

Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali

Manifesto degli studi 2024-25

Attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)
I Anno – 1° Semestre				
Modelli e metodi numerici per l'ingegneria dei Materiali		6	MAT/07	4
Tecnologie dei Materiali Ceramici		9	ING-IND/22	2
Scienza e tecnologia dei polimeri	Scienza dei polimeri	6	ING-IND/22	2
I Anno – 2° Semestre				
Scienza e tecnologia dei polimeri	Tecnologia dei polimeri	6	ING-IND/22	2
Tecnologie dei materiali compositi		9	ING-IND/16	4
Termodinamica dei Materiali		9	ING-IND/22	2
II Anno – 1° Semestre				
Tecnologie molecolari nei materiali avanzati		6	CHIM/07	2
Metallurgia		6	ING-IND/21	2
Sostenibilità Ambientale dei Materiali		6	ING-IND/22	2
Materiali per le nanotecnologie	Materiali nanostrutturati	6	FIS/03	2
II Anno – 2° Semestre				
Materiali per le nanotecnologie	Nanotecnologie per l'elettronica	6	FIS/03	2
Corrosione e protezione dei Materiali		6	ING-IND/21	2
Attività formative a scelta autonoma dello studente (**)		0-18		3
Altre attività formative: Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro Collocazione: I o II semestre del II anno		6		6
Prova finale		15		5

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

(**) Lo studente deve scegliere attività per un totale di 18 CFU liberamente distribuiti tra I e II anno. Gli esami suggeriti in Tabella B garantiscono l'automatica approvazione del piano di studi.

Tabella B – Insegnamenti suggeriti per la scelta autonoma (*)**

Attività formativa	CFU	SSD	Note	CdS da cui il corso è mutuato
1° semestre				
Biomateriali	6	ING-IND/34		
Ingegneria dei materiali nanofasici per l'energetica e la sensoristica	6	ING-IND/22		
Laboratorio avanzato di nanomateriali e nanostrutture	6	FIS/03		
Materiali per la tutela dell'ambiente	6	ING-IND/22		
Simulazione del comportamento fluidodinamico dei materiali	6	ING-IND/26		
Sviluppo sostenibile di materiali polimerici	6	CHIM/07		
Simulazione molecolare di materiali	6	CHIM/04		
2° semestre				
Elementi di modellazione numerica per l'ingegneria	6	ING-IND/22		
Materiali innovativi per applicazioni strutturali	6	ICAR/09		
Materiali e tecniche per la tutela dei beni culturali	9	ING-IND/22		
Materiali e tecnologie per il fotovoltaico	6	ING-IND/22		
Materiali e tecnologie per il packaging	6	ING-IND/22		
Meccanica dei fluidi complessi	6	ING-IND/24		Ingegneria Chimica (LM)
Organi artificiali e protesi	6	ING-IND/34		
Simulazione del comportamento strutturale dei materiali	6	ICAR/08		
Trattamenti superficiali dei materiali	6	ING-IND/21		

(***) La scelta di esami riportati nella Tabella B garantisce l'automatica approvazione del piano di studi. A meno di indicazioni diverse nella colonna "Note", tutti gli esami elencati sono offerti sia al I che al II anno di corso.

Table degli esami opzionali per il Minor IT Green Technologies

Tabella A

Insegnamento o attività formativa	Semestre	CFU	SSD	CdS LM da cui è eventualmente mutuato
Industrial Ecology and Green Engineering	II	6	ING-IND/25	Ingegneria Chimica
Electrical Technologies for the Ecological Transition	II	6	ING-IND/31-32	Ingegneria Elettrica
Thermo-mechanical technologies for the Energy Transition	II	6	ING-IND/08-10	Ingegneria Meccanica
Circular Bioeconomy for Ecological Transition	II	6	ICAR/03	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Sustainable Materials	II	6	ING-IND/22	Ingegneria dei Materiali

Tabella B

Insegnamento o attività formativa	Semestre	CFU	SSD	CdS LM da cui è eventualmente mutuato
Environmental Chemical Engineering	I	6	ING-IND/25	Ingegneria Chimica
Thermo-chemical conversion of biomass and waste	II	6	ING-IND/26	Ingegneria Chimica
Sustainable technologies for pollution control	I	6	ING-IND/25	Ingegneria Chimica
Ingegneria Sanitaria Ambientale	II	6	ICAR/03	Ingegneria Chimica
Industrial Chemistry from renewable feedstocks	I	9	ING-IND/27	Ingegneria Chimica
Sustainable Process Design	I	9	ING-IND/25	Ingegneria Chimica
Environmental Monitoring	II	6	ING-IND/24	Ingegneria Chimica
Regenerative Chemistry	I	6	CHIM/07	Ingegneria Chimica
Pianificazione e gestione delle smart grids	II	6	ING-IND/33	Ingegneria Elettrica
Tecnologie innovative per il risparmio energetico	I	6	ING-IND/33	Ingegneria Elettrica
Electric and hybrid vehicles	II	9	ING-IND/32	Ingegneria Elettrica
Energy Management for transportation	II	9	ING-IND/32	Ingegneria Elettrica

Impianti di produzione da fonti tradizionali e rinnovabili	I	6	ING-IND/33	Ingegneria Elettrica
Sistemi energetici innovativi	I	6	ING-IND/08	Ingegneria Elettrica
Energetica	II	9	ING-IND/10	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente
Tecnologie avanzate per l'energia	I	9	ING-IND/10	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente
Modellazione avanzata di sistemi termodinamici	II	9	ING-IND/10	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente
Sistemi di propulsione per l'autotrazione	II	9	ING-IND/08	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente
Sperimentazione e impatto ambientale delle macchine	I	9	ING-IND/09	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente
Smart and Electric Mobility	II	9	ICAR/05	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Smart Energy Water	II	9	ICAR/02	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Smart, Resilient and Sustainable City	I	9	ICAR/20	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Materiali e tecnologie per il fotovoltaico	II	6	ING-IND/22	Ingegneria dei Materiali
Ingegneria dei materiali nanofasici per l'energetica e la sensoristica	I	6	ING-IND/22	Ingegneria dei Materiali
End of life management of products and infrastructures	I	3	ICAR/09	Ingegneria dei Materiali

Tabella C

Insegnamento o attività formativa	Semestre	CFU	SSD	CdS LM da cui è eventualmente mutuato
Network Security	II	6	ING-INF/05	Informatica
Machine learning and big data	II	9	ING-INF/05	Informatica
Technologies for information systems	II	9	ING-INF/05	Informatica



ALLEGATO 2.1

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO

INGEGNERIA DEI MATERIALI

CLASSE LM-53

Scuola: SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Dipartimento: INGEGNERIA CHIMICA, DEI MATERIALI E DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 23-24

Insegnamento: MODELLI E METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA DEI MATERIALI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: MAT/07		CFU: 6	
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C		
Modalità di svolgimento: in presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. Questo corso si propone di fornire conoscenze avanzate di metodi numerici per risolvere Equazioni a Derivate Parziali (EDP) che intervengono in problemi di Ingegneria dei Materiali. I seguenti argomenti saranno trattati: Conduzione del calore e diffusione, incluso i mezzi porosi; Metodo delle differenze finite, incluso il metodo delle linee; Metodo degli elementi finiti; EDP paraboliche, iperboliche, ellittiche; Calcolo scientifico su piattaforma Matlab; Onde; Diffusione in due e tre dimensioni spaziali.			
Obiettivi formativi. Dopo questo corso l'allievo/a sarà capace di: (i) risolvere equazioni a derivate parziali usando metodi numerici; (ii) usare il metodo delle differenze finite ed il metodo degli elementi finiti; (iii) usare Matlab per il calcolo scientifico; (iv) modellare problemi d'Ingegneria con equazioni a derivate parziali. Obiettivo precipuo del corso sarà quello di fornire all'allievo gli strumenti necessari ad affrontare problemi governati da sistemi di equazioni a derivate parziali. L'allievo sarà in grado, a partire dal problema fisico, di definire il modello matematico, di sviluppare il codice numerico e valutarne la correttezza. A tal fine saranno sviluppate specifiche attività intra-corso, con partecipazione diretta degli allievi, su problemi di interesse industriale.			
Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna			

Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prova orale e sviluppo di un programma Matlab relativo a specifico problema d'Ingegneria dei materiali.

Insegnamento: TECNOLOGIE DEI MATERIALI CERAMICI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ING-IND/22		CFU: 9	
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B		
Modalità di svolgimento: in presenza			
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. Materiali ceramici tradizionali. Argille. Struttura e classificazione e proprietà tecnologiche dei minerali delle argille. Smagranti. Fondenti carbonatici e feldspatici. Ciclo tecnologico di produzione dei M.C.: purificazione delle materie prime, macinazione, miscelazione, omogeneizzazione, formatura, essiccazione, vetrinatura – smaltatura, decorazione e cottura. Tecniche di caratterizzazione chimica, fisica, mineralogica e meccanica dei MC. Principali tipologie di prodotti ceramici e relativi campi di applicazione. Refrattari ed isolanti ceramici. Vetri e vetroceramiche. Leganti aerei ed idraulici. Materiali ceramici speciali. Relazioni tra struttura, microstruttura e proprietà. La conducibilità elettrica nei materiali ceramici; conducibilità intrinseca ed estrinseca. Composti non stechiometrici: FeO; TiO₂; ZnO. Sensori di gas e di umidità. Conduttori cationici: NaCl drogato con MnCl₂; AgCl drogato con CdCl₂. Elettroliti solidi: AgI; RbAg₄I₅; beta-allumine. Applicazioni degli elettroliti solidi: Batteria Na/S; Batteria ZEBRA. Conduttori anionici: PbF₂ e ZrO₂ stabilizzata con CaO e ZrO₂. Applicazioni dei conduttori anionici: sensori di O₂ a base di CSZ e TiO₂; sonde LAMBDA; celle a combustibile SOCF. Produzione dei materiali ceramici speciali. Sinterizzazione delle polveri ceramiche in fase solida, liquida e sotto pressione: aspetti fenomenologici ed ottimizzazione dei parametri di processo. Esempi di materiali ceramici speciali: nitruro di silicio, sialoni, carburo di silicio, zirconia. Materiali ceramici tenaci. Caratterizzazione meccanica dei materiali ceramici mediante approccio statistico di Weibull.</p>			
<p>Obiettivi formativi. Il corso si prefigge di fornire gli strumenti, di base ed applicativi, necessari per la conoscenza dei materiali ceramici in termini di progettazione, produzione, caratterizzazione e utilizzazione.</p>			
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prova scritta finale			

Insegnamento: SCIENZA E TECNOLOGIA DEI POLIMERI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ING-IND/22		CFU: 12	
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B		

Modalità di svolgimento: in presenza

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.

Scienza dei polimeri

In linea con le tematiche di pertinenza del Settore Scientifico Disciplinare, il corso fornisce competenze che racchiudono “la globalità degli aspetti culturali e professionali relativi alla scienza ed alla tecnologia dei materiali sia strutturali che funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico per la meccanica, l’aerospazio, le costruzioni, i trasporti terrestri, navali ed aeronautici, l’energia e l’ambiente, l’elaborazione ed il trattamento delle informazioni, la salute e l’alimentazione, i beni artistici, archeologici e monumentali” con specifico riferimento ai materiali polimerici.

Tecnologia dei polimeri

Processi di estrusione (1 CFU): analisi delle funzioni e modellazione delle operazioni unitarie coinvolte nei processi di estrusione; trattamento del particolato solido; fusione; pompaggio; miscelazione; formatura in testa. Stampaggio a iniezione (1 CFU): analisi delle funzioni e modellazione delle operazioni unitarie coinvolte nei processi di stampaggio ad iniezione; funzioni e caratteristiche di progettazione essenziali dei componenti dello stampaggio ad iniezione come sprue, runner e gate; pattern del flusso nello stampaggio; fenomeni di cristallizzazione durante lo stampaggio. Altre tecnologie (1 CFU): analisi delle altre tecnologie per la trasformazione delle materie plastiche; formatura secondaria, a valle del processo di estrusione; calandratura; tecniche a bassa produttività. Processi di schiumatura (0.5 CFU): analisi delle funzioni e modellazione delle operazioni unitarie coinvolte nei processi di schiumatura; schiumatura con agenti espandenti fisici; schiumatura con agenti espandenti chimici; schiumatura per aereazione; fenomeni di coalescenza delle bolle. Tecnologie di termoindurenti (1 CFU): reaction injection molding; pultrusione; compression molding. Gli additivi nelle tecnologie di trasformazione (0.5 CFU): analisi delle classi di additivi utilizzate nell’industria polimerica; agenti antifuoco, agenti nucleanti, agenti antiossidanti, coloranti, neutralizzatori di acidità, agenti reticolanti, plasticizzanti, antistatici, anti UV, stabilizzatori di processo. Progettazione del prodotto e selezione dei processi (0.75 CFU): Requisiti fondamentali nella selezione dei processi in base al tipo e al grado di polimero, alla forma, alle dimensioni, alle caratteristiche del prodotto ed alla scala di produzione. Esercitazioni di laboratorio (0.25 CFU): estrusione di termoplastici; espansione di poliuretano.

Obiettivi formativi.

Scienza dei Polimeri

Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente deve dimostrare di: (i) conoscere i materiali polimerici essendo capace di correlarne le proprietà alle metodologie di sintesi e alla loro struttura molecolare; (ii) conoscere le principali tecniche di caratterizzazione dei materiali polimerici.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente deve dimostrare di essere in grado di: (i) applicare le conoscenze acquisite riuscendo a selezionare opportunamente il materiale polimerico più adatto alla specifica applicazione cui è destinato; (ii) identificare le indagini sperimentali più adatte allo studio delle caratteristiche del materiale.

Autonomia di giudizio. Lo studente deve dimostrare di: (i) possedere spirito critico analizzando vantaggi e svantaggi derivanti dall’impiego di materiali polimerici rispetto ad altre classi di materiali; (ii) saper discutere e commentare i risultati di analisi sperimentali comuni nel campo dei materiali polimerici; (iii) di confrontare soluzioni alternative a problematiche connesse all’impiego di materiali polimerici.

Abilità comunicative. Lo studente deve maturare capacità comunicative sufficienti a: (i) trasmettere in forma scritta e orale le conoscenze acquisite con padronanza di linguaggio, riuscendo a spiegare concetti e nozioni riguardanti i materiali polimerici sia a tecnici specializzati

sia a persone non esperte; (ii) sintetizzare concetti complessi utilizzando correttamente un linguaggio tecnico.

Capacità di apprendimento. Lo studente deve essere in grado di: (i) aggiornarsi o ampliare le proprie conoscenze nel campo dei materiali polimerici attingendo in maniera autonoma a testi e articoli scientifici; (ii) consultare schede tecniche e documentazione di laboratorio.

Tecnologia dei Polimeri

Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente deve dimostrare di: (i) conoscere i materiali polimerici correlandone le proprietà e gli scopi applicativi alle tecnologie di processo e alla loro struttura; (ii) conoscere le tecniche di trasformazione dei materiali polimerici; (iii) saper comprendere le problematiche relative all'impiego di polimeri per applicazioni strutturali e funzionali.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate. Lo studente deve dimostrare di essere in grado di: (i) applicare le conoscenze acquisite selezionando opportunamente materiale e tecnologia di trasformazione più adatti alla specifica applicazione; (ii) identificare le indagini sperimentali più adatte allo studio del processo di trasformazione; (iii) progettare il prodotto e selezionare il processo per una specifica applicazione ed una specifica scala di produzione.

Autonomia di giudizio. Lo studente deve dimostrare di: (i) possedere spirito critico analizzando vantaggi e svantaggi derivanti dall'impiego di differenti tecnologie di trasformazione di materie plastiche; (ii) saper discutere e commentare le variabili di processo di un impianto di trasformazione; (iii) confrontare soluzioni alternative a problematiche connesse all'impiego di materiali polimerici.

Abilità comunicative. Lo studente deve maturare capacità comunicative sufficienti a: (i) trasmettere in forma scritta e orale le conoscenze acquisite con padronanza di linguaggio, riuscendo a spiegare concetti e nozioni riguardanti i materiali polimerici sia a tecnici specializzati sia a persone non esperte; (ii) sintetizzare concetti complessi utilizzando correttamente un linguaggio tecnico.

Capacità di apprendimento. Lo studente deve essere in grado di: (i) aggiornarsi o ampliare le proprie conoscenze nel campo dei materiali polimerici attingendo in maniera autonoma a testi e articoli scientifici; (ii) consultare schede tecniche e di processo; (iii) comprendere in maniera autonoma e senza il supporto del docente argomenti complessi seguendo seminari, conferenze e corsi specifici.

Propedeuticità in ingresso: nessuna

Propedeuticità in uscita: nessuna

Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto.

Scienza dei polimeri: Esame scritto (durata 2 ore; da 6 a 8 domande a risposta aperta) eventualmente seguito da colloquio orale (da 2 a 4 domande aggiuntive a quelle dello scritto). Possono essere fissate prove intercorso facoltative.

Tecnologia dei polimeri: Esame scritto (durata 2 ore; da 6 a 8 domande a risposta aperta) seguito da colloquio orale. Possono essere fissate due prove intercorso facoltative (prove scritte della durata 1,5/2 ore; da 4 a 8 domande a risposta aperta) che, se superate, consentono di accedere direttamente al colloquio orale.

Insegnamento: TECNOLOGIE DEI MATERIALI COMPOSITI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/16	CFU: 9

Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: C
Modalità di svolgimento: in presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. Introduzione: proprietà delle fibre e delle matrici; lamine e laminati. Comportamento meccanico dei materiali compositi. Macromeccanica della lamina: comportamento elastico e resistenze. Metodi di caratterizzazione della lamina. Micromeccanica della lamina. Teoria della laminazione. Comportamento elastico e resistenza dei laminati. Effetto della temperatura e dell'umidità sul comportamento di un laminato. Cenni sugli effetti della fatica e dell'impatto su struttura e proprietà di un composito. Principali proprietà dei laminati di interesse ingegneristico. Metodi di fabbricazione dei manufatti in composito a matrice plastica. Stratificazione manuale. Taglio e spruzzo. Tecnologia dell'autoclave. Resin transfer molding. Filament winding. Pultrusione. Stampaggio per compressione. Wrapping. Stampaggio ad iniezione. Diafragma forming.</p>	
<p>Obiettivi formativi. Conoscenza e capacità di comprensione - Lo studente acquisirà conoscenza dei principali sistemi compositi a matrice polimerica per uso strutturale, della loro meccanica e delle tecnologie industriali per la loro fabbricazione. Capacità di applicare conoscenza e comprensione - Lo studente sarà in grado di progettare un laminato, valutando i vantaggi e svantaggi delle tecnologie di fabbricazione offerte dal panorama industriale. Autonomia di giudizio - Lo studente saprà autonomamente selezionare i materiali di base e le tecnologie di fabbricazione più opportune per un'applicazione assegnata. Abilità comunicative – Lo studente acquisirà la capacità di interagire con persone di differente origine culturale per illustrare in modo chiaro e comprensibile i concetti fondamentali del comportamento meccanico e dei metodi di fabbricazione dei compositi a matrice plastica. Capacità di apprendere – Lo studente imparerà a reperire fonti qualificate e ad utilizzarle autonomamente ai fini di un aggiornamento continuo delle sue competenze culturali.</p>	
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prova scritta finale	

Insegnamento: TERMODINAMICA DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/22	CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: B
Modalità di svolgimento: in presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. Relazioni tra struttura a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), formulazione, processo, prestazioni e proprietà chimiche, fisiche e termodinamiche, trattamento e trasformazione, di tutte le classi di materiali (materiali metallici, ceramici, polimerici, combinazioni multimateriali e compositi).</p>	

<p>Obiettivi formativi. Il corso si propone di approfondire le applicazioni della termodinamica macroscopica per la definizione del comportamento costitutivo dei materiali e delle loro miscele. L'obiettivo principale è quello di fornire all'allievo gli strumenti teorici per l'analisi del comportamento termodinamico di materiali omogenei ed eterogenei nei diversi stati di aggregazione.</p>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Colloquio orale</p>

Insegnamento: TECNOLOGIE MOLECOLARI NEI MATERIALI AVANZATI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: CHIM/07		CFU: 6	
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B		
Modalità di svolgimento: in presenza			
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. Tecnologie top-down: trattamenti fisici e chimici di modifica superficiale, la fotolitografia; Tecnologie bottom-up: il processo di auto assemblaggio chimico, i dispositivi molecolari, le nanotecnologie; le nano strutture auto assemblate: complessi host-guest, nano capsule auto assemblate, monostrati molecolari auto assemblati su superfici; Le strutture molecolari multicomponenti: i dendrimeri: sintesi, proprietà e applicazioni; La catalisi supramolecolare e i nano reattori: processi catalitici su substrati molecolari e supramolecolari; Le modifiche chimiche delle superfici: la tecnica Langmuir-Blodgett, i monostrati autoassemblati funzionali, tecniche di caratterizzazione ed imaging delle superfici; I nanomateriali: gli effetti legati alla variazione dimensionale ed il confinamento quantico; nano particelle metalliche e di semiconduttori, i fullereni e i nano tubi, i materiali nano porosi; I dispositivi molecolari e l'informatica: l'elettronica molecolare, gli switch e i circuiti molecolari; Gli apparecchi meccanici molecolari: i motori biomolecolari, recenti sviluppi e potenziali applicazioni.</p>			
<p>Obiettivi formativi. Fornire i concetti di base, gli approcci metodologici e le tecniche sperimentali riguardo alla costruzione di materiali "dal basso", partendo dal livello molecolare ed utilizzando gli strumenti della chimica supramolecolare. Tra i sistemi studiati vi sono macchine molecolari, dendrimeri, nanostrutture, monostrati auto assemblanti e film sottili.</p>			
<p>Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:</p>			
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Colloquio orale</p>			

Insegnamento: METALLURGIA	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
----------------------------------	---

SSD: ING-IND/21		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Modalità di svolgimento: in presenza		
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. Strutture cristallini dei metalli, trasformazione di fase e microstrutture delle leghe, comportamento alle sollecitazioni e prove meccaniche, produzione dei materiali metallici, metallurgia delle leghe ferrose, metallurgia delle leghe di rame, metallurgia delle leghe di alluminio, metallurgia delle leghe di titanio, metallurgia delle superleghe e leghe per alte temperature, metallografia, analisi al microscopio elettronico di una lega metallica. Tecniche di additive manufacturing di metalli.</p>		
<p>Obiettivi formativi. Conoscenza e capacità di comprensione: Il corso di Metallurgia ed Elementi di Tecnologia dei Metalli ha lo scopo di fornire all'allievo le principali nozioni relative alla produzione di manufatti metallici a partire dalle materie prime fino al prodotto finale. Verranno trattate le strutture cristalline dei metalli, i processi legati alla solidificazione ed all'alligazione, i diversi trattamenti termici finalizzati a dare al manufatto determinate caratteristiche in funzione della destinazione d'uso. Una parte del corso sarà dedicata allo studio delle proprietà meccaniche e come esse siano correlate alla struttura microscopica del metallo. Infine, si studieranno le tecniche di metallografia e i principali metodi di analisi di una struttura metallica.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di indicare la lega metallica più adatta ad un determinato scopo, i trattamenti necessari affinché acquisti determinate caratteristiche ed i metodi di analisi necessari per valutarne le proprietà.</p> <p>Autonomia di giudizio: L'allievo sarà in grado, autonomamente, di comprendere le problematiche relative a taluni aspetti del funzionamento di un manufatto metallico evidenziandone le criticità</p> <p>Abilità comunicative: L'allievo avrà la capacità di far parte di gruppi multidisciplinari e mettere al servizio di un obiettivo comune le proprie conoscenze.</p> <p>Capacità di apprendimento: Lo studente imparerà a reperire fonti qualificate e ad utilizzarle autonomamente ai fini di un aggiornamento continuo delle sue competenze culturali relative ai materiali metallici.</p>		
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prova scritta		

Insegnamento: SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/22		CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B	
Modalità di svolgimento: in presenza		

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. Il corso si articola su più punti: 1) Ambiente ed attività antropica: utilizzo di materie prime e fonti energetiche per la produzione di materiali, con particolare riferimento ai problemi di impatto ambientale connessi. 2) Sostenibilità ambientale dei materiali: valutazione dell'impatto delle attività di produzione, utilizzo e smaltimento dei materiali inorganici sull'ambiente, con particolare riferimento al problema dell'utilizzo di fonti energetiche non rinnovabili. Utilizzo di strumenti per l'implementazione dell'LCA (Life Cycle Assessment) di un materiale. 3) Materiali e ambiente: utilizzo di materiali in processi di Energy Harvesting, Energy Storage ed Environmental Protection. In aggiunta alla parte istituzionale, sono previsti seminari tenuti da esperti esterni su specifici argomenti inerenti le tematiche proposte.

Obiettivi formativi. Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisire, mediante lezioni frontali, un approccio consapevole al problema della produzione e dell'utilizzo dei materiali, con particolare riferimento ai materiali inorganici, in relazione alla sostenibilità ambientale in termini di impatto economico, sociale ed ambientale durante l'intero ciclo di vita (costo energetico di produzione, esercizio, smaltimento). Sarà altresì affrontato il tema dei materiali per l'ambiente, in termini di efficientamento dell'utilizzo dell'energia e di risanamento ambientale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite nell'ambito della valutazione della sostenibilità ambientale, del Life Cycle Assessment e dell'utilizzo di materiali per operazioni di Energy Harvesting, Energy Storage ed Environmental Protection.

Autonomia di giudizio: Acquisire consapevolezza e spirito critico in fase di valutazione della sostenibilità ambientale di un materiale e della possibilità di introdurre sistemi di produzione, lavorazione, e/o prodotti alternativi in grado di aumentarne la sostenibilità.

Abilità comunicative: Produzione di una relazione scritta, da esporre attraverso una presentazione multimediale, in cui si descriva l'elaborazione di un tema tra quelli proposti, illustrando l'approccio adottato per la valutazione di un problema di sostenibilità ambientale, la sua risoluzione ed i risultati potenzialmente conseguibili.

Capacità di apprendimento: Acquisire la capacità di utilizzare differenti sorgenti informative (letteratura scientifica, banche dati online) per ottenere dati aggiornati relativi alle tematiche proposte; elaborare autonomamente e criticamente le informazioni acquisite per produrre valutazioni di sostenibilità ambientale e progettare soluzioni alternative potenzialmente innovative.

Propedeuticità in ingresso: nessuna

Propedeuticità in uscita: nessuna

Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Esposizione e discussione di un elaborato assegnato dal docente

Insegnamento: MATERIALI PER LE NANOTECNOLOGIE		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: FIS/03		CFU: 12	
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B		
Modalità di svolgimento: in presenza			

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.

Materiali nanostrutturati

Struttura elettronica dei Nanofili assemblati su superfici: metodo del tight-binding e quantum confinement – Esempi di nanofili conduttori – Struttura elettronica, proprietà fisiche ed applicazioni del grafene e dei nanotubi di carbonio - La struttura elettronica di quantum dots, quantum wire e quantum wells con il metodo delle funzioni di Wannier - L'equazione a massa efficace – Trasporto di carica nelle nanostrutture: regime balistico, formula di Landauer, quantizzazione della conduttanza – La conduttanza in presenza di diffusione elastica – Trasporto diffusivo elastico nel grafene – Esempi ed applicazioni alla nanoelettronica –Termoelettricità: effetto Seebeck e Peltier nelle nanostrutture, il fattore di merito ZT – Il contributo dei fononi al trasporto d'energia - Esempi ed applicazioni all'energy harvesting.

Nanotecnologie per l'elettronica

Aspetti fenomenologici della superconduttività. Equazione di Ginzburg-Landau e sue applicazioni. Teoria microscopica BCS. Effetto tunnel tra superconduttori. Effetto Josephson e sue proprietà. Effetto prossimità. Superconduttività mesoscopica. Dispositivi superconduttivi nanostrutturati e loro applicazioni. Film sottili di materiali nano-strutturati: tecniche fisiche di deposizione. Aspetti di tecnologia del vuoto. Caratterizzazione (aspetti sperimentali) di film sottili (XRD; STM, giunzione tunnel, AFM, MFM, misure di trasporto. Tecniche ottiche di micro-litografia. Litografia UV. Litografia mediante fascio elettronico (EBL). Litografia mediante Fascio Ionico focalizzato (FIB). Tecniche di litografia a raggi X. Soft Litography. Plasmonica Equazioni di Maxwell. Relazioni di dispersione dei SPP. Estensione e lunghezza di propagazione. Plasmoni di superficie localizzati. Influenza di forma, dimensione e ambiente. Applicazioni (guide d'onda, SPP con gap energetici). Spintronics: aspetti generali del magnetismo, magnetismo itinerante. Micromagnetismo (cenni). Effetti magneto-resistivi. Dispositivi magneto-elettronici (GMR, TMR). Elementi di spintronica superconduttiva.

Obiettivi formativi.

Materiali nanostrutturati

Gli sviluppi recenti delle 'nanotecnologie' hanno reso possibile ingegnerizzare materiali e dispositivi su scale di lunghezza di alcuni nanometri. I materiali nanostrutturati nella forma di nanocristalli, nanostriscie e nanofili hanno proprietà elettriche ed ottiche molto diverse da quelle della corrispondente fase macroscopica. Lo scopo principale di questo corso è quello di fornire gli strumenti sia concettuali che metodologici per la comprensione sia delle proprietà fisiche che delle potenzialità tecnologiche delle nanostrutture.

Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisire le conoscenze di base e l'approccio metodologico propri delle nanotecnologie mediante lezioni frontali, studio individuale, svolgimento numerico di esercizi proposti. Incentivare la padronanza nell'uso di una terminologia che verrà utilizzata in gran parte dei corsi successivi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi di struttura elettronica e proprietà di trasporto dei materiali nanostrutturati.

Autonomia di giudizio: Essere capaci di valutare gli approcci più adeguati alla risoluzione dei problemi specifici del CdL e la qualità dei risultati ottenibili anche in riferimento ai dati della bibliografia internazionale.

Abilità comunicative: Imparare a trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati e i risultati conseguiti.

Capacità di apprendimento: Aggiornare le proprie conoscenze sui materiali nanostrutturati mediante consultazione di libri, appunti e pubblicazioni scientifiche; acquisire un livello di maturità cognitiva sufficiente a seguire con profitto i corsi successivi.

<p><i>Nanotecnologie per l'elettronica</i></p> <p>Le 'nanotecnologie' rappresentano un importante strumento per lo sviluppo di materiali e dispositivi su scale di lunghezza di alcuni nanometri dove le proprietà fisiche possono modificarsi in modo da delineare nuovi ed affascinanti orizzonti nella ingegnerizzazione degli stessi materiali. Lo scopo principale di questo corso è quello di fornire la conoscenza dei principali approcci sperimentali utilizzati nella realizzazione di nanotecnologie e di comprendere il loro impatto nello studio delle proprietà fisiche di sistemi nanostrutturati basati anche su materiali di grande interesse per l'elettronica</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisire le conoscenze di base e l'approccio metodologico propri delle nanotecnologie mediante lezioni frontali, studio individuale, svolgimento numerico di esercizi proposti. Incentivare la padronanza nell'uso di una terminologia che verrà utilizzata in gran parte dei corsi successivi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi di struttura elettronica e proprietà di trasporto dei materiali nanostrutturati.</p> <p>Autonomia di giudizio: Essere capaci di valutare gli approcci più adeguati alla risoluzione dei problemi specifici del CdL e la qualità dei risultati ottenibili anche in riferimento ai dati della bibliografia internazionale.</p> <p>Abilità comunicative: Imparare a trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati e i risultati conseguiti.</p> <p>Capacità di apprendimento: Aggiornare le proprie conoscenze sui materiali nanostrutturati mediante consultazione di libri, appunti e pubblicazioni scientifiche; acquisire un livello di maturità cognitiva sufficiente a seguire con profitto i corsi successivi.</p> <p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p> <p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. <i>Materiali nanostrutturati:</i> Colloquio orale <i>Nanotecnologie per l'elettronica:</i> Seminari intercorso. Colloquio finale con discussione anche di relazioni di laboratorio</p>
--

Insegnamento: CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/21	CFU: 6
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: B
Modalità di svolgimento: in presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. Significato tecnico ed economico del processo di degradazione dei materiali. Aspetti generali della corrosione. Meccanismo elettrochimico. Reazioni. Aspetti termodinamici. Diagrammi di Pourbaix. Aspetti cinetici. Passivazione e passività. Accoppiamento galvanico. Corrosione uniforme. Corrosione per contatto galvanico. Corrosione per vaiolatura. Crevice. Corrosione selettiva. Corrosione sotto sforzo, Corrosione fatica. Danneggiamento da idrogeno. Corrosione atmosferica. Degrado del calcestruzzo. Metodi di valutazione della velocità di corrosione. Perdita in peso, Curve potenziodinamiche, resistenza di polarizzazione, rette di Tafel, diagrammi di Evans, Misure in A.C.,</p>	

spettroscopia di impedenza elettrochimica. Modifica della fase metallica. Rivestimenti metallici, Rivestimenti organici, Strati di conversione, Inibitori, Zincatura.

Obiettivi formativi. Il corso è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze fondamentali del comportamento dei materiali, della loro affidabilità e durabilità nel corso della loro vita in esercizio. Gli argomenti trattati durante il corso comprendono sia aspetti termodinamici sia cinetici e coprono un ampio settore dei materiali correntemente impiegati in diversi comparti industriali e civile. Durante il corso saranno esaminati e discussi diversi casi di interesse industriale. Sono, inoltre, previste esercitazioni di laboratorio con partecipazione diretta degli allievi.

Propedeuticità in ingresso: nessuna

Propedeuticità in uscita: nessuna

Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Colloquio orale

Insegnamento: BIOMATERIALI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ING-IND/34		CFU: 6	
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D		
Modalità di svolgimento: in presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. I tessuti biologici: relazione composizione-struttura-proprietà dei tessuti: descrizione chimica-morfologica, proprietà meccaniche, anisotropia dei tessuti, reologiche, di trasporto. Bio-Materiali: Materiali metallici, polimerici, compositi e ceramici. Effetto della composizione chimica, struttura, processo di trasformazione sulle prestazioni dei biomateriali. Comportamento dei materiali in relazione alle trasformazioni chimiche e ai gruppi funzionali. Biocompatibilità. Interazioni tessuto-materiale. Protesi: fondamenti di progettazione e tecnologie di preparazione, sterilizzazione. Protesi in campo ortopedico, cardiovascolare, dentario. Tecniche e tecnologie di produzione di biomateriali per protesi e per medicina rigenerativa e rilascio controllato dei farmaci.			
Obiettivi formativi. Il corso è finalizzato ad acquisire le conoscenze delle principali proprietà e caratteristiche dei biomateriali, della natura delle interazioni fra questi e i tessuti biologici e dei criteri di progettazione di sistemi artificiali in relazione al recupero funzionale del tessuto o organo da sostituire, integrare o riabilitare.			
Propedeuticità in ingresso: nessuna			
Propedeuticità in uscita: nessuna			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Prove in itinere e/o prova finale; colloquio.			

Insegnamento: INGEGNERIA DEI MATERIALI NANOFASICI PER L'ENERGETICA E LA SENSORISTICA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/22		CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: In presenza		
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</p> <p>“Il settore si interessa dell’attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Scienza e Tecnologia dei Materiali.”</p> <p>“Il settore racchiude la globalità degli aspetti culturali e professionali relativi alla scienza ed alla tecnologia dei materiali sia strutturali che funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico per” [...] “l’energia e l’ambiente”</p> <p>“Più specificamente, sono in esso incluse le competenze connesse con le relazioni tra struttura a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), formulazione, processo, prestazioni e proprietà chimiche” [...] “fisiche,” [...] “le tecnologie di produzione” [...] “il comportamento in servizio”</p> <p>“Sono di pertinenza del settore i materiali metallici, ceramici, polimerici, semiconduttori e le relative leghe, combinazioni multimateriali e compositi, sia naturali che artificiali, trattamenti superficiali con e senza apporto di materiali, e l’insieme delle metodologie, tecniche e trattamenti destinati alla funzionalizzazione.”</p> <p>“È inoltre patrimonio del settore il complesso delle conoscenze relative alle interfacce dei sistemi ibridi inorganici-organici-biologici e le competenze riguardanti i materiali per la conversione, l'accumulo e la conservazione dell'energia”</p>		
<p>Obiettivi formativi:</p> <p>Il corso ha come obiettivo quello di mostrare le molteplici potenzialità della formazione di nanofasi nei materiali per applicazioni energetiche e sensoristiche. Partendo dai processi di produzione delle nanofasi e alla caratterizzazione dei materiali nanofasici si arriverà a dimostrarne i vantaggi in specifiche applicazioni. Gli studenti avranno una panoramica di insieme su quelli che saranno i materiali del futuro nelle tecnologie optoelettroniche per la conversione, lo stoccaggio di energia e la sensoristica.</p>		
Propedeuticità in ingresso:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Esame orale.		

Insegnamento: LABORATORIO AVANZATO DI NANOMATERIALI E NANOSTRUTTURE		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: FIS/03		CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: in presenza		

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</p> <p>Richiami conducibilità in dispositivi a 2 e 3 terminali, Spettroscopia di impedenza e cavità risonanti Analisi dati, Best fit minimi quadrati su funzioni lineari e esponenziali, test del χ^2. Materiali nanostrutturati, con diversa dimensionalità (materiali organici e forme allotropiche del carbonio, Materiali ibridi Organici/inorganici) aventi diverse funzionalità (metalliche, ferroelectriche, magnetiche, superconduttive) e per diverse applicazioni (elettronica biosensoristica, robotica). Tecniche di deposizione di film sottili organici (stampa, ricoprimento evaporazione, MBE, SUMBE, PLD). Caratterizzazione Morfologica strutturale, AFM , XRD. Tecniche di caratterizzazioni elettriche d.c., a.c. e a microonde. Modello SCLC, balistico e modello UDR. Capacità e conduttanza quantistica. Tecniche litografiche, litografia soffice e nanolitografia, Cenni su Dispositivi Quantistici e altre applicazioni emergenti.</p>
<p>Obiettivi formativi.</p> <p>Obiettivo dell'insegnamento è quello di fornire allo studente una panoramica sulle proprietà elettroniche dei materiali nanostrutturati, le tecniche fisiche di deposizione e di caratterizzazione di interesse per l'elettronica, la sensoristica e robotica soffice e dei dispositivi ad essi correlati. Particolare attenzione viene allo studio e al ruolo della dimensionalità ridotta e del drogaggio dei materiali. L'attenzione sarà rivolta allo apprendimento anche pratico di deposizione di film sottili dei materiali organici dei materiali 2D, della loro caratterizzazione e alla realizzazione di dispositivi elettronici a 2 e 3 terminali anche quantistici e all'analisi dei dati.</p>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Discussione di un elaborato</p>

Insegnamento: MATERIALI PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: ING-IND/22	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: in presenza	

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</p> <p>Il corso si propone di introdurre lo studente allo studio dei materiali e delle tecnologie di interesse nel settore ambientale.</p> <p>Nella parte introduttiva sarà affrontata la problematica dell'inquinamento, mediante una panoramica sulle possibili cause di contaminazione, tipologie di inquinanti e potenziali effetti sull'ambiente e sulla salute.</p> <p>Verranno quindi presentate differenti tecniche di <i>monitoring</i> e <i>remediation</i>, centrando l'attenzione sui materiali – convenzionali e innovativi – utilizzati per la decontaminazione di aria, acqua e suolo. In particolare, saranno presentate le tecniche di sintesi, funzionalizzazione e caratterizzazione della famiglia dei materiali porosi e nanostrutturati (organici, inorganici e ibridi), nonché le relative tecnologie applicative.</p> <p>Si mostreranno, infine, possibili criteri di selezione di materiali per la tutela ambientale sulla base del sistema in esame e del suo grado/tipo di contaminazione.</p> <p>A corredo delle conoscenze teoriche, il corso prevede l'analisi di casi studio con esercitazioni numeriche ed esperienze pratiche di laboratorio.</p>
<p>Obiettivi formativi.</p> <p><i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> Acquisire consapevolezza dei materiali impiegati nei diversi ambiti della tutela ambientale, in relazione alle tecniche di sintesi, funzionalizzazione e caratterizzazione e alle metodologie applicative.</p> <p><i>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</i> Dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite per il monitoraggio, la salvaguardia e l'eventuale ripristino di sistemi ambientali anche complessi.</p> <p><i>Autonomia di giudizio:</i> Acquisire consapevolezza e capacità critica in fase di selezione dei materiali e delle tecnologie più idonee per il recupero di sistemi ambientali sulla base di dati relativi al grado di contaminazione e alla tipologia di inquinanti presenti.</p> <p><i>Abilità comunicative:</i> Sviluppare la capacità di interazione/confronto e l'abilità nell'illustrare/trasmettere in forma scritta, verbale o con l'utilizzo di strumenti multimediali le conoscenze acquisite sui materiali e le metodiche per il monitoraggio, la protezione e il recupero dei sistemi ambientali a rischio.</p> <p><i>Capacità di apprendimento:</i> Acquisire la capacità di utilizzare differenti sorgenti informative (libri, letteratura scientifica, banche dati online) per ottenere dati aggiornati relativi alle tematiche proposte ed elaborare in modo autonomo e critico le informazioni raccolte.</p>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna</p> <p>Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto. Colloquio finale.</p>

Insegnamento: SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO FLUIDODINAMICO DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/26	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Metodi matematici per l'analisi, la modellistica, l'identificazione e la simulazione, anche con metodi numerici, di sistemi dell'industria di processo. Caratterizzazione e sviluppo di processi per le industrie chimiche, biotecnologiche, alimentari, farmaceutiche e per la produzione e trasformazione dei materiali.</p>
<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone di: (i) sviluppare modelli matematici avanzati per problemi fluidodinamici. (ii) fornire i concetti fondamentali su come effettuare simulazioni numeriche per problemi fluidodinamici. (iii) insegnare ad usare software di fluidodinamica computazionale per risolvere problemi fluidodinamici complessi di interesse per l'ingegneria dei materiali.</p>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuno Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Discussione di un elaborato progettuale</p>

Insegnamento: SVILUPPO SOSTENIBILE DI MATERIALI POLIMERICI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: CHIM/07	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: In linea con la declaratoria dell'SSD, il programma comprende una serie di argomenti raggruppabili in 3 macrotematiche: 1) chimica e tecnologia dei materiali organici sostenibili biodegradabili o derivati da fonti naturali o biomasse, finalizzata ad una maggiore sostenibilità ambientale e socio-economica. 2) formulazioni polimeriche sostenibili a base di additivi e filler bio-based e biodegradabili e nanocompositi sostenibili, 4) Progettazione di materiali bioibridi 3) Ciclo di vita dei materiali: metodologia LCA (Life Cycle Assessment) per la valutazione quantitativa della sostenibilità; gestione del fine vita e delle opzioni tecnologiche per la riduzione e il riutilizzo degli scarti. Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed i criteri per la scelta, il progetto e la verifica di elementi strutturali rinforzati o realizzati con materiali e/o processi produttivi innovativi. Conoscenza e capacità di comprensione</p>	
<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone l'obiettivo di trattare gli aspetti fondamentali della scienza dei materiali organici sostenibili. Al termine del corso lo studente avrà acquisito competenze relative alla chimica e alla tecnologia dei polimeri da fonti rinnovabili, polimeri naturali, polimeri biodegradabili, loro compositi e nanocompositi e bioibridi. Verranno trattati gli aspetti chimici, tecnologici ed economico-sociali dell'utilizzo dei prodotti organici sostenibili e della conversione dei prodotti di scarto in materiali ad elevato valore aggiunto. Il corso offre inoltre una visione "olistica" delle problematiche industriali associando gli aspetti relativi alla "green economy" con le procedure del LCA (Life Cycle Assessment) dei materiali per una valutazione generale della sostenibilità ambientale dei materiali organici.</p>	

Propedeuticità in ingresso: nessuno
Propedeuticità in uscita: nessuna
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Discussione di un elaborato progettuale

Insegnamento: SIMULAZIONE MOLECOLARE DI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: CHIM/04	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso. 1) Cenni storici sulla nascita della simulazione molecolare. Nozioni di base di meccanica statistica. Superficie di energia potenziale di un sistema molecolare 2) Condizioni al contorno ed effetti di bordo 3) Campi di forza 4) Ensemble termodinamici e loro implementazione numerica 5) Metodi ed approssimazioni per ridurre il costo computazionale di simulazioni molecolari 6) Simulazione di un fluido di Lennard-Jones 7) Constraints, cut-off ed altri metodi per il trattamento di modelli molecolari realistici 8) Le interazioni elettrostatiche 9) Simulazione di un modello realistico su scala molecolare 9) Metodi coarse-graining per materiali polimerici.	
Obiettivi formativi: L'insegnamento si propone di fornire allo studente le tecniche di simulazione molecolare. Conoscenza dell'impianto teorico, delle tecniche numeriche e degli algoritmi principali alla base dei metodi di simulazione molecolare. Familiarizzazione con alcuni codici numerici per la simulazione molecolare.	
Propedeuticità in ingresso: nessuno	
Propedeuticità in uscita: nessuna	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: colloquio orale	

Insegnamento: ELEMENTI DI MODELLAZIONE NUMERICA PER L'INGEGNERIA	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/22	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduzione all'ambiente Matlab: grafica e programmazione, uso del tool simbolico, funzioni predefinite in Matlab per la minimizzazione di funzioni e per regressioni non lineari di dati sperimentali, cenni di teoria e funzioni predefinite in Matlab sull'interpolazione polinomiale e sulle splines, cenni su metodi di integrazione numerica di funzioni di R→R e corrispondenti funzioni predefinite in Matlab, implementazione del metodo di Gauss-Jordan, teoria ed implementazione di codici di metodi di punto fisso e di bracketing per la risoluzione di un'equazione non lineare in	

campo reale, funzioni predefinite del Matlab per la risoluzione di sistemi di equazioni di $R^n \rightarrow R^m$, introduzione ai metodi alle differenze finite per problemi di Cauchy: metodi di Eulero esplicito ed implicito, studio della stabilità dei suddetti metodi, cenni sui metodi di Runge-Kutta, definizione di problemi stiff, utilizzo di funzioni predefinite in Matlab per la risoluzione di sistemi di ODE di primo ordine, utilizzo di tali funzioni per risolvere problemi di Cauchy per una ODE di ordine >1 , teoria sulla zero stabilità, teorema di Lax su stabilità, convergenza e consistenza per metodi espliciti a passo costante, studio convergenza di Eulero esplicito in presenza di errori di round-off, metodi numerici alle differenze finite e di shooting per risoluzione di boundary problems di ordine 2, cenni sul MOL per risolvere PDE paraboliche (applicazione al trasporto di calore).

Obiettivi formativi:

Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di implementare autonomamente ed in modo consapevole in ambiente Matlab codici numerici per la risoluzione di problemi ingegneristici: risoluzione di problemi di regressione non lineare di dati sperimentali mediante modelli teorici propri della meccanica e termodinamica del continuo, risoluzione mediante metodi numerici di sistemi di equazioni algebriche non lineari in campo reale, risoluzione mediante metodi alle differenze finite di problemi di Cauchy associati a sistemi di equazioni differenziali ordinarie di ordine ≥ 1 in campo reale, risoluzione mediante metodi alle differenze finite e di shooting di boundary problems in campo reale, utilizzare il MOL per risolvere PDE di tipo paraboliche. In particolare, lo studente implementerà codici sviluppati autonomamente a lezione integrandoli con l'utilizzo di funzioni predefinite del Matlab. I problemi di regressione e di risoluzione di equazioni algebriche non lineari si incentreranno sulla risoluzione di equazioni di stato finalizzate alla determinazione delle proprietà di equilibrio di fluidi in condizioni sub e supercritiche, (ad es. determinazione di densità di acqua vapore in funzione di P,T mediante EoS di recentissima derivazione dalla meccanica statistica, di cui verranno fornite durante le esercitazioni le informazioni strettamente necessarie al loro utilizzo); i problemi di tipo differenziali analizzeranno problemi non lineari di tipo stiff e non stiff, con particolare enfasi a problemi classici della meccanica: sistemi molla-smorzatore, pendolo fisico, e della termodinamica: trasporto di calore in mezzi continui omogenei ed eterogenei (compositi), trasporto di massa in mezzi continui. Anche in tal caso verranno fornite allo studente le informazioni strettamente necessarie all'implementazione di tali modelli durante il corso.

Propedeuticità in ingresso: nessuno

Propedeuticità in uscita: nessuna

Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:

Discussione di un elaborato progettuale

Insegnamento: MATERIALI INNOVATIVI PER APPLICAZIONI STRUTTURALI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano	
SSD: ICAR/09		CFU: 6	
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D		
Modalità di svolgimento: In presenza			

<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Materiali innovativi per le costruzioni: calcestruzzi ad alte prestazioni fibro-rinforzati; elementi strutturali ottenuti attraverso additive manufacturing del calcestruzzo; compositi fibro-rinforzati (FRP); proprietà meccaniche, sicurezza strutturale, fattori di sicurezza. Principi di progetto e verifica di elementi strutturali con uso di materiali e/o processi produttivi innovativi. Principi di progetto e verifica del rinforzo con FRP, FRCM, FRC per elementi in cemento armato e muratura.</p>
<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire le conoscenze di base ed i criteri per la scelta, il progetto e la verifica di elementi strutturali rinforzati o realizzati con materiali e/o processi produttivi innovativi. Conoscenza e capacità di comprensione. Acquisire le conoscenze di base inerenti al progetto e la verifica di elementi strutturali realizzati con materiali e/o processi innovativi mediante lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio, studio individuale, svolgimento numerico di esercizi proposti. Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Dimostrare la effettiva capacità di applicare le conoscenze acquisite alla corretta progettazione di elementi strutturali rinforzati, in condizioni di servizio e ultime. Autonomia di giudizio. Essere capaci di valutare gli approcci più adeguati alla selezione e progetto di elementi strutturali rinforzati e non, nelle condizioni di servizio e ultime, ottenuti con materiali e/o processi produttivi innovativi. Abilità comunicative. Imparare a trasmettere, in forma scritta, verbale e multimediale, le proprie idee, gli approcci adottati ed i risultati conseguiti Capacità di apprendimento. Aggiornare le proprie conoscenze sul tipo ed uso dei materiali innovativi per le strutture mediante consultazione di libri, appunti, pubblicazioni scientifiche e normative tecniche; acquisire un livello di maturità cognitiva sufficiente a seguire con profitto i corsi successivi.</p>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuno Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova orale e pratica</p>

Insegnamento: MATERIALI E TECNICHE PER LA TUTELA DEI BENI CULTURALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/22	CFU: 9
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Origine ed evoluzione dei principali materiali in uso nel patrimonio storico. Classificazione, proprietà ed impieghi dei materiali nei beni culturali. Inquinanti e meccanismi fisici e chimici del degrado dei materiali. Effetti dell'umidità e dei sali solubili, effetti dei gas e del particolato presente nell'aria, effetti dell'irradiazione termica e luminosa. Le tecniche diagnostiche per la caratterizzazione dei materiali antichi e dei loro prodotti di trasformazione nel tempo. Tecniche distruttive: XRD, SEM, analisi termiche, analisi porosimetriche. Tecniche non distruttive: macrofotografia, termografia, indagine ultrasonica. Valutazione della durabilità con tecniche di invecchiamento accelerato. Valutazione dei risultati diagnostici ai fini del recupero e della</p>	

conservazione dei materiali. Materiali protettivi e consolidanti. Valutazione della compatibilità fisica, chimica e biologica dei materiali con lo stato dei manufatti. Criteri di valutazione ai fini dell'intervento di recupero.

Obiettivi formativi:

Conoscenza e capacità di comprensione - Lo studente acquisirà consapevolezza dei materiali impiegati nel costruito storico, della loro evoluzione nel tempo e dei principali meccanismi che regolano il loro degrado chimico e fisico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione - Lo studente acquisirà la capacità di individuare le tipologie di materiali in uso nel costruito storico, le principali cause chimiche e fisiche di degrado e le metodologie diagnostiche di supporto.

Autonomia di giudizio - Al termine del corso lo studente avrà sviluppato una specifica capacità critica nell'identificare le cause dei fenomeni di degrado di materiali naturali ed artificiali in uso negli edifici storici. Acquisirà inoltre coscienza dell'importanza dell'uso specifico della diagnostica distruttiva e non distruttiva nello studio dei materiali e dei loro prodotti di trasformazione e nella progettazione di un efficiente intervento di restauro

Abilità comunicative - Nel corso delle lezioni frontali, delle esperienze in laboratorio e delle attività seminariali lo studente è sollecitato ad interagire con i relatori per sviluppare le sue capacità di confronto su tematiche di carattere generale e specifico.

Capacità di apprendere - Durante il corso lo studente comprenderà come i fondamenti teorici e concettuali unitamente alla normativa vigente e alla recente letteratura scientifica possano essere utilizzati per la comprensione di problemi legati alla tutela dei beni culturali.

Propedeuticità in ingresso: nessuno

Propedeuticità in uscita: nessuna

Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto:

Prova scritta finale con eventuale discussione di elaborato progettuale

Insegnamento: MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL FOTVOLTAICO		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano	
SSD: ING-IND/22		CFU: 6	
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D		
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: "Il settore si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Scienza e Tecnologia dei Materiali." "Il settore racchiude la globalità degli aspetti culturali e professionali relativi alla scienza ed alla tecnologia dei materiali sia strutturali che funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico per" [...]"l'energia e l'ambiente" "Più specificamente, sono in esso incluse le competenze connesse con le relazioni tra struttura a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), formulazione, processo, prestazioni e proprietà chimiche" [...]"fisiche," [...]"le tecnologie di produzione" [...]"il comportamento in servizio" "Sono di pertinenza del settore i materiali metallici, ceramici, polimerici, semiconduttori e le relative leghe, combinazioni multimateriali e compositi, sia naturali che artificiali, trattamenti			

<p>superficiali con e senza apporto di materiali, e l'insieme delle metodologie, tecniche e trattamenti destinati alla funzionalizzazione.”</p> <p>“È inoltre patrimonio del settore il complesso delle conoscenze relative alle interfacce dei sistemi ibridi inorganici-organici-biologici e le competenze riguardanti i materiali per la conversione, l'accumulo e la conservazione dell'energia”</p>
<p>Obiettivi formativi:</p> <p>Il corso ha l'obiettivo di formare i futuri dirigenti nel settore delle energie rinnovabili e del fotovoltaico in particolare.</p> <p>Partendo dai concetti fondamentali della conversione della energia solare in energie elettrica, si esploreranno le soluzioni più moderne per aumentare l'efficienza e la diffusione del solare fotovoltaico su larga scala. L'obiettivo del corso è creare la consapevolezza che siamo all'alba di una rivoluzione energetica con enormi e nuove opportunità di lavoro a cui vogliamo preparare gli studenti.</p>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna</p> <p>Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Esame orale.</p>

Insegnamento:		Lingua di erogazione dell'Insegnamento:	
MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL PACKAGING		Italiano	
SSD: ING-IND/22		CFU: 6	
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: D		
Modalità di svolgimento: in presenza			
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso.</p> <p>Coerentemente con la declaratoria dell'SSD, i contenuti del corso racchiudono “la globalità degli aspetti culturali e professionali relativi alla scienza ed alla tecnologia dei materiali” per il settore dell'imballaggio. Più specificamente, sono trattate le relazioni tra struttura a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), formulazione, tecnologie di produzione, prestazioni e proprietà (...)” di manufatti realizzati con i materiali di pertinenza del settore, con particolare riferimento ai “materiali metallici, ceramici, polimerici (...), combinazioni multimateriali e compositi.”</p>			

<p>Obiettivi formativi:</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente deve dimostrare di conoscere: (i) le varie classi di materiali per il packaging, evidenziandone vantaggi e svantaggi in relazione alla destinazione d'uso; (ii) le principali tecnologie di trasformazione dei materiali per il packaging; (iii) l'impatto ambientale di prodotti e processi nell'industria del packaging.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente deve essere in grado di: (i) individuare materiali e processi più adatti alla realizzazione di imballaggi per varie destinazioni d'uso; (ii) proporre analisi sperimentali adatte allo studio delle caratteristiche degli imballaggi.</p> <p>Autonomia di giudizio. Lo studente deve (i) saper analizzare con spirito critico le prestazioni di un imballaggio e (ii) proporre soluzioni alternative per minimizzarne l'impatto ambientale preservando le prestazioni.</p> <p>Abilità comunicative. Lo studente deve saper comunicare con proprietà di linguaggio ad interlocutori tecnici e non, proponendo soluzioni innovative e a ridotto impatto ambientale con competenza e capacità di persuasione.</p> <p>Capacità di apprendimento. Lo studente deve essere in grado di aggiornarsi o ampliare le proprie conoscenze nel campo dei materiali polimerici attingendo in maniera autonoma a testi e articoli scientifici; (ii) consultare schede tecniche e documentazione di laboratorio</p>
<p>Propedeuticità in ingresso: nessuna</p> <p>Propedeuticità in uscita: nessuna</p>
<p>Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto con 4 - 6 domande a risposta aperta, seguito da colloquio orale con approfondimento dei materiali e delle tecnologie relativi a un imballaggio a scelta dello studente.</p>

Insegnamento: MECCANICA DEI FLUIDI COMPLESSI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: italiano	
SSD: ING-IND/24		CFU: 6	
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D		
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:			
<p>Il settore ha come oggetto il "Basic Process Design", ovvero lo sviluppo di metodologie e tecnologie dell'industria di processo sulla base dei fenomeni fisici, chimici e biologici che ne caratterizzano le specifiche trasformazioni. Competenze caratterizzanti includono la meccanica dei fluidi newtoniani, non newtoniani e dei sistemi polifasici. Le applicazioni sono rivolte non solo all'industria di processo, ma anche all'ingegneria ambientale e biomedica e sono finalizzate allo sviluppo di nuove tecnologie che rispondano a esigenze economiche, energetiche e di compatibilità ambientale.</p>			
Obiettivi formativi:			
<p>Il corso si propone di fornire agli studenti nozioni specialistiche riguardanti il comportamento di fluidi complessi in flusso, con particolare attenzione al legame tra microstruttura e proprietà macroscopiche dei fluidi in esame. Verranno presentati fluidi complessi di interesse per l'ingegneria chimica e dei materiali, in ambito industriale, biomedico e farmaceutico e nuove tecnologie per la loro caratterizzazione.</p>			
Propedeuticità in ingresso: nessuna			
Propedeuticità in uscita: nessuna			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Esame orale			

Insegnamento: ORGANI ARTIFICIALI E PROTESI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: italiano
SSD: ING-IND/34	CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Richiami delle relazioni struttura-proprietà-funzione di organi naturali. Anisotropia meccanica e viscoelasticità dei tessuti. Richiami sui biomateriali metallici e polimerici. Meccanica del Continuo: richiami di algebra vettoriale e tensoriale; cinematica e dinamica. Equazioni costitutive, oggettività e strain energy functions. Materiali incomprimibili e materiali comprimibili. Palloni per angioplastica. Protesi vascolari. Protesi Valvolari. Sistemi di supporto all'attività cardiaca. Cuore Artificiale. Tendini e legamenti. Protesi d'anca. Mezzi per osteosintesi. Disco intervertebrale. Protesi oftalmiche. Norme, requisiti e verifiche di dispositivi medici.	
Obiettivi formativi: Il corso integra le conoscenze inerenti le tecnologie, i materiali e i criteri di progettazione di sistemi artificiali in relazione al recupero funzionale del tessuto o organo fisiopatologico da sostituire, integrare o riabilitare. Il corso fornisce inoltre tecniche di progettazione integrata di protesi sia nel caso di tessuti "duri" che nel caso di tessuti "molli".	
Propedeuticità in ingresso: nessuna Propedeuticità in uscita: nessuna	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: colloquio orale	

Insegnamento: SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO STRUTTURALE DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: italiano
SSD: ICAR/08	CFU: 6 CFU
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Nell'ambito dei contenuti dell'SSD ICAR/08 Scienza delle Costruzioni, il corso si occupa in particolare dello sviluppo e della divulgazione di strumenti scientifici innovativi che consentano di affrontare i problemi legati alla determinazione del comportamento meccanico dei materiali (modellazione costitutiva, risposta alle azioni esterne, ottimizzazione di forma e topologica).	
Obiettivi formativi: Il corso mira a fornire gli strumenti essenziali di modellazione e analisi computazionale nell'ambito della meccanica del continuo delle strutture, considerando alcune problematiche di interesse nella scienza ed ingegneria dei materiali. Partendo da richiami di meccanica del continuo, lo scopo del corso è quello di illustrare i principali approcci alla modellazione teorica ed alle strategie numeriche, anche basata sul Metodo degli Elementi Finiti (FEM), per la determinazione degli stati di sforzo e di deformazione in strutture monodimensionali (travi e telai), bidimensionali e tridimensionali, anche con riferimento a materiali differenti. Il corso ha come obiettivo la introduzione a problematiche relative alla modellazione strutturale dei materiali. Il percorso formativo mira a fornire le conoscenze teoriche e gli strumenti computazionali utili alla risoluzione di problemi strutturali di interesse per l'ingegnere dei materiali.	

Propedeuticità in ingresso: nessuna
Propedeuticità in uscita: nessuna
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: l'esame si svolge a fine corso e consiste di un colloquio orale con discussione dell'elaborato progettuale sviluppato durante il corso.

Insegnamento: TRATTAMENTI SUPERFICIALI DEI MATERIALI	Lingua di erogazione dell'Insegnamento: Italiano
SSD: ING-IND/21	CFU: 6 CFU
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: in presenza	
<p>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Energia superficiale, definizione e determinazione. Bagnabilità, adesione. Trattamenti superficiali di materiali inorganici ed organici. Deposizione fisica da fase vapore (Physical Vapour Deposition): Evaporazione sottovuoto, Sputtering, Bombardamento ionico. Esempi di applicazioni industriali: metallizzazione dei film per imballaggio, riporto di film sottili, riporti duri. Deposizione chimica da fase vapore, Chemical Vapour Deposition (CVD), attivazione/deposizione assistita da plasma. Esempi di applicazioni industriali: deposizione di strati barriera su film per l'imballaggio, verniciatura dei materiali polimerici, riporti diamond-like, sintesi di "polimeri" via plasma, rivestimenti emocompatibili, bioadesione, rivestimento di lenti a contatto. Rivestimenti nanostrutturati. Trattamenti superficiali del titanio e dell'alluminio. Tecniche indagine superficiale: XPS, SEM, TEM, misura dell'angolo di contatto, misura della rugosità, AFM, valutazione dell'adesione, misura dello spessore di film sottili. Nell'ambito delle attività del corso, sono previste visite presso aziende del settore.</p>	
<p>Obiettivi formativi: Il corso di Trattamenti Superficiali dei Materiali ha lo scopo di fornire all'allievo le acquisizioni delle conoscenze fondamentali per la scelta delle tecnologie di modifica delle superfici e l'analisi delle sue proprietà prima e dopo la modifica apportata. Enfasi è posta sulla descrizione delle tecnologie innovative volte all'ottenimento di proprietà di superficie differenti da quelle del materiale base e tali da conferire al manufatto particolari proprietà funzionali e/o estetiche.</p>	
Propedeuticità in ingresso: nessuna	
Propedeuticità in uscita: nessuna	
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: discussione di un elaborato progettuale	