

Università degli Studi di FIRENZE
Ordinamento didattico
del Corso di Laurea Magistrale
in INGEGNERIA BIOMEDICA
 attivato ai sensi del D.M. 22/10/2004, n. 270
 valido a partire dall'anno accademico 2010/2011

ART. 1 Premessa

| | |
|---|---|
| Denominazione del corso | INGEGNERIA BIOMEDICA |
| Denominazione del corso in inglese | |
| Classe | LM-21 Classe delle lauree magistrali in Ingegneria biomedica |
| Facoltà di riferimento | INGEGNERIA |
| Altre Facoltà | |
| Dipartimento di riferimento | |
| Altri Dipartimenti | |
| Durata normale | 2 |
| Crediti | 120 |
| Titolo rilasciato | Laurea Magistrale in INGEGNERIA BIOMEDICA |
| Titolo congiunto | No |
| Atenei convenzionati | |
| Doppio titolo | |
| Modalità didattica | Convenzionale |
| Sede amministrativa | |
| Sedi didattiche | |
| Indirizzo internet | http://www.ing.unifi.it |
| Ulteriori informazioni | |
| Il corso è | trasformazione di 0759-05 INGEGNERIA BIOMEDICA (cod 6500) |
| Data di attivazione | |
| Data DM di approvazione | 09/03/2010 |
| Data DR di approvazione | 09/03/2010 |
| Data di approvazione del consiglio di facoltà | 15/12/2009 |

| | |
|--|------------|
| Data di approvazione del senato accademico | 20/01/2010 |
| Data parere nucleo | 21/01/2008 |
| Data parere Comitato reg. Coordinamento | |
| Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni | 06/12/2007 |
| Massimo numero di crediti riconoscibili | 40 |
| Corsi della medesima classe | No |
| Numero del gruppo di affinità | |

ART. 2 Criteri seguiti nella trasformazione del corso da ordinamento 509 a 270 (DM 31 ottobre 2007, n.544, allegato C)

Nell'a.a. 2000-01 è stata avviata la riforma degli ordinamenti didattici secondo il D.M.509/99. Ciò ha comportato la trasformazione, secondo la struttura 3+2, dei preesistenti Corsi di Laurea quinquennale di Ingegneria nei corrispondenti percorsi di primo livello. L'offerta didattica fu completata con l'attivazione delle relative Lauree specialistiche: per la Classe N. 26/S il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Biomedica. L'applicazione del D.M. 270/04 vede una razionalizzazione dell'offerta didattica ex D.M. 509/99 del primo livello formativo. Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica, classe LM-21 per il D.M. 270/04, rappresenta la trasformazione della corrispondente Laurea Specialistica ex D.M.509/99. Nella fase di progettazione dei nuovi Corsi di Studio effettuata presso la Facoltà di Ingegneria della Università degli Studi di Firenze, il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica è stato pensato come naturale continuazione dei corsi di Laurea D.M. 270/04 di primo livello in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, curriculum Elettronica – orientamento Biomedica. E in Ingegneria Meccanica – orientamento Biomedica.

ART. 3 Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

Questa LM è trasformazione della preesistente omonima Laurea Specialistica ed l'unico proposto nella classe LM-21. Per la sua istituzione è stato consultato il Comitato di Indirizzo di Facoltà che ha confermato l'apprezzamento per questa attività formativa della Facoltà e ribadito le aspettative del contesto sanitario e industriale per questa figura professionale altamente specializzata. Il corso offre prospettive di normale continuazione a laureati in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni e in Ingegneria Meccanica che hanno privilegiato, con i corsi a scelta, i temi della Biomedica.

La proposta di ordinamento sviluppa in modo eccessivamente sintetico alcuni punti. In particolare sembra carente, in relazione alle raccomandazioni del CUN, la descrizione dei

risultati di apprendimento. Alla prova finale sono attribuiti da 12 a 24 CFU.

In fase di definizione del regolamento dovranno essere reconsiderati i contenuti degli insegnamenti e le modalità della didattica e degli accertamenti per un miglioramento degli standard qualitativi relativi al conseguimento degli obiettivi formativi, alla progressione della carriera degli studenti ed al gradimento degli studenti. Le risorse di docenza sono appropriate e il 95% dei CFU è coperto da docenti di ruolo. L'attività di ricerca collegata al corso di studio appare di buon livello. Le strutture didattiche a disposizione del Corso di studio sono adeguate.

ART. 4 Breve sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni

Il giorno 6/12/2007 si è riunito il Comitato di indirizzo della Facoltà. Erano presenti, tra gli altri, i rappresentanti dell'Associazione Industriali, degli ordini degli Ingegneri di Firenze, Prato e Pistoia, degli enti locali, di Confindustria e di alcune aziende. Il Preside ha presentato le linee di progettazione dei nuovi corsi di studio della Facoltà di Ingegneria. L'offerta didattica della Facoltà di Ingegneria si concretizza in sette Corsi di Laurea di primo livello attivati dal prossimo anno accademico e in dodici corsi di laurea magistrale. Il Preside ha illustrato, quindi, le proposte degli Ordinamenti delle Lauree e delle Lauree Magistrali redatti ai sensi del D.M. 270/04. Dalla discussione che ha fatto seguito alla presentazione sono emersi dai presenti suggerimenti, proposte e comunque generale consenso alla linea di razionalizzazione dell'offerta formativa adottata dalla Facoltà. Al termine il Comitato di Indirizzo della Facoltà di Ingegneria ha espresso parere pienamente favorevole alle proposte degli Ordinamenti delle Lauree e delle Lauree Magistrali.

In particolare, per quanto riguarda il CdLM in Ingegneria Biomedica, il Comitato ha ribadito l'esigenza della formazione di Ingegneri Biomedici di alta qualificazione professionale e preparazione scientifica, proseguendo una tradizione formativa della Facoltà ormai consolidata ed apprezzata nel contesto sanitario ed industriale.

Data del parere: 06/12/2007

ART. 5 Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea Magistrale in "Ingegneria Biomedica" forma figure professionali di elevato livello, dotate di padronanza dei metodi della modellistica analitica e numerica e dei contenuti tecnico scientifici generali dell'Ingegneria in settori specifici quali la bioingegneria elettronica e informatica, la bioingegneria meccanica e dei materiali e l'ingegneria clinica. Il livello di approfondimento dei temi trattati durante il percorso formativo caratterizza il Laureato Magistrale per una elevata preparazione tecnico-culturale nei diversi campi dell'ingegneria biomedica, 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 obiettivi formativi specifici si concretizzano nei ruoli principali per i quali viene preparato lo studente, che sono:

§ progettista di sistemi e dispositivi medici;

§ coordinatore e supervisore di attività di progettazione e gestione di impianti di strutture

cliniche;

§ coordinatore di attività di manutenzione e controllo di sistemi e apparati biomedicali;

§ progettista e/o coordinatore di attività di produzione e innovazione di apparati e dispositivi medici;

§ professionista e consulente nel campo della progettazione, gestione e manutenzione di sistemi per le strutture sanitarie;

§ ricercatore in laboratori tecnologicamente avanzati;

§ responsabile di sistemi complessi nelle aziende che operano nel settore biomedico;

§ responsabile aziendale di sistemi complessi nelle strutture sanitarie;

§ attività di consulenza e libera professione nei vari campi della ingegneria biomedica.

La formazione del laureato magistrale in Ingegneria Biomedica ha anche l'obiettivo di fornire le competenze per l'apprendimento permanente in un settore ad elevata evoluzione tecnologica, per l'ulteriore specializzazione in settori specifici o scientificamente avanzati, per la prosecuzione degli studi in livelli di formazione superiore quali Master e Scuole di dottorato.

Articolazione del percorso formativo

Il corso di studio è disegnato prevalentemente per gli allievi che provengono da un corso di laurea di primo livello della classe dell'Ingegneria Industriale e per quelli che provengono da un corso della classe dell'ingegneria dell'Informazione. Il percorso di studio è progettato per fornire agli studenti anche competenze di elettronica di base, di informatica, di meccanica e sui materiali. Infatti, gli obiettivi fortemente interdisciplinari dell'Ingegneria Biomedica, impongono, oltre all'acquisizione delle competenze più specifiche del settore bioingegneristico, anche la realizzazione di una formazione ingegneristica basata su conoscenze di base sia dei contenuti formativi dei settori dell'informazione che di quelli industriali. Il percorso formativo si articola in:- primo anno : viene completata la formazione triennale nell'ambito della matematica e della fisica e vengono forniti gli elementi di base per la interdisciplinarietà ingegneristica; si affrontano inoltre i più importanti aspetti di base della Ingegneria Biomedica quali quelli relativi alla biomeccanica del movimento, alla modellistica dei sistemi biologici e all'ingegneria clinica;- secondo anno: viene approfondita la conoscenza dei principali aspetti dell'ingegneria biomedica quali quelli relativi ai biomateriali, alla progettazione di dispositivi medici, all'informatica medica, alle bioimmagini, alla informatica medica e alla elaborazione dei dati biomedicali. In tale anno vengono inoltre collocate le attività a scelta libera dello studente e viene lasciato ampio spazio al tirocinio formativo e alla prova finale. Previa presentazione di un piano di studio, lo studente potrà svolgere attività formativa (esami e tesi) all'estero nell'ambito di programmi di internazionalizzazione. La preparazione della prova finale richiede un impegno di circa sei mesi a tempo pieno, salvo la necessità di approfondimenti necessari per l'acquisizione di conoscenze propedeutiche su argomenti e tematiche non seguiti nel corso di studi o nella precedente laurea triennale. La prova può riguardare un'attività di progettazione o l'applicazione di metodologie avanzate alla soluzione di problemi in ambito elettronico; essa si conclude con un elaborato il cui obiettivo è quello di verificare la padronanza dell'argomento trattato, la capacità di operare dello studente nonché la sua capacità di comunicazione. Il titolo acquisito potrà consentire al Laureato magistrale di accedere a Scuole di dottorato.

ART. 6 Risultati di apprendimento attesi

6.1 Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Gli studenti conseguono conoscenze e capacità di comprensione approfondite nel campo dell'Ingegneria Biomedica, con particolare riferimento ai settori dell'ingegneria applicata ai sistemi viventi, ad un livello che include la conoscenza di temi tecnologicamente rilevanti ed avanzati per questi ambiti. L'acquisizione di conoscenze e capacità può avvenire anche attraverso l'uso di testi in lingua

ART. 6 Risultati di apprendimento attesi

straniera (essenzialmente in inglese) e l'utilizzo di strumenti scientifici (informatici e di altra natura) specifici per il settore della ingegneria biomedica.

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

Il laureato magistrale in Ingegneria Biomedica è in grado di applicare le conoscenze e le capacità di comprensione acquisite dimostrando elevata capacità di sintesi, visione interdisciplinare dei problemi ed un approccio professionale nei settori che caratterizzano il Corso di Studio. Ciò deriva dall'aver acquisito solide basi tecnico-scientifiche durante il percorso formativo del primo livello, a cui si aggiungono gli studi avanzati del secondo livello. E' in grado di comprendere nel dettaglio le problematiche e di applicare le conoscenze acquisite per impostare, progettare e realizzare e verificare sistemi ed apparati anche di elevata complessità funzionale; è in grado di collaborare e coordinarsi con esperti di settore; può condurre esperimenti anche complessi, gestire ed impiegare strumentazione e software avanzati, analizzare ed interpretare le informazioni anche attraverso l'uso di tecniche di calcolo e statistiche di elevata complessità. E' dotato di elevata capacità di ottimizzazione dei problemi e può ricercare soluzioni supportate dall'esperienza tecnica acquisita nel settore specifico.

6.3 Autonomia di giudizio (making judgements)

Il Laureato magistrale in Ingegneria Biomedica possiede elevata capacità di analisi nel proprio campo di studio. Le attività formative intraprese, caratterizzanti la Classe, gli consentono di formulare, in maniera autonoma e con approccio interdisciplinare, considerazioni rigorose e tecnicamente valide sui temi e sui progetti affrontati.

6.4 Abilità comunicative (communication skills)

Il Laureato magistrale in Ingegneria Biomedica è dotato di buone capacità relazionali e decisionali; è in grado di presentare i risultati della propria attività in forma scritta ed orale con caratteristiche di organicità e rigore tecnico; può comunicare e trasferire informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti, sia in lingua italiana che in una lingua straniera, tipicamente inglese.

6.5 Capacità di apprendimento (learning skills)

Il Laureato magistrale in Ingegneria Biomedica sviluppa le adeguate capacità di apprendimento necessarie per progredire con successo nel percorso formativo. Tali capacità gli consentono di intraprendere, in autonomia, i necessari aggiornamenti legati al rapido evolversi della tecnologia sia di settore sia, più in generale, dell'Ingegneria applicata ai sistemi viventi. E' capace di intraprendere gli studi sui livelli di formazione più avanzati quali i Master e l'ambito della ricerca attraverso anche l'accesso a Scuole di dottorato. Le modalità e gli strumenti didattici con cui i risultati di apprendimento attesi vengono conseguiti sono lezioni ed esercitazioni in aula, attività di laboratorio e di progettazione nei diversi settori dell'Ingegneria Biomedica, seminari integrativi e testimonianze aziendali, visite tecniche, stage presso enti pubblici, aziende, studi professionali e/o società di ingegneria, Società erogatrici di servizi. Le modalità con cui i risultati di apprendimento attesi sono verificati possono consistere in prove in itinere intermedie, volte a rilevare l'efficacia dei processi di apprendimento, attuate secondo modalità concordate e pianificate; sono previsti esami di profitto, finalizzati a valutare e quantificare, con voto espresso in trentesimi, il conseguimento degli obiettivi complessivi delle attività formative; le prove

ART. 6 Risultati di apprendimento attesi

certificano il grado di preparazione individuale degli Studenti e possono tener conto delle eventuali valutazioni formative e certificative svolte in itinere. Per studenti che richiedano certificazioni intermedie (per trasferimenti/ mobilità verso altri corsi di laurea, assegni, borse di studio etc.) si adotteranno su richiesta valutazioni certificative, che permettano il riconoscimento dei crediti ai fini della carriera.

ART. 7 Conoscenze richieste per l'accesso

Il regolamento didattico del corso di laurea magistrale definisce i corsi di laurea e gli indirizzi o orientamenti che consentono l'accesso diretto al corso di laurea magistrale. Per gli studenti in possesso di titoli diversi da quelli previsti per l'accesso diretto, il regolamento didattico definisce i requisiti curriculari necessari per poter accedere al corso di laurea magistrale. Il regolamento didattico definisce anche i requisiti di adeguatezza della personale preparazione necessaria per l'accesso al corso e le modalità di verifica di tale preparazione. Eventuali integrazioni curriculari in termini di crediti formativi universitari dovranno essere acquisite prima di tale verifica della preparazione individuale.

ART. 8 Caratteristiche della prova finale

Per essere ammesso alla prova finale lo studente deve avere acquisito tutti i crediti nelle restanti attività formative previste dal Regolamento didattico del Corso. La prova finale ha un'estensione in crediti corrispondente ad un impegno di circa 6 mesi a tempo pieno, salvo la necessità di approfondimenti necessari per l'acquisizione di conoscenze propedeutiche su argomenti e tematiche non seguiti nel corso di studi o nella precedente laurea triennale. In genere la prova può riguardare un'attività di progettazione o l'applicazione di metodologie avanzate alla soluzione di problemi in ambito elettronico; essa si conclude con un elaborato il cui obiettivo è quello di verificare la padronanza dell'argomento trattato, la capacità di operare dello studente nonché la sua capacità di comunicazione. L'attività condotta, relazionata nella tesi di laurea, avviene sotto la guida di due docenti universitari; qualora tale attività sia condotta esternamente, presso aziende e/o Enti (tirocinio esterno), ai relatori universitari si affianca, di norma, un esperto aziendale che svolge le funzioni di tutore. Il laureando applica metodologie avanzate, collegate ad attività di ricerca/innovazione tecnologica, raggiungendo nello specifico settore di approfondimento competenze complete ed autonomia di giudizio, sotto la guida ed in dialettica con i relatori della tesi. Quest'ultima può essere redatta in lingua inglese, soprattutto nel caso in cui l'attività sia stata sviluppata nell'ambito di un programma di internazionalizzazione.

ART. 9 Ambiti occupazionali

Gli ambiti professionali tipici per i laureati specialisti 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 che nelle amministrazioni pubbliche. I laureati Magistrali del Corso potranno trovare occupazione presso: aziende di produzione/commercializzazione di dispositivi e strumentazioni biomediche, nelle strutture sanitarie con funzioni di analisi e di clinica, nelle società di consulenza e, in generale, nelle società che offrono servizi per il settore sanitario e nei centri di ricerca sia di tipo tecnologico che clinico.

Il corso prepara alle professioni di

| Classe | | Categoria | | Unità Professionale | |
|--------|------------------------------------|-----------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 2.2.1 | Ingegneri e professioni assimilate | 2.2.1.8 | Ingegneri biomedici e bioingegneri | 2.2.1.8.0 | Ingegneri biomedici e bioingegneri |

ART. 10 Quadro delle attività formative

LM-21 - Classe delle lauree magistrali in Ingegneria biomedica

| Tipo Attività Formativa: Caratterizzante | CFU | | GRUPPI | SSD |
|---|-----------|-----------|--------|--|
| Ingegneria biomedica | 45 | 60 | | ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE |
| | | | | ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA |
| Totale Caratterizzante | 45 | 60 | | |

| Tipo Attività Formativa: Affine/Integrativa | CFU | | GRUPPI | SSD |
|--|-----|----|--------|--|
| Attività formative affini o integrative | 18 | 36 | | BIO/09 FISIOLOGIA |
| | | | | BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE |
| | | | | FIS/01 FISICA SPERIMENTALE |
| | | | | ING-IND/08 MACCHINE A FLUIDO |
| | | | | ING-IND/09 SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE |
| | | | | ING-IND/12 MISURE MECCANICHE E TERMICHE |
| | | | | ING-IND/13 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE |
| | | | | ING-IND/14 PROGETTAZIONE MECCANICA E COSTRUZIONE DI MACCHINE |
| | | | | ING-IND/15 DISEGNO E METODI DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE |
| | | | | ING-IND/16 TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE |
| | | | | ING-IND/22 SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI |
| | | | | ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE |
| | | | | ING-INF/01 ELETTRONICA |
| | | | | ING-INF/02 CAMPI ELETTRROMAGNETICI |
| | | | | ING-INF/03 TELECOMUNICAZIONI |
| | | | | ING-INF/04 AUTOMATICA |
| | | | | ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI |
| | | | | ING-INF/06 BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA |
| | | | | ING-INF/07 MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE |
| | | | | MAT/05 ANALISI MATEMATICA |

| | | | | | |
|---|-----|----|------------|--------|--|
| | | | | MAT/06 | PROBABILITÀ E STATISTICA MATEMATICA |
| | | | | MAT/07 | FISICA MATEMATICA |
| | | | | MED/09 | MEDICINA INTERNA |
| Totale Affine/Integrativa | 18 | 36 | | | |
| Tipo Attività Formativa: A scelta dello studente | | | | | |
| | CFU | | GRUPPI SSD | | |
| A scelta dello studente | 9 | 12 | | | |
| Totale A scelta dello studente | 9 | 12 | | | |
| Tipo Attività Formativa: Lingua/Prova Finale | | | | | |
| | CFU | | GRUPPI SSD | | |
| Per la prova finale | 12 | 24 | | | |
| Totale Lingua/Prova Finale | 12 | 24 | | | |
| Tipo Attività Formativa: Altro | | | | | |
| | CFU | | GRUPPI SSD | | |
| Ulteriori conoscenze linguistiche | 0 | 3 | | | |
| Abilità informatiche e telematiche | 0 | 3 | | | |
| Tirocini formativi e di orientamento | 0 | 12 | | | |
| Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro | 3 | 3 | | | |
| Totale Altro | 3 | 21 | | | |
| Totale generale crediti | | | 87 | 153 | |

ART. 11 Motivi dell'uso nelle attività affini di settori già previsti dal decreto per la classe

I SSD ING-IND/34 e ING-INF-06 sono caratterizzati da tematiche molto ampie che includono argomenti di base che trovano spazio tra le materie caratterizzanti il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica ma anche settori più specifici e specialistici come la bioingegneria dell'avoce e l'ingegneria cellulare che possono solo completare la formazione come materie affini ed integrative, ma non come materie caratterizzanti.

ART. 12 Nota relativa ai crediti delle altre attività

Per Cun (rilievo 4):

A seguito della modifica dei valori dei CFU minimi attribuiti alle attività caratterizzanti e alle attività affini o integrative, risulta rispettata la condizione indicata.

Il totale dei crediti per le Altre Attività riportato nella tabella indica automaticamente come massimo valore la somma dei singoli massimi. Il Corso di Laurea si atterrà comunque ad un intervallo totale di 24-42.

Viene inoltre precisato che la prova finale, unitamente alle attività di tirocinio, hanno, di norma, un'estensione in crediti corrispondente ad un impegno di quasi 6 mesi a tempo pieno, corrispondenti a 24 CFU. Il peso relativo delle attività di tirocinio e della prova finale dipendono dal percorso formativo seguito dallo studente.

