

Università	Università degli Studi di TRENTO
Classe	LM-53. - Ingegneria dei materiali
Nome del corso in italiano	Ingegneria dei Materiali <i>modifica di: Ingegneria dei Materiali (1415806)</i>
Nome del corso in inglese	Materials Engineering
Lingua in cui si tiene il corso	inglese
Codice interno all'ateneo del corso	0531H
Data di approvazione della struttura didattica	16/10/2024
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	27/11/2024
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	24/09/2021 - 23/01/2019
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	14/01/2022
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	https://offertaformativa.unitn.it/it/lm/materials-engineering
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Ingegneria Industriale
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	24 - max 24 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024

Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-53. Ingegneria dei materiali

a) Obiettivi culturali della classe

I corsi della classe hanno come obiettivo quello di formare specialisti in ingegneria dei materiali, con approfondite conoscenze interdisciplinari e in grado di inserirsi nel mondo del lavoro in posizioni di responsabilità.

In particolare, i laureati magistrali nei corsi della classe devono:

- conoscere gli aspetti teorico-applicativi dell'ingegneria industriale e in modo approfondito quelli dell'ingegneria dei materiali, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere anche in modo innovativo problemi complessi;
- conoscere aspetti teorico-applicativi della matematica, della chimica e della fisica degli stati condensati, ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere problemi che tipicamente richiedono un approccio interdisciplinare;
- possedere conoscenze e competenze utili alla progettazione delle proprietà dei materiali partendo dalle strutture atomiche e molecolari che li compongono;
- avere padronanza del metodo scientifico di indagine e delle strumentazioni di laboratorio ed essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale e dell'etica professionale.

b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

I percorsi formativi dei corsi di laurea magistrale della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate all'acquisizione di conoscenze avanzate nei campi:

- dei processi, del trattamento e delle tecnologie di sviluppo, produzione e trasformazione dei diversi materiali;
- del comportamento meccanico e delle proprietà strutturali e funzionali dei materiali;
- della progettazione di materiali, componenti e manufatti per applicazioni strutturali e funzionali;
- dell'impiego, anche in condizioni estreme, dei materiali, del loro degrado, protezione e ripristino, e degli aspetti concernenti il loro riciclo e riutilizzo a fine vita;
- della modellizzazione matematica del comportamento dei materiali e dei processi di trasformazione finalizzata alla loro investigazione e trattazione teorica;
- delle metodologie chimiche, fisiche, e ingegneristiche, con particolare riferimento alle correlazioni tra i vari livelli strutturali e le proprietà, alla caratterizzazione ed alla funzionalizzazione dei materiali e manufatti.

c) Competenze trasversali non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

I laureati magistrali nei corsi della classe devono essere in grado di:

- dialogare efficacemente con esperti di specifici settori applicativi, comprendendo le necessità degli ambiti in cui si troveranno a operare e suggerendo soluzioni efficaci;
- operare in gruppi interdisciplinari costituiti da esperti provenienti da settori diversi;
- mantenersi aggiornati sugli sviluppi delle scienze e tecnologie;
- comunicare efficacemente i risultati delle analisi condotte, in forma scritta e orale.

d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali per laureati in corsi della classe

I laureati della classe trovano occupazione nel settore industriale con mansioni progettuali, direttive, organizzative, e gestionali, e presso Università ed Enti di ricerca nel campo dell'alta formazione e della ricerca. Inoltre svolgono attività anche come liberi professionisti o come lavoratori dipendenti nell'ambito di società di servizi e consulenza.

Gli ambiti tipici di attività sono quelli della ricerca e sviluppo di nuovi materiali, della progettazione avanzata e della produzione, dell'innovazione, della pianificazione, della

programmazione e gestione di sistemi complessi, della qualificazione e diagnostica dei materiali presso aziende per lo sviluppo e la produzione dei materiali, nonché in laboratori di ricerca ed in enti pubblici e privati.

I laureati della classe possono accedere all'Ordine degli Ingegneri, previo superamento dell'Esame di stato e iscrizione all'albo, e svolgere le attività professionali previste dalla Normativa vigente.

e) Livello di conoscenza di lingue straniere in uscita dai corsi della classe

I laureati magistrali nei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, a livello QCER B2 o superiore, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

f) Conoscenze e competenze richieste per l'accesso a tutti i corsi della classe

Padronanza di nozioni e strumenti di base delle scienze matematiche, chimiche e fisiche, e conoscenze fondamentali nelle discipline caratterizzanti della presente classe.

g) Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe

La prova finale deve comprendere un'attività di progettazione o di ricerca, che dimostri la padronanza degli argomenti e degli strumenti, nonché la capacità di operare in modo autonomo.

h) Attività pratiche e/o laboratoriali previste per tutti i corsi della classe

I corsi di laurea magistrale della classe devono prevedere esercitazioni di laboratorio e/o attività progettuali autonome o in gruppo.

i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe.

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero, presso enti o istituti di ricerca, università, laboratori, aziende e/o amministrazioni pubbliche, anche nel quadro di accordi internazionali.

j) Indicazioni valide solo per corsi della classe con caratteristiche specifiche.

Nessuna ulteriore indicazione.

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

Le opportunità di confronto con organizzazioni rappresentative dell'interesse per il CdS, antecedenti alla stesura dell'ordinamento, sono state molteplici. In tutte le occasioni, si è sottolineato che il processo prende spunto dalla necessità di revisione dell'attuale corso di laurea magistrale in Materials and Production Engineering per afferrare alla neo-istituita LM53 in Ingegneria dei Materiali, più adatta per contenuti ed obiettivi dell'attuale collocazione in classe LM 22 (Ingegneria chimica): si tratta quindi dell'istituzione di un nuovo corso per realizzare il cambio della classe di afferenza.

La Giornata di Dipartimento organizzata il 23 gennaio 2019 si è focalizzata sulla didattica, coinvolgendo rappresentanti (il presidente della Sezione Servizi Innovativi e Tecnologici Confindustria, il Vicepresidente Sezione Meccanica, Meccatronica e Impianti Confindustria, il presidente di un'impresa territoriale, il direttore tecnico di un'impresa territoriale, il manager tecnico di un'impresa territoriale, alcuni ingegneri laureati del Dipartimento) della realtà imprenditoriale locale nell'elaborare un quadro condiviso di punti di forza e debolezza dell'offerta didattica in relazione al contesto in continua evoluzione. Dalla discussione è emersa la centralità dell'ingegnere dei materiali come figura chiave dello sviluppo economico e come protagonista dell'evoluzione dell'industria moderna (Industry 4.0) e della transizione ecologica in atto (Green deal), nonché una richiesta di aumentare l'attrattività dell'attuale CdS ed il numero di laureati/e magistrali immessi nel mondo del lavoro. Le imprese richiedono sempre di più laureati/e magistrali in ingegneria che siano in grado di affrontare problemi difficilmente riconducibili agli schemi tradizionali, quindi capaci di integrare conoscenze e, se necessario, aggiornarle autonomamente. Risulta centrale, in questa riflessione, la capacità della LM in Ingegneria dei Materiali di adeguare i contenuti formativi ad una evoluzione delle competenze sempre più veloce ed interdisciplinare (ambito materiali/tecnologie, modellazione software, gestione della transizione ecologica), stimolando la partecipazione attiva degli/le studenti/esse e valorizzando l'impostazione progettuale della trasmissione del sapere.

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale si avvale di un Advisory Board presieduto da un docente dell'University of California Berkeley e composto dal Direttore della Direzione Operativa di Trentino Sviluppo, dalla coordinatrice del Servizio Formazione Education di Confindustria Trento, dal Vicepresidente Sezione Meccanica, Meccatronica e Impianti Confindustria Trento, dall'Account Manager & Technical Training Specialist di Bosch Italia, dall'Executive Vice President R&D del Gruppo Danieli. L'incontro con l'Advisory Board del Dipartimento (3 luglio 2019) ha confermato le linee generali già emerse nella giornata di Dipartimento. Lo strumento indicato per aumentare i/le laureati/e magistrali incrementando l'attrattività nazionale ed internazionale è duplice: da un lato si suggerisce di puntare su contenuti interdisciplinari ed innovativi, conformi ai trend di sviluppo delle imprese più avanzate, dall'altro si consiglia di potenziare la visibilità delle proposte formative, delle collaborazioni con le industrie e delle prospettive di carriera dei/le neo-laureati/e magistrali. Il recente incontro con l'Advisory Board, tenutosi in data 24 settembre, ampiamente dedicato alla discussione sul nuovo Corso di studio LM53, ha restituito un giudizio positivo sulla proposta di revisione. Gli esperti hanno evidenziato la solidità e la qualità dell'offerta formativa e ribadito l'importanza di rafforzare il rapporto con il modo dell'industria, a beneficio di una comunicazione più efficace delle caratteristiche della figura dell'ingegnere dei materiali: si ritiene che gli ottimi sbocchi professionali e l'elevata occupabilità rappresentino motivazioni convincenti per aumentare l'attrattività nei confronti dei potenziali futuri studenti.

Il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, mediante la relazione congressuale del Presidente datata 18 settembre 2019, evidenzia che i corsi di laurea magistrale del settore industriale, comprendenti le classi LM22-Ingegneria chimica ed LM53-Scienza e ingegneria dei materiali, sono in costante aumento e coprono il 30% dei laureati (www.fondazioneicni.it). Il dato conferma la forte richiesta di figure professionali dotate di questa formazione da parte della realtà industriale nazionale. È interessante sottolineare che entrambe le classi di laurea magistrale vantano una percentuale significativa di donne laureate (41.1% per la LM22, 32.6% per la LM53).

L'iniziativa di Ateneo del Career Fair (Autumn Career Fair 27 novembre 2019 e Career Fair 27 maggio 2020 - online) costituisce ormai da diversi anni un interessante momento di confronto con importanti aziende nazionali (ed anche multi-nazionali) non solo per gli/le studenti, ma anche per il Dipartimento. Le presentazioni aziendali, i colloqui e le posizioni lavorative aperte (talvolta espressamente per gli/le studenti dello specifico CdS) hanno permesso di identificare i profili professionali più richiesti (responsabile della produzione, responsabile della qualità, esperto in controllo qualità, tecnologo di processo) e le competenze chiave ricercate nei/le neo-laureati/e magistrali (ottimizzare i parametri del processo produttivo, eseguire analisi dati, stabilire indicatori chiave di prestazione, definire ed applicare standard di qualità, ricerca e sviluppo di nuovi materiali). Le aziende ospiti operanti in ambito produttivo hanno espresso tramite i/le responsabili delle Risorse Umane un forte interesse per l'impostazione interdisciplinare del nuovo CdS in Ingegneria dei materiali, orientato alla visione di sistema, nonché nella capacità di combinare le diverse competenze necessarie per risolvere problemi che si manifestano frequentemente nella professione ingegneristica.

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

L'obiettivo formativo generale del corso di studio è quello di formare laureati/e magistrali con solide basi culturali in ambito ingegneristico e qualificanti conoscenze inerenti ai processi di produzione, le proprietà, lo sviluppo e le applicazioni dei materiali, l'ideazione, la progettazione e lo sviluppo di prodotti innovativi, la gestione del ciclo di vita dei prodotti in coerenza con l'attuale evoluzione della moderna industria manifatturiera, in cui prevale l'approccio di sistema, necessario per l'applicazione dei criteri di sostenibilità e per l'implementazione dei principi dell'economia circolare.

Il percorso formativo intende perseguire i seguenti obiettivi specifici:

- fornire conoscenze approfondite di scienza ed ingegneria dei materiali;
- far acquisire la padronanza dei principali metodi di riferimento per la progettazione, sviluppo, produzione, trasformazione, caratterizzazione, controllo di qualità e gestione dei materiali tradizionali ed innovativi per applicazioni specifiche nell'industria manifatturiera;
- fornire una spiccata cultura dell'innovazione e la sensibilità per progettare, sviluppare e gestire i prodotti e i relativi processi di produzione con attenzione all'intero ciclo di vita;
- fornire competenze di conduzione e coordinamento di progetti di innovazione e sviluppo di materiali, prodotti industriali, con una visione di sistema e un'attenzione privilegiata sull'applicazione tecnologie emergenti;
- sviluppare la capacità di avvalersi dei moderni metodi di aggiornamento della conoscenza, di strumenti innovativi in grado di aumentarne la competitività e di comprenderne l'impatto sulle tecnologie esistenti;
- sviluppare la capacità di convertire i trend di sviluppo e di avanzamento tecnologico e scientifico in progetti di innovazione e/o nella concezione di nuovi prodotti e processi per l'industria moderna, in particolare quella del settore manifatturiero;
- fornire le competenze per intervenire con una forte visione innovativa in ambiti fondamentali dell'industria moderna, quali quelli dell'energia, delle tecnologie biomediche, dei processi produttivi e dei materiali ecosostenibili;
- sviluppare le capacità di armonizzare le competenze tecnico-specialistiche acquisite con le competenze trasversali, non disciplinari (tra cui, ad esempio, saper lavorare in gruppo, pensare in modo creativo, saper dialogare con figure professionali specifiche, sapersi esprimere e redigere rapporti tecnici in lingua inglese) e digitali (tra cui, ad esempio, saper utilizzare software di modellazione e progettazione, svolgere ricerche dati/informazioni online);
- sviluppare le competenze e le conoscenze che permettano di organizzare i necessari collegamenti tra discipline, comprendendo le finalità tecniche e sperimentali del processo di apprendimento anche mediante attività pratiche di laboratorio, progettuali e di simulazione.

Il raggiungimento degli obiettivi formativi previsti dal corso di studio avviene mediante un percorso formativo in cui al primo anno comune sono forniti, all'interno di attività formative obbligatorie caratterizzanti, gli strumenti teorico-applicativi fondamentali riguardanti la chimica e la fisica degli stati condensati, la termodinamica, la struttura e le proprietà delle diverse classi di materiali, i relativi processi produttivi, consolidando la capacità di comprenderne il funzionamento, progettarne l'applicazione, valutarne il degrado in esercizio, pianificarne il ripristino.

Il secondo anno prevede attività formative specifiche inerenti ai materiali avanzati, alle moderne tecnologie di produzione, ai metodi di progettazione e sviluppo di prodotto, alle strategie di gestione dei materiali nell'arco dell'intero ciclo di vita, con particolare attenzione alla sostenibilità ed al riciclo. In particolare, gli insegnamenti proposti sia nelle discipline caratterizzanti che nelle discipline affini permettono di consolidare le competenze di base dell'ingegnere dei materiali sulle differenti classi di materiali, sui relativi processi di fabbricazione, sulle proprietà ed applicazioni avanzate e "smart" e consentono di acquisire le competenze interdisciplinari che concorrono a consolidare la preparazione tecnica ed accrescere la capacità d'interazione dei/le laureati/e all'interno delle diverse funzioni aziendali lungo tutta la fase di progettazione e sviluppo di prodotto, nonché nella gestione del suo ciclo di vita e nella definizione delle tecnologie abilitanti per i sistemi di produzione.

Al secondo anno allo/a studente è inoltre offerta la possibilità di scegliere tra curricula di approfondimento differenziati che, integrando aspetti di innovazione ed imprenditorialità, si focalizzano su contesti applicativi di ambiti diversi, ritenuti strategici e del tutto coerenti col progetto formativo del corso di studio nel suo complesso. In particolare, si evidenziano ad esempio gli approfondimenti sui processi manifatturieri e lo sviluppo di prodotto, sull'uso sostenibile dell'energia, sui materiali e le tecnologie per le applicazioni biomediche e funzionali e sui materiali sostenibili.

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

Le attività affini ed integrative contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi formativi specifici ed in particolare puntano a sviluppare la visione di sistema, ad affinare la capacità di organizzare i collegamenti tra discipline, a favorire la capacità di interazione con tutte le funzioni aziendali, promuovere attitudini all'innovazione e all'imprenditorialità, di fondamentale importanza per l'inserimento nel contesto lavorativo.

In quest'ottica un ruolo fondamentale è attribuito alle discipline che affrontano i principi ed i metodi della progettazione di prodotto e l'applicazione delle moderne tecniche di modellazione.

L'offerta di attività affini ed integrative permette agli/le studenti/esse approfondimenti specifici in base al curriculum formativo scelto tra quelli offerti dal Corso di studio; tali attività consentono di focalizzare le competenze acquisite negli insegnamenti obbligatori su specifici contesti applicativi tra cui, ad esempio, quelli dell'energia, delle tecnologie biomediche, dei processi manifatturieri e dei materiali e dei processi di produzione e trasformazione ecosostenibili.

In particolare, le attività affini e integrative prevedono insegnamenti che, a seconda del curriculum scelto:

- forniscono conoscenze approfondite sulle tecniche e le tecnologie di produzione dei materiali ed abilitano all'impiego dei moderni metodi di progettazione e sviluppo comprendendo i più moderni criteri legati alla sostenibilità;
- trattano dei materiali per la trasformazione la gestione sostenibile dell'energia, dei nanomateriali e delle nanotecnologie, dei processi elettrochimici alla base della produzione e dello stoccaggio dell'energia per differenti impieghi;
- approfondiscono le differenti classi di biomateriali e relative tecnologie di fabbricazione, i principali dispositivi biomedicali e i relativi principi di funzionamento e progettazione, oltre che il comportamento biomeccanico delle protesi ortopediche.

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

Coscienza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Il/la laureato/a magistrale nel CdS in Materials Engineering è in possesso di conoscenze approfondite nell'ambito dell'ingegneria dei materiali, delle tecnologie dei processi di produzione e dei sistemi di lavorazione, oltre a significative conoscenze sui principi e metodi di progettazione, sulle tecniche di modellazione, sull'economia circolare, la gestione della qualità e dell'innovazione. Queste conoscenze sono fornite in parte nelle attività caratterizzanti e in parte in quelle affini e integrative

In particolare, le conoscenze sviluppate dai laureati sono finalizzate ad acquisire la capacità di contestualizzare il materiale nel suo ciclo di vita, grazie alla visione di sistema ed alla conoscenza delle problematiche sia di carattere tecnico che inerenti alla sostenibilità.

Allo scopo, durante il percorso formativo lo studente acquisisce in primo luogo conoscenze approfondite delle scienze fisiche e chimiche con l'obiettivo di giungere alla comprensione profonda della struttura e proprietà delle varie classi di materiali. Su questa formazione di base si innesta una approfondita formazione sulle maggiori classi di materiali (metalli, polimeri, vetri, ceramiche, compositi), sul loro comportamento in esercizio, sugli ambiti applicativi, sulle tecnologie di produzione con relativa implementazione dei processi produttivi. Questa impostazione è inoltre completata dalle conoscenze acquisite e dalla capacità di comprensione maturata in tutti gli ambiti che contribuiscono a formare una visione di sistema, attraverso la quale la conoscenza approfondita delle tematiche dell'ingegneria dei materiali può essere utilmente spesa nell'innovazione di prodotto e processo e nella gestione dell'intero ciclo di vita di un prodotto.

Per acquisire tale bagaglio di conoscenze e capacità di comprensione gli/le studenti/esse possono avvalersi, oltre che di lezioni frontali incentrate sugli aspetti teorici delle discipline, anche di attività tecnico-pratiche di laboratorio nelle quali è previsto l'utilizzo di tecnologie di processo, di tecniche di caratterizzazione e di modellazione avanzate.

Formano parte integrante del percorso formativo le visite aziendali e gli incontri/seminari tenuti da tecnici provenienti dal mondo produttivo.

I risultati dell'apprendimento e le relative competenze acquisite vengono quindi verificate sia con prove d'esame scritte e/o orali che attraverso attività di carattere progettuale per la soluzione di problemi concreti di interesse industriale, oltre che con presentazioni in aula volte a sviluppare soft skills quali la capacità di parlare in pubblico e di presentare i risultati del proprio lavoro.

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

Il/la laureato/a magistrale nel CdS in Materials Engineering ha la capacità di pianificare, progettare e gestire lo sviluppo di materiali e dei loro processi produttivi e di trasformazione. È in grado di contribuire, in autonomia e/o in coordinamento con altre figure aziendali tecniche e gestionali, nell'analisi, progettazione, sviluppo e gestione delle diverse fasi del ciclo di vita del materiale o del prodotto. Grazie alla visione d'insieme e alle approfondite conoscenze sui materiali è in grado di padroneggiare l'intero processo di produzione e/o di specializzarsi in una specifica fase. Sa valutare le diverse soluzioni tecnologiche e i diversi materiali che concorrono alla realizzazione di un prodotto/mezzo di produzione, e scegliere la più opportuna. Ha acquisito la capacità di identificare i requisiti del prodotto e formulare in modo sintetico le specifiche tecniche, in modo da poter pervenire alla definizione di criteri, metriche e giudizi fondati, attraverso la definizione di opportune grandezze da misurare. Ha la capacità di analizzare il ciclo di vita di un prodotto per formulare soluzioni più sostenibili attraverso strategie di economia circolare.

Queste competenze sono state sviluppate, oltre che mediante lezioni frontali, anche attraverso compiti specifici assegnati dai docenti all'interno dei diversi corsi. Si tratta di esercizi volti all'approfondimento di concetti teorici, di esercizi di modellazione numerica, di raccolte ed elaborazione di dati disponibili in letteratura, piuttosto che di vere e proprie esercitazioni sperimentali in laboratorio. In alcuni corsi la capacità di applicare le conoscenze viene stimolata attraverso progetti e/o studi di fattibilità che, pur in forma preliminare, contengono gli stessi elementi che caratterizzano un progetto esecutivo di tipo industriale. Le competenze acquisite vengono quindi verificate attraverso la valutazione di elaborati scritti, oppure di presentazioni in aula, anche volte a sviluppare soft skills quali la capacità di parlare in pubblico e di presentare i risultati del proprio lavoro.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Il/la laureato/a magistrale in Materials Engineering è in grado di identificare concetti e questioni chiave partendo da vari e vasti input, di capire ed interpretare le diverse posizioni anche divergenti, ed è capace di elaborarne un sunto oggettivo. Ha la capacità di valutare le diverse soluzioni tecnologiche e i diversi materiali che concorrono alla realizzazione di un prodotto/mezzo di produzione, e di scegliere la più opportuna. Se necessario sa identificare e recuperare informazioni, conoscenze e tecnologie mancanti, oppure riconoscere la criticità di alcune tecnologie. È in grado di valutare il raggiungimento dei requisiti di sistema, ivi inclusi i requisiti di natura ambientale, etica e sociale e di quantificare il conseguimento delle specifiche.

Concorrono in particolare a sviluppare questa capacità le discipline formative caratterizzanti, che nel loro insieme forniscono una panoramica delle conoscenze di base in un ambito specifico e che sono impartite con metodologie didattiche che prevedono la partecipazione attiva degli studenti nella raccolta di dati, analisi e formulazione di giudizi critici. Inoltre, particolari attività di tipo progettuale interdisciplinare e il lavoro di tesi contribuiscono ulteriormente a sviluppare la capacità di giudizio. Nelle attività sopra dette viene posta attenzione a fornire allo/a studente metodi per lo studio autonomo dello stato dell'arte, quale elemento di riferimento per la formulazione di giudizi. Queste abilità sono verificate nelle attività di lavoro individuale e autonomo sopra descritte, nei risultati e negli elaborati prodotti.

Abilità comunicative (communication skills)

Il/la laureato/a magistrale nel CdS in Materials Engineering sa trattare informazioni e dati complessi ricavati da fonti diverse ed è in grado di analizzare e gestire tali dati per elaborare chiare ed accurate sintesi, traendo conclusioni pertinenti, anche per avanzare eventuali proposte di azione.

Ha la capacità di comprendere i risultati del lavoro delle persone con cui coopera e le loro richieste. È in grado di comunicare in forma non ambigua i risultati del proprio lavoro e delle proprie attività - intese come parte del progetto/organizzazione a cui partecipa ad un livello idoneo a facilitare il lavoro in gruppi e, se necessario, anche a interlocutori non specialisti. Questa abilità è sviluppata e verificata in diversi momenti all'interno delle attività formative caratterizzanti, affini e nella prova finale, quando lo/a studente è chiamato/a ad esporre i risultati di specifiche attività di studio e/o lavoro autonomo (progetti, tesine, stage), anche organizzando presentazioni del lavoro svolto.

Il/la laureato/a ha la capacità di esprimersi e comunicare in lingua inglese, anche con riferimento al linguaggio specialistico.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il curriculum e il paradigma formativo ispirato ad una visione di sistema del materiale e dei processi industriali di produzione, trasformazione ed applicazione, consentono al/la laureato/a magistrale in Materials Engineering di sviluppare una forma mentale idonea a generare nuove conoscenze e/o a ricercare le conoscenze allo stato dell'arte, e di mantenere un costante processo di apprendimento e di aggiornamento. In particolare, lo/a studente acquisisce due abilità: la prima è la capacità di comprendere i limiti delle proprie conoscenze e di individuare conseguentemente le conoscenze mancanti; la seconda la capacità di indirizzare lo studio per la generazione delle conoscenze mancanti e per l'ampliamento delle competenze e del bagaglio culturale. Tale capacità viene esercitata e sviluppata in diversi momenti all'interno delle attività formative caratterizzanti, affini e nella prova finale, quando lo/a studente è chiamato/a ad approfondimenti autonomi che richiedono analisi bibliografiche, lo studio delle conoscenze più recenti, delle tecniche e delle tecnologie in un determinato ambito della ricerca.

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

I requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione per l'accesso al corso di Laurea Magistrale, ai sensi dell'art. 6, c. 2, del D. M. 270/2004, vengono stabiliti in base ai criteri curriculari e di personale preparazione di seguito illustrati.

Requisiti curriculari

Per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Materials Engineering è richiesto il possesso della laurea o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo.

Possono accedere al corso i/le laureati/e che abbiano acquisito:

- almeno 24 CFU nei SSD: MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, ING-INF/05;

- almeno 18 CFU nei SSD: FIS/01, FIS/03, CHIM/03, CHIM/06, CHIM/07;

- almeno 45 CFU nei SSD: ING-IND/03, ING-IND/04, ING-IND/05, ING-IND/06, ING-IND/07, ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/11, ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/19, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/23, ING-IND/24, ING-IND/25, ING-IND/26, ING-IND/27, ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/34, ING-IND/35, ICAR/01, ICAR/08, di cui almeno 12 CFU nel sottogruppo di SSD caratterizzanti dell'ingegneria dei materiali: ING-IND/16, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/23, ING-IND/24, ING-IND/27 e ICAR/08.

Per i possessori di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo, la verifica dei requisiti curriculari è effettuata da una commissione nominata dal Consiglio di Dipartimento considerando opportune equivalenze tra i contenuti degli esami sostenuti in precedenti percorsi di studi universitari e quelli corrispondenti agli ambiti e ai settori disciplinari sopra specificati.

Adeguatezza della preparazione personale

L'adeguatezza della preparazione personale va obbligatoriamente verificata. A tale verifica hanno accesso solo i/le candidati/e in regola con i requisiti curriculari.

Le modalità di verifica della personale preparazione sono definite nel regolamento didattico del corso.

Per l'ammissione al corso di laurea magistrale lo/a studente deve inoltre dimostrare di possedere conoscenza della lingua inglese di livello pari almeno al livello B2 (CEFR).

Per gli/le studenti di madrelingua diversa dall'italiano sarà verificata la conoscenza posseduta di tale lingua. Le modalità di verifica saranno definite nel regolamento didattico del CdS, ove saranno anche indicate - nei casi di esito negativo di detta verifica - le attività formative da inserire nel piano di studi volte all'acquisizione della conoscenza dell'italiano richieste ai/le laureati/e.

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

La prova finale consiste nella discussione di un lavoro di tesi originale che viene svolto dallo/a studente sotto la guida di un/a relatore/trice secondo quanto riportato nel Regolamento Prova finale delle lauree magistrali approvato dal Dipartimento di Ingegneria Industriale. Nella tesi lo/a studente sintetizza l'attività di progettazione o di ricerca svolta e questo costituisce un'importante occasione di acquisizione di capacità operative, di apprendimento di tecniche e strumenti di analisi, di elaborazione di schemi interpretativi e di sviluppo di procedure. La prova finale è rivolta a valutare la maturità scientifica raggiunta dallo/a studente, l'autonomia di giudizio e la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e l'abilità di comunicazione. La discussione è rivolta anche a valutare la preparazione generale dello/a studente in relazione ai contenuti formativi appresi nel corso di studio.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Ingegnere dei materiali

funzione in un contesto di lavoro:

Il/la laureato/a magistrale nel CdS in Materials Engineering può ricoprire ruoli tecnici di alto profilo e/o manageriali in grado di gestire il sistema del prodotto industriale in modo completo, partendo dalla sua definizione fino alla gestione e alla sua commercializzazione. Grazie alla formazione multidisciplinare ed alle competenze trasversali è in grado di svolgere compiti in tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto, dalla progettazione di massima, alla produzione del materiale, alla gestione del processo di fabbricazione, del suo comportamento in esercizio e del fine vita, attraverso opportune strategie di riciclo, riuso o smaltimento. Si interfaccia con figure tecniche operative (progettisti meccanici, tecnologi di processo, ingegneri della pianificazione, della produzione e della logistica), svolge compiti inerenti alla pianificazione di attività in diversi ambiti (ricerca e sviluppo, progettazione, produzione, assistenza tecnica) e di coordinamento delle funzioni che ne sono coinvolte. Il/la laureato/a magistrale in Materials Engineering può svolgere attività sia di carattere tecnico che di ricerca che richiedano la conoscenza approfondita delle scienze di base e dell'Ingegneria, con privilegio degli aspetti specifici dell'ambito della produzione e la trasformazione dei materiali metallici, polimerici, ceramici, vetrosi, compositi e biomateriali per applicazioni nei campi chimico, meccanico, elettrico, elettronico, delle telecomunicazioni, dell'energia, dell'edilizia, dei trasporti, biomedico, ambientale e dei beni culturali. Maturando l'esperienza può svolgere funzioni di supervisione, coordinamento e gestione.

competenze associate alla funzione:

Le competenze associate alle funzioni sopra elencate si riconducono a diversi ambiti. Il/la laureato/a magistrale utilizza le competenze ingegneristiche di base acquisite come strumenti interdisciplinari fondamentali per la comprensione generale del ruolo dei materiali e delle tecnologie produttive nella progettazione sviluppo e produzione del prodotto industriale e per la gestione dell'intero ciclo di vita. Le competenze generali nell'ambito dell'ingegneria dei materiali e quelle specifiche gli ambiti della ingegneria meccanica e dell'ingegneria chimica consentono al/la laureato/a magistrale di comprendere, progettare, gestire ed innovare i prodotti ed i sistemi di produzione sia negli aspetti generali che in quelli di dettaglio. La formazione e le competenze specifiche gli consentono di partecipare attivamente a processi di progettazione, di gestione di processo e di prodotto, mettendo a disposizione conoscenze specifiche sui criteri di selezione dei materiali, sulle loro proprietà, sulla loro lavorabilità, sul loro comportamento e degrado in esercizio e, non ultimo, sulla loro sostenibilità e la loro gestione a fine vita.

Nell'ambito manifatturiero l'ingegnere dei materiali offre competenze derivanti da una preparazione approfondita sulle tecnologie di produzione e di lavorazione, sui meccanismi di danneggiamento in esercizio e sulle metodologie e gli strumenti di progettazione utilizzati nell'industria manifatturiera per l'ottimizzazione dei processi e dei prodotti attuali e per lo sviluppo di processi e prodotti innovativi.

Nel settore dell'energia e dello sviluppo sostenibile l'ingegnere dei materiali si distingue per le competenze nell'ambito dei materiali e processi per la produzione e trasformazione dell'energia, la riduzione dei consumi energetici attraverso materiali e tecnologie innovative, il recupero ed il riciclo per ridurre l'impatto ambientale dei processi di produzione e trasformazione dei materiali. Si caratterizza per le competenze nell'ambito della sostenibilità ambientale dei processi industriali, della razionalizzazione dei consumi di materie prime e del fabbisogno energetico per la produzione.

Nel settore biomedico l'ingegnere dei materiali si propone con competenze specifiche nell'ambito della progettazione e l'impiego di materiali per applicazioni biomedicali e funzionali, con riferimento anche ai materiali bioispirati e biomimetici.

sbocchi occupazionali:

- Imprese manifatturiere che si occupano della produzione e della trasformazione di materiali;
- laboratori di ricerca pubblici e privati che si occupano di certificazione della qualità, progettazione, ricerca e sviluppo di materiali, prodotti e processi per il settore manifatturiero, per la trasformazione e la gestione sostenibile dell'energia, per le applicazioni dei materiali all'ingegneria biomedica;
- enti pubblici e di servizio che si occupano di transizione ecologica, riciclo, gestione di progetti nazionali ed internazionali, prove e certificazione materiali, gestione sostenibile dell'energia, transizione ecologica e riciclo;
- società di progettazione, di consulenza e servizi nell'ambito metallurgico, siderurgico, manifatturiero, energetico, dei biomateriali e delle biotecnologie, dell'ecologia industriale, della transizione ecologica e del riciclo;
- attività libero-professionale previo superamento dell'esame e l'iscrizione all'Ordine o, dopo aver maturato esperienze specifiche, attività di consulenza aziendale;
- proseguimento in studi universitari di terzo livello (dottorato di ricerca), sia in ambito nazionale che internazionale.

Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)

- Ingegneri dei materiali - (2.2.1.5.2)

Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Chimica e fisica della materia	CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/03 Fisica della materia	6	12	-
Ingegneria dei materiali	ICAR/08 Scienza delle costruzioni ING-IND/16 Tecnologie e sistemi di lavorazione ING-IND/21 Metallurgia ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/23 Chimica fisica applicata ING-IND/24 Principi di ingegneria chimica ING-IND/27 Chimica industriale e tecnologica	42	54	35
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:		48		

Totale Attività Caratterizzanti	48 - 66
--	---------

Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	18	36	12

Totale Attività Affini	18 - 36
-------------------------------	---------

Altre attività

ambito disciplinare	CFU min	CFU max	
A scelta dello studente	9	15	
Per la prova finale	15	24	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	6
	Abilità informatiche e telematiche	0	0
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	6
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		3	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali	0	0	

Totale Altre Attività	27 - 57
------------------------------	---------

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	93 - 159

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

Note relative alle altre attività

Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 27/11/2024