione collegiale delle strategie, la giustificazione, anche dialettica, delle scelte effettuate, la presa di coscienza delle implicazioni etiche e sociali delle azioni intraprese anche attraverso le testimonianze dal mondo dell'impresa e delle professioni che affiancano la formazione curriculare.

Queste abilità sono verificate dai risultati delle attività di lavoro individuale e autonomo sopra descritte attraverso presentazioni ed elaborati.

In particolare, i laureati magistrali nel CdS Interateneo in Bioingegneria per la Medicina Personalizzata saranno in grado di:

- lavorare in gruppo e decidere in autonomia;
- redigere documentazione tecnica e presentare i risultati di un progetto;
- condurre ricerche bibliografiche e utilizzare basi di dati ed altre fonti di informazione per formulare un proprio giudizio;
- individuare e interpretare le normative;
- predisporre e condurre esperimenti appropriati, raccogliere i dati, interpretare i dati e la loro incertezza, e trarne conclusioni; sviluppare un ragionamento logico che, a seguito di precise ipotesi, porti alla conseguente dimostrazione di una tesi.

Inoltre, i laureati/e magistrali del CdS, sia attraverso approfondimenti all'interno dei corsi curriculari, sia attraverso seminari e interazione con il mondo produttivo (Tirocini, tesi, etc) avranno sviluppato conoscenza sugli aspetti deontologici della professione e sull'impatto che la tecnologia può avere rispetto alle dimensioni etiche e sociali. In merito a questi aspetti sono inoltre dedicati espliciti approfondimenti sui temi della HTA (Health Technology Assessment) all'interno del corso formativo centrale sulla sicurezza e qualità dei Dispositivi Medici, alla luce delle nuove normative nazionali ed europee. La realizzazione di progetti applicativi sui processi di valutazione saranno mirati anche alla verifica della capacità acquisita di assegnare un valore rispetto a questi canoni nelle diverse scelte operative.

Abilità comunicative (communication skills)

Il/la laureato/a magistrale nel CdS in Bioingegneria per la Medicina Personalizzata:

è in grado di comunicare in forma non ambigua i risultati del proprio lavoro e delle proprie attività ad un livello idoneo a facilitare il lavoro in gruppi, anche con interlocutori di diversi ambiti disciplinari, assicurando così il proprio ruolo di cerniera tra le discipline scientifico- ingegneristiche e quelle biologico-mediche;

- sa elaborare chiare ed accurate sintesi dall'analisi di informazioni e dati complessi ricavati da fonti multiple, traendo conclusioni pertinenti e proposte di azione;
- ha la capacità di lavorare in un contesto interdisciplinare comprendendo i risultati del lavoro delle persone con cui coopera e le loro richieste;
- ha la capacità di esprimersi e comunicare in lingua inglese, anche con riferimento al linguaggio specialistico.
- Ha la capacità di comunicare in modo interdisciplinare coniugando agevolmente le competenze STEM e quelle biologiche-fisiologiche e mediche

Queste abilità sono sviluppate e verificate in diversi momenti del CdS, sia con presentazioni di elaborati e lavori di gruppo, sia nella prova finale.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il laureato/a magistrale in Bioingegneria per la Medicina Personalizzata sarà in grado di:

- sviluppare una forma mentale idonea a generare nuove conoscenze e/o a ricercare le conoscenze allo stato dell'arte, e di mantenere un costante processo di apprendimento e di aggiornamento.
- affrontare in modo efficace e originale le mutevoli problematiche connesse con l'innovazione nell'ambito delle tecnologie per la salute.
- La suddivisione delle ore di lavoro complessive previste fornisce un forte rilievo alle ore di lavoro personale per stimolare e migliorare la capacità di approfondimento e apprendimento. Analogo obiettivo persegue l'impostazione di rigore metodologico degli insegnamenti che porta lo studente a fare proprio il metodo analitico e deduttivo.

La capacità di apprendimento viene inoltre esplicitamente esercitata e sviluppata in diversi momenti all'interno delle attività formative caratterizzanti e affini, quando lo/a studente è chiamato/a ad approfondimenti autonomi che richiedono analisi bibliografiche, lo studio delle conoscenze più recenti, delle tecniche e delle tecnologie in un determinato ambito della ricerca e in particolare nella prova finale che prevede che lo studente si misuri con la stesura di un lavoro originale nel quale per la prima volta deve dimostrare di poter elaborare nuova conoscenza.

In sintesi il laureato/a magistrale del sarà in grado di

- generare nuove conoscenze e/o a ricercare le conoscenze allo stato dell'arte, e di mantenere un costante processo di apprendimento e di aggiornamento

Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)

Per l'accesso al CdS è richiesto titolo di laurea o diploma universitario almeno di durata triennale, o altro titolo acquisito all'estero e riconosciuto idoneo e il possesso di requisiti curriculari specifici. Si richiede inoltre una adeguata preparazione personale che va obbligatoriamente verificata. Non è in ogni caso prevista l'assegnazione di debiti formativi od obblighi formativi aggiuntivi.

I requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione per l'accesso al corso di laurea in Bioingegneria per la Medicina Personalizzata, vengono stabiliti in base ai criteri curriculari e di preparazione personale di seguito illustrati.

La laurea magistrale rappresenta un percorso di elezione per i laureati di primo livello delle classi L-8 Ingegneria elettronica ed informatica ed L-9 Ingegneria industriale (ex DM 270/2004). Pertanto, possono accedervi i laureati nelle classi L-8 ed L-9 (ex DM 270/2004).

Possono altresì accedere al corso anche i laureati/e in altre classi di laurea in possesso di una solida formazione nelle discipline scientifiche di base. In particolare si richiede che abbiano acquisito almeno 75 CFU suddivisi nei seguenti gruppi:

- 24 CFU nei SSD: MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, SEC-S/01, SECS-S/02, SECS-S/06;
- 15 CFU nei SSD: FIS/01, FIS/03, FIS/07, CHIM/03, CHIM/06, CHIM/07;
- 36 CFU nei SSD: ING-IND/06, ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/10, ING-IND/11, ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/23, ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/34, ING-IND/35, ING-INF/01, ING-INF/02, ING-INF/03, ING-INF/04, ING-INF/05, ING-INF/06, ING-INF/07, ICAR/01, ICAR/08, SECS-P/08.

Per i possessori di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo, la verifica dei requisiti curriculari è effettuata da una commissione nominata dal Consiglio di Dipartimento considerando opportune equivalenze tra i contenuti degli esami sostenuti nel precedente percorso di studi e quelli

corrispondenti agli ambiti e ai settori disciplinari sopra specificati.

Adeguatezza della preparazione personale

Le modalità di verifica della preparazione personale sono definite nel regolamento didattico del corso.

Per l'ammissione al corso di laurea magistrale il/la candidato/a oltre ai requisiti curriculari previsti deve dimostrare di possedere conoscenza della lingua inglese di livello pari almeno al livello B2 (CEFR).

Per gli/le studenti di madrelingua diversa dall'italiano sarà verificata la conoscenza posseduta di tale lingua a livello A1-CEFR, con le modalità descritte dal Regolamento di Dipartimento: "La conoscenza della lingua italiana pari al livello è richiesta per poter sostenere gli esami del secondo anno di corso e con tale verifica sono riconosciuti n. 3 cfu di altre attività formative. I crediti relativi alla prova di lingua italiana possono essere anche direttamente attribuiti agli studenti in possesso di idonea certificazione di livello equivalente o superiore rilasciata da un Ente ufficiale riconosciuto dal Dipartimento o dal Centro Linguistico di Ateneo (CLA) dell'Università di Trento. La prova è erogata da esperti linguistici in servizio presso il Centro Linguistico di Ateneo (CLA), secondo modalità concordate con il Dipartimento."

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 sotto la guida di un/a relatore/trice secondo quanto riportato nel Regolamento Prova finale delle lauree magistrali del Dipartimento di Ingegneria Industriale. Nella tesi lo/a studente sintetizza l'attività di progettazione o di ricerca svolta e questo costituisce un'importante occasione di acquisizione di capacità operative, di apprendimento di tecniche e strumenti di analisi, di elaborazione di schemi interpretativi e di sviluppo di procedure. La prova finale è rivolta a valutare la maturità scientifica raggiunta dallo/a studente, l'autonomia di giudizio e la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e l'abilità di comunicazione. La discussione è rivolta anche a valutare la preparazione generale dello/a studente in relazione ai contenuti formativi appresi nel corso di studio.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
Ingegnere Biomedico
funzione in un contesto di lavoro: L'Ingegnere Biomedico/a, grazie a competenze integrate nei campi dell'ingegneria e delle scienze della vita, svolge funzioni e compiti ad alta responsabilità in strutture che abbiano attinenza con i campi ingegneristici applicati alla medicina. In particolare, l'Ingegnere Biomedico/a conduce ricerche innovative, in materia di sviluppo, progettazione, realizzazione ed utilizzo di: - strumentazioni e tecnologie per la prevenzione, diagnostica, terapia, riabilitazione sia in strutture sanitarie, sia extra sanitarie (domicilio, luoghi di lavoro, viaggio, etc.). - dispositivi ingegnerizzati ad interfaccia biologica in ambito medico, biotecnologico e farmaceutico; - materiali, tecnologie e processi caratteristici delle applicazioni biomediche e biotecnologiche; - tecnologie robotiche per la medicina. - sistemi e servizi per la medicina personalizzata. è inoltre può sovrintendere e dirigere tali attività, e, dopo aver acquisito la necessaria esperienza specifica sul campo o attraverso percorsi formativi specializzanti, può altresì assumere un ruolo manageriale nei settori della ricerca e lo sviluppo, del trasferimento tecnologico e della produzione di tecnologie e gestione di parchi tecnologici.
competenze associate alla funzione: Il/la laureato/a della magistrale in Bioingegneria per la Medicina Personalizzata potrà interagire con i professionisti sanitari, con proprietà di linguaggio e competenze nell'ambito delle applicazioni diagnostiche e terapeutiche e dei servizi di cura incentrati sulla persona. Parimenti le competenze ingegneristiche acquisite consentono all'Ingegnere /a laureata presso il CdS Bioingegneria per la Medicina personalizzata di collaborare nei processi di innovazione di prodotto con gli esperti di dominio svolgendo il necessario ruolo ponte tra domanda clinica di innovazione e le potenzialità tecnologiche nei diversi settori della meccanica, materiali, elettronica e informatica. Le competenze dell'Ingegnere Biomedico/a includono: - la conoscenza di aspetti teorico-scientifici delle scienze di base e dell'ingegneria, ed in particolare dell'ingegneria biomedica, e la capacità di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi, che richiedono un approccio interdisciplinare e la capacità di modellizzare sistemi complessi e multidimensionali; - la conoscenza delle principali tecniche per la misura, il trattamento e l'elaborazione di segnali biomedici e la capacità di utilizzare tali conoscenze per la progettazione e lo sviluppo della strumentazione medica per la diagnosi e la terapia; - la conoscenza dei principi dell'ingegneria dei tessuti biologici, della biomeccanica cellulare e tessutale e la loro integrazione nella progettazione, ottimizzazione e produzione di dispositivi che si interfacciano con entità biologiche quali biomolecole, cellule, tessuti ed organi; - la conoscenza sui fondamenti della scienza dei biomateriali e conseguente capacità di applicazione in campo della bioingegneria e della medicina quali, ad esempio, la progettazione e lo sviluppo di organi artificiali e di sistemi protesici; - la conoscenza di principi della robotica per applicazioni mediche, e la capacità di applicare tali principi per la progettazione, lo sviluppo e la gestione di tecnologie innovative in ambito biomedico; - la conoscenza di contesto e capacità trasversali.
sbocchi occupazionali: Gli sbocchi occupazionali previsti dal corso di laurea magistrale sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione, della programmazione e della gestione di sistemi complessi nei settori biomedicale e delle biotecnologie e delle tecnologie per la salute. I/le laureati/e magistrali potranno trovare occupazione presso: industrie del settore biomedico e farmaceutico, produttrici e fornitrici di servizi, sistemi, apparecchiature e materiali per diagnosi, assistenza, cura e riabilitazione; aziende ospedaliere pubbliche e private; società di servizi per la gestione di apparecchiature ed impianti medicali, di telemedicina; laboratori clinici specializzati. Essi/e potranno intraprendere la libera professione e svolgere attività di consulenza in tutti i settori inerenti le tecnologie per la salute e la medicina personalizzata.
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 ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali ING-INF/01 Elettronica	45 [30]	57 [42]	42
Discipline biomediche	BIO/09 Fisiologia BIO/10 Biochimica BIO/13 Biologia applicata BIO/16 Anatomia umana BIO/18 Genetica MED/04 Patologia generale MED/36 Diagnostica per immagini e radioterapia MED/08 Anatomia patologica	6 [6]	18 [18]	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 48:		51		

Totale Attività Caratterizzanti

51 - 75

Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	24	39	12

Totale Attività Affini

24 - 39

Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		9	15
Per la prova finale		15	24
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	6
	Abilità informatiche e telematiche	0	0
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	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		-	-

Totale Altre Attività

27 - 54

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	102 - 168
Crediti riservati in base al DM 987 art.8	36 - 60

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

Note relative alle altre attività

Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 18/03/2024