

**Università degli Studi di Firenze
Ordinamento didattico
del Corso di Laurea interclasse
in INGEGNERIA BIOMEDICA
D.M. 22/10/2004, n. 270**

Regolamento didattico - anno accademico 2020/2021

ART. 1 Premessa

Denominazione del corso	INGEGNERIA BIOMEDICA
Denominazione del corso in inglese	Biomedical Engineering
Classe	L-8 Classe delle lauree in Ingegneria dell'informazione L-9 Classe delle lauree in Ingegneria industriale
Facoltà di riferimento	INGEGNERIA
Altre Facoltà	
Dipartimento di riferimento	Ingegneria dell'Informazione
Altri Dipartimenti	Ingegneria Industriale
Durata normale	3
Crediti	180
Titolo rilasciato	Laurea in INGEGNERIA BIOMEDICA
Titolo congiunto	No
Atenei convenzionati	
Doppio titolo	
Modalità didattica	Convenzionale

Lingua/e di erogaz. della didattica	ITALIANO
Sede amministrativa	
Sedi didattiche	
Indirizzo internet	https://www.ing-bel.unifi.it/
Ulteriori informazioni	
Il corso è	Corso di nuova istituzione
Data di attivazione	
Data DM di approvazione	
Data DR di approvazione	
Data di approvazione del consiglio di	
Data di approvazione del senato accademico	20/12/2019
Data parere nucleo	
Data parere Comitato reg. Coordinamento	18/12/2019
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi,	04/07/2019
Massimo numero di crediti riconoscibili	12
	INGEGNERIA ELETTRONICA INGEGNERIA ELETTRONICA E DELLE TELECOMUNICAZIONI

Corsi della medesima classe	INGEGNERIA INFORMATICA
Numero del gruppo di affinità	1

ART. 2 Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Istituzione del corso)

Il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (DINFO) ha attivo da tempo un comitato di indirizzo (CI) per l'area dell'ingegneria dell'informazione che si riunisce mediamente una volta l'anno. L'attuale CI esprime pareri in merito all'offerta formativa complessiva del DINFO. Vista la specificità e trasversalità della nuova laurea, il DINFO ha ritenuto opportuno allargare la consultazione a rappresentanti di enti, aziende ed associazioni di categoria attivi nell'area dell'ingegneria biomedica con l'intento di formalizzare la costituzione di un Gruppo di Indirizzo per l'area biomedica composto da associazioni rappresentative degli ordini professionali, Enti pubblici ed Aziende attive nel settore. Il CI si è riunito il giorno 4 luglio 2019, alle ore 16.00, nell'aula 111 della Scuola di Ingegneria (via S. Marta 3, Firenze).

Nel corso della riunione, il costituendo Comitato Ordinatore del CdS ha presentato la bozza di proposta progettuale elaborata con la collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIEF) e volta all'attivazione di una Laurea specifica in questo ambito. Al termine della presentazione, si apre una approfondita discussione volta in primo luogo alla determinazione del grado di interesse da parte dei membri del Comitato verso una proposta in tal senso e alla definizione della denominazione più appropriata per il Corso di Laurea.

La valutazione nel complesso è altamente positiva, i partecipanti, sia rappresentanti del mondo industriale che da quello degli enti di gestione

sanitaria, condividono l'utilità di attivare un percorso specifico, che permetta di evidenziare le specificità dell'ingegnere biomedico. Si analizzano in particolare le attività formative che permetterebbero di caratterizzare e rendere maggiormente appetibili per il mercato del lavoro le nuove figure professionali, in base all'esperienza aziendale. Viene in generale manifestato l'auspicio che a questa prima opportunità di incontro possa seguire un'azione di raccolta di contatti con altre aziende del territorio che operano nell'ambito biomedico al fine di costituire una rete che renda possibili la condivisione di strategie, opportunità di collaborazione, sinergie di vario tipo.

Si vedano i documenti allegati.

Data del 04/07/2019

ART. 3 Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento

COMITATO REGIONALE DI COORDINAMENTO
DELLE UNIVERSITA' TOSCANE

Verbale dell'adunanza del 18 dicembre 2019

Il giorno 18 dicembre 2019, alle ore 10.00, per via telematica, si è svolta la riunione del Comitato Regionale di Coordinamento delle Università Toscane, convocato con nota prot. 139259, del 13 dicembre 2019, per trattare il seguente ordine del giorno:

- 1) Offerta formativa A.A. 2020/2021 - Proposta di istituzione di nuovi Corsi di studio
Università degli Studi di Firenze
 - Scuola di Ingegneria
Corso di laurea in "Ingegneria biomedica" (interclasse L-8 e L-9).
 - Scuola di Agraria

Corso di laurea magistrale in "Innovazione sostenibile in viticoltura ed enologia/Sustainable innovation in Viticulture and Enology" (classe LM-70)

[Omissis ...]

1) Offerta formativa A.A. 2020/2021 - Proposta di istituzione di nuovi Corsi di studio
Università degli Studi di Firenze

Il Presidente sottopone al parere del CORECO la proposta di istituzione del Corso di laurea in "Ingegneria biomedica" (interclasse L-8 e L-9) e del Corso di laurea magistrale in "Innovazione sostenibile in viticoltura ed enologia/Sustainable innovation in Viticulture and Enology" (classe LM-70), pervenuta dall'Università di Firenze.

Il Comitato Regionale di Coordinamento

Esprime

parere favorevole su tutte le proposte presentate dall'Università degli Studi di Firenze

[Omissis ...]

ART. 4 Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea triennale in Ingegneria Biomedica, interclasse tra L8 (Ingegneria dell'Informazione) ed L9 (Ingegneria Industriale), sarà volto a costituire un percorso formativo che dia adeguata risposta alle esigenze in termini di conoscenze e competenze attualmente richieste per il profilo dell'ingegnere biomedico, superando la dicotomia esistente fra la formazione in Ingegneria dell'Informazione e dell'Ingegneria Industriale, ed integrando in un unico percorso le conoscenze interdisciplinari proprie dell'Ingegneria

Biomedica.

In particolare, il CdL mira a:

- Consentire la formazione di figure con un ampio ventaglio di conoscenze e competenze nell'ambito dell'ingegneria biomedica, in grado di fornire le necessarie competenze interdisciplinari
- Dare adeguata visibilità al percorso formativo evidenziando l'importanza del settore biomedical
- Dare completezza all'offerta formativa nell'ambito dell'ingegneria biomedica affiancando un percorso di laurea triennale a quello magistrale già esistente (LM21)
- Consentire, nel tempo, di riorganizzare l'offerta in Ingegneria Biomedica magistrale in una prospettiva di maggior specificità
- Consentire una maggior integrazione con il mondo delle professioni sanitarie, attraverso un percorso che comincia ad includere competenze anche dal mondo medico.

La proposta di progetto formativo trae anche forza dal supporto offerto dalle numerose realtà industriali, che come chiaramente emerso dalle consultazioni, richiedono qualificate figure professionali interdisciplinari.

In questo contesto, il Corso di Studio in "Ingegneria Biomedica" forma tecnici con una idonea preparazione scientifica di base ed una adeguata padronanza dei metodi e dei contenuti tecnico-scientifici generali dell'ingegneria. I laureati saranno dotati di competenze proprie sia dell'ingegneria dell'informazione che dell'ingegneria industriale, che vengono integrate ed armonizzate fra di loro nell'ambito dei corsi specifici di bioingegneria, in cui si estrinseca la necessità di una visione integrata ed interdisciplinare.

In dettaglio, i laureati avranno, in primo luogo, competenze specifiche nell'ambito dell'Ingegneria Biomedica, sia dal punto di vista tecnologico (conoscenza dei principali apparti elettromedicali per acquisizione e trattamento di segnali ed immagini, di ausili e protesi), che dal punto di vista delle basi degli aspetti normativi che entrano in gioco nella realizzazione, manutenzione ed utilizzo di un dispositivo ad uso medico.

Inoltre, i laureati saranno dotati di competenze proprie sia dell'ingegneria dell'informazione, con particolare riferimento alle aree dell'elettronica e delle telecomunicazioni, che dell'ingegneria industriale; in particolare,

tali competenze sono rivolte verso il settore della progettazione e produzione di circuiti, apparati e sistemi elettronici, verso la realizzazione di sistemi software per elaborazione e trasmissione dati, o verso la progettazione nell'ambito dell'automazione, inclusi gli aspetti elettrici, meccanici e sistemistici coinvolti. I laureati avranno, inoltre, la capacità di recepire l'innovazione nelle aree di competenza.

Oltre a questa base trasversale, i laureati potranno avere, a seconda del percorso formativo scelto, competenze più approfondite nell'ambito delle tecnologie dell'informazione o nell'ambito dell'ingegneria industriale, mantenendo in ogni caso una attenzione specifica agli aspetti regolatori specifici delle applicazioni medicali, differenziati in funzione dell'ambito applicativo scelto.

L'ambito dell'ingegneria dell'informazione, oltre a consentire approfondimenti delle conoscenze fornite a livello di base, fornisce competenze specifiche di affidabilità, certificazione ed ottimizzazione dei sistemi. L'ambito dell'ingegneria industriale ha come obiettivo quello di assicurare ai laureati una adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali e di competenze più specifiche negli ambiti delle tecnologie dei materiali, della chimica applicata, della fluidodinamica, delle costruzioni biomeccaniche, del disegno e dei sistemi CAD.

All'interno di questi ambiti sono stati identificati i ruoli che si ritiene siano più adeguati per laureati in Ingegneria Biomedica:

- R1. Product specialist (profili P1-P2)
- R2. Sviluppatore software medicale per elaborazione dati e immagini (profilo P1)
- R3. Realizzazione di sistemi di trasmissione gestione di dati medicali (profilo P1)
- R4. Attività di gestione e valutazione delle apparecchiature biomedicali (profilo P3)
- R5. Manutenzione delle apparecchiature (profilo P3)
- R6. Progettista elettronico Junior (profilo P1)
- R7. Progettazione di sistemi automatici in ambito medicale (profili P1-P2)
- R8. Progettazione di dispositivi impiantabili e indossabili personalizzati

(profilo P2)

R9. Progettazione di sistemi assistivi e di realtà aumentata (profili P1-P2)

R10. Attività di realizzazione di sistemi biorobotici (profilo P2)

R11. Intelligenza artificiale a supporto della diagnosi (Computer aided diagnosys) e gestione dei big data (profilo P1)

I ruoli sopra individuati sono evidentemente da intendersi come attività a livello di progettista junior, compatibilmente con una formazione triennale, più tecnica, in cui il laureato si integra all'interno di un gruppo, spesso multidisciplinare.

Alcuni dei ruoli precedentemente citati sono vincolati all'effettiva presenza nel piano di studio dello studente di esami opportunamente scelti nell'ambito della guida dello studente.

Il laureato di primo livello in Ingegneria Biomedica possiede una preparazione adeguata per proseguire verso livelli superiori di formazione (Master di primo livello e Lauree magistrali). A seconda della tipologia di insegnamenti che compongono il piano di studio, il laureato potrà caratterizzarsi anche per una spiccata valenza professionale, tale da consentirgli un rapido inserimento nel mondo del lavoro.

Il percorso formativo si articola in:

- Primo anno: vengono erogate attività formative di base atte a fornire un comune linguaggio scientifico negli ambiti della matematica e della geometria, della chimica, della fisica, dell'informatica e l'acquisizione delle conoscenze di base di una lingua straniera; obiettivo formativo del primo anno è quello di portare gli studenti ad un livello adeguato di conoscenza ed approfondimento degli aspetti teorico-scientifici delle scienze di base che permetta di interpretare e descrivere in maniera adeguata i problemi dell'ingegneria.
- Secondo anno: vengono erogate conoscenze e capacità tecniche qualificanti per le due classi di laurea attraverso materie di tipo sia caratterizzanti che affini/integrative. Obiettivo formativo è l'acquisizione di conoscenze teorico-scientifiche trasversali nei due settori di Ingegneria dell'Informazione e Ingegneria Industriale, garantendo la formazione necessaria per l'appartenenza ad entrambe le classi di laurea.
- Terzo anno : Prevede attività direttamente collegabili agli obiettivi

formativi specifici del corso di laurea, ovvero nei settori dell'Ingegneria Biomedica, ivi inclusa una specifica attività di laboratorio; inoltre è prevista la possibilità di personalizzare il proprio percorso formativo, approfondendo i settori dell'Ingegneria Industriale e dell'Informazione, a seconda degli insegnamenti attivati nella programmazione didattica annuale.

In questo anno sono previste le attività a scelta libera e la prova finale.

Obiettivo formativo del terzo anno consiste nel dotare lo studente delle adeguate capacità per identificare, formulare, risolvere e gestire problemi che, nel settore dell'Ingegneria Biomedica, richiedono un approccio interdisciplinare tra le discipline dell'Ingegneria. Inoltre, gli insegnamenti personalizzabili consentiranno di individuare e stimolare le competenze e gli interessi specifici di ciascuno studente, all'interno del progetto interdisciplinare qui descritto.

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

5.1 Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica è progettato per fornire ai laureati conoscenze e capacità di comprensione di livello post-secondario, raggiungendo un buon livello di conoscenza nel campo di studio, anche attraverso l'utilizzo di testi e documentazione in lingua Inglese.

In particolare, gli studenti acquisiranno le seguenti conoscenze:

1. conoscenza delle discipline che formano la base matematica e scientifica dell'Ingegneria, sia nel campo dell'ingegneria dell'informazione che dell'ingegneria industriale, comprendenti matematica, fisica, chimica, oltre a fisiologia e biologia.
2. Conoscenza delle discipline fondamentali dell'Ingegneria, in grado di dare una formazione unitaria e trasversale ai due ambiti dell'Informazione ed Industriale, includendo non solo discipline caratterizzanti entrambi gli ambiti, ma anche quelle proprie di uno

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

solo di essi e ritenute utili per il progetto formativo.

3. Una solida formazione nei fondamenti delle discipline specifiche dell'Ingegneria biomedica, sia in ambito informazione che industriale.

4. Approfondimenti in discipline analoghe od affini a quelle già citate, allo scopo di irrobustire la formazione verso un ambito ICT o un ambito industriale.

Conoscenza e capacità di comprensione sono sviluppate attraverso lezioni frontali, esercitazioni e studio personale su testi e pubblicazioni scientifiche per la preparazione degli esami e della relazione per la prova finale. Per alcuni insegnamenti saranno previste attività condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro, secondo modalità indicate dal docente.

La verifica del raggiungimento dell'obiettivo formativo è ottenuta con prove d'esame a contenuto prevalentemente orale e con prove scritte finali ed in itinere, oltre che con la valutazione dell'elaborato della prova finale da parte della commissione di laurea. Per gli insegnamenti con attività di laboratorio vengono valutati l'impegno e i risultati delle attività pratiche. L'accertamento delle competenze linguistiche si basa sull'acquisizione delle attività comunicative principali: produzione verbale e scritta, ascolto, lettura, finalizzate al raggiungimento del livello B2.

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

Il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica è progettato perché i suoi laureati siano capaci di applicare le loro conoscenze e capacità di comprensione in maniera da dimostrare un approccio professionale al proprio lavoro e possiedano competenze adeguate sia per ideare e sostenere argomentazioni che per risolvere problemi nel proprio campo di studi.

In particolare nel corso di studio gli studenti:

- dimostrano la capacità di applicare la propria conoscenza e la

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

propria comprensione per identificare e formulare problemi di ingegneria dell'informazione e industriale, e specificamente biomedica, definendo le specifiche, i vincoli tecnici, sanitari e di sicurezza, con particolare riferimento alle normative in ambito medicale, e di risolverli usando metodi consolidati; ogni disciplina insegnata prevede, anche non organizzata in laboratori, momenti di esercitazione ed applicazione pratica dei metodi appresi.

- Capacità di applicare la propria conoscenza e la propria comprensione per analizzare prodotti, processi e metodi dell'ingegneria.
 - Capacità di scegliere e applicare appropriati metodi analitici e di modellazione, ed in particolare l'analisi matematica, la simulazione software, o la sperimentazione pratica supportata da metodi statistici; in particolare queste capacità vengono sviluppate nell'apprendimento sperimentale dei laboratori.
 - Capacità di realizzare progetti ingegneristici adeguati al loro livello di conoscenza e di comprensione, lavorando in collaborazione con ingegneri e non ingegneri, in particolare con personale medico. I progetti possono riguardare, in misura limitata, prodotti, dispositivi, sistemi software e macchine; maggiori competenze progettuali vengono acquisite nel campo della progettazione di sistemi elettromedicali, di sistemi per il trattamento di dati e segnali biomedici, e per lo sviluppo di protesi e sistemi biomeccanici.
 - Capacità di scegliere e utilizzare attrezzature, strumenti e metodi appropriati.
 - Capacità di combinare teoria e pratica per risolvere problemi di ingegneria.
 - Comprensione delle tecniche e dei metodi applicabili e dei loro limiti.
 - Consapevolezza delle implicazioni non tecniche della pratica ingegneristica.
- La capacità di applicare conoscenza e comprensione è sviluppata

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

essenzialmente con gli strumenti didattici sperimentali, quali le esercitazioni, l'attività di laboratorio assistito, le simulazioni d'aula, la discussione di casi. Tale capacità deve essere dimostrata nella predisposizione, soprattutto in forma autonoma, di elaborati progettuali in senso lato, eventualmente previsti dagli insegnamenti.

Il raggiungimento dell'obiettivo formativo è dimostrato dal superamento delle prove d'esame basate su compiti scritti, nei colloqui orali, e nella valutazione, laddove prevista, delle attività di laboratorio e progettuali. Per le attività formative sperimentali di aula, la verifica non ha in genere carattere fiscale, ma fornisce un feedback al docente sull'efficacia degli strumenti formativi in relazione alla risposta dell'aula nel suo complesso. Il raggiungimento dell'obiettivo nelle attività di tirocinio e stage è verificato sulla base dell'elaborato prodotto dallo studente per la prova finale.

5.3 Autonomia di giudizio (making judgements)

Il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica è progettato perché i suoi laureati abbiano la capacità di raccogliere e interpretare i dati (normalmente nell'ambito di problemi di ingegneria biomedica) ritenuti utili a determinare giudizi autonomi, inclusa la riflessione su temi sociali, scientifici o etici ad essi connessi.

Infatti gli studenti:

- maturano la capacità di condurre ricerche bibliografiche su fonti scientifiche e tecniche, soprattutto, ma non esclusivamente, nel prepararsi alla prova finale;
- hanno la capacità di progettazione e conduzione di esperimenti, di interpretazione di dati e di simulazione al calcolatore, poiché ricevono le basi informatiche e statistiche in appositi corsi e sono chiamati ad utilizzarle nelle attività sperimentali dei laboratori;
- hanno capacità di consultazione di basi di dati, di normative in

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

generale e di norme di sicurezza in particolare.

L'autonomia di giudizio viene sviluppata mediante le attività che richiedono allo studente uno sforzo personale, quale la produzione di un elaborato autonomo, nei singoli corsi o per la prova finale, ma viene implementata anche in quelle attività di gruppo, quali le simulazioni d'aula, i laboratori, dove dalla dialettica fra i partecipanti possono emergere le individualità e le capacità di leadership.

Il raggiungimento dell'obiettivo formativo è dimostrato dal superamento delle prove d'esame orali o scritte in forma di tema o di elaborati progettuali in senso lato. Per quanto riguarda le attività formative sperimentali di aula, il docente titolare del corso potrà definire le eventuali modalità di verifica del raggiungimento dell'obiettivo.

5.4 Abilità comunicative (communication skills)

Il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica è progettato perché i suoi laureati siano in grado di comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti, con particolare riguardo a specialisti delle professioni sanitarie, sia in lingua italiana che in una lingua straniera veicolare (tipicamente l'inglese)

In particolare lo studente:

- impara ad operare efficacemente, individualmente e come componente di un gruppo. Molte delle attività sperimentali sono condotte nella forma di laboratorio progettuale organizzato in gruppi;
- impara a presentare in forma scritta o verbale, eventualmente multimediale, le proprie argomentazioni e i risultati del proprio studio o lavoro; la prova finale, in particolare, è strutturata per verificare tale abilità, ma anche nelle prove dei singoli insegnamenti possono essere previste presentazioni dei risultati del proprio lavoro;

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

- dimostra un livello adeguato di conoscenza della lingua inglese (almeno a livello B2) sia nella comprensione delle fonti che per comunicare le proprie idee.

Le abilità comunicative interpersonali sono sviluppate nella partecipazione ad attività di laboratorio assistite, prevalentemente organizzate per gruppi, oltre che nelle attività di apprendimento sperimentale quali la simulazione d'aula e la discussione di casi. Le abilità comunicative in pubblico sono sviluppate nella realizzazione di presentazioni degli elaborati progettuali, laddove previsti, con eventuali ausili multimediali, e soprattutto nella prova finale. Esperienze all'estero e attività di tirocinio, inoltre, sono momenti topici per lo sviluppo di abilità comunicative.

La verifica del raggiungimento degli obiettivi consiste nelle valutazioni d'esame, laddove la presentazione dei risultati sia parte essenziale della prova d'esame, oltre che nella valutazione globale del candidato nella prova finale da parte della commissione di laurea. Le abilità relazionali maturate durante stage e tirocini sono evidenziate nelle apposite relazioni predisposte dai tutor previsti.

5.5 Capacità di apprendimento (learning skills)

Il Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica è progettato perché i suoi laureati sviluppino nel proprio percorso formativo le capacità di apprendimento necessarie per intraprendere in piena autonomia gli studi successivi.

L'Ingegneria Biomedica è un settore in costante e tumultuosa evoluzione, rendendo quindi necessario che lo studente non si limiti ad apprendere nozioni, ma che acquisisca una capacità ed attitudine ad un apprendimento autonomo che proseguirà anche al termine del periodo degli studi. Questa attività viene stimolata mediante l'introduzione, all'interno del percorso formativo di attività autonome, non limitate alla preparazione della tesi di

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

laurea, ma comprendenti anche elaborati, realizzati tipicamente in gruppi di bassa numerosità, rivolti alla soluzione di semplici problemi del mondo reale, ricavati dalle tematiche di ricerca e sviluppo correnti.

Per poter sfruttare appieno tale capacità, e per consentire un adeguato percorso verso le lauree magistrali, il percorso formativo contiene insegnamenti a forte contenuto metodologico, volti a fornire le basi per i successivi corsi e per l'apprendimento autonomo. La verifica del raggiungimento dell'obiettivo è legata ai risultati di profitto nella didattica tradizionale, alla valutazione della commissione di laurea e alle relazioni apposite dei tutor previsti per le attività di stage e tirocinio.

ART. 6 Conoscenze richieste per l'accesso

Per essere ammessi al Corso di Laurea occorre essere in possesso di un Diploma di Scuola Secondaria Superiore o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo. Per favorire un soddisfacente percorso formativo da parte degli studenti, il Corso di Studio prevede prove di verifica dell'adeguatezza della preparazione personale dello studente che, senza ostacolarne l'iscrizione, permettano di individuare gli eventuali obblighi formativi aggiuntivi (OFA) da recuperare. Le modalità di verifica delle conoscenze richieste e le procedure per il recupero di eventuali obblighi formativi aggiuntivi (OFA) sono specificate nel Regolamento Didattico del Corso di Studio.

ART. 7 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 di Studio.

La prova finale consiste nell'approfondimento di una tematica affrontata negli insegnamenti che caratterizzano il corso di studio (scelta da un relatore o proposta dal candidato) basato sulla consultazione delle fonti bibliografiche tecnico-scientifiche anche internazionali, e sulla redazione di un breve elaborato in lingua italiana o inglese sullo stato dell'arte e sulle prospettive dell'oggetto prescelto. Per gli studenti che svolgono il tirocinio, la prova finale consiste nella predisposizione di un elaborato dal quale si evincano i contenuti qualificanti dell'attività di tirocinio svolta. Gli elaborati verranno valutati dalla Commissione di Laurea.

ART. 8 Sbocchi Professionali

Progettista junior di sistemi elettromedicali, incluso trattamento e trasmissione dati biomedici

8.1 Funzioni

E' una figura professionale che in un contesto produttivo, in una società di servizi o nell'ambito della libera professione, è in grado di occuparsi della progettazione e della realizzazione di moduli e di semplici sistemi software di elaborazione e trasmissione dati in ambito biomedicale, così come di semplici sistemi elettronici; l'aspetto peculiare della figura professionale sarà la capacità di tener conto dell'evoluzione tecnologica, della normativa e delle esigenze del mercato, ed in particolare dei requisiti normativi per gli apparecchi elettromedicali, con particolare formazione nell'ambito dei requisiti etici e normativi inerenti il trattamento dei dati sensibili. E' anche un tecnico esperto in grado di scegliere, utilizzare e gestire in maniera

ART. 8 Sbocchi Professionali

corretta appareti in ambito medicale già presenti sul mercato. Il laureato può anche essere inserito in gruppi di lavoro destinati alla realizzazione di sistemi complessi, essendo in grado di collaborare non solo con personale tecnico ma anche con professionisti sanitari e simili.

8.2 Competenze

- conoscenza dei principi matematici e scientifici alla base dell'ingegneria, sia nel campo dell'ingegneria dell'informazione che dell'ingegneria industriale. Oltre alle basi di matematica, si prevede l'inserimento di conoscenze di statistica.
- conoscenza dei principi dell'elettromagnetismo, ed in particolare delle interazioni tra i campi elettromagnetici ed i tessuti biologici
- conoscenza dei principi di base della chimica, necessari per la comprensione dei processi fisici e biologici.
- conoscenza dei principi base della fisiologia e della biologia
- conoscenze di base riguardanti circuiti elettrici e nozioni di base di elettronica
- conoscenza di teoria della misura elettrica ed elettronica, dei principi di elaborazione e trasmissione dei segnali, e delle basi di programmazione e di ingegneria del software
- conoscenza dei principi del controllo automatico dei sistemi, e delle basi di meccanica necessarie per il progetto dei sistemi stessi.
- competenza nell'ambito delle tecnologie e delle normative in ambito biomedico, volte all'acquisizione e trattamento di dati e immagini, ai dispositivi impiantabili e indossabili.
- padronanza dei principi dell'elettronica generale, analogica e digitale, e dei relativi metodi di progettazione;
- competenze nei contesti delle misure elettriche, dell'affidabilità, della qualità e certificazione
- padronanza dei metodi di ottimizzazione

ART. 8 Sbocchi Professionali

- conoscenze di metodi avanzati di progettazione e gestione di sistemi software per elaborazione dati e intelligenza artificiale
- principi fondamentali dell'analisi e del trattamento dei segnali

8.3 Sbocco

Società e industrie per la realizzazione di apparecchi elettromedicali per diagnosi e terapia; Società e industrie di produzione e commercializzazione di sistemi robotizzati, neuromorfi o biomimetici per il settore biomedicale; Società e industrie che progettano e producono tecnologie simbiotiche uomo-macchina e sistemi neuro-artificiali; Aziende nel settore della telemedicina e delle applicazioni telematiche alla salute; Industrie di progettazione e realizzazione software di elaborazione di dati biomedici e bioimmagini.

Progettista junior di dispositivi medici, sistemi protesici e ausili

8.4 Funzioni

E' una figura professionale che in un contesto produttivo, in una società di servizi o nell'ambito della libera professione, è in grado di occuparsi della progettazione e della realizzazione di semplici sistemi biomeccanici, biomeccatronici e biochimici, ottenuti da materiali di diversa natura, inclusi i biomateriali. L'aspetto peculiare della figura professionale sarà la capacità di tener conto dell'evoluzione tecnologica, della normativa e delle esigenze del mercato, ed in particolare dei requisiti normativi per i sistemi di tipo biomeccanico, biomecctronico e biochimico, nonché per i biomateriali e loro applicazioni. E' anche un tecnico esperto in grado di scegliere, utilizzare e gestire in maniera corretta apparati già presenti sul mercato. Il laureato può anche essere inserito in gruppi di lavoro destinati alla realizzazione di sistemi complessi, essendo in grado di collaborare non solo con

ART. 8 Sbocchi Professionali

personale tecnico ma anche con professionisti sanitari e non.

8.5 Competenze

- conoscenza dei principi matematici e scientifici alla base dell'ingegneria, sia nel campo dell'ingegneria industriale che dell'ingegneria dell'informazione. Oltre alle basi di matematica, si prevedono conoscenze di statistica.
- conoscenza dei principi dell'elettromagnetismo, ed in particolare delle interazioni tra i campi elettromagnetici ed i tessuti biologici
- conoscenza dei principi di base della chimica, necessari per la comprensione dei processi fisici e biologici.
- conoscenza dei principi base della fisiologia e della biologia
- conoscenze di base riguardanti circuiti elettrici e nozioni di base di elettronica
- conoscenza di teoria della misura elettrica ed elettronica, dei principi di elaborazione e trasmissione dei segnali, e delle basi di programmazione e di ingegneria del software
- conoscenza dei principi del controllo automatico dei sistemi, e delle basi di meccanica necessarie per il progetto dei sistemi stessi.
- competenza nell'ambito delle tecnologie e delle normative in ambito biomedico, volte all'acquisizione e trattamento di dati e immagini, ai dispositivi impiantabili e indossabili.
- padronanza dei principi dell'elettronica generale, analogica e digitale, e dei relativi metodi di progettazione;
- competenze nei contesti delle misure elettriche, dell'affidabilità, della qualità e certificazione
- conoscenza dei principi delle tecnologie dei materiali e della chimica applicata
- fondamenti di fluidodinamica
- competenze di costruzioni biomeccaniche

ART. 8 Sbocchi Professionali

- conoscenza degli strumenti di disegno e CAD
- competenze fondamentali nell'analisi e del trattamento dei biosegnali e delle bioimmagini
- conoscenze elementari di strumentazione clinica
- competenze di biomeccanica.

8.6 Sbocco

Società e industrie per la realizzazione di sistemi biomeccanici, biomeccatronici e biochimici; Società e industrie di produzione e commercializzazione di sistemi robotizzati, neuromorfi o biomimetici per il settore biomedicale; Società e industrie che progettano e producono sistemi protesici e di ausilio; Società e industrie di produzione e commercializzazione di biomateriali e loro applicazioni; Società e industrie che progettano e producono tecnologie simbiotiche uomo-macchina;

Ingegnere clinico ed esperto valutazione tecnologie mediche (Health Technology Assessment - HTA)

8.7 Funzioni

È una figura professionale che, in un ambiente ospedaliero o in una società di servizi è in grado di occuparsi del parco tecnologico elettromedicale. È inoltre a conoscenza degli specifici aspetti regolatori e normativi legati alle apparecchiature, nonché degli aspetti organizzativi e tecnici legati alle strutture ospedaliere. È capace di pianificare semplici progetti di gestione legati alla manutenzione correttiva e programmata. È anche un tecnico esperto capace di relazionarsi da un lato con i fornitori di dispositivi medici e di apparecchiature elettromedicali e dall'altro con il personale sanitario della struttura. Il laureato può anche essere inserito in contesti quali i comitati etici delle strutture, relativamente alle valutazioni tecniche sui dispositivi medici, nonché in contesti di valutazione delle

ART. 8 Sbocchi Professionali

tecnologie sanitarie (HTA), essendo in grado di comprendere i principi alla base di tali valutazioni multidisciplinari.

8.8 Competenze

- conoscenza dei principi matematici e scientifici alla base dell'ingegneria, sia nel campo dell'ingegneria dell'informazione che dell'ingegneria industriale. Oltre alle basi di matematica, si prevede l'inserimento di conoscenze di statistica.
- conoscenza dei principi dell'elettromagnetismo, ed in particolare delle interazioni tra i campi elettromagnetici ed i tessuti biologici
- conoscenza dei principi di base della chimica, necessari per la comprensione dei processi fisici e biologici.
- conoscenza dei principi base della fisiologia e della biologia
- conoscenze di base riguardanti circuiti elettrici e nozioni di base di elettronica
- conoscenza della strumentazione biomedica
- conoscenza degli aspetti regolatori legati a tutti dispositivi medici, con particolare attenzione all'ambito europeo
- conoscenza di tecniche di gestione dei progetti
- conoscenza delle principali metodologie alla base dell'Health Technology Assessment (HTA)
- competenze nei contesti delle misure elettriche, dell'affidabilità, della qualità e certificazione
- Conoscenza delle strutture ospedaliere e sanitarie in generale
- Principi di usabilità dei dispositivi medici hardware e software

ART. 8 Sbocchi Professionali**8.9 Sbocco**

Aziende sanitarie, Agenzie di sanità, Aziende private di gestione di servizi di ingegneria clinica

Il corso prepara alle

Classe		Categoria		Unità Professionale	
2.2.1	Ingegneri e professioni assimilate	2.2.1.4	Ingegneri elettronici e in telecomunicazioni	2.2.1.4.1	Ingegneri elettronici
2.2.1	Ingegneri e professioni assimilate	2.2.1.4	Ingegneri elettronici e in telecomunicazioni	2.2.1.4.3	Ingegneri in telecomunicazioni
2.2.1	Ingegneri e professioni assimilate	2.2.1.7	Ingegneri industriali e gestionali	2.2.1.7.0	Ingegneri industriali e gestionali
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. 9 Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

Il CdL in Ingegneria biomedica è proposto come interclasse tra L8 (Ingegneria dell'Informazione) ed L9 (Ingegneria Industriale), con lo scopo di costituire un percorso formativo che dia adeguata risposta alle esigenze in termini di conoscenze e competenze attualmente richieste per il profilo dell'ingegnere biomedico, superando la dicotomia oggi esistente fra i due curricula biomedici presenti nel CdL in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni e nel CdL in Ingegneria Meccanica, ed integrando in un unico percorso le conoscenze interdisciplinari proprie dell'Ingegneria

Biomedica.

L'Ateneo di Firenze ha attive, nelle classi L8 e L9, le lauree in:

- Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni (L8)
- Ingegneria Informatica (L8)
- Ingegneria Meccanica (L9)
- Ingegneria Gestionale (L9)

Il nuovo CdL presenta sostanziali differenze rispetto a quelli già attivi, in funzione della connotazione interclasse; fin dal primo anno infatti sono presenti attività didattiche specifiche e volte ad armonizzare le competenze proprie di ciascuna delle due differenti classi in un unico contesto interdisciplinare. Si ha una maggiore focalizzazione degli aspetti elettromagnetici, sugli aspetti di statistica e di trattamento dell'incertezza tipica dei sistemi fisiologici. Anche le attività caratterizzanti ciascuna delle due classi saranno declinate con una connotazione indirizzata alla trasversalità delle competenze.

ART. 10 Motivazioni dell'istituzione del corso interclasse

La necessità di creare una Laurea di tipo interclasse è strettamente collegata alla necessità di una elevata interdisciplinarità richiesta all'ingegnere biomedico. Tale osservazione è particolarmente evidente se si osserva la classificazione della corrispondente Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica.

La classe delle Lauree Magistrali LM-21, Ingegneria Biomedica, è una delle classi di Laurea caratterizzata da competenze sia nell'ambito industriale che dell'informazione, richiedendo una formazione interdisciplinare, che si estende anche oltre alle competenze ingegneristiche, verso le scienze mediche. Questa situazione è confermata dal fatto che i laureati nella classe LM-21 hanno la possibilità di iscriversi all'Albo degli Ingegneri a scelta nel settore Industriale o nel settore Informazione.

Per raggiungere una formazione di questo tipo, la soluzione attualmente adottata dall'Ateneo Fiorentino comporta l'utilizzo di due curriculum distinti, in Ingegneria Biomedica, negli attuali Corsi di Laurea rispettivamente in classe L8 e L9, entrambi propedeutici all'iscrizione alla

Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica. Tale scelta ha evidenziato nel tempo forti criticità, richiedendo l'inserimento, a livello della Laurea Magistrale di attività formative di base, in modo da poter fornire ed armonizzare la formazione degli studenti iscritti, indipendentemente dal corso di provenienza. Per questo motivo, il nuovo Corso di Laurea sarà volto a costituire un percorso formativo che dia adeguata risposta alle esigenze in termini di conoscenze e competenze attualmente richieste per il profilo dell'ingegnere biomedico, superando la dicotomia oggi esistente fra i due curricula biomedici presenti nel CdL in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni e nel CdL in Ingegneria Meccanica, ed integrando in un unico percorso le conoscenze interdisciplinari proprie dell'Ingegneria Biomedica.

In particolare, il nuovo CdL di cui si propone l'attivazione mira a:

- consentire la formazione di figure con un ampio ventaglio di conoscenze e competenze nell'ambito dell'ingegneria biomedica, significativamente distinte da quelle formate nei due curricula oggi attivi (verrebbero disattivati) che si trovano limitati da ordinamenti didattici non del tutto coerenti con le esigenze di questo ambito ed incapaci di fornire le necessarie competenze interdisciplinari.
- Dare adeguata visibilità al percorso formativo che avrebbe, anche in virtù della specificità delle nuove attività formative previste, una significativa maggior attrattività degli attuali due curricula.
- Dare completezza all'offerta formativa nell'ambito dell'ingegneria biomedica affiancando un percorso di laurea triennale a quello magistrale già esistente (LM21).
- Consentire, nel tempo, di riorganizzare l'offerta in Ingegneria Biomedica magistrale in una prospettiva di maggior specificità, superando i limiti attualmente presenti che comportano la necessità di includere insegnamenti mirati a colmare le diverse conoscenze e competenze degli studenti provenienti dall'Ingegneria Meccanica e dall'Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.
- Consentire una maggior integrazione con il mondo delle professioni sanitarie, attraverso un percorso che cominci ad includere competenze anche dal mondo medico.

ART. 11 Quadro delle attività formative

L-8 - Classe delle lauree in Ingegneria dell'informazione

Tipo Attività Formativa: Base	CFU		GRUPPI	SSD
Matematica, informatica e statistica	30	42	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/08 ANALISI NUMERICA
				SECS-S/02 STATISTICA PER LA RICERCA SPERIMENTALE E TECNOLOGICA
Fisica e chimica	12	18	CHIM/07	FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE
				FIS/01 FISICA SPERIMENTALE

INGEGNERIA BIOMEDICA

			FIS/03	FISICA DELLA MATERIA
Totale Base	42	60		

Tipo Attività Formativa: Caratterizzante			CFU	GRUPPI	SSD
Ingegneria dell'automazione	18	24		ING-IND/13	MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE
				ING-INF/04	AUTOMATICA
Ingegneria biomedica	18	30		ING-IND/34	BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE
				ING-INF/06	BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA
Ingegneria elettronica	12	24		ING-INF/01	ELETTRONICA
				ING-INF/02	CAMPi ELETTRoMAGNETICi
				ING-INF/07	MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE
Ingegneria informatica	6	12		ING-INF/04	AUTOMATICA
				ING-INF/05	SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI
Ingegneria delle telecomunicazioni	6	12		ING-INF/02	CAMPi ELETTRoMAGNETICi
				ING-INF/03	TELECOMUNICAZIONI
Totale Caratterizzante	60	102			

Tipo Attività Formativa: Affine/Integrativa			CFU	GRUPPI	SSD
Attività formative affini o integrative	18	84	A11 (0-36)	ING-INF/01	ELETTRONICA
				ING-INF/02	CAMPi ELETTRoMAGNETICi
				ING-INF/03	TELECOMUNICAZIONI
				ING-INF/04	AUTOMATICA
				ING-INF/05	SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI

INGEGNERIA BIOMEDICA

				ING-INF/07	MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE
				MAT/09	RICERCA OPERATIVA
		A12 (0-36)		ING-IND/08	MACCHINE A FLUIDO
				ING-IND/09	SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
				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/22	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI
				ING-IND/23	CHIMICA FISICA APPLICATA
				ING-IND/24	PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA
				ING-IND/31	ELETTROTECNICA
				ING-IND/35	INGEGNERIA ECONOMICO-
		A13 (6-12)		BIO/09	FISIOLOGIA
				BIO/11	BIOLOGIA MOLECOLARE
				BIO/16	ANATOMIA UMANA
				CHIM/02	CHIMICA FISICA
				CHIM/05	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI
				MED/04	PATOLOGIA GENERALE
				MED/05	PATOLOGIA CLINICA
				MED/46	SCIENZE TECNICHE DI MEDICINA DI LABORATORIO
				MED/50	SCIENZE TECNICHE MEDICHE APPLICATE

Totale Affine/Integrativa	18	84
----------------------------------	-----------	-----------

Tipo Attività Formativa: A scelta dello studente		CFU	GRUPPI	SSD
A scelta dello studente		12	12	
Totale A scelta dello studente	12	12		

Tipo Attività Formativa: Lingua/Prova Finale		CFU	GRUPPI	SSD
Per la prova finale		3	6	
Per la conoscenza di almeno una lingua straniera		3	3	
Totale Lingua/Prova Finale	6	9		

Tipo Attività Formativa: Altro		CFU	GRUPPI	SSD
Ulteriori conoscenze linguistiche		0		
Abilità informatiche e telematiche		0		
Tirocini formativi e di orientamento		0	3	
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro		0	6	
Totale Altro	3	9		

Tipo Attività Formativa: Per stages e tirocini		CFU	GRUPPI	SSD
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		0	6	
Totale Per stages e tirocini	0	6		

Totale generale crediti	141	282
--------------------------------	------------	------------

L-9 - Classe delle lauree in Ingegneria industriale

Tipo Attività Formativa: Base	CFU	GRUPPI	SSD
Matematica, informatica e statistica	30	42	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/08 ANALISI NUMERICA
			SECS-S/02 STATISTICA PER LA RICERCA SPERIMENTALE E TECNOLOGICA
Fisica e chimica	12	18	CHIM/07 FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE
			FIS/01 FISICA SPERIMENTALE
			FIS/03 FISICA DELLA MATERIA
Total Base	42	60	

Tipo Attività Formativa: Caratterizzante	CFU	GRUPPI	SSD
Ingegneria dell'automazione	18	24	ING-IND/13 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE
			ING-INF/04 AUTOMATICA
Ingegneria biomedica	18	30	ING-IND/34 BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE

INGEGNERIA BIOMEDICA

			ING-INF/06	BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA
Ingegneria chimica	0	6	ING-IND/22	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI
			ING-IND/23	CHIMICA FISICA APPLICATA
			ING-IND/24	PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA
Ingegneria elettrica	12	18	ING-IND/31	ELETROTECNICA
			ING-INF/07	MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE
Ingegneria meccanica	0	12	ING-IND/08	MACCHINE A FLUIDO
			ING-IND/09	SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
			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
Totale Caratterizzante	48	90		

Tipo Attività Formativa: Affine/Integrativa	CFU	GRUPPI	SSD
Attività formative affini o integrative	30	84 A11 (0-36)	ING-INF/01 ELETTRONICA
			ING-INF/02 CAMPI ELETROMAGNETICI
			ING-INF/03 TELECOMUNICAZIONI
			ING-INF/04 AUTOMATICA
			ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI
			ING-INF/07 MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE
			MAT/09 RICERCA OPERATIVA

INGEGNERIA BIOMEDICA

			A12 (0-36)	ING-IND/08	MACCHINE A FLUIDO
				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/22	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI
				ING-IND/31	ELETTROTECNICA
				ING-IND/35	INGEGNERIA ECONOMICO-
			A13 (6-12)	BIO/09	FISIOLOGIA
				BIO/11	BIOLOGIA MOLECOLARE
				BIO/16	ANATOMIA UMANA
				CHIM/02	CHIMICA FISICA
				CHIM/05	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI
				MED/04	PATOLOGIA GENERALE
				MED/05	PATOLOGIA CLINICA
				MED/46	SCIENZE TECNICHE DI MEDICINA DI LABORATORIO
				MED/50	SCIENZE TECNICHE MEDICHE APPLICATE
Totale Affine/Integrativa	30	84			

Tipo Attività Formativa: A scelta dello studente		CFU	GRUPPI	SSD
A scelta dello studente		12	12	
Totale A scelta dello studente	12	12		

INGEGNERIA BIOMEDICA

Tipo Attività Formativa: Lingua/Prova Finale		CFU	GRUPPI	SSD
Per la prova finale		3	6	
Per la conoscenza di almeno una lingua straniera		3	3	
Totale Lingua/Prova Finale	6	9		

Tipo Attività Formativa: Altro		CFU	GRUPPI	SSD
Ulteriori conoscenze linguistiche		0		
Abilità informatiche e telematiche		0		
Tirocini formativi e di orientamento		0	3	
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro		0	6	
Totale Altro	3	9		

Tipo Attività Formativa: Per stages e tirocini		CFU	GRUPPI	SSD
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		0	6	
Totale Per stages e tirocini	0	6		

Totale generale crediti	141	270
--------------------------------	------------	------------

ART. 12 Motivi dell'uso nelle attività affini di settori già previsti dal decreto per la classe

Il corso di laurea, come stabilito dalla norma, prevede il soddisfacimento dei requisiti minimi per l'iscrizione ad entrambe le classi L8 e L9 indipendentemente dal percorso scelto; questo requisito è soddisfatto attraverso l'insegnamento obbligatorio dei settori caratterizzanti, in modo da fornire agli studenti una formazione trasversale ed interdisciplinare. Su questa base comune, nasce l'opportunità di consentire agli studenti di seguire un percorso di approfondimento in alcune aree, anche in ottica di prosecuzione degli studi verso il livello superiore della formazione. Per ottenere questo risultato, è stata prevista la possibilità di personalizzare il piano di studi, attraverso l'inserimento di attività a scelta vincolata per un numero limitato di CFU (al massimo, 24CFU).

Per tale motivo l'utilizzo di attività di base e caratterizzanti anche come attività affini ed integrative, con l'individuazione di due gruppi di discipline, uno in ambito informazione, ed uno in ambito industriale, si è reso necessario per garantire allo studente un buon livello di flessibilità di percorso.

Le conoscenze che si ritengono utili all'interno del percorso formativo, e che comportano l'inserimento quali discipline affini ed integrative, oltre a quelle considerate nell'ambito delle materie caratterizzanti, sono:

Gruppo A11:

- ING-INF/01: Elettronica
- ING-INF/02: Campi elettromagnetici
- ING-INF/03: Telecomunicazioni
- ING-INF/04: Automatica
- ING-INF/05: Sistemi di elaborazione delle informazioni
- ING-INF/07: Misure elettriche ed elettroniche

Gruppo A12:

- ING-IND/22: Scienza e tecnologie dei materiali
- ING-IND/08: Macchine a fluido
- 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