

Università	Politecnico di TORINO
Classe	L-8 - Ingegneria dell'informazione
Nome del corso in italiano	Ingegneria fisica <i>modifica di: Ingegneria fisica (1389389)</i>
Nome del corso in inglese	Physical Engineering
Lingua in cui si tiene il corso	italiano
Codice interno all'ateneo del corso	37009
Data di approvazione della struttura didattica	15/12/2022
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	26/01/2023
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	18/01/2010 -
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	https://www.polito.it/corsi/37-9
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	12 DM 16/3/2007 Art 4 Nota 1063 del 29/04/2011
Corsi della medesima classe	<ul style="list-style-type: none"> • Electronic and Communications Engineering • Ingegneria del cinema e dei mezzi di comunicazione • Ingegneria elettronica • Ingegneria informatica
Numero del gruppo di affinità	1

Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-8 Ingegneria dell'informazione

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 dell'informazione 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 e 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 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 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, anche di telemedicina; laboratori specializzati;
- area dell'ingegneria elettronica: imprese di progettazione e produzione di componenti, apparati e sistemi elettronici ed optoelettronici; industrie manifatturiere, settori delle amministrazioni pubbliche ed imprese di servizi che applicano tecnologie ed infrastrutture elettroniche per il trattamento, la trasmissione e l'impiego di segnali in ambito civile, industriale e dell'informazione;
- area dell'ingegneria gestionale: imprese manifatturiere, 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, 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 informatica: industrie informatiche operanti negli ambiti della produzione hardware e software; industrie per l'automazione e la robotica; imprese operanti nell'area dei sistemi informativi e delle reti di calcolatori; imprese di servizi; servizi informatici della pubblica amministrazione;
- area dell'ingegneria delle telecomunicazioni: imprese di progettazione, produzione ed esercizio di apparati, sistemi ed infrastrutture riguardanti l'acquisizione ed il trasporto delle informazioni e la loro utilizzazione in applicazioni telematiche; imprese pubbliche e private di servizi di telecomunicazione e telerilevamento terrestri o spaziali; enti normativi ed enti di controllo del traffico aereo, terrestre e navale;

- area dell'ingegneria della sicurezza e protezione dell'informazione: sistemi di gestione e dei servizi per le grandi infrastrutture, per i cantieri e i luoghi di lavoro, per gli enti locali, per enti pubblici e privati, per le industrie, per la sicurezza informatica, logica e delle telecomunicazioni e per svolgere il ruolo di "security manager".

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

Il corso è una trasformazione, anche in adeguamento al D.M. 270/04, del pre-esistente corso in Ingegneria Fisica. Le risorse di personale, tecnologiche e materiali appaiono sufficienti. Con riferimento al corso pre-esistente, in base agli ultimi dati disponibili, gli studenti iscritti negli A.A. dal 2004-2005 al 2008-2009, sono cresciuti da 94 a 109, ed i laureati hanno avuto una crescita da 15 a 28. Il Nucleo di Valutazione constata come la progettazione del Corso di Laurea in Ingegneria Fisica L-8, sia stata effettuata nell'ambito dell'azione di coordinamento condotta a livello complessivo di Ateneo – come si evince dai verbali del Senato Accademico. A parere del Nucleo, la proposta risulta quindi adeguatamente progettata, con obiettivi formativi chiaramente formulati. Il Nucleo conferma inoltre che il Corso di Laurea è proposto dalla III Facoltà di Ingegneria che soddisfa i requisiti di docenza con risorse proprie.

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

La consultazione con il sistema socio-economico e le parti interessate, è avvenuta il 18 gennaio 2010 in un incontro della Consulta di Ateneo, a cui sono stati invitati 28 rappresentanti di organizzazioni della produzione, dei servizi e delle professioni, aziende di respiro locale, nazionale ma anche internazionale; presenti anche importanti rappresentanti di esponenti della cultura.

Nell'incontro sono stati delineati elementi di carattere generale rispetto alle attività dell'ateneo, una dettagliata presentazione della riprogettazione dell'offerta formativa ed il percorso di deliberazione degli organi di governo.

Sono stati illustrati gli obiettivi formativi specifici dei corsi di studio, le modalità di accesso ai corsi di studio, la struttura e i contenuti dei nuovi percorsi formativi e gli sbocchi occupazionali.

Sono emersi ampi consensi per lo sforzo di razionalizzazione fatto sui corsi, sia numerico sia geografico, anche a fronte di una difficoltà attuativa ma guidata da una chiarezza di sostenibilità economica al fine di perseguire un sempre più alto livello qualitativo con l'attenzione anche all'internazionalizzazione.

Consensi che hanno trovato riscontro in una votazione formale con esito unanime rispetto al percorso e alle risultanze della riprogettazione dell'Offerta formativa.

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Laurea in Ingegneria Fisica ha l'obiettivo di sviluppare una figura professionale che unisca le caratteristiche, gli approcci e le modalità operative dell'ingegnere e quelle del fisico, in grado di muoversi con rapidità e competenza nei settori più avanzati ed evolutivi della fisica applicata e di partecipare attivamente al processo di sviluppo tecnologico, che è caratterizzato dalla sempre maggior riduzione del tempo che intercorre tra una scoperta scientifica e la sua applicazione nonché da un elevato livello di innovazione.

In tal senso questo corso di Laurea risponde ad una specifica esigenza degli ambienti industriali maggiormente dipendenti dallo sviluppo e produzione di dispositivi o sistemi per applicazioni tecnologiche avanzate. Nel contesto internazionale la figura professionale dell'Ingegnere Fisico è ricompresa nell'offerta formativa dei maggiori Atenei tecnologici.

Il corso di Laurea fornisce le basi culturali e tecniche, matematico-fisiche ed ingegneristiche, necessarie per svolgere un'attività di ricerca e sviluppo nelle aeree delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), delle nanostrutture, dei nanosistemi e nanodispositivi, nonché nell'analisi e nella gestione di sistemi fisici, biologici e sociali complessi. Esso consente un ingresso diretto nel mondo del lavoro, prioritariamente presso industrie a tecnologia avanzata, centri di ricerca o strutture ospedaliere nelle quali le competenze tecniche acquisite negli studi di 1° livello possono essere adeguatamente utilizzate in ruoli tecnologici ed applicativi. Nello stesso tempo, esso fornisce allo studente una formazione di base privilegiata per proseguire gli studi in un percorso formativo di Laurea Magistrale, potendo scegliere fra varie opzioni offerte dal Politecnico di Torino, e prioritariamente fra il Corso di Laurea di II livello in Nanotecnologie per le ICT (Nanotechnologies for the ICTs) ed il Corso di II livello in Fisica dei Sistemi Complessi (Physics of Complex Systems).

Il percorso formativo non prevede orientamenti ed è organizzato in aree tematiche interconnesse.

Uno studente incontrerà insegnamenti in cui svilupperà:

- le competenze di base indispensabili alla formazione di un Ingegnere, comprendenti i fondamenti scientifici e gli aspetti metodologici ed operativi della matematica e delle scienze di base (fisica, chimica, informatica) riferite all'Ingegneria. I relativi insegnamenti sono collocati nel primo anno e nella prima metà del secondo anno; le aree di apprendimento di pertinenza, descritte nel successivo quadro A4b, sono: "Matematica, Informatica e Statistica" e "Fisica di base e Chimica".

- le competenze ingegneristiche di base indispensabili per definire la figura professionale dell'Ingegnere operante nell'area dell'Informazione, con specifico riferimento a: elettrotecnica, elettronica, campi elettromagnetici e misure. I relativi insegnamenti sono collocati al secondo e terzo anno; le aree di apprendimento di pertinenza, descritte nel successivo quadro A4b, sono: "Ingegneria Elettrica" e "Ingegneria Elettronica".

- le competenze di fisica avanzata ed applicata indispensabili per definire la figura professionale dell'Ingegnere fisico, riguardanti la meccanica quantistica e la fisica statistica, la fisica dei sistemi complessi, la fisica dello stato solido, la fisica nucleare, e le loro applicazioni in materiali e per dispositivi innovativi. I relativi insegnamenti sono collocati soprattutto al terzo anno, in modo da utilizzare pienamente e sinergicamente i contenuti e gli strumenti metodologici ed operativi forniti dagli insegnamenti della base scientifica e della base ingegneristica; l'area di apprendimento di pertinenza, descritta nel successivo quadro A4b, è "Fisica avanzata ed applicata".

In tal modo lo studente riceve una formazione bilanciata di scienze e metodologie di base, di ingegneria dell'informazione e di fisica avanzata e applicata che fornisce un insieme di competenze ed abilità congruenti con le destinazioni professionali inserite nel precedente quadro A2a.

Lo studente ha inoltre la possibilità di selezionare, all'interno dell'offerta formativa dell'ateneo, ulteriori insegnamenti per completare ed approfondire la sua preparazione, sia su argomenti di economia e delle scienze umane, sia su tematiche emergenti proprie dell'ingegneria dell'informazione o di altri settori ingegneristici. Può inoltre optare, utilizzando parzialmente o totalmente i CFU a scelta dello studente, per l'effettuazione di un tirocinio aziendale su tematiche congruenti con il progetto formativo che prevede la presenza di un tutor accademico e di un tutor aziendale.

Completano la formazione crediti dedicati alla formazione linguistica di base ed alla prova finale.

Al termine del corso di laurea, lo studente saprà usare dispositivi e apparecchiature a tecnologia avanzata basati su fenomeni fisici innovativi (ad esempio, dispositivi per le micro- e nanotecnologie e per la microelettronica, dispositivi per le telecomunicazioni e per la registrazione di informazioni e dati).

Gli insegnamenti di questo corso di laurea possono anche essere seguiti, per i primi due anni, in lingua Inglese, traendo beneficio dall'inserimento nell'ambiente multi-etnico composto dai molti studenti di madrelingua straniera che si iscrivono al Politecnico.

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

Le attività di tipo affini o integrative previste contribuiranno a definire ulteriormente gli obiettivi formativi della attività di base e caratterizzanti ed ammontano ad almeno 24 CFU. Tali attività costituiscono un approfondimento delle discipline, matematico-fisiche, chimiche ed ingegneristiche necessarie ad affrontare argomenti avanzati nelle aeree delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), delle nanostrutture, dei nanosistemi e nanodispositivi, nonché nell'analisi e nella gestione di sistemi fisici, biologici e sociali complessi.

La attività previste afferiscono alle seguenti aree disciplinari:

- Metodi matematici avanzati con applicazioni alla fisica moderna e alla fisica sistemi complessi
- Fisica e chimica dei materiali per dispositivi tecnologici avanzati

- Progettazione e ottimizzazione di dispositivi elettrici

Il principale strumento didattico consiste in lezioni frontali integrate da esercitazioni in aula ed eventualmente accompagnata da dimostrazioni/esercitazioni nei laboratori. Le conoscenze e i risultati raggiunti sono valutati tipicamente attraverso esami orali e/o scritti.

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)

L'Ingegneria Fisica è un percorso ingegneristico collocato nel mondo delle ICT che richiede in modo integrato le conoscenze e la comprensione di aspetti multidisciplinari che spaziano dalla fisica moderna e della materia, alle telecomunicazioni, all'informatica, ai controlli e all'elettronica richiedendo approfondimenti sia di carattere metodologico/fondamentale sia di carattere progettuale sui componenti fondamentali e sui sistemi dedicati al mondo dell'Information Technology.

Il percorso formativo non ha orientamenti.

Le conoscenze e competenze attese riguarderanno i diversi ambiti disciplinari caratterizzanti i dispositivi e i sistemi tipici del settore dell'information technology, oggetto del corso di Laurea, quali:

- ampia conoscenza delle matematiche di base e delle tematiche di matematica avanzata ritenute di maggior impatto ed interesse per l'Ingegneria, in particolare per l'Ingegneria dell'informazione e della comunicazione. Comprensione della necessità di utilizzare un approccio ed un procedimento matematico rigoroso nella trattazione dei problemi ingegneristici, e delle tecniche e modalità attraverso le quali attuare tale procedimento. (Insegnamenti: Analisi Matematica I, Analisi Matematica II, Geometria, Metodi matematici per l'ingegneria)
- Ampia ed approfondita conoscenza della fisica generale e della meccanica quantistica, nonché conoscenza degli argomenti di fisica avanzata di rilevanza nel settore della nanofisica, delle nanoscienze e delle nanotecnologie, e più in generale per tutte le tecnologie industriali avanzate. Comprensione della necessità di operare una sintesi tra matematica e fisica allo scopo di risolvere problemi relativi a sistemi fisici complessi, e comprensione delle tecniche fisiche sperimentali e teoriche attraverso le quali è possibile risolvere tali problemi. (Insegnamenti: Fisica I, Fisica II, Fisica Quantistica e Statistica, Fisica dello Stato Solido, Fisica Nucleare, Fisica dei Materiali, Tecnologie per le Nanoscienze)
- Conoscenza dei principi di base della chimica, dell'informatica e dell'elettrotecnica di maggiore interesse per l'Ingegneria. Comprensione dei concetti, metodi e tecniche che consentono di impiegare ed integrare sinergicamente tali principi nello studio di problemi di tipo fisico ed elettronico. (Insegnamenti: Chimica, Elettrotecnica, Informatica)
- Ampia conoscenza dei fondamenti dell'Elettronica, con particolare riguardo alle tematiche dei dispositivi e circuiti, delle misure, dei campi elettromagnetici, che si integrano specificamente con le tematiche proprie della fisica avanzata della materia. Comprensione della necessità di ibridare concetti fisici e concetti dell'ingegneria elettronica nella progettazione, caratterizzazione ed utilizzazione di dispositivi avanzati basati su fenomeni fisici anche complessi. (Insegnamenti: Dispositivi Elettronici, Circuiti Elettronici, Elettronica Applicata).
- l'ingegneria dei campi elettromagnetici, relativamente la teoria della propagazione in guida d'onda e nello spazio libero e conoscenze di base sull'analisi e progetto di antenne (Insegnamento: Elettromagnetismo Applicato)

Conoscenza della lingua inglese a livello di padronanza della terminologia necessaria per stabilire una comunicazione di base con terzi su temi di carattere scientifico/ingegneristico. Comprensione dei termini comuni e dei termini scientifici, nonché della costruzione della frase in lingua inglese. Gli studenti acquisiranno gli elementi di lingua inglese nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura) finalizzati al raggiungimento del livello B2, come definito dal Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue (QCER).

Le conoscenze e le capacità vengono acquisite dagli studenti attraverso lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratori informatici e sperimentali. In alcuni insegnamenti sono previste attività condotte in modo autonomo da ciascuno studente o da gruppi di lavoro, secondo modalità indicate dai docenti. Ogni insegnamento indica quanti crediti sono riservati a ciascuna modalità didattica.

L'accertamento delle conoscenze e della capacità di comprensione avviene tramite esami scritti e orali, che possono comprendere test a risposte chiuse, esercizi di tipo algebrico o numerico, quesiti relativi agli aspetti teorici. Per i corsi con una rilevante parte di laboratorio vengono altresì valutati l'impegno e i risultati delle attività pratiche. Le tipologie di esame dei vari insegnamenti sono definite in modo da esporre ogni studente a diverse modalità di accertamento.

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

Al termine del percorso di studi lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze e competenze acquisite nei vari ambiti a diversi contesti, al fine di

- Capacità di usare correttamente e con sicurezza le tecniche dell'analisi matematica, dell'algebra lineare e della geometria nello studio di problemi matematici e fisici inerenti a tematiche proprie dell'Ingegneria dell'informazione e della comunicazione. (Insegnamento: Dispositivi Elettronici, Circuiti Elettronici)
- Capacità di adattare i concetti della fisica generale ed avanzata a specifici problemi inerenti a tematiche proprie della Fisica avanzata, della Nanofisica e dell'Ingegneria dell'informazione e della comunicazione, e capacità di integrare costruttivamente e con sicurezza le conoscenze ricevute su argomenti fisici diversi nella risoluzione di tali problemi. (Insegnamenti: Fisica dei Materiali Avanzati, Tecnologie per le Nanoscienze).
- progettare e realizzare, comprendendone i principi fisici sottostanti, piccoli sistemi elettronici analogici e digitali e misurarne le caratteristiche (Insegnamento: Elettronica Applicata).
- capacità di utilizzare tecniche informatiche di base, concetti di chimica elementare e metodi dell'elettrotecnica nella risoluzione di problemi di fisica moderna di interesse per la società industriale a tecnologia avanzata (Insegnamenti: Fisica dello Stato Solido).
- Capacità di applicare i concetti e le tecniche dell'Elettronica di base alla risoluzione di problemi di fisica avanzata della materia ed alla progettazione di dispositivi basati su fenomeni tipici della fisica dello stato solido e della Nanofisica, e capacità di utilizzare componentistica elettronica adeguata al raggiungimento di un determinato obiettivo operativo (Insegnamenti: Dispositivi Elettronici, Circuiti Elettronici, Elettronica Applicata).
- analizzare e comprendere semplici sistemi di propagazione in guida d'onda e nello spazio libero identificando i parametri principali e studiando i meccanismi della trasmissione (Insegnamento: Elettromagnetismo Applicato).
- procedere nello studio con l'iscrizione ad una laurea magistrale nel settore ICT.

La capacità di applicare conoscenza e comprensione della lingua inglese si ottiene con una discreta padronanza della lingua nelle quattro abilità comunicative principali (produzione verbale e scritta, ascolto, lettura), sia in contesto personale che professionale.

La capacità di applicare conoscenze e comprensione sono acquisite dallo studente tramite lo sviluppo di esercizi guidati e di semplici progetti, che richiedono l'uso dei modelli e delle metodologie descritte nelle lezioni. Le esercitazioni di laboratorio mirano anche a individuare criticità e limiti dei modelli matematici rispetto alle situazioni reali. Ogni insegnamento indica quanti crediti sono riservati a ciascuna modalità didattica.

Le verifiche avvengono con esami scritti e orali, comprensivi di esercizi di progetto (tipo "problem solving", che richiedono scelte aggiuntive rispetto alle specifiche), la stesura di relazioni riguardanti argomenti sviluppati in laboratorio e piccoli progetti. Un accertamento complessivo avviene con la prova finale, che richiede l'integrazione di conoscenze acquisite in diversi ambiti.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Il corso di laurea mira a sviluppare la capacità di acquisire, comprendere ed elaborare in maniera autonoma dati relativi a tipici problemi della moderna fisica dei materiali innovativi e per applicazioni biomediche e nucleari, nonché sviluppare autonomamente un progetto, anche semplice, basato sull'utilizzazione di dispositivi che sfruttano effetti e fenomeni fisici.

Allo studente vengono forniti, nel gruppo di insegnamenti inseriti nelle aree di apprendimento "Matematica, Informatica e Statistica" e "Fisica di base e Chimica" gli strumenti e l'autonomia di giudizio per costruire i modelli razionali per la rappresentazione di problemi complessi ed i relativi algoritmi risolutivi. L'autonomia di giudizio, in questa accezione, viene verificata attraverso le modalità e gli strumenti didattici propri degli insegnamenti in tali aree di apprendimento.

Gli vengono inoltre forniti, nel gruppo di insegnamenti inseriti nelle aree di apprendimento "Ingegneria elettrica" ed "Ingegneria elettronica" quegli

strumenti operativi che lo rendono in grado di individuare autonomamente soluzioni e di migliorare le prestazioni di un dispositivo o di un sistema organizzato contenente diversi tipi di dispositivo. L'autonomia di giudizio, in questa accezione, viene verificata attraverso le modalità e gli strumenti didattici propri degli insegnamenti in tali aree di apprendimento.

Infine, nel gruppo di insegnamenti inseriti nell'area di apprendimento "Fisica avanzata e applicata" vengono forniti allo studente gli strumenti di calcolo, di analisi e le informazioni necessarie per studiare autonomamente le proprietà fisiche di interesse applicativo di numerose classi di materiali e sistemi, e migliorarne le prestazioni finalizzate all'applicazione. L'autonomia di giudizio, in questa accezione, viene verificata attraverso le modalità e gli strumenti didattici propri degli insegnamenti in tale area di apprendimento.

Normalmente la definizione delle condizioni al contorno di un qualunque problema fisico o delle specifiche di un qualsiasi progetto da sviluppare non è completa, ed esiste quindi un margine di libertà decisionale e di azione; lo studente viene messo in grado di fare in autonomia delle scelte personali basate prioritariamente su considerazioni scientifiche nella consapevolezza dell'impatto economico e sociale che ogni specifica soluzione tecnologica potrà avere nella società contemporanea. Tale aspetto dell'autonomia di giudizio viene appreso nel corso di vari insegnamenti effettuati in parte nel secondo e soprattutto nel terzo anno del corso di studio, in particolare nelle aree di apprendimento "Fisica avanzata ed applicata" ed "Ingegneria Elettronica". L'autonomia di giudizio, in questa accezione, viene verificata sia negli esami di profitto dei singoli insegnamenti, mediante la somministrazione di prove scritte nelle quali i dati possono essere forniti in modo incompleto, sovrabbondante o incerto, nonché durante la discussione orale.

Abilità comunicative (communication skills)

Il corso di laurea sviluppa le capacità di:

- partecipare ad un gruppo di lavoro su un obiettivo definito, scambiando continuamente informazioni con i colleghi
- presentare in forma scritta i risultati ottenuti nel corso di una campagna di misure ovvero a conclusione di uno studio teorico, descrivendo le caratteristiche e le funzionalità degli apparati sperimentali o dei metodi di calcolo usati
- scrivere un rapporto tecnico
- presentare in forma orale, con l'ausilio di supporti informatici, i risultati di semplici progetti, ricerche e lavori condotti in prima persona o in attività di gruppo.

Le abilità comunicative a) - c) sono elettivamente sviluppate nei corsi delle aree di apprendimento "Fisica di base e Chimica", "Ingegneria Elettronica" e "Fisica avanzata e applicata" che prevedono l'effettuazione di esperienze di laboratorio con presentazione di una relazione finale, e viene verificata dai docenti di competenza con le modalità proprie degli insegnamenti interessati.

L'abilità d) viene elettivamente sviluppata nei corsi dell'area di apprendimento "Fisica avanzata e applicata" che prevedono un esame parzialmente basato sulla presentazione di un argomento a scelta attinente al programma dell'insegnamento, e viene verificata dai docenti di competenza con le modalità proprie degli insegnamenti interessati ed in sede di valutazione della monografia finale. In questo caso vengono valutati in maniera specifica sia i contenuti dell'elaborato stesso sia le capacità di sintesi, comunicazione ed esposizione del candidato.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il corso di laurea sviluppa la capacità di apprendere come si affrontano i problemi tipici dell'ingegneria fisica attraverso l'analisi di casi di studio reali, integrando strumenti matematico-fisici ed informatici con gli strumenti tipici dell'ingegneria dell'informazione, allo scopo di consentire agli studenti di acquisire i fondamenti metodologici richiesti per proseguire gli studi ad un livello superiore, e di fornire gli strumenti adeguati per consentire un aggiornamento continuo delle proprie competenze professionali in tempi successivi alla conclusione del proprio percorso di studi.

La capacità di apprendimento viene intesa sia come mantenimento e sviluppo delle conoscenze impartite nei vari corsi sia come formazione di un'attitudine mentale a:

- utilizzare prioritariamente un approccio di tipo rigorosamente logico-deduttivo per lo studio di problemi anche complessi
- preferire descrizioni di tipo quantitativo di un problema o fenomeno fisico anche complesso a descrizioni puramente qualitative
- apprendere con il massimo rendimento nuove nozioni impartite in forma orale (in Aula) e scritta (testi, appunti del docente)ricevute
- estendere il proprio livello di apprendimento ricercando materiale integrativo allo scopo di accrescere e complementare le nozioni

Le attitudini a) - c) vengono sviluppate in tutte le aree di apprendimento ma soprattutto nelle aree "Matematica, Informatica e Statistica" e "Fisica di base e Chimica" e vengono verificate lungo tutto il percorso di studi attraverso gli esami di profitto e la valutazione delle relazioni sulle attività di laboratorio. L'attitudine d) viene sviluppata elettivamente nell'area di apprendimento "Fisica avanzata e applicata" che è collocata verso la fine del percorso formativo triennale e viene verificata attraverso gli esami di profitto e la valutazione della monografia finale.

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

Per l'ammissione al corso di laurea occorre essere in possesso del titolo di scuola superiore richiesto dalla normativa in vigore o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo, nonché il possesso o l'acquisizione di un'adeguata preparazione iniziale. Poiché il Corso è a numero programmato è richiesto il sostenimento di un test di ammissione unico per tutte le lauree triennali dell'Area dell'Ingegneria (TIL – I Test In Laib Ingegneria). La prova consiste nel rispondere a quesiti su 4 aree disciplinari (matematica, comprensione del testo e logica, fisica e conoscenze tecniche di base).

Le conoscenze richieste per l'accesso al corso di laurea, le relative modalità di verifica e gli eventuali obblighi formativi aggiuntivi da assolvere entro il primo anno del corso sono definiti nel regolamento didattico del corso di studio.

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

La prova finale consiste nella preparazione di un elaborato scritto realizzato in autonomia.

La prova finale ha un valore di 3 crediti e riguarda approfondimenti, analisi, sviluppi o applicazioni di quanto appreso negli insegnamenti del corso di laurea, o di altri argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studi.

La prova finale ha l'obiettivo di verificare le capacità individuali di integrazione delle conoscenze acquisite nei vari insegnamenti mediante l'approfondimento di esperienze di laboratorio interdisciplinari con redazione di una relazione tecnica.

Il contenuto della relazione tecnica deve essere tale da dimostrare che lo studente ha acquisito una adeguata conoscenza della letteratura scientifica (nazionale e/o internazionale) sul tema trattato; inoltre, nello sviluppo dell'argomento assegnato egli deve dimostrare di saper padroneggiare modalità e approcci di analisi richiesti nella stesura della relazione stessa, e deve dar prova di saper trarre criticamente dalle evidenze esposte una conclusione ben argomentata. La relazione tecnica può essere redatta in italiano o in inglese.

La prova finale ha inoltre la funzione di sviluppare la capacità di applicare conoscenza e comprensione alla produzione di una sintesi coerente e completa di una tematica di ricerca nella quale lo studente ha operato in un ruolo esecutivo, e la capacità di comunicare verbalmente informazioni scientifiche significative su un argomento specifico in un intervallo di tempo definito, anche mediante l'uso di strumenti informatici di presentazione.

Modalità di assegnazione e dettagli sullo svolgimento della prova finale sono precisati nel regolamento didattico di Corso di Laurea.

Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

Il Politecnico di Torino, unico Ateneo del Piemonte e della Valle d'Aosta a rilasciare titoli accademici abilitanti alla professione di ingegnere e architetto, prima dell'applicazione del DM 509/1999, aveva un'organizzazione della didattica regolata in modo che presso le Facoltà di Ingegneria potessero essere attivati 16 diversi Corsi di Laurea (di durata quinquennale) nelle sedi di Torino e di Vercelli, 13 diversi Corsi di Diploma Universitario (di durata triennale) nelle sedi di Torino, Alessandria, Aosta, Ivrea, Mondovì e Vercelli e 7 diversi Corsi di Diploma Universitario erogati nella forma mista a distanza. Inoltre, molti dei 16 Corsi di Laurea previsti erano articolati in indirizzi, dei quali venivano stabilite con norma nazionale le denominazioni; si disponeva poi che dell'indirizzo seguito venisse fatta menzione nel certificato di laurea.

La normativa precedente il DM 509/1999 riconosceva quindi l'opportunità di istituire percorsi formativi molto articolati per l'accesso alle professioni di ingegnere e, conseguentemente, le Facoltà avevano differenziato la propria offerta didattica, tenendo conto delle proprie competenze in termini di ricerca scientifica e degli sbocchi professionali esistenti.

Presso le Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino, al momento dell'entrata in vigore del DM 509/1999, in particolare per quanto riguarda il "settore dell'informazione", erano attivi tre Corsi di Laurea nella sede di Torino (Ingegneria Elettronica, Informatica, delle Telecomunicazioni), un Corso di Laurea presso la II Facoltà di Ingegneria con sede in Vercelli (Ingegneria Elettronica), un Corso di Diploma nella sede di Torino (Ingegneria Elettronica), un Corso di Diploma nella sede di Aosta (Ingegneria delle Telecomunicazioni) e due Corsi di Diploma nella sede di Ivrea (Ingegneria elettronica e Ingegneria informatica).

Le considerazioni precedenti mostrano come, già da molto tempo, veniva riconosciuta la necessità di fornire agli aspiranti ingegneri una preparazione differenziata, in relazioni agli sbocchi professionali, anche sensibilmente diversi, presenti nell'ambito del medesimo settore.

La riforma degli Ordinamenti Didattici, realizzata in applicazione del DM 509/99, ha istituito le seguenti Classi di Laurea:

8 - Ingegneria Civile e Ambientale

9 - Ingegneria dell'Informazione

10 - Ingegneria Industriale

Il numero degli ambiti caratterizzanti previsti per la Classe 9 erano 6. Gli obiettivi formativi qualificanti per tale classe così affermavano: "In particolare, le professionalità dei laureati della classe potranno essere definite in rapporto ai diversi ambiti applicativi tipici della classe. A tale scopo i curricula dei corsi di laurea della classe si potranno differenziare tra loro, al fine di approfondire distinti ambiti applicativi." La convinzione del legislatore sull'esistenza di diverse figure professionali all'interno della medesima classe di laurea nell'ambito dell'ingegneria dell'informazione è poi chiaramente dimostrata dal fatto che gli sbocchi professionali indicati per la Classe sono differenziati per ciascuno degli ambiti caratterizzanti. In quest'ottica deve essere letta la norma che impone di inserire nel Regolamento Didattico del Corso di Studio attività formative appartenenti ad almeno tre ambiti caratterizzanti e non a tutti quelli previsti nel Decreto sulle classi.

A valle di questa normativa, la Facoltà di Ingegneria attivò una serie di Corsi di Laurea, in gran parte per trasformazione dei Corsi di Studio dell'ordinamento previgente il DM 509/99.

Presso le Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino furono attivati cinque Corsi di Laurea nella sede di Torino (Ingegneria Elettronica, Informatica, delle Telecomunicazioni, Fisica, Del cinema e dei mezzi di comunicazione), due Corsi di Laurea presso la II Facoltà di Ingegneria con sede in Vercelli (Ingegneria Elettronica, Ingegneria informatica) successivamente trasformati in uno solo (Electronic and Computer Engineering), un Corso di Laurea nella sede di Aosta (Ingegneria dell'informazione), un Corso di Laurea nella sede di Mondovì (Ingegneria elettronica) e due Corsi di Laurea nella sede di Ivrea (Ingegneria elettronica e Ingegneria informatica). Furono attivati anche corsi di laurea nella forma mista a distanza in quasi tutti i corsi di laurea nella sede di Torino e in diverse sedi decentrate.

Inoltre, presso la IV Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino era attivo un Corso di Laurea nella sede di Torino in Ingegneria dell'organizzazione d'impresa.

Il DM 16/3/07 ha previsto, in applicazione del DM 270/04, la sostituzione della Classe 9 con la Classe L 8 - Ingegneria dell'Informazione.

Gli ambiti caratterizzanti previsti per tale classe sono diventati 7, aumentando pertanto rispetto al decreto precedente. Gli sbocchi professionali continuano a essere suddivisi per ciascun ambito caratterizzante e gli obiettivi formativi contengono le stesse frasi riportate sopra.

Il Politecnico di Torino ha richiesto l'istituzione, ex DM 270/04, dei seguenti Corsi di Laurea nella Classe L 8 - Ingegneria dell'Informazione:

- presso la III Facoltà di Ingegneria: Ingegneria del cinema e dei mezzi di comunicazione, Ingegneria delle Telecomunicazioni, Ingegneria Elettronica, Ingegneria Fisica e Ingegneria Informatica;

- presso la IV Facoltà di Ingegneria: Ingegneria gestionale (interclasse L-8/L-9).

Dal 1 gennaio 2010 la II Facoltà di Ingegneria con sede in Vercelli è stata disattivata e dall'a.a. 2010/11 non saranno più attivati i primi anni nelle sedi di Alessandria, Mondovì, Verres e Vercelli. Nelle sedi decentrate è prevista una progressiva riduzione dell'attività didattica fino alla disattivazione totale dei corsi di studio. Inoltre, non saranno più attivati i Corsi di Laurea in forma mista a distanza per gli studenti lavoratori.

La richiesta di istituzione di tali corsi, che prevedevano una contrazione rispetto ai corsi offerti negli anni precedenti, in linea con il Piano Strategico di Ateneo, le Linee Guida ministeriali e quelle specifiche approvate dal Senato Accademico, che richiedevano una semplificazione dell'offerta formativa di primo livello, è stata largamente motivata, oltre che dalla storia dell'Ingegneria piemontese, dagli sbocchi professionali esistenti, dall'ampia richiesta da parte del mondo del lavoro di personale con capacità professionali differenziate, come segnalato anche negli incontri con le parti sociali organizzati dal Politecnico di Torino in occasione dell'applicazione del DM 270/04 e dalle attività di ricerca presenti presso i Dipartimenti di riferimento dell'allora III Facoltà di Ingegneria.

Comunicazioni dell'ateneo al CUN

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
Progettista di dispositivi a tecnologia avanzata
<p>funzione in un contesto di lavoro: Partecipa alla progettazione ed all'ottimizzazione di dispositivi a tecnologia avanzata per circuiti elettronici a partire dalle specifiche, operando la selezione dei dispositivi e degli altri componenti circuitali attivi e passivi, il progetto della scheda circuitale e del suo layout ed infine il collaudo finale. Un progettista di dispositivi a tecnologia avanzata ha tipicamente il compito di progettare in dettaglio, a seconda delle richieste, dispositivi sensori e dispositivi attuatori la cui funzionalità è basata su effetti di fisica quantistica di sistemi di elettroni anche confinati su scala nanometrica. Il compito di progettazione della figura professionale include dispositivi di tipo miniaturizzato anche per impieghi nelle micro- e nanotecnologie applicate alle ICT. La figura professionale ha inoltre il compito di contribuire ad integrare i dispositivi progettati in sistemi per la raccolta e l'elaborazione di dati e di segnali prodotti da sorgenti anche di bassissima intensità quali i sistemi biologici, la memorizzazione dell'informazione, l'elaborazione ed il trasferimento dell'informazione.</p>
<p>competenze associate alla funzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sviluppa ed ottimizza materiali per dispositivi a tecnologia avanzata basati sullo sfruttamento di fenomeni della fisica quantistica della materia - sviluppa ed ottimizza materiali e nanomateriali funzionali applicabili ai moderni dispositivi avanzati per le ICT - prepara e caratterizza dal punto di vista fisico materiali innovativi per dispositivi a tecnologia avanzata - organizza semplici circuiti elettronici contenenti dispositivi elettronici e microelettronici - si integra in gruppi di lavoro operanti nel campo delle tecnologie microelettroniche e dei microsistemi - utilizza dispositivi in radiofrequenza, sensori e attuatori per progettare dispositivi multifunzionali complessi
<p>sbocchi occupazionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Industrie a tecnologia avanzata - Centri di ricerca pubblici e privati - Laboratori universitari
Operatore e manutentore di apparati basati su fenomeni fisici avanzati
<p>funzione in un contesto di lavoro: Ha il compito di operare su apparati, anche complessi, funzionali alla produzione e caratterizzazione di materiali innovativi, alla raccolta ed 'analisi di segnali e dell'informazione da sorgenti anche di tipo biologico ed ambientale, e ad attività connesse alla diagnosi ed al trattamento di malattie. In particolare gli viene affidato il compito di operare su sistemi a tecnologia avanzata, quali ad esempio: i laser per applicazioni industriali e metrologiche, i sistemi per la fotonica, i sistemi per la realizzazione dell'alto vuoto, i sistemi per la tecnologia dei nanomateriali ed i sistemi diagnostici e terapeutici per la medicina. Ha inoltre il compito di intervenire nella messa a punto, funzionalizzazione, collaudo, manutenzione e mantenimento di tali sistemi e apparati.</p>
<p>competenze associate alla funzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gestisce e manovra un apparato industriale o per uso biomedicale basato su tecnologie avanzate, e ne ottimizza le prestazioni - gestisce e manovra sistemi di produzione del vuoto ed apparecchiature criogeniche - mantiene la funzionalità di apparati o sistemi di misura basati su materiali innovativi per tecnologie avanzate - gestisce e manovra apparati basati su tecniche avanzate (nucleari e di fisica della materia) per applicazioni biomediche
<p>sbocchi occupazionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Industrie a tecnologia avanzata - Enti per la protezione del territorio - Aziende ospedaliere e aziende sanitarie locali - Laboratori universitari
Consulente scientifico in aziende di servizi per le industrie
<p>funzione in un contesto di lavoro: Interviene nel processo di trasferimento dell'innovazione verso l'applicazione in tutti i settori industriali che utilizzano tecnologie fisiche e ottiche, anche mediante funzioni di consulenza presso imprese o società che si occupano della diffusione e della valorizzazione dell'innovazione tecnologica presso le aziende del settore produttivo. Ha il compito di formulare suggerimenti sull'opportunità di adottare nuove tecnologie per i processi industriali, essendo in grado di determinare le condizioni di applicabilità di una nuova tecnica o di una classe di materiali innovativi. Ha inoltre il compito di cooperare quale tecnico dell'innovazione alla stesura di una mappa dei costi e benefici connessi all'adozione di una nuova tecnologia.</p>
<p>competenze associate alla funzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valuta e propone le tecnologie innovative più adatte ad un particolare processo industriale - suggerisce l'adozione di tecniche innovative per la misurazione di grandezze fisiche di interesse applicativo - suggerisce le soluzioni più adatte per la costruzione di dispositivi basati su materiali innovativi
<p>sbocchi occupazionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Studi di consulenza scientifico-tecnologica
Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)
<ul style="list-style-type: none"> • Tecnici fisici e nucleari - (3.1.1.1.2) • Tecnici elettronici - (3.1.3.4.0)
Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:
<ul style="list-style-type: none"> • ingegnere dell'informazione 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	MAT/03 Geometria MAT/05 Analisi matematica MAT/06 Probabilità e statistica matematica MAT/08 Analisi numerica	28	48	-
Fisica e chimica	CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 Fisica sperimentale FIS/03 Fisica della materia	28	48	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 36:		-		

Totale Attività di Base	56 - 96
--------------------------------	---------

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria elettronica	ING-INF/01 Elettronica ING-INF/02 Campi elettromagnetici ING-INF/07 Misure elettriche e elettroniche	20	40	-
Ingegneria informatica	ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni	6	18	-
Ingegneria delle telecomunicazioni	ING-INF/02 Campi elettromagnetici	6	18	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:		-		

Totale Attività Caratterizzanti	45 - 76
--	---------

Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	24	36	18

Totale Attività Affini	24 - 36
-------------------------------	---------

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	-	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		3	3
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-
Totale Altre Attività		21 - 21	

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	180
Range CFU totali del corso	146 - 229

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

Note relative alle altre attività

Note relative alle attività di base

Note relative alle attività caratterizzanti

L'intervallo delle attività affini e integrative supera il valore massimo suggerito dalle indicazioni CUN perchè nel corso di laurea in Ingegneria fisica sono erogati un insieme di insegnamenti caratterizzanti l'ingegneria fisica, riguardanti argomenti di meccanica quantistica, meccanica statistica, fisica dei sistemi complessi, fisica dello stato solido, fisica nucleare e relative applicazioni ai materiali innovativi.

RAD chiuso il 27/02/2023