

INGEGNERIA BIOMEDICA

Classe LM 21

Pagina web: www.ing-bim.unifi.it

Referente del Corso di Laurea: Prof. Federico Carpi
e-mail: federico.carpi@unifi.it

Guida dello Studente per *immatricolati* nell'anno accademico 2022/23

Le informazioni che seguono riguardano il dettaglio del percorso formativo Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica, strutturato in due anni, per gli studenti immatricolati nell'a.a. a cui questa guida si riferisce.

Per gli studenti immatricolati in anni precedenti si fa riferimento a quanto disponibile nella sezione offerta formativa sul sito web della Scuola www.ingegneria.unifi.it

OBIETTIVI FORMATIVI E SBOCCHI OCCUPAZIONALI

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica forma figure professionali di elevato livello, dotate di padronanza dei contenuti tecnico-scientifici generali dell'Ingegneria, applicati a settori specifici, quali la strumentazione biomedica, l'acquisizione e l'elaborazione dei segnali e delle immagini biomediche, i modelli di sistemi fisiologici, i fenomeni bioelettrici, la biomeccanica, la robotica e mecatronica biomedica, i sistemi di riabilitazione, l'ingegneria dei tessuti biologici, i biomateriali, le protesi e gli organi artificiali, le applicazioni informatiche ai sistemi viventi, e la gestione delle apparecchiature e delle strutture sanitarie.

Il livello di approfondimento dei temi trattati durante il percorso formativo caratterizza il Laureato Magistrale per un'elevata preparazione tecnico-culturale nei diversi campi della bioingegneria e gli conferisce abilità nel trattare problemi complessi, soprattutto secondo un approccio interdisciplinare, volto specificamente alla innovazione. Egli ha consapevolezza e capacità di assunzione di responsabilità per i ruoli ricoperti.

Gli studenti della laurea magistrale vengono preparati per ricoprire, con sempre maggiori conoscenze, responsabilità e autonomia, ruoli caratterizzati da competenze tipiche dell'Ingegneria Biomedica. In particolare, sono protagonisti dell'introduzione di nuove tecnologie e dello sviluppo di metodiche e prodotti innovativi per realizzare:

- il miglioramento delle conoscenze inerenti il funzionamento dei sistemi biologici, sia nello stato fisiologico, sia in quello patologico;
- lo sviluppo di nuove procedure, apparecchiature e sistemi per la prevenzione, la diagnosi, la terapia e la riabilitazione;
- l'ideazione e lo sviluppo di nuove protesi, organi artificiali, dispositivi di supporto alle funzioni vitali, e ausili per la vita in generale;

- la gestione dell'assistenza sanitaria, sotto l'aspetto tecnologico e organizzativo, e l'impiego più corretto e sicuro di metodologie e tecnologie in ambito ospedaliero;
- lo sviluppo di biomateriali e materiali 'intelligenti', e l'utilizzo di cellule per la ricostruzione e il rimodellamento di organi e tessuti biologici;
- l'esplorazione di nuovi sviluppi tecnologici avanzati nell'ambito delle biotecnologie e nanotecnologie.

L'ingegnere biomedico è particolarmente preparato per partecipare a progetti di innovazione e collaborazioni a carattere internazionale, essendo anche in grado di utilizzare, in forma scritta e orale, la lingua Inglese, con un uso adeguato di termini tecnici.

Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali del Corso 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, sia nelle amministrazioni pubbliche che hanno come obiettivo il ripristino e il mantenimento della salute e l'innalzamento della qualità della vita. I laureati magistrali sono in grado di interagire con i professionisti sanitari nell'ambito delle rispettive competenze e nelle applicazioni diagnostiche e terapeutiche. Possono trovare occupazione presso: industrie del settore biomedico e farmaceutico, produttrici o fornitrici di sistemi, apparecchiature e materiali per diagnosi, cura e riabilitazione; aziende ospedaliere pubbliche e private; società di servizi per la gestione di apparecchiature e impianti medicali, di telemedicina; laboratori clinici specializzati, ecc.

REQUISITI DI ACCESSO

Ai sensi del Manifesto degli Studi non sono previsti titoli di studio in continuità per l'accesso alle Lauree Magistrali pertanto, per procedere all'immatricolazione, ogni studente è tenuto alla presentazione dell'opportuna domanda di valutazione per l'accesso alla Laurea Magistrale secondo le modalità indicate sul sito della Scuola.

L'iscrizione al CdLM richiede il possesso di *Requisiti curriculari* e *Requisiti di preparazione personale*, come specificato di seguito.

Requisiti curriculari

Tali requisiti prevedono 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. In particolare, tali requisiti sono elencati di seguito:

- 1) Laurea di primo livello: gli studenti devono essere in possesso o di un titolo di laurea exDM270/04 nella classe L-8 "Ingegneria dell'Informazione" o nella classe L-9 "Ingegneria Industriale", o di uno dei seguenti titoli di laurea exDM509/99, conseguiti presso questo Ateneo: Laurea in Ingegneria Meccanica (indirizzo Biomeccanica), Laurea in Ingegneria Elettronica (curriculum Biomedica).
- 2) Possesso di almeno 156 CFU con voto nelle materie di base, caratterizzanti e affini e integrative.
- 3) Possesso del N° minimo di CFU specificati in Tabella 1 per gli ambiti e settori scientifici disciplinari (SSD) indicati.

Ai laureati che non soddisfano i requisiti riportati in Tabella 1 per una differenza inferiore a 30 CFU e che comunque abbiano svolto nel CdL di provenienza attività di stage e tirocinio in curricula professionalizzanti, sarà proposto un percorso formativo preliminare all'iscrizione che preveda il superamento di esami che compensino le carenze esistenti. Gli eventuali esami di compensazione dovranno essere superati prima dell'iscrizione definitiva al CdLM.

Tabella 1. Requisiti curriculari.

AMBITO	SSD	N° minimo CFU
Matematica, informatica e statistica	INF/01 Informatica ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni MAT/02 Algebra MAT/03 Geometria MAT/05 Analisi matematica MAT/06 Probabilità e statistica matematica MAT/07 Fisica matematica MAT/08 Analisi numerica MAT/09 Ricerca operativa	36
Fisica e chimica	CHIM/03 Chimica generale e inorganica CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 Fisica sperimentale FIS/03 Fisica della materia	12
Ingegneria elettrica	ING-IND/31 Elettrotecnica ING-IND/32 Convertitori, macchine e azionamenti elettrici ING-IND/33 Sistemi elettrici per l'energia ING-INF/07 Misure elettriche ed elettroniche	6
Bioingegneria	ING-IND/34 Bioingegneria industriale ING-INF/06 Bioingegneria elettronica e informatica	18
Totale		72

Requisiti di preparazione personale

Tali requisiti consistono nel conseguimento della laurea triennale con una media pesata dei voti degli esami di profitto maggiore o uguale a 22, nel caso di una carriera di durata uguale o inferiore a 4 anni accademici, oppure con una media pesata maggiore o uguale a 24, nel caso di una carriera di durata uguale o inferiore a 6 anni accademici.

Nel valutare la durata della carriera, si tiene conto di eventuali anni accademici frequentati dal laureato in qualità di studente part-time.

I laureati che non soddisfino tali requisiti saranno invitati ad un colloquio con una Commissione nominata dal Presidente del CdLM, per verificare l'adeguatezza della preparazione personale. Nel caso in cui la verifica porti all'accertamento di gravi lacune, la Commissione, con delibera motivata, proporrà allo studente un percorso formativo integrativo atto a sanare le lacune evidenziate prima dell'iscrizione definitiva al Corso di Laurea Magistrale.

INFORMAZIONI GENERALI

Il percorso degli studi è stato progettato tenendo conto della interdisciplinarietà della figura dell'Ingegnere Biomedico. Sono pertanto presenti sia insegnamenti Caratterizzanti l'Ingegneria Biomedica, sia insegnamenti Affini e Integrativi, tesi a fornire competenze interdisciplinari. Il totale dei CFU minimi da acquisire nel CdLM e la loro distribuzione tra le varie tipologie di attività formative sono indicati nella Tabella 2.

Tabella 2. Attività formative.

ATTIVITÀ FORMATIVE	CFU minimi
Insegnamenti Caratterizzanti (Ingegneria Biomedica)	48
Insegnamenti Affini e Integrativi	36
Insegnamenti a scelta libera	12
Tirocinio	6
Prova finale	18
Totale	120

Gli insegnamenti Caratterizzanti l'Ingegneria Biomedica (settori ING-IND/34 e ING-INF/06) sono riportati nelle Tabelle 3 e 4. Da ciascuno dei due elenchi, lo studente dovrà, nell'ambito del proprio percorso di studio, scegliere insegnamenti per coprire 24 CFU nel settore ING-IND/34 e 24 CFU nel settore ING-INF/06.

Tabella 3. Insegnamenti Caratterizzanti nel settore ING-IND/34.

SSD	INSEGNAMENTI CARATTERIZZANTI	CFU	NOTA
ING-IND/34	Biomateriali e ingegneria dei tessuti biologici	9	II semestre
ING-IND/34	Biomeccanica	9	I semestre
ING-IND/34	Biomeccanica sperimentale	6	I semestre
ING-IND/34	Biomeccatronica	6	II semestre
ING-IND/34	Fondamenti di bioelettricità per sistemi protesici e diagnostici	9	I semestre
ING-IND/34	Protesi visive e sistemi di visione artificiale	6	II semestre
ING-IND/34	Protesi, organi e sensi artificiali	9	II semestre
ING-IND/34	Robotica biomedica	9	I semestre
ING-IND/34	Robotica chirurgica	6	I semestre

Tabella 4. Insegnamenti Caratterizzanti nel settore ING-INF/06.

SSD	INSEGNAMENTI CARATTERIZZANTI	CFU	NOTA
ING-INF/06	Bioimmagini	9	I semestre
ING-INF/06	Bioingegneria della riabilitazione	9	II semestre
ING-INF/06	Bioingegneria per le neuroscienze	6	II semestre
ING-INF/06	Elaborazione dei segnali biomedici	9	I semestre
ING-INF/06	Genomica computazionale	6	I semestre
ING-INF/06	Ingegneria clinica	9	II semestre
ING-INF/06	Modelli di sistemi fisiologici	6	I semestre
ING-INF/06	Strumentazione biomedica	6	I semestre
ING-INF/06	Systems biology	6	I semestre

Per quanto concerne gli insegnamenti Affini e Integrativi, tutti gli studenti dovranno acquisire 12 CFU relativi agli insegnamenti riportati in Tabella 5.

Tabella 5. Insegnamenti Affini e Integrativi obbligatori.

SSD	INSEGNAMENTI AFFINI E INTEGRATIVI	CFU	NOTA
FIS/01	Fisica per la bioingegneria	6	I semestre
MED/09 BIO/11	Metodologie avanzate in medicina	6	I semestre

Per i restanti 24 CFU di insegnamenti Affini e Integrativi, agli studenti è offerta la possibilità di scegliere 12 CFU tra gli insegnamenti posti in Tabella 6 e 12 CFU tra gli insegnamenti posti in Tabella 7. Poiché ciascuna delle due tabelle contiene sia insegnamenti di base, per fornire competenze interdisciplinari, sia insegnamenti di approfondimento, è opportuno che la scelta venga effettuata con l'obiettivo di ampliare le conoscenze già acquisite. A tale scopo, si consiglia che gli studenti provenienti dall'area dell'Ingegneria dell'Informazione non scelgano l'insegnamento di "Principi di Ingegneria Elettronica", mentre gli studenti provenienti dall'area dell'Ingegneria Industriale non scelgano l'insegnamento di "Principi di Ingegneria Industriale"; tali insegnamenti di conseguenza saranno sostituiti con quelli appartenenti agli stessi SSD riportati nelle Tabelle 6 e 7.

Tabella 6. Insegnamenti Affini e Integrativi da selezionare nei settori ING-INF/01-03.

SSD	INSEGNAMENTO	CFU	NOTA
ING-INF/01 ING-INF/03	Principi di Ingegneria Elettronica	12	II semestre
ING-INF/03	Telematica e sistemi telematici	6	II semestre
ING-INF/01	Progetto di sistemi digitali	6	II semestre

Tabella 7. Insegnamenti Affini e Integrativi da selezionare nei settori ING-IND/09-14.

SSD	INSEGNAMENTO	CFU	NOTA
ING-IND/09 ING-IND/14	Principi di Ingegneria Industriale	12	I e II semestre
ING-IND/09	Energia e ambiente	6	II semestre
ING-IND/14	Complementi di costruzioni di macchine	6	II semestre

Per quanto concerne gli insegnamenti a scelta libera (12 CFU), lo studente ha facoltà di scegliere sia insegnamenti nel precedente elenco dei Caratterizzanti l'Ingegneria Biomedica (settori ING-IND/34 e ING-INF/06), sia insegnamenti non necessariamente proposti da questo CdLM. A titolo di esempio, si vedano i suggerimenti riportati nella sezione PIANO DI STUDIO INDIVIDUALE – PIANO LIBERO.

ORGANIZZAZIONE DEL PERCORSO DI STUDIO

Il percorso di studio è articolato come specificato nelle seguenti tabelle. Ogni tabella riporta tutti gli insegnamenti, obbligatori e opzionali, previsti nel percorso di studi. Alcuni insegnamenti del percorso di studio sono a comune con insegnamenti di altri corsi di laurea, come indicato.

PIANO ANNUALE - I ANNO

Anno	I semestre			II semestre		
	SSD	INSEGNAMENTO	CFU	SSD	INSEGNAMENTO	CFU
1	ING-IND/34	Biomeccanica	9	ING-IND/34	Biomateriali e ingegneria dei tessuti biologici	9
	ING-IND/34	Biomeccanica sperimentale	6	ING-INF/06	Ingegneria clinica	9
	ING-IND/34	Robotica biomedica	9	ING-IND/14	Complementi di costruzione di macchine ¹	6
	ING-INF/06	Elaborazione dei segnali biomedici	9	ING-INF/01 ING-INF/03	Principi di Ingegneria Elettronica ¹	12
	ING-INF/06	Systems biology	6			
	ING-IND/09 ING-IND/14	Principi di Ingegneria Industriale ¹				12
	FIS/01	Fisica per la bioingegneria	6	ING-INF/01	Progetto di sistemi digitali ¹	6
	MED/09 BIO/11	Metodologie avanzate in medicina	6	ING-IND/09	Energia e ambiente ¹	6
	ING-INF/06	Bioimmagini	9	ING-INF/03	Telematica e sistemi telematici ¹	6

PIANO ANNUALE - II ANNO

Anno	I semestre			II semestre		
	SSD	INSEGNAMENTO	CFU	SSD	INSEGNAMENTO	CFU
2	ING-INF/06	Modelli di sistemi fisiologici	6	ING-IND/34	Protesi, organi e sensi artificiali	9
	ING-IND/34	Fondamenti di bioelettricità per sistemi protesici e diagnostici	9	ING-IND/34	Biomeccatronica	6
	ING-INF/06	Genomica computazionale	6	ING-INF/06	Bioingegneria per le neuroscienze	6
	ING-INF/06	Strumentazione biomedica	6	ING-INF/06	Bioingegneria della riabilitazione	9
	ING-IND/34	Robotica chirurgica	6	ING-IND/34	Protesi visive e sistemi di visione artificiale	6
		Corso a scelta libera	6		Corso a scelta libera	6
		Tirocinio	6		Prova finale	18

Nota:

¹Corsi a comune con insegnamenti di altri Corsi di Laurea (vedasi Tabella 8).

Quanto non specificato nella presente Guida è disciplinato dal Regolamento Didattico del Corso di Studio.

INSEGNAMENTI IN COMUNE

Alcuni insegnamenti sono a comune con altri corsi di laurea, sia triennale che magistrale. Ciò significa in particolare che la struttura didattica competente provvederà ad organizzare detti insegnamenti in modo tale che possano essere seguiti secondo le differenti esigenze degli studenti dei vari corsi.

Gli studenti sono invitati a contattare i docenti delle materie a comune con altri CdL/LM per concordare eventualmente gli argomenti che faranno parte del programma.
Per l'a.a. 2021/22 gli insegnamenti a comune sono riportati nella Tabella 8.

Tabella 8. Insegnamenti in comune con altri corsi di laurea magistrale o triennale.

Dal Corso di Laurea (L/LM) in Ingegneria Meccanica	
SSD	INSEGNAMENTO
ING-IND/09 ING-IND/14	Principi di ingegneria industriale
ING-IND/14	Complementi di costruzione di macchine
Dal Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica	
SSD	INSEGNAMENTO
ING-INF/01	Principi di ingegneria elettronica
Dal Corso di Laurea in Ingegneria Civile, Edile e Ambientale	
SSD	INSEGNAMENTO
ING-IND/09	Energia e ambiente
Dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica	
SSD	INSEGNAMENTO
ING-INF/01	Progetto di sistemi digitali
Dal Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni	
SSD	INSEGNAMENTO
ING-INF/03	Telematica e sistemi telematici

PRESENTAZIONE DEL PIANO DI STUDIO DA PARTE DEGLI STUDENTI

Lo studente è tenuto a presentare, nel rispetto dei vincoli sopra specificati e del regolamento didattico vigente, un PIANO DI STUDIO comprensivo delle attività formative che intende svolgere, che verrà valutato dal Consiglio del Corso di Studio.

Agli studenti in possesso di laurea di primo livello conseguita secondo la normativa D.M.509/99, la Commissione si riserva di proporre un piano di studi individuale che tenga conto del percorso formativo precedentemente seguito. In particolare ai laureati che abbiano svolto nel CdL di provenienza attività di stage e tirocinio la Commissione si riserva di proporre un piano di studi mirato a completare nel modo più idoneo la loro preparazione.

PIANO DI STUDIO INDIVIDUALE – PIANO LIBERO

Eventuali richieste di variazioni o sostituzioni di insegnamenti rispetto all'offerta didattica descritta dovranno essere sottoposte all'approvazione del Consiglio del Corso di Studio. In ogni caso lo studente è tenuto a giustificare oggettivamente le scelte che intende effettuare, dimostrando che, attraverso il percorso formativo proposto, si possano affinare organicamente alcune delle competenze professionali caratteristiche dell'ingegnere biomedico, chiaramente indicate negli obiettivi formativi del Regolamento Didattico del Corso di Laurea.

In particolare, mantenendo l'interdisciplinarietà che caratterizza la formazione dell'Ingegnere Biomedico, è possibile per lo studente approfondire alcune macro-aree, ottenendo una formazione più specifica per alcuni campi applicativi. A titolo di esempio, si segnalano in Tabella 9 alcune macro-aree d'interesse, presentando gli esami più attinenti a ciascuna di esse, come suggerimento per guidare le scelte dello studente.

Tabella 9. Esempi di macro-aree d'interesse e relativi esami.

Dispositivi elettromedicali			
ING-IND/34	Fondamenti di bioelettricità per sistemi protesici e diagnostici	ING-INF/01	Optoelettronica
ING-INF/06	Bioimmagini	ING-INF/02	Compatibilità elettromagnetica
ING-INF/06	Modelli di sistemi fisiologici	ING-INF/02	Bioelettromagnetismo
ING-INF/04	Controlli automatici	ING-INF/06	Elaborazione dei segnali biomedici
ING-INF/05	Ingegneria del software	ING-INF/06	Strumentazione biomedica
ING-IND/34	Protesi visive e sistemi di visione artificiale	ING-INF/07	Diagnostica e sicurezza dei sistemi
Gestione di tecnologie e strutture sanitarie			
ING-INF/06	Ingegneria clinica	ING-IND/35	Progettazione e gestione dei servizi
ING-INF/06	Systems biology	ING-INF/07	Diagnostica e sicurezza dei sistemi
ING-INF/06	Genomica computazionale	ING-IND/35	Gestione dell'innovazione
ING-INF/06	Bioingegneria per le neuroscienze	ING-INF/03	Telematica e sistemi telematici
ING-INF/06	Bioingegneria della riabilitazione	ING-IND/09	Energia e Ambiente
ING-IND/34	Biomateriali e ingegneria dei tessuti biologici		
Biomeccanica e biomateriali			
ING-IND/34	Biomateriali e ingegneria dei tessuti biologici	ING-IND/16	Studio del prodotto e del processo
ING-IND/34	Biomeccanica	ING-IND/21	Comportamento meccanico dei materiali
ING-IND/34	Biomeccanica sperimentale	ING-IND/14	Complementi di costruzioni di macchine
ING-IND/34	Protesi, organi e sensi artificiali	ING-IND/15	Stampa 3D e modellazione digitale per la bioingegneria
BIO/11	Biologia molecolare		
Biorobotica e biomeccatronica			
ING-IND/34	Robotica biomedica	ING-IND/34	Biomeccatronica
ING-IND/34	Robotica chirurgica	ING-IND/34	Protesi visive e sistemi di visione artificiale

Alcuni degli insegnamenti riportati in tabella sono attivi in altri corsi di Laurea/Laurea Magistrale. Lo studente è tenuto a verificare la relativa collocazione nei periodi didattici.

PRECEDENZE D'ESAME

Non sono previste precedenze, sebbene ciascun insegnamento possa richiedere propedeuticità specifiche.

TIROCINIO E PROVA FINALE

La prova finale per la laurea magistrale consiste nella discussione di una tesi progettuale o di ricerca. L'attività discussa nella prova finale viene di norma svolta presso un laboratorio di ricerca dell'Università o di un Ente o una Azienda esterni.

Lo svolgimento di tale attività e il buon esito della conseguente prova finale permettono il conseguimento di complessivi 24 CFU.

LINGUA STRANIERA

È richiesta la conoscenza dell'Inglese scritto e parlato (esame sostenuto nel corso di studi triennale).