

Università	Università degli Studi di BERGAMO
Classe	L-9 - Ingegneria industriale
Nome del corso in italiano	Ingegneria delle tecnologie per la salute <i>adeguamento di: Ingegneria delle tecnologie per la salute (1424939)</i>
Nome del corso in inglese	Health Technology and Engineering
Lingua in cui si tiene il corso	italiano
Codice interno all'ateneo del corso	95-270^9999^016091
Data di approvazione della struttura didattica	20/04/2023
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	24/04/2023
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	19/11/2014 - 27/10/2022
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	15/10/2014
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	https://lt-its.unibg.it
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Ingegneria gestionale, dell'informazione e della produzione
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	DM 16/3/2007 Art 4 Nota 1063 del 29/04/2011
Corsi della medesima classe	<ul style="list-style-type: none"> • Ingegneria Gestionale • Ingegneria delle tecnologie per la sostenibilità energetica e ambientale • Ingegneria meccanica
Numero del gruppo di affinità	3
Data della delibera del senato accademico relativa ai gruppi di affinità della classe	19/12/2022

Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-9 Ingegneria industriale

I laureati nei corsi di laurea della classe devono:

- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;
- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli di una specifica area dell'ingegneria industriale, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;
- essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;
- essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne ed interpretarne i dati;
- essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;
- conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;
- conoscere i contesti aziendali ed e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
- conoscere i contesti contemporanei;
- avere capacità relazionali e decisionali;
- essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano;
- possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

I laureati della classe saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali in diversi ambiti, anche concorrendo ad attività quali la progettazione, la produzione, la gestione ed organizzazione, l'assistenza delle strutture tecnico-commerciali, l'analisi del rischio, la gestione della sicurezza in fase di prevenzione ed emergenza, sia nella libera professione che nelle imprese manifatturiere o di servizi e nelle amministrazioni pubbliche. In particolare, le professionalità dei laureati della classe potranno essere definite in rapporto ai diversi ambiti applicativi tipici della classe. A tal scopo i curricula dei corsi di laurea della classe si potranno differenziare tra loro, al fine di approfondire distinti ambiti applicativi.

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea della classe sono:

- area dell'ingegneria aerospaziale: industrie aeronautiche e spaziali; enti pubblici e privati per la sperimentazione in campo aerospaziale; aziende di trasporto aereo; enti per la gestione del traffico aereo; aeronautica militare e settori aeronautici di altre armi; industrie per la produzione di macchine ed apparecchiature dove sono rilevanti l'aerodinamica e le strutture leggere;
- area dell'ingegneria dell'automazione: imprese elettroniche, elettromeccaniche, spaziali, chimiche, aeronautiche in cui sono sviluppate funzioni di dimensionamento e realizzazione di architetture complesse, di sistemi automatici, di processi e di impianti per l'automazione che integrino componenti informatici, apparati di misure, trasmissione ed attuazione;
- area dell'ingegneria biomedica: industrie del settore biomedico e farmaceutico produttrici e fornitrici di sistemi, apparecchiature e materiali per diagnosi, cura e riabilitazione; aziende ospedaliere pubbliche e private; società di servizi per la gestione di apparecchiature ed impianti medicali, di telemedicina; laboratori specializzati;
- area dell'ingegneria chimica: industrie chimiche, alimentari, farmaceutiche e di processo; aziende di produzione, trasformazione, trasporto e conservazione di sostanze e materiali; laboratori industriali; strutture tecniche della pubblica amministrazione deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza;
- area dell'ingegneria elettrica: industrie per la produzione di apparecchiature e macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza, per l'automazione industriale e la robotica; imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica; imprese ed enti per la progettazione, la pianificazione, l'esercizio ed il controllo di sistemi elettrici per l'energia e di impianti e reti per i sistemi elettrici di trasporto e per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati;

- area dell'ingegneria energetica: aziende municipali di servizi; enti pubblici e privati operanti nel settore dell'approvvigionamento energetico; aziende produttrici di componenti di impianti elettrici e termotecnici; studi di progettazione in campo energetico; aziende ed enti civili e industriali in cui è richiesta la figura del responsabile dell'energia;
- area dell'ingegneria gestionale: imprese manifatturiere; imprese di servizi e pubblica amministrazione per l'approvvigionamento e la gestione dei materiali, per l'organizzazione aziendale e della produzione, per l'organizzazione e l'automazione dei sistemi produttivi, per la logistica, per il project management ed il controllo di gestione, per l'analisi di settori industriali, per la valutazione degli investimenti, per il marketing industriale;
- area dell'ingegneria dei materiali: aziende per la produzione e trasformazione dei materiali metallici, polimerici, ceramici, vetrosi e compositi, per applicazioni nei campi chimico, meccanico, elettrico, elettronico, delle telecomunicazioni, dell'energia, dell'edilizia, dei trasporti, biomedico, ambientale e dei beni culturali; laboratori industriali e centri di ricerca e sviluppo di aziende ed enti pubblici e privati;
- area dell'ingegneria meccanica: industrie meccaniche ed elettromeccaniche; aziende ed enti per la conversione dell'energia; imprese impiantistiche; industrie per l'automazione e la robotica; imprese manifatturiere in generale per la produzione, l'installazione ed il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione, sistemi complessi;
- area dell'ingegneria navale: cantieri di costruzione di navi, imbarcazioni e mezzi marini, industrie per lo sfruttamento delle risorse marine; compagnie di navigazione; istituti di classificazione ed enti di sorveglianza; corpi tecnici della Marina Militare; studi professionali di progettazione e peritali; istituti di ricerca;
- area dell'ingegneria nucleare: imprese per la produzione di energia elettronucleare; aziende per l'analisi di sicurezza e d'impatto ambientale di installazioni ad alta pericolosità; società per la disattivazione di impianti nucleari e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi; imprese per la progettazione di generatori per uso medico;
- area dell'ingegneria della sicurezza e protezione industriale: ambienti, laboratori e impianti industriali, luoghi di lavoro, enti locali, enti pubblici e privati in cui sviluppare attività di prevenzione e di gestione della sicurezza e in cui ricoprire i profili di responsabilità previsti dalla normativa attuale per la verifica delle condizioni di sicurezza (leggi 494/96, 626/94, 195/03, 818/84, UNI 10459).

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

omissis

il Nucleo di Valutazione esamina la seguente documentazione disponibile agli atti:

- Proposta di Ordinamento didattico del corso di studio;
- Relazione illustrativa del progetto istitutivo del corso di studio;
- Delibere dei Dipartimenti interessati

e redige la presente Relazione tecnica illustrativa da inserire nella SUA-CdS.

VERIFICA DEL POSSESSO DEI REQUISITI DI CUI ALL'ALLEGATO A:

a) Trasparenza (informazioni Scheda SUA): il Nucleo di Valutazione prende atto che tutte le informazioni ad oggi disponibili sono presenti nella proposta di Ordinamento didattico del corso di studio e nella relazione illustrativa, ad eccezione delle seguenti:

- Nominativo dei docenti di riferimento: non sono riportati nome e cognome dei docenti di riferimento ed SSD di appartenenza;
- Nominativo e reperibilità dei tutor suddivisi per tipologia.

b) Requisiti di Docenza: nel caso di corso di laurea triennale attivato presso la sede decentrata di Dalmine viene richiesto il requisito di docenza a regime, ovvero 9 docenti di cui:

- almeno 5 professori
- almeno 5 docenti appartenenti a SSD di base o caratterizzanti
- massimo 4 docenti appartenenti a settori affini

Inoltre i Docenti di riferimento devono avere l'incarico didattico di almeno un'attività formativa/modulo, anche di didattica non frontale purché chiaramente definita, all'interno del Corso di Studio.

Ciascun docente, indipendentemente dal Dipartimento o da altra Struttura di appartenenza, può essere preso in considerazione una sola volta con peso 1, oppure due volte con peso 0,5 se opera in due diversi corsi di studio.

Il Nucleo di Valutazione prende atto che non sono ancora stati individuati i docenti di riferimento per il corso di studio in oggetto, stante che non è ancora stata progettata l'intera programmazione didattica dell'Ateneo; tuttavia il requisito quantitativo di docenza necessaria è senz'altro garantito dalla presenza di 86 docenti afferenti ai due dipartimenti coinvolti; si prevede inoltre la presa di servizio di n. 2 ricercatori di tipo A e l'assegnazione ai due dipartimenti dell'area ingegneria di 7 professori di II fascia. Di questi, 5 posizioni sono già state bandite e 4 sono in settori di base o caratterizzanti per il corso di studio proposto.

c) limiti alla parcellizzazione delle attività didattiche e alla diversificazione dei corsi di studio: per i corsi di laurea triennale, ai fini della verifica di tale requisito, il numero massimo di esami o valutazioni finali di profitto è fissato a 20. Gli insegnamenti e le altre attività formative di base e caratterizzanti erogabili in ciascun corso di studio vengono organizzati in modo tale che a ciascuno di essi, ovvero a ciascun modulo coordinato, corrispondano, di norma, non meno di 6 crediti, o comunque, non meno di 5, previa delibera dell'organo competente a livello di Ateneo. Per quanto riguarda gli insegnamenti e le altre attività formative affini e integrativi, è possibile prevedere un numero di crediti inferiore a 6, ovvero a 5, previa delibera motivata delle strutture didattiche competenti.

Inoltre, secondo quanto previsto all'art. 11, comma 7, lettera a) del DM n. 270/2004, corsi di laurea afferenti alla medesima classe o gruppi affini di essi devono condividere le stesse attività formative di base e caratterizzanti comuni per un minimo di 60 crediti. Si possono istituire due diversi corsi di studio afferenti alla medesima classe qualora le attività formative dei rispettivi ordinamenti didattici si differenziano per almeno 40 CFU nel caso di corsi di laurea, secondo quanto previsto dall'art. 1, comma 2 dei dd.mm 16 marzo 2007.

Il Nucleo di valutazione prende atto che i limiti alla parcellizzazione delle attività didattiche vengono rispettati. Per quanto riguarda la diversificazione dei corsi di studio, essendo il corso di studio in oggetto attivato nella medesima classe dei corsi di studio in Ingegneria meccanica e Ingegneria gestionale, la verifica della condivisione delle stesse attività formative di base e caratterizzanti comuni per un minimo di 60 crediti e la differenziazione per almeno 40 CFU saranno verificabili solo in fase di predisposizione delle SUA-CdS di tutti e tre i corsi interessati.

d) Risorse strutturali: i requisiti di struttura comprendono le strutture messe a disposizione dei singoli Corsi di Studio (aule, laboratori, ecc.) o di Corsi di Studio afferenti a medesime strutture di riferimento (Dipartimenti, Strutture di Raccordo quali biblioteche, aule studio, ecc.).

Il Nucleo di valutazione prende atto che il corso di studio in oggetto può contare sulle infrastrutture messe a disposizione dai dipartimenti proponenti presso la sede decentrata di Dalmine. Si precisa inoltre che il corso di studio proposto non richiede laboratori speciali e/o diversi da quelli già presenti presso il campus di ingegneria. Le attività di carattere pratico specifiche legate ad attrezzature bio-medicali non in dotazione di ingegneria si prevede siano acquisite presso strutture convenzionate con il corso di studio, e comunque prevalentemente nell'ambito dei tirocini.

e) Requisiti per l'assicurazione della qualità: il Nucleo di Valutazione prende atto che il corso di studio proposto ottempererà alla predisposizione della documentazione di tutte le attività di Assicurazione della Qualità per il Corso di Studio, come previsto dalle politiche di qualità definite dall'Ateneo per tutti i corsi di studio attivati e monitorate dal Presidio della Qualità.

f) Sostenibilità economico-finanziaria: l'indicatore di sostenibilità economico-finanziaria I SEF previsto dal D.M. 1059/13 prevede che, se $I SEF > 1$, può essere presentata domanda di accreditamento per nuovi corsi di studio nel rispetto di una delle seguenti condizioni:

- I. incremento consentito entro il 2% (con arrotondamento all'intero superiore) rispetto al numero di corsi di studio attivati nell'a.a. precedente;
- II. qualora l'attivazione di nuovi corsi di studio comporti un aumento del numero complessivo dei corsi di studio attivati nell'anno accademico precedente superiore al 2% (con arrotondamento all'intero superiore), dovranno essere soddisfatti i requisiti di docenza a regime per tutti i corsi di studio dell'Ateneo; Inoltre, per gli Atenei con un numero di corsi attivi nell'a.a. x compreso tra 1 e 50, è possibile attivare 1 corso di studio aggiuntivo nell'a.a. x+1 con il

possesto dei requisiti di docenza progressivi; il Valore I SEF 2012 per l'Università di Bergamo è pari a 1.2, pertanto il corso di studio di nuova attivazione rientra nei parametri di sostenibilità economico-finanziaria consentiti.

VERIFICA DEL POSSESSO DEI REQUISITI DI CUI ALL'ALLEGATO C:

AQ 1 - L'Ateneo stabilisce, dichiara ed effettivamente persegue adeguate politiche volte a realizzare la propria visione della qualità della formazione (se non è presente viene revocato l'Accreditamento alla Sede).

Il Nucleo di Valutazione prende atto che gli organi accademici, con deliberazioni del 04 e 05.02.14, hanno approvato il Teaching Quality Program 2013-2015 Il fase quale strumento di indirizzo e di promozione della politica della qualità della didattica dell'ateneo, la cui applicazione viene costantemente monitorata dal Presidio della Qualità di Ateneo.

AQ 2 - L'Ateneo sa in che misura le proprie politiche sono effettivamente realizzate dai Corsi di Studio (se non è presente viene revocato l'Accreditamento alla Sede).

Il Nucleo di Valutazione rileva che il Presidio della Qualità di Ateneo indirizza le azioni delle strutture didattiche ed effettua il costante monitoraggio della realizzazione delle politiche di qualità dell'Ateneo, promuovendo momenti di confronto con tutti gli attori del processo di AQ e favorendo la condivisione delle attività da realizzare.

AQ 3 - L'Ateneo chiede ai Corsi di Studio di praticare il miglioramento continuo della qualità, puntando verso risultati di sempre maggior valore (se non è presente viene revocato l'Accreditamento alla Sede).

Il Nucleo di Valutazione rileva che il TQP è finalizzato a incentivare l'incremento qualitativo e il riequilibrio dell'offerta formativa dell'Ateneo mediante l'adozione di buone pratiche.

AQ 4 - L'Ateneo possiede un'effettiva organizzazione con poteri di decisione e di sorveglianza sulla qualità dei Corsi di Studio, della formazione da loro messa a disposizione degli studenti e della ricerca (se non è presente viene revocato l'Accreditamento alla Sede).

Il Nucleo di Valutazione effettua una adeguata e documentata attività annuale di controllo e di indirizzo dell'AQ, da cui risultano pareri, raccomandazioni e indicazioni nei confronti del Presidio della Qualità e degli organi di governo dell'Ateneo, di cui essi sono a conoscenza. Esiste un'organizzazione che definisce criteri per compiti, obiettivi, autorità e responsabilità a cui i Corsi di Studio si uniformano.

AQ 5 - Il sistema di AQ è effettivamente applicato ed è efficacemente in funzione nei Corsi di Studio visitati a campione presso l'ateneo (se non è presente viene revocato l'Accreditamento al Corso di Studio).

Il Nucleo di Valutazione rileva che il sistema di AQ è effettivamente applicato, avendo attivato tutte le strutture preposte; la sua efficacia verrà verificata dalle CEV in occasione delle visite in loco. Per quanto riguarda la verifica sull'effettiva adozione del Diploma Supplement secondo quanto indicato dalle relative linee guida vigenti il Nucleo di Valutazione chiede al Presidio della Qualità di verificare tale aspetto.

Tutto ciò premesso il Nucleo di Valutazione raccomanda fortemente che vengano approfonditi i profili di occupabilità di questa nuova figura professionale e prende atto che l'istituzione del corso di studio in Ingegneria e tecnologie per la salute risulta coerente con la disciplina prevista dal D.M. 47/2013 e dal D.M. 1059/13 e sarà oggetto di valutazione da parte dell'ANVUR ai fini dell'accreditamento iniziale.

Il presente punto 3 all'ordine del giorno viene letto ed approvato seduta stante.

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

Il dipartimento di ingegneria durante la redazione del progetto didattico ha in diverse occasioni, anche in modo informale, sentito l'opinione delle principali organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi e professioni (Confindustria di Bergamo, Ospedale di Bergamo, Istituti di ricerca operanti nel settore biomedico, Camera di Commercio, Ordine degli Ingegneri).

In allegato è riportato il verbale della presentazione finale alle organizzazioni rappresentative e la sintesi del parere della commissione paritetica

Vedi allegato

Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento

Istituzione del corso di laurea magistrale in Ingegneria delle tecnologie per la salute Università degli Studi di Bergamo.

Su invito del Rettore Vago, interviene il Rettore dell'Università degli Studi di Bergamo, prof. Paleari, per illustrare al Comitato la proposta di istituzione di un nuovo corso di laurea in Ingegneria delle tecnologie per la salute, avanzata dagli Organi accademici del suo Ateneo.

La proposta si inquadra nel Progetto UniBG 20.20: l'orizzonte della nostra Università approvato dal Senato accademico e dal Consiglio di amministrazione dell'Università di Bergamo nello scorso mese di maggio e nel quale sono individuati alcuni obiettivi per il futuro sviluppo dell'Ateneo, riguardanti l'offerta formativa, la ricerca e l'internazionalizzazione. Per quanto riguarda, in particolare l'Area dell'Ingegneria, il progetto prevede, quale possibile linea di azione, "l'innovazione nella laurea, anche in relazione al quadro competitivo e alle nuove dinamiche tecnologiche, in particolare nell'area della salute".

Proponenti del nuovo corso di laurea sono il Dipartimento di Ingegneria e il Dipartimento di Ingegneria gestionale, dell'informazione e della produzione. Il nuovo corso si fonda sulla cooperazione tra l'area medica e le aree tecnologica psicologica e filosofica, sull'esempio di altre iniziative già presenti a livello internazionale, e si colloca in nicchie promettenti tanto nella formazione quanto nella ricerca.

L'evoluzione tecnologica nei settori dell'elettronica, delle telecomunicazioni e dei sistemi di simulazione ha reso disponibili sistemi innovativi per la gestione della mobilità, delle attività sociali e della diffusione della conoscenza. Attualmente tali sistemi si stanno impiegando per offrire nuove possibilità per l'aumento del benessere e della salute della persona nonché della prevenzione e per il miglioramento della qualità della vita. Perché far sì che sistemi tecnologicamente avanzati possano essere efficacemente utilizzati per tali finalità non è sufficiente pensare a un aggiornamento del medico, ma è necessario creare una figura professionale del tutto nuova che possa sviluppare, organizzare, gestire queste tecnologie partendo da una buona conoscenza dei bisogni e dei processi clinici. Si prevede, nello specifico, di formare laureati che abbiano una formazione di base nelle discipline ingegneristiche, la conoscenza degli aspetti fisiopatologici e conoscenze di base delle problematiche psicologiche e sociali legate alle patologie; una figura, quindi, innovativa, che faciliti l'integrazione tra il mondo della medicina e il mondo delle scienze ingegneristiche e bioingegneristiche.

Il percorso formativo si snoda pertanto attraverso attività formative dell'area medica e clinica, dell'area dell'ingegneria industriale e bioingegneria, dell'area economico-gestionale e dell'area umanistica e giuridica, ed è completato da un tirocinio volto a favorire l'inserimento permanente delle nuove figure professionali. Il corso sarà a numero programmato: sono 100 i posti messi a disposizione per l'iscrizione al primo anno; tale contingente consente di offrire adeguati percorsi di tirocinio e laboratorio. Il laureato in Ingegneria delle tecnologie per la salute potrà essere impiegato presso le aziende del settore medicale che producono prodotti e servizi alla persona e al mantenimento dello stato di salute; enti pubblici e privati che forniscono cura e assistenza; laboratori di ricerca biomedica che basano la loro attività su sistemi tecnologicamente avanzati. Ai fini della prosecuzione degli studi, il laureato del corso in esame potrà iscriversi alla laurea magistrale in Ingegneria biomedica ovvero alla laurea magistrale in "Science and Technology for population Health and Wealth" dell'Università degli Studi di Brescia, con la quale il progetto formativo in argomento si integra.

Il Rettore Paleari sottolinea come l'Ateneo di Bergamo, nonostante non sia direttamente coinvolto nell'area medica, abbia al suo attivo progetti di ricerca, servizi di consulenza e finalità didattiche in ambito sanitario e abbia sviluppato una efficace rete di collaborazioni con importanti realtà del territorio che operano a livello clinico e assistenziale, tant'è che il progetto formativo è stato sviluppato in collaborazione con l'Ospedale Papa Giovanni, ambito naturale per la formazione pratica della nuova figura professionale.

Hanno aderito e partecipato al progetto, l'Ospedale San Raffaele e l'Istituto Mario Negri.

Rispetto al territorio Lombardo, l'iniziativa completa l'offerta formativa attualmente presente, che riguarda le figure biomediche e di tecnico di laboratorio biomedico.

Al termine dell'illustrazione del Rettore Paleari, il Comitato, condividendo le argomentazioni addotte a motivazione dell'iniziativa didattica in questione, all'unanimità esprime parere favorevole in merito all'istituzione, presso l'Università degli Studi di Bergamo, del corso di laurea in Ingegneria delle tecnologie per la salute.

Vedi allegato

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Obiettivo del corso di Laurea è la formazione di tecnici che possedano una solida preparazione nelle discipline di base relative alle scienze matematiche, fisiche e chimiche, ed una formazione ingegneristica di base indirizzata anche alle conoscenze delle tecnologie a supporto del miglioramento dei processi di cura e assistenza.

Il percorso di studio fornirà al laureato la capacità di affrontare problemi singolari e ricorrenti, riguardanti:

- Proprietà e comportamento di biomateriali e dispositivi biomedicali
- Criteri di progettazione e tecnologie di costruzione di elementi meccanici per dispositivi biomedicali
- Elettronica e strumentazione elettronica dedicata alla generazione e all'elaborazione di segnali e dati biomedicali
- Tecniche per l'acquisizione e la gestione di dati clinici
- Modellazione di fenomeni di trasporto nei sistemi biologici
- Integrazione tra conoscenze cliniche e tecnologiche
- Tecnologie utilizzate per le indagini cliniche e comportamentali
- Gestione dell'innovazione tecnologica nell'area biomedica e gestione di un portafoglio tecnologico
- Valutazione dei sistemi assistenziali e di cura, valutazione di impatto delle nuove tecnologie

Si prevedono quattro aree di apprendimento cui concorrono i singoli insegnamenti come di seguito riportato.

AREA DELLE DISCIPLINE DI BASE: Lo scopo è quello di fornire una preparazione adeguata al profilo di ingegnere nei campi della analisi matematica e geometria, della fisica, della chimica, dell'informatica e della statistica.

AREA INGEGNERISTICA GENERALE: Lo scopo è di fornire la base delle materie ingegneristiche (spesso in comune con altre specializzazioni) ed in particolare le conoscenze fondamentali di meccanica ed elettronica che integrate con le conoscenze in area biomedica consentono di comprendere meglio le applicazioni in ambito ingegneristico dedicate alle problematiche cliniche sia di base che di ricerca.

AREA ECONOMICO GESTIONALE: Lo scopo è quello di fornire la conoscenza delle discipline economiche relative alla gestione, organizzazione e strategia delle industrie del settore biomedicale, delle realtà ospedaliere e del sistema sanitario.

AREA MEDICO-BIOLOGICA: Lo scopo è quello di formare un laureato in grado di lavorare congiuntamente con figure professionali operanti nell'ambiente clinico, mediante corsi di fondamenti delle discipline biologiche e mediche che sono elemento affine e di completamento della formazione.

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

Le attività affini e integrative si affiancano alle attività di base e caratterizzanti del corso e riguardano settori scientifico-disciplinari e competenze utili per completare il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici del corso. In particolare, riguardo ad alcuni aspetti fondamentali della biologia e della medicina, all'obiettivo di conoscere e saper comprendere diversi aspetti ingegneristici delle tecnologie utilizzate in ambito medico, e agli aspetti economici e giuridici ad esse correlati.

Le attività affini e integrative nell'area medica, con conoscenze di base di biologia cellulare, dei fondamenti di anatomia e istologia, nonché di fisiologia applicata sono fondamentali per permettere al laureato di comprendere e trattare gli argomenti di medicina affrontati nei corsi caratterizzanti e per avere un linguaggio comune con gli operatori sanitari.

Le attività affini nell'ambito dell'ingegneria industriale e dell'informazione (come l'elettronica e la fluidodinamica) concorrono alla formazione di un profilo culturale e professionale multidisciplinare che coniuga le competenze tecniche in materia di ingegneria meccanica e biomedica con le competenze dell'ingegneria a più ampio spettro. In particolare, per integrare le conoscenze relative all'utilizzo dell'elettronica in dispositivi medicali e diagnostici, ai sensori indossabili, e all'elaborazione dei dati. Le attività relative alla fluidodinamica integrano le conoscenze relative ai sistemi di circolazione del sangue fisiologici ed extracorporei.

Le attività affini nell'ambito della giurisprudenza e dell'economia forniscono rispettivamente le conoscenze in materia di tutela dei diritti dei pazienti e dell'impatto economico delle scelte di natura tecnologica relative a processi di cura e dispositivi medicali utilizzati.

Tutte le attività affini, inoltre, contribuiscono all'obiettivo fornire ai laureati un'autonomia di giudizio, mediante informazioni utili a conseguire conoscenze a più ampio spettro e far crescere le capacità di intraprendere iniziative e decisioni che tengano conto del complesso modo delle attività medico-assistenziali e ai loro vari risvolti.

Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7).

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Il laureato di primo livello in Ingegneria delle Tecnologie per la Salute conosce e comprende gli aspetti metodologico-operativi della matematica, della fisica e delle altre scienze di base al fine di interpretare e descrivere problemi affrontati dall'ingegneria. Egli dimostra inoltre di conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi dell'ingegneria meccanica, elettrica, dei materiali e dell'ingegneria biomedica.

Nel campo specifico dell'ingegneria biomedica, egli comprende i principi base dei fenomeni biologici, il funzionamento dei dispositivi medicali e diagnostici, gli approcci quantitativi, modellistici e interpretativi derivanti dall'applicazione di metodologie proprie dell'ingegneria - e dell'ingegneria biomedica in particolare - coniugando il sapere tecnico-scientifico alla conoscenza dei processi e delle tecnologie del settore clinico e biomedicale. Al tempo stesso il laureato in Ingegneria delle Tecnologie per la Salute conosce e comprende gli aspetti organizzativi, economici e etici relativi all'utilizzo delle tecnologie in ambito clinico, in particolare dei processi operativi e dei dispositivi medicali.

Le conoscenze e la capacità di comprensione sono conseguite dagli studenti attraverso lezioni frontali in aula e attività di esercitazione guidata e autonoma. Conoscenze e capacità di comprensione sono anche acquisite mediante un tirocinio curricolare svolto in enti e aziende del settore biomedicale.

Le modalità di verifica delle conoscenze e capacità di comprensione si articolano in diverse modalità che includono il colloquio orale, la prova scritta, lo sviluppo di elaborati e la successiva esposizione in sede d'esame, a seconda delle specificità dei temi trattati nei diversi insegnamenti.

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

Il laureato di primo livello in Ingegneria delle Tecnologie per la Salute acquisisce e sviluppa capacità critiche di analisi di tecnologie e servizi complessi nel campo della clinica e dell'industria biomedicale, in ambito pubblico o privato. Il laureato è in grado di applicare le conoscenze acquisite a diversi livelli eminentemente in ruoli tecnici e di coordinamento. Al termine del corso di laurea, il laureato è in grado di applicare le seguenti conoscenze e comprenderle in modo approfondito.

- organizzare l'utilizzo di dispositivi medicali e diagnostici;

- progettare e valutare percorsi di cura finalizzati all'efficientamento e alla economicità delle possibili soluzioni;

- migliorare le infrastrutture e i processi medicali, in particolare per la corretta gestione dei sistemi più innovativi per la sostituzione di funzioni vitali di organi e tessuti;

- raccogliere e analizzare dai clinici e organizzativi per la valutazione della qualità delle cure;

- sviluppare modelli teorici per la valutazione funzionale di dispositivi medicali;
- applicare sistemi di elaborazione di dati e immagini biomediche per approfondire le valutazioni diagnostico-terapeutiche.

Lo sviluppo della capacità di applicare conoscenza e comprensione viene stimolato e verificato attraverso la realizzazione di elaborati (individuali o di gruppo) che prevedono la discussione di casi e problemi ai quali gli studenti sono chiamati a fornire una soluzione applicando le conoscenze e competenze acquisite.

Lo sviluppo dell'elaborato relativo alla prova finale rappresenta un momento di verifica delle capacità di applicazione delle conoscenze acquisite, nonché delle capacità espressive acquisite.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Coerentemente con le capacità di analisi acquisite, il laureato è in grado di valutare autonomamente sistemi di media complessità nell'ambito dell'Ingegneria applicata alla medicina. Il corso di laurea contribuirà allo sviluppo di un'opportuna autonomia di giudizio con riferimento alla valutazione delle tecnologie e delle soluzioni organizzative adottate nei processi di cura, in riferimento all'interpretazione di dati quantitativi sulle attività mediche. Sono previste attività progettuali all'interno dei corsi che pongono da subito l'allievo di fronte alla necessità, tipica delle attività ingegneristiche, di effettuare scelte tra diverse soluzioni alternative disponibili per risolvere il problema oggetto di studio. Poiché tali attività progettuali sono generalmente svolte autonomamente dall'allievo che è chiamato a svolgerle da solo o all'interno di piccoli gruppi di lavoro, esse sono un momento fondamentale per adottare tra le varie soluzioni prospettate dal docente quella che a suo giudizio risulta più appropriata per il caso in studio.

Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato sa comunicare con tecnici, medici ed esperti con proprietà di linguaggio e padronanza dei dialetti tecnici, nella propria lingua. La conoscenza della lingua inglese è prerequisito indispensabile per il conseguimento della laurea per cui il laureato è in grado di comunicare anche in inglese su problematiche di carattere tecnico e medico; è in grado di comprendere ed elaborare testi in lingua inglese di media difficoltà. In molti insegnamenti viene fornito allo studente parte del materiale didattico di supporto ai corsi in lingua inglese, con il duplice obiettivo di rafforzare la conoscenza della terminologia tecnica e favorire l'acquisizione e la padronanza degli strumenti linguistici. Tali abilità sono maturate lungo tutto il percorso formativo; contribuiscono allo scopo le modalità di accertamento e valutazione della preparazione dello studente, che prevedono nella maggioranza dei casi a valle di una prova scritta, una prova orale durante la quale vengono valutate, oltre alle conoscenze acquisite dallo studente, anche la sua capacità di comunicarle con chiarezza e precisione. Inoltre nel corso di alcuni degli insegnamenti maggiormente caratterizzanti il corso di studi, sono previste delle attività seminariali svolte da gruppi di studenti su argomenti specifici di ciascun insegnamento. Le attività di tutorato che vengono svolte dai docenti durante i corsi stimolano l'allievo ad interagire con essi e con i suoi colleghi; la prova d'esame, generalmente svolta secondo la modalità del colloquio orale, consente di verificare le abilità comunicative maturate dall'allievo.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Ad ogni studente vengono offerti diversi strumenti per sviluppare una capacità di apprendimento sufficiente ad intraprendere studi di livello superiore (laurea magistrale).

In particolare il corso di laurea fornirà le capacità necessarie per lo sviluppo e l'approfondimento di ulteriori competenze, con riferimento a:

- consultazione di materiale bibliografico;
- consultazione di banche dati e altre informazioni in rete;
- sviluppo di una indagine sul campo;
- raccolta di informazioni all'interno di una particolare realtà medica o assistenziale.

La suddivisione delle ore di lavoro complessive previste per lo studente dà un forte rilievo alle ore di lavoro personale per offrire allo studente la possibilità di verificare e migliorare la propria capacità di apprendimento. Analogo obiettivo persegue l'impostazione di rigore metodologico degli insegnamenti che dovrebbe portare lo studente a sviluppare un ragionamento logico che, a seguito di precise ipotesi, porti alla conseguente dimostrazione di una tesi.

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

Per essere ammessi al corso di laurea occorre essere in possesso di un diploma di scuola superiore o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo, e aver acquisito e maturato le conoscenze scientifiche di base in matematica, fisica e chimica fornite dagli insegnamenti specifici previsti nelle scuole secondarie superiori. Inoltre è necessaria la capacità di comunicare efficacemente in lingua inglese a livello scritto e orale, dimostrabile con un livello di conoscenza della lingua almeno B/1 del quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue. Il livello di conoscenza della lingua inglese sarà verificato secondo le modalità indicate nel Regolamento didattico del Corso di Studi (quadro A3.b).

La verifica della preparazione iniziale degli studenti è obbligatoria e sarà svolta, secondo le modalità previste nel quadro A3.b. La verifica della preparazione iniziale riguarda la matematica, la logica, le scienze, la comprensione verbale e la conoscenza della lingua inglese. Gli eventuali obblighi formativi aggiuntivi (OFA) derivanti da carenze nelle predette conoscenze dovranno essere colmati nel primo anno di corso, secondo le modalità previste nel quadro A3.b.

Caratteristiche della prova finale (DM 270/04, art 11, comma 3-d)

La prova finale consiste nella preparazione e discussione di un elaborato svolto in modo autonomo dallo studente nell'ambito di alcuni insegnamenti. E' possibile anche svolgere e discutere una relazione relativa ad attività svolte in laboratorio e durante lo stage previsto presso gli istituti ospedalieri, strutture paramediche, istituti di ricerca ed aziende attive nell'ambito bio-medica. In entrambi i casi, le attività sono svolte con la guida di un docente relatore. E' possibile redigere e discutere la prova finale in lingua inglese, previo accordo con il docente preposto.

Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

Si è richiesta l'istituzione, presso l'Università di Bergamo dei corsi di Laurea in Ingegneria e tecnologie per la salute, in aggiunta alla Laurea in Ingegneria Gestionale ed alla Laurea in Ingegneria Meccanica, già attive presso il medesimo Ateneo. Questi corsi di Laurea pur appartenendo alla medesima classe di Ingegneria Industriale (10 D.M. 509/99 ed L-9 D.M. 270/04) ed essendo accomunati da una comune vocazione industriale sono caratterizzati da marcate peculiarità culturali che diversificano le figure professionali prodotte come di seguito specificato.

L'ingegnere meccanico è un tecnico in grado di affrontare le tematiche delle operazioni di lavorazione meccanica, della programmazione dei processi produttivi, della progettazione strutturale e dell'energetica e, pertanto, la sua formazione richiede basi nelle materie ingegneristiche di base ed un opportuno approfondimento nelle tematiche delle costruzioni e lavorazioni meccaniche e dell'energetica.

L'ingegnere gestionale è un tecnico in grado di affrontare le tematiche della gestione dei processi in ambito aziendale e quindi, oltre ad una solida base di competenze proprie dell'ingegneria industriale, richiede approfondimenti negli argomenti dell'organizzazione aziendale e della produzione, della gestione dei sistemi informativi aziendali, del controllo di gestione, della valutazione degli investimenti e dell'analisi della strategia di impresa. Infine questa figura professionale possiede, oltre ad una solida conoscenza della tecnologia, la necessaria competenza per l'efficace gestione dei processi aziendali e dell'analisi economica.

L'ingegnere delle scienze e delle tecnologie per la salute è un tecnico in grado di affrontare le tematiche dei processi sanitari, della progettazione e della gestione delle tecnologie biomediche e della relativa strumentazione; conosce i principi biologici, le problematiche dovute alle condizioni patologiche e le

principali strumentazioni diagnostiche utilizzate in ambito clinico. Sa valutare l'impatto delle nuove tecnologie in ambito medico e gestire l'innovazione di processo che le accompagna. La sua formazione richiede basi ingegneristiche e conoscenza delle tecnologie biomediche che devono essere accompagnate dalle conoscenze dei principi su cui si basa la gestione dei processi e dell'innovazione. Tali corsi di studio, per meglio rispondere alle esigenze di differenziazione della formazione tra le diverse figure professionali formate nell'ambito della classe L9, si differenzieranno per almeno 90 CFU.

Comunicazioni dell'ateneo al CUN

In seguito alle osservazioni del CUN dell' 5 Aprile 2023 sull'ordinamento del CdS, sono state modificate e/o inserite le seguenti modifiche.

1. La descrizione delle attività affini o integrative riportata nel quadro A4.d è stata ampliata e riporta maggiormente nel dettaglio le attività previste per la comprensione del percorso formativo e il raggiungimento degli obiettivi formativi.
2. Sono stati riformulati i descrittori «Conoscenza e capacità di comprensione», e «Capacità di applicare conoscenza e comprensione» riportati nel quadro A4.b1 per definire più nel dettaglio e più completamente le conoscenze, le capacità di comprensione e la relativa applicazione, come richiesto.
3. Relativamente alle conoscenze richieste per l'accesso, è stato specificato nel quadro A3.a che la loro verifica è obbligatoria e che in caso di esito negativo sono attribuiti specifici obblighi formativi aggiuntivi (OFA) da soddisfare nel corso del primo anno del CdS.
4. Per ottemperare alla richiesta espressa nelle osservazioni, è stata inserita nella tabella delle attività formative, fra le altre attività, il range da 3-3 CFU per l'approfondimento della conoscenza di almeno una lingua straniera. Per permettere questo inserimento, il range dei CFU attribuiti alle attività affini o integrative è stato ridotto da 39-51 a 36-48 CFU.
5. E' stata rimossa nel quadro A3.a la frase 'gli allievi con livello non sufficiente riceveranno un obbligo formativo aggiuntivo consistente nel seguire dei corsi in lingua inglese offerti da corso di studi', come indicato nei pareri del CUN.
6. Sono stati riformulati più chiaramente gli «Sbocchi occupazionali e professionali» previsti per i laureati, utilizzando più opportunamente i campi 'funzione in un contesto di lavoro', 'competenze associate alla funzione' e 'sbocchi occupazionali' riportati nel quadro A2.a. In particolare sono stati indicati gli sbocchi occupazionali per i quali il corso di studi fornisce una solida preparazione specifica necessariamente richiesta per tali sbocchi.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
Ingegnere delle Tecnologie per la Salute
funzione in un contesto di lavoro: Al termine del percorso di studi i laureati potranno svolgere i seguenti compiti: - risolvere problemi tecnici relativi all'utilizzo di sistemi e di tecnologie medicali; - valutare adeguatamente gli aspetti economici e organizzativi delle scelte tecnologiche in ambito medico e assistenziale; - assistere all'introduzione in clinica di strumenti tecnologici, valutando le implicazioni di natura tecnica, economica e organizzativa; - assistere le industrie biomedicali nella promozione e nell'utilizzo di dispositivi medicali e diagnostici nelle realtà cliniche utilizzatrici. Le funzioni citate permetteranno la collaborazione con medici e infermieri, nonché con il personale delle Unità di Ingegneria Clinica e le direzioni di ospedali, centri di ricerche e società che producono dispositivi medicali e impianti.
competenze associate alla funzione: Le competenze e conoscenze associate alle funzioni sopra riportate riguardano prevalentemente: - l'analisi e l'elaborazione di segnali biomedicali e di immagini digitali a supporto della pratica clinica; - la raccolta e l'analisi di dati clinici di diversa natura; - l'implementazione di dispositivi medicali e di software dedicati in ambiente clinico - capacità di progettare semplici dispositivi biomedicali; - gestione di un portafoglio di tecnologie in ambito medico e assistenziale; - la gestione dell'innovazione in ambito medico e assistenziale.
sbocchi occupazionali: Ai laureati del Corso di Laurea si forniranno le conoscenze competenze richieste per i seguenti ruoli: - specialisti di prodotto presso industrie biomedicali e industrie che operano nel settore della cura e dell'assistenza; - esperti di strumentazione e sistemi di trattamento dei dati operanti presso istituti di ricerca in ambito biomedicale; - esperti nella gestione di dispositivi medicali a supporto delle unità cliniche di ospedali e istituti di cura per la riabilitazione; - esperti di sistemi di raccolta e ed elaborazione di dati clinici; - tecnici esperti nell'utilizzo di modelli matematici per la pianificazione dell'attività clinica; - tecnici della gestione del processo produttivo di dispositivi e sistemi medicali.
Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)
<ul style="list-style-type: none">• Tecnici della produzione di servizi - (3.1.5.5.0)• Tecnici di apparati medicali e per la diagnostica medica - (3.1.7.3.0)
Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:
<ul style="list-style-type: none">• ingegnere industriale junior• perito industriale laureato

Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 40 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.

Attività di base

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Matematica, informatica e statistica	ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni MAT/02 Algebra MAT/03 Geometria MAT/05 Analisi matematica MAT/08 Analisi numerica SECS-S/02 Statistica per la ricerca sperimentale e tecnologica	33	39	-
Fisica e chimica	CHIM/03 Chimica generale ed inorganica CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 Fisica sperimentale FIS/03 Fisica della materia	18	24	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 36:		-		

Totale Attività di Base	51 - 63
--------------------------------	---------

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria biomedica	ING-IND/34 Bioingegneria industriale ING-INF/06 Bioingegneria elettronica e informatica	18	30	-
Ingegneria gestionale	ING-IND/16 Tecnologie e sistemi di lavorazione ING-IND/17 Impianti industriali meccanici ING-IND/35 Ingegneria economico-gestionale ING-INF/04 Automatica	18	24	-
Ingegneria dei materiali	ICAR/08 Scienza delle costruzioni ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali	6	12	-
Ingegneria meccanica	ING-IND/08 Macchine a fluido ING-IND/09 Sistemi per l'energia e l'ambiente ING-IND/10 Fisica tecnica industriale 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/17 Impianti industriali meccanici	18	30	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:		-		

Totale Attività Caratterizzanti	60 - 96
--	---------

Attività affini

ambito: Attività formative affini o integrative		CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'attività (minimo da D.M. 18)		36	48
A11		18	21
A12		0	6
A13		6	9
A14		6	12

Totale Attività Affini	36 - 48
-------------------------------	---------

Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	12
Per la prova finale e la lingua straniera (art. 10, comma 5, lettera c)	Per la prova finale	3	3
	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	3	3
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. c		-	-
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	-	-
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	-	-
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	3
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d			
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		0	15
Totale Altre Attività		19 - 36	

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	180
Range CFU totali del corso	166 - 243

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

L'ampiezza delle tematiche connesse con il SSD MAT/09 fa sì che esso comprenda sia argomenti di Programmazione Lineare che trovano spazio tra le materie di base del Corso di Laurea in esame, sia argomenti quali la Programmazione non lineare, che possono solo completare la formazione dell'Ingegnere laureato in Ingegneria e Tecnologie per la Salute come materie affini ed integrative, ma non come materie caratterizzanti.

L'ampiezza delle tematiche connesse con il SSD SECS-S/02 fa sì che esso comprenda sia argomenti di Inferenza Statistica e Calcolo delle Probabilità che trovano spazio tra le materie di base il Corso di Laurea in esame, sia argomenti quali la Modellizzazione Autoregressiva e i Modelli Spazio degli Stati, che possono solo completare la formazione del laureato in Ingegneria e Tecnologie per la Salute come materie affini ed integrative, ma non come materie caratterizzanti.

L'ampiezza delle tematiche connesse con il MAT/08 - Analisi numerica fa sì che comprenda elementi di base dal punto di vista sia teorico sia applicativo dell'Analisi numerica, sia aspetti computazionali della matematica in tutte le loro articolazioni che possono solo completare la formazione del laureato in Ingegneria e Tecnologie per la Salute come materie affini ed integrative, ma non come materie caratterizzanti.

Infine, le attività affini sono state divise in quattro aree omogenee per tematiche, rispettivamente: A11, area affine dedicata alla medicina e alla biologia; A12, area affine dedicata agli approfondimenti in ordine giuridico filosofico e psicologico; A13, area affine dedicata alle scienze applicate nell'ambito della matematica, della fisica e della statistica; A14, area affine dedicata alle altre attività a matrice ingegneristica.

Note relative alle altre attività

Note relative alle attività di base

Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 16/05/2023