



REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO

INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

CLASSE LM-33

Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento: Ingegneria Industriale

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2025-2026

ACRONIMI

CCD	Commissione di Coordinamento Didattico
CdS	Corso/i di Studio
CPDS	Commissione Paritetica Docenti-Studenti
OFA	Obblighi Formativi Aggiuntivi
SUA-CdS	Scheda Unica Annuale del Corso di Studio
RDA	Regolamento Didattico di Ateneo

INDICE

Art. 1	Oggetto
Art. 2	Obiettivi formativi del Corso
Art. 3	Profilo professionale e sbocchi occupazionali
Art. 4	Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l'accesso al Corso di Studio
Art. 5	Modalità per l'accesso al Corso di Studio
Art. 6	Attività didattiche e Crediti Formativi Universitari
Art. 7	Articolazione delle modalità di insegnamento
Art. 8	Prove di verifica delle attività formative
Art. 9	Struttura del corso e piano degli studi
Art. 10	Obblighi di frequenza
Art. 11	Propedeuticità e conoscenze pregresse
Art. 12	Calendario didattico del CdS
Art. 13	Criteri per il riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studio della stessa classe
Art. 14	Criteri per il riconoscimento dei crediti acquisiti in CdS di diversa classe, in CdS universitari e di livello universitario, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in CdS internazionali; criteri per il riconoscimento di crediti per attività extra-curricolari
Art. 15	Criteri per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio
Art. 16	Caratteristiche e modalità di svolgimento della prova finale
Art. 17	Linee guida per le attività di tirocinio e <i>stage</i>
Art. 18	Decadenza dalla qualità di studente
Art. 19	Compiti didattici, comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato
Art. 20	Valutazione della qualità delle attività svolte
Art. 21	Norme finali
Art. 22	Pubblicità ed entrata in vigore

Art. 1

Oggetto

1. Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente (classe LM-33). Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente (Mechanical Engineering for Energy and Environment, in Inglese) afferisce al Dipartimento di Ingegneria Industriale, è tenuto in lingua Italiana ed Inglese ed è erogato in modalità convenzionale.
2. Il CdS è retto dalla Commissione di Coordinamento Didattico (CCD), ai sensi dell'Art. 4 del RDA.
3. Il Regolamento è emanato in conformità alla normativa vigente in materia, allo Statuto dell'Università di Napoli Federico II e al Regolamento Didattico di Ateneo.

Art. 2

Obiettivi formativi del Corso

Il CdS IMEA si propone l'obiettivo di formare laureati in grado di affrontare problemi ricorrenti nell'Ingegneria Meccanica classica. Al tempo stesso, il percorso formativo consente di focalizzare la preparazione su aspetti più specifici in ambito termo-meccanico, tecnico e tecnologico, con particolare riferimento all'uso razionale delle risorse energetiche ed alla sostenibilità ambientale. Il CdS fornisce quindi competenze e conoscenze di alto livello utili soprattutto in un contesto multidisciplinare, favorendo il lavoro in team, secondo l'approccio corrente del mondo produttivo industriale.

La formazione del laureato magistrale IMEA gli consente di soddisfare le esigenze relative a un'ampia gamma di ruoli cui l'ingegnere industriale viene normalmente chiamato presso imprese produttrici di beni e/o servizi, società di ingegneria, studi di progettazione, etc., in relazione a problematiche relative alla conversione, all'accumulo, alla distribuzione e all'utilizzo finale dell'energia, e in generale a tutte le tematiche inerenti alla gestione, all'ottimizzazione e alla riduzione dell'impatto ambientale dei sistemi energetici e dei processi produttivi. Il laureato magistrale IMEA svolge tipicamente un insieme di ruoli professionali che lo vedono coinvolto in modo attivo in attività quali:

- la progettazione, realizzazione e gestione ottimale, anche dal punto di vista ambientale, di sistemi di varia complessità per la conversione, la distribuzione, l'accumulo e gli usi finali dell'energia, con riferimento sia alle tecnologie convenzionali, sia a quelle avanzate, e in particolar modo a quelle di interesse per la transizione energetica ed ecologica in atto;
- la progettazione e la gestione di macchine motrici ed operatrici, o di impianti che realizzano processi termo-fluidodinamici per applicazioni energetiche, nonché di sistemi di propulsione ad alta efficienza per una mobilità terrestre eco-sostenibile;
- la progettazione e la gestione di impianti e processi industriali operanti nei vari comparti della conversione energetica nel rispetto dei vincoli ambientali;
- l'analisi e la certificazione della compatibilità energetico – ambientale di impianti industriali e gli eventuali interventi di riqualificazione ambientale;
- la simulazione energetica di sistemi impianto-utenza, ai fini della caratterizzazione delle prestazioni, della definizione di mappe operative e di controllo;
- l'ottimizzazione termodinamica ed economica di sistemi energetici complessi, quali quelli basati su poligenerazione distribuita da fonti rinnovabili o equivalenti, nell'ottica della transizione energetica.

In tutti i casi sopra elencati, il laureato magistrale IMEA sarà in grado di affrontare le problematiche avanzate dell'analisi e della progettazione di macchine e impianti, e rivestirà quindi un ruolo di fondamentale importanza nel supporto alla progettazione e alla gestione operativa di sistemi complessi, fornendo anche il supporto tecnico necessario alla definizione e all'esecuzione di attività

sperimentali. Sarà inoltre in grado di verificare il rispetto delle normative tecniche nella costruzione e nell'esercizio degli impianti, nonché di proporre avanzamenti delle stesse, con particolare ma non esclusivo riferimento a quelle inerenti ai settori dell'energia e dell'ambiente.

Il CdS inoltre fornisce al laureato la capacità di comunicare correttamente in campo tecnico-scientifico e di utilizzare proficuamente la letteratura scientifica di riferimento. Infine, la capacità di apprendimento maturata nel percorso formativo pone il laureato magistrale IMEA in grado di acquisire nuove conoscenze e metodologie nel corso dello sviluppo della propria attività professionale, ovvero di affrontare proficuamente percorsi avanzati di formazione post-universitaria (Master di I e II livello, Dottorato di Ricerca).

L'offerta didattica è organizzata in più percorsi formativi, uno dei quali, più generalista, erogato integralmente in lingua inglese. Con riferimento alle materie caratterizzanti, ciascun percorso prevede sia esami obbligatori, anche differenziati per percorso, che scelte guidate da effettuarsi in serbatoi di materie parzialmente comuni a più percorsi. Ciò consente di particularizzare il piano di studi su aspetti più analitici o a carattere modellistico / sperimentale. Una forte interdisciplinarietà è introdotta grazie all'ampio spazio dedicato in ordinamento alle materie affini (max 21 CFU) e alle scelte autonome (max 15 CFU).

L'articolazione in più percorsi consente di differenziare e/o intersecare opportunamente le aree di apprendimento funzionali a formare le figure professionali previste nel Quadro A2.a. In particolare:

- La formazione della prima figura professionale, orientata alla progettazione di componenti, macchine e impianti per la produzione di energia da fonte tradizionale o rinnovabile di tipo meccanico, termico o frigorifero, è effettuata bilanciando contenuti riferiti sia all'area di apprendimento in "ambito energetico e del controllo ambientale" che a quella relativa alle "Macchine a fluido e sistemi energetici".
- La formazione della seconda figura professionale, maggiormente orientata all'efficientamento e all'ottimizzazione termo-economica di sistemi energetici complessi, anche basati su poli-generazione distribuita, si focalizza principalmente, ma non esclusivamente, sull'area di apprendimento in "ambito energetico e del controllo ambientale".
- La formazione della terza figura professionale, incentrata sul progetto, l'analisi ed il controllo di un moderno sistema di propulsione terrestre (tradizionale o ibrido, alimentato con combustibili convenzionali o innovativi) si concentra invece su contenuti prevalentemente, ma non esclusivamente, attinenti alle "Macchine a fluido e ai sistemi energetici".
- È prevista inoltre la formazione di una figura professionale più generalista rispetto alle precedenti, che condivide con esse elementi comuni, riferiti sia all'area di apprendimento in "Ambito energetico e del controllo ambientale" che a quella relativa alle "Macchine a fluido e sistemi energetici", caratterizzandosi soprattutto per un orientamento più spiccato verso le tematiche della transizione energetica.

Allo scopo di promuovere la formazione di professionalità ingegneristiche con più marcato carattere interdisciplinare, agli studenti iscritti al Corso di Studi è offerta la possibilità di partecipare, in parziale sovrapposizione con gli studi di Laurea Magistrale, a percorsi Minor attivi in Ateneo disciplinati da appositi regolamenti e associati al presente e ad altri CdS. Ai sensi dell'Art. 18, c. 2, del Regolamento Didattico di Ateneo, l'ammissione al percorso Minor dà origine a una carriera distinta da quella del Corso di Studio cui lo studente è immatricolato. Le attività previste nel percorso Minor possono essere riconosciute all'interno della carriera di studenti iscritti al Corso Studi, coerentemente con l'Ordinamento e il Regolamento Didattico; in ogni caso almeno 6 CFU svolti nei

percorsi Minor devono essere riservati ad attività extracurricolari aggiuntive rispetto ai CFU del piano statutario per il conseguimento del titolo di studio (ai sensi dell'Art. 18, c. 1, del Regolamento Didattico di Ateneo).

Completano il percorso di studi altre attività formative (ulteriori conoscenze, tirocinio intra-moenia o extra-moenia e lavoro di tesi). L'insieme di tali attività ha l'obiettivo di conferire al laureato la capacità di comunicare correttamente (anche in inglese) in campo tecnico-scientifico, di utilizzare proficuamente la letteratura scientifica di riferimento e di acquisire nuove conoscenze e metodologie (anche informatiche) nel corso dello sviluppo della propria attività professionale.

Art. 3

Profilo professionale e sbocchi occupazionali

Progettista di sistemi e componenti energetici per la produzione di energia da fonti tradizionali e rinnovabili.

Funzione in un contesto di lavoro:

Tale figura progetta componenti e impianti per la produzione di energia meccanica, termica e frigorifera. È in grado di valutare le prestazioni di macchine e impianti per la produzione separata o combinata di energia meccanica e termica. È in grado progettare e ottimizzare impianti e componenti per lo scambio termico, per la climatizzazione invernale ed estiva e sistemi per la poligenerazione combinata di diverse forme di energia.

Competenze associate alla funzione:

Conosce i fluidi più idonei per lo scambio termico.

Conosce e sa impiegare ed integrare fonti energetiche tradizionali e rinnovabili.

Si avvale di strumenti di modellazione termofluidodinamica e di metodi di ottimizzazione matematica per sistemi energetici.

Conosce i criteri di valutazione, scelta e accoppiamento di impianti elettrici rivolti alle applicazioni energetiche.

Sbocchi occupazionali:

- industria manifatturiera, meccanica, chimica, petrolchimica e di processo;
- enti pubblici/privati operanti nel settore delle tecnologie per la produzione, accumulo e trasporto dell'energia;
- industrie produttrici di macchine motrici ed operatrici, scambiatori di calore, impianti per la refrigerazione, la climatizzazione e la produzione di vapore;
- studi professionali.

Esperto in tecnologie avanzate per l'uso razionale dell'energia e per la qualità dell'ambiente costruito

Funzione in un contesto di lavoro:

È in grado di analizzare e di progettare interventi per l'uso razionale dell'energia e l'impiego di fonti rinnovabili, anche sotto il profilo tecnico-economico. Progetta impianti termotecnici al servizio degli edifici e componenti di involucro edilizio ad alta efficienza energetica. È in grado di certificare le prestazioni termiche, igrometriche ed acustiche di ambienti industriali e civili. Sa valutare criticamente dati sui consumi energetici di utenze industriali e di edifici civili. È inoltre in grado di progettare e implementare strategie di regolazione dei gruppi con turbina a gas, a vapore, a ciclo combinato e cogenerativi.

Competenze associate alla funzione:

Conosce le dinamiche tariffarie elettriche e termiche.

Si avvale di strumenti di analisi, modellazione e ottimizzazione nel campo del benessere ambientale microclimatico ed acustico in ambienti confinati.

Conosce la teoria della misura e i principali sensori per la quantificazione delle grandezze termofluidodinamiche.

Ha competenze di gestione tecnico-economica di impianti industriali e civili.

Sbocchi occupazionali:

- Enti e istituzioni pubbliche operanti nei settori dell'efficienza energetica, delle fonti rinnovabili, dei servizi per l'ambiente;
- Imprese, società di ingegneria, studi di progettazione che offrono servizi tecnici, commerciali e finanziari per promuovere, progettare e realizzare impianti termotecnici, impianti di conversione dell'energia alimentati da fonti rinnovabili, sistemi e interventi per l'efficienza energetica nell'industria e negli edifici e per la transizione energetica, in generale;
- ESCO (società di servizi energetici) e, in generale, aziende che forniscono beni e servizi nel campo dell'energia;
- Esperto in Gestione dell'Energia (EGE) presso enti e aziende;
- Gestore dei Servizi Energetici (GSE).

Esperto nella progettazione di macchine a fluido e nell'analisi, calibrazione e controllo di sistemi propulsivi.

Funzione in un contesto di lavoro:

Tale figura è in grado di progettare dal punto di vista fluidodinamico le macchine ed i componenti che costituiscono gli impianti di produzione di energia e i sistemi propulsivi, anche ibridi, per la mobilità di piccola e grande potenza.

Sarà in grado di ottimizzarne le prestazioni e di mettere in atto scelte progettuali volte alla riduzione delle emissioni nocive e di anidride carbonica delle macchine e dei sistemi propulsivi.

Competenze associate alla funzione:

Conosce le problematiche di accoppiamento delle macchine.

Conosce le normative di omologazione dei sistemi di propulsione.

Si avvale di metodi di modellazione e di tecniche sperimentali per la caratterizzazione delle macchine.

Conosce le problematiche di calibrazione e controllo dei motori a combustione interna e più in generale di complessi sistemi propulsivi ad alta efficienza energetica.

Sbocchi occupazionali:

- Aziende motoristiche e fornitori di componenti per sistemi di propulsione;
- industrie che producono componenti e sistemi di conversione dell'energia (motori, turbocompressori);
- fornitori di componenti per sistemi oleodinamici e pneumatici;
- aziende del settore automotive e del controllo del rumore.

Art. 4

Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l'accesso al Corso di Studio¹

Per l'iscrizione ad un corso di Laurea Magistrale è necessario essere in possesso di una Laurea o un diploma universitario di durata triennale, o altro titolo acquisito all'estero e riconosciuto idoneo. È previsto, inoltre, il possesso di specifici requisiti curriculari e la verifica obbligatoria dell'adeguatezza della personale preparazione dello studente. Quest'ultima include il possesso di adeguate competenze linguistiche ed è valutata mediante criteri definiti nel Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale.

¹ Artt. 7, 13, 14 del Regolamento Didattico di Ateneo.

In particolare, per l'iscrizione alla LM-IMEA i requisiti curriculari richiedono di avere conseguito la laurea nella classe delle lauree in Ingegneria industriale (classe 10 del D.M. 509/99 ed L-9 del D.M. 270/04) o titolo equipollente, **oppure** di avere conseguito almeno **90 CFU** in settori scientifico-disciplinari specifici, articolati come segue:

Almeno **40 CFU** nei settori:

MATH-02/A (ex MAT/02) - Algebra

MATH-02/B (ex MAT/03) - Geometria

MATH-03/A (ex MAT/05) - Analisi Matematica

MATH-03/B (ex MAT/06) - Probabilità e Statistica Matematica

MATH-04/A (ex MAT/07) - Fisica Matematica

MATH-05/A (ex MAT/08) - Analisi Numerica

MATH-06/A (ex MAT/09) - Ricerca Operativa

STAT-01/A (ex SECS-S/01) - Statistica

STAT-01/B (ex SECS-S/02) - Statistica per la Ricerca Sperimentale e Tecnologica

IINF-05/A (ex ING-INF/05) - Sistemi di Elaborazione delle Informazioni

PHYS-01/A (ex FIS/01/04) - Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali e Applicazioni

PHYS-03/A (ex FIS/01/03) - Fisica Sperimentale della Materia e Applicazioni

PHYS-04/A (ex FIS/02/03) - Fisica Teorica della Materia, Modelli, Metodi Matematici e Applicazioni

CHEM-03/A (ex CHIM/03) - Chimica Generale e Inorganica

CHEM-04/A (ex CHIM/04) - Chimica Industriale

CHEM-06/A (ex CHIM/07) - Fondamenti Chimici delle Tecnologie

Almeno **50 CFU** nei settori:

CEAR-06/A (ex ICAR/08) - Scienza delle Costruzioni

IIND-01/F (ex ING-IND/06) - Fluidodinamica

IIND-01/G (ex ING-IND/07) - Propulsione Aerospaziale

IIND-06/A (ex ING-IND/08) - Macchine a Fluido

IIND-06/B (ex ING-IND/09) - Sistemi per l'Energia e l'Ambiente

IIND-07/A (ex ING-IND/10) - Fisica Tecnica Industriale

IIND-07/B (ex ING-IND/11) - Fisica Tecnica Ambientale

IMIS-01/A (ex ING-IND/12) - Misure Meccaniche e Termiche

IIND-02/A (ex ING-IND/13) - Meccanica Applicata alle Macchine

IIND-03/A (ex ING-IND/14) - Progettazione Meccanica e Costruzione Di Macchine

IIND-03/B (ex ING-IND/15) - Disegno e Metodi dell'ingegneria Industriale

IIND-04/A (ex ING-IND/16) - Tecnologie e Sistemi di Lavorazione

IIND-05/A (ex ING-IND/17) - Impianti Industriali Meccanici

IMAT-01/A (ex ING-IND/22) - Scienza e Tecnologia dei Materiali

ICHI-01/B (ex ING-IND/24) - Principi di Ingegneria Chimica

ICHI-02/A (ex ING-IND/25) - Impianti Chimici

ICHI-01/C (ex ING-IND/26) - Teoria dello Sviluppo dei Processi Chimici

ICHI-02/B (ex ING-IND/27) - Chimica Industriale e Tecnologica

IIET-01/A (ex ING-IND/31) - Elettrotecnica

IIND-08/A (ex ING-IND/32) - Convertitori, Macchine e Azionamenti Elettrici

IIND-08/B (ex ING-IND/33) - Sistemi Elettrici per L'energia

IEGE-01/A (ex ING-IND/35) - Ingegneria Economico-Gestionale

di cui almeno **18 CFU** nei settori:

IIND-06/A (ex ING-IND/08) - Macchine a Fluido

Art. 5

Modalità per l'accesso al Corso di Studio

1. La Commissione di Coordinamento Didattico del corso di norma disciplina i criteri di ammissione e l'eventuale programmazione delle iscrizioni, fatte salve differenti disposizioni di legge².
2. La verifica della personale preparazione è obbligatoria in ogni caso, e possono accedervi solo gli studenti in possesso dei requisiti curriculari.
3. L'accertamento dei requisiti curriculari è effettuato dalla CCD mediante analisi della carriera pregressa dello studente. L'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale non è consentita in difetto dei requisiti minimi curriculari.

Se i requisiti minimi non sono soddisfatti, la CCD assiste lo studente prescrivendogli l'iscrizione a singoli corsi di insegnamento attivati in Ateneo e superamento dei relativi esami di profitto, da effettuarsi anteriormente alla immatricolazione.

Con riferimento alla presenza nei requisiti minimi di almeno 18 CFU nei settori IIND-06/A, IIND-06/B e IIND-07/A, la Commissione di Coordinamento Didattico del Corso di Studio può individuare eventuali equivalenze di crediti di settori scientifico disciplinari differenti da quelli suindicati sulla base dei contenuti di specifici insegnamenti presenti nella carriera pregressa dello studente e strettamente attinenti alle tematiche dei settori suindicati.

Studenti in possesso di Laurea L-9 o equipollente ma con meno di 18 CFU nei settori IIND-06/A, IIND-06/B e IIND-07/A, saranno ammessi al corso di Laurea Magistrale con raccomandazione di un Piano di Studi Individuale che prevede uno specifico percorso di allineamento, senza aggravio di CFU totali.

A valle della verifica del possesso dei requisiti curriculari, è altresì obbligatoria la verifica dell'adeguatezza della personale preparazione dello studente, incluso il possesso di adeguate competenze linguistiche.

Tale verifica è disciplinata dalla Commissione di Coordinamento Didattico, secondo linee di indirizzo stabilite uniformemente per tutti i Corsi di Laurea Magistrale del Collegio di Ingegneria della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base.

A tal fine si considera la media **M** pesata sulla base delle consistenze in CFU, delle votazioni (in trentesimi), conseguite negli esami di profitto necessari per il conseguimento del titolo di Laurea che dà accesso al Corso di Laurea Magistrale. La personale preparazione dello studente si ritiene adeguata se **M ≥ 24**.

Gli studenti che non soddisfano il precedente criterio dovranno sostenere uno specifico Test di ammissione. Sul sito del CdS (<http://meccanica.dii.unina.it/it/orientamento-lm>) sono riportate le informazioni relative alle modalità di prenotazione, svolgimento e superamento del suddetto test.

Per quanto attiene invece alla verifica di adeguate competenze linguistiche, le studentesse e gli studenti non in possesso di un titolo di studio ottenuto a seguito della frequenza di un corso di studio erogato in lingua italiana o inglese, e non in possesso di certificazioni o idoneità linguistiche relative alla conoscenza della lingua italiana o inglese almeno a livello B1 del Quadro Comune Europeo di Riferimento (QCER), dovranno dimostrare, in un test di idoneità, di possedere adeguate capacità di comprensione e conversazione in italiano o in inglese.

In particolare, poiché per conseguire la laurea Magistrale lo studente deve essere in grado di utilizzare fluentemente una lingua dell'Unione europea, oltre alla lingua italiana, il regolamento prevede nel piano di studi un numero adeguato di CFU (almeno 3) per acquisire 'Ulteriori

² L'accesso programmato a livello nazionale è disciplinato dalla legge 264 del 1999 e successive modifiche e integrazioni.

conoscenze linguistiche', in particolare in lingua inglese. Il raggiungimento di tali conoscenze, almeno a livello B2, sarà attestato con modalità definite dal Centro Linguistico di Ateneo (cla.unina.it). Studenti già in possesso di attestato di inglese almeno di livello B2 al momento dell'immatricolazione ne richiedono il riconoscimento ai fini delle Ulteriori Conoscenze Linguistiche con procedure stabilite dal Centro Linguistico di Ateneo.

Art. 6

Attività didattiche e Crediti Formativi Universitari

Ogni attività formativa prescritta dall'ordinamento del CdS viene misurata in crediti formativi universitari (CFU). Ogni CFU corrisponde convenzionalmente a 25 ore di impegno formativo complessivo³ per ciascuno studente e comprende le ore di attività didattica per lo svolgimento dell'insegnamento e le ore riservate allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale.

Per il Corso di Studio oggetto del presente Regolamento, le ore di attività didattica per lo svolgimento dell'insegnamento per ogni CFU, stabilite in relazione al tipo di attività formativa, sono le seguenti⁴:

- Lezione frontale o esercitazione: 8 ore per CFU;
- Seminario: 8 ore per CFU;
- Attività di laboratorio o di campo: 8 ore per CFU;

Per le attività di Tirocinio, un CFU corrisponde a 25 ore di impegno formativo per ciascuno studente⁵. I CFU corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente con il soddisfacimento delle modalità di verifica del profitto (esame, idoneità) indicate nella Scheda relativa all'insegnamento/attività allegata al presente Regolamento.

Art. 7

Articolazione delle modalità di insegnamento

L'attività didattica viene svolta in modalità di tipo a: Corso di Studi convenzionale.

La CCD delibera eventualmente quali insegnamenti prevedono anche attività didattiche offerte on-line.

Alcuni insegnamenti possono svolgersi anche in forma seminariale e/o prevedere esercitazioni in aula, laboratori linguistici ed informatici.

Informazioni dettagliate sulle modalità di svolgimento di ciascun insegnamento sono presenti nelle schede degli insegnamenti.

³ Secondo l'Art. 5, c. 1 del DM 270/2004 "Al credito formativo universitario corrispondono 25 ore di impegno complessivo per studente; con decreto ministeriale si possono motivatamente determinare variazioni in aumento o in diminuzione delle predette ore per singole classi, entro il limite del 20 per cento".

⁴ Il numero di ore tiene conto delle indicazioni presenti nell'Art. 6, c. 5 del RDA: "Per ogni CFU, delle 25 ore complessive, la quota da riservare alle attività per lo svolgimento dell'insegnamento deve essere: a) compresa tra le 5 e le 10 ore per le lezioni e le esercitazioni; b) compresa tra le 5 e le 10 ore per le attività seminariali; c) compresa tra le 8 e le 12 ore per le attività di laboratorio o attività di campo. Sono, in ogni caso, fatti salvi in cui siano previste attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico, diverse disposizioni di Legge o diverse determinazioni previste dai DD.MM."

⁵ Per l'attività di Tirocinio (DM interministeriale 142/1998), fatte salve ulteriori specifiche disposizioni, il numero di ore di lavoro pari a 1 CFU non possono essere inferiori a 25.

Art. 8

Prove di verifica delle attività formative⁶

1. La Commissione di Coordinamento Didattico, nell'ambito dei limiti normativi previsti⁷, stabilisce il numero degli esami e le altre modalità di valutazione del profitto che determinano l'acquisizione dei crediti formativi universitari. Gli esami sono individuali e possono consistere in prove scritte, orali, pratiche, grafiche, tesine, colloqui o combinazioni di tali modalità.
2. Le modalità di svolgimento delle verifiche pubblicate nelle schedine insegnamento e il calendario degli esami saranno resi noti agli studenti prima dell'inizio delle lezioni sul sito web del Dipartimento⁸.
3. Lo svolgimento degli esami è subordinato alla relativa prenotazione che avviene in via telematica. Qualora lo studente non abbia potuto procedere alla prenotazione per ragioni che il Presidente della Commissione considera giustificate, lo studente può essere egualmente ammesso allo svolgimento della prova d'esame, in coda agli altri studenti prenotati.
4. Prima della prova d'esame, il Presidente della Commissione accerta l'identità dello studente, che è tenuto ad esibire un documento di riconoscimento in corso di validità e munito di fotografia.
5. La valutazione a seguito di esame è espressa con votazione in trentesimi, l'esame è superato con la votazione minima di diciotto trentesimi, la votazione di trenta trentesimi può essere accompagnata dalla lode per voto unanime della Commissione. La valutazione a seguito di verifiche del profitto diverse dall'esame è espressa con un giudizio di idoneità.
6. Le prove orali di esame sono pubbliche, nel rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza. Qualora siano previste prove scritte, il candidato ha il diritto di prendere visione del/i proprio/i elaborato/i dopo la correzione.
7. Le Commissioni d'esame sono disciplinate dal Regolamento Didattico di Ateneo⁹.

Art. 9

Struttura del corso e piano degli studi

1. La durata legale del Corso di Studio è di 2 anni. È altresì possibile l'iscrizione sulla base di un contratto, nel rispetto di quanto previsto all'Art. 24 del Regolamento Didattico di Ateneo.

⁶ Art. 22 del Regolamento Didattico di Ateneo.

⁷ Ai sensi dei DD.MM. 16.3.2007 in ciascun Corso di Studio gli esami o prove di profitto previsti non possono essere più di 20 (lauree; Art. 4 c. 2), 12 (lauree magistrali; Art. 4 c. 2), 30 (lauree a ciclo unico quinquennali) o 36 (lauree a ciclo unico sessennali; Art. 4 c. 3). Ai sensi del Regolamento Didattico di Ateneo, Art. 13 c. 4, per i Corsi di Laurea, "restano escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'Art. 10 c. 5 lettere c), d) ed e) del D.M. n. 270/2004 ivi compresa la prova finale per il conseguimento del titolo di studio". Per i Corsi di Laurea Magistrale e Magistrale a ciclo unico, invece, ai sensi del Regolamento Didattico di Ateneo, Art. 14 c. 7, "restano escluse dal conteggio degli esami le prove che costituiscono un accertamento di profitto relativamente alle attività di cui all'Art. 10 c. 5 lettere d) ed e) del D.M. n. 270/2004; l'esame finale per il conseguimento della Laurea Magistrale e Magistrale a ciclo unico rientra nel computo del numero massimo di esami".

⁸ Si richiama l'Art. 22 c. 8 del RDA in base al quale "il Dipartimento o la Scuola cura che le date per le verifiche di profitto siano pubblicate sul portale con congruo anticipo che di norma non può essere inferiore a 60 giorni prima dell'inizio di ciascun periodo didattico e che sia previsto un adeguato periodo di tempo per l'iscrizione all'esame che deve essere di norma obbligatoria".

⁹ Si richiama l'Art. 22, c. 4 del RDA in base al quale "le Commissioni di esame e delle altre verifiche di profitto sono nominate dal Direttore del Dipartimento o dal Presidente della Scuola quando previsto dal Regolamento della stessa. È possibile delegare tale funzione al Coordinatore della CCD. Le Commissioni sono composte dal Presidente ed eventualmente da altri docenti o cultori della materia. Per gli insegnamenti attivi, il Presidente è il titolare dell'insegnamento ed in tal caso la Commissione delibera validamente anche in presenza del solo Presidente. Negli altri casi, il Presidente è un docente individuato all'atto della nomina della Commissione. Alla valutazione collegiale complessiva del profitto a conclusione di un insegnamento integrato partecipano i docenti titolari dei moduli coordinati e il Presidente è individuato all'atto della nomina della Commissione".

Lo studente dovrà acquisire 120 CFU¹⁰, riconducibili alle seguenti Tipologie di Attività Formative (TAF):

- B) caratterizzanti,
- C) affini o integrative,
- D) a scelta dello studente¹¹,
- E) per la prova finale,
- F) ulteriori attività formative.

2. La laurea si consegue dopo avere acquisito 120 CFU con il superamento degli esami, in numero non superiore a 12, e lo svolgimento delle altre attività formative.

Fatta salva diversa disposizione dell'ordinamento giuridico degli studi universitari, ai fini del conteggio si considerano gli esami sostenuti nell'ambito delle attività di base, caratterizzanti e affini o integrative nonché nell'ambito delle attività autonomamente scelte dallo studente (TAF D). Gli esami o valutazioni di profitto relativi alle attività autonomamente scelte dallo studente possono essere considerate nel computo complessivo corrispondenti a una unità¹². Restano escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'Art. 10 comma 5 lettere d) ed e) del D.M. 270/2004¹³. Gli insegnamenti integrati, composti da due o più moduli, prevedono un'unica prova di verifica.

3. Per acquisire i CFU relativi alle attività a scelta autonoma, lo studente ha libertà di scelta tra tutti gli insegnamenti attivati presso l'Ateneo, purché coerenti con il progetto formativo. Tale coerenza viene valutata dalla Commissione di Coordinamento Didattico del CdS. Anche per l'acquisizione dei CFU relativi alle attività a scelta autonoma è richiesto il "superamento dell'esame o di altra forma di verifica del profitto" (Art. 5, c. 4 del D.M. 270/2004).
4. Il piano di studi sintetizza la struttura del corso elencando gli insegnamenti previsti suddivisi per anno di corso ed eventualmente per curriculum. Alla fine della tabella del piano di studi sono elencate le propedeuticità previste dal Corso di Studio. Il piano degli studi offerto agli studenti, con l'indicazione dei settori scientifico-disciplinari e dell'ambito di afferenza, dei crediti, della tipologia di attività didattica è riportato nell'Allegato 1 al presente Regolamento.
5. Ai sensi dell'Art. 11, c. 4-bis del DM 270/2004, è possibile conseguire il titolo secondo un piano di studi individuale comprendente anche attività formative diverse da quelle previste dal Regolamento didattico, purché in coerenza con l'Ordinamento didattico del Corso di Studio dell'anno accademico di immatricolazione. Il Piano di Studi individuale è approvato dalla CCD.

¹⁰ Il numero complessivo di CFU per l'acquisizione del relativo titolo deve essere così inteso: laurea a ciclo unico sessennale, 360 CFU; laurea a ciclo unico quinquennale, 300 CFU; laurea triennale, 180 CFU; laurea magistrale, 120 CFU.

¹¹ Corrispondenti ad almeno 12 CFU per le lauree triennali e ad almeno 8 CFU per le lauree magistrali (Art. 4, c. 3 del D.M. 16.3.2007).

¹² Art. 4, c. 2 dell'Allegato 1 al D.M. 386/2007.

¹³ Art. 10, c. 5 del D.M. 270/2004: "Oltre alle attività formative qualificanti, come previsto ai commi 1, 2 e 3, i Corsi di Studio dovranno prevedere: a) attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo [TAF D]; b) attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare [TAF C]; c) attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio e, con riferimento alla laurea, alla verifica della conoscenza di almeno una lingua straniera oltre l'italiano [TAF E]; d) attività formative, non previste dalle lettere precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, tra cui, in particolare, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro [TAF F]; e) nell'ipotesi di cui all'articolo 3, comma 5, attività formative relative agli stages e ai tirocini formativi presso imprese, amministrazioni pubbliche, enti pubblici o privati ivi compresi quelli del terzo settore, ordini e collegi professionali, sulla base di apposite convenzioni".

Il CdS è altresì associato al percorso formativo Minor in “Green Technologies”, disciplinato dal Regolamento riportato in Allegato 3. Esso si consegue mediante presentazione di un piano di studi individuale che prevede l’acquisizione di almeno 15 CFU extracurricolari aggiuntivi (135 CFU complessivi), unitamente ad una scelta opportuna di almeno 15 CFU curricolari. L’Allegato 1 precisa, per ciascun percorso formativo, le specifiche attività formative curricolari ed extracurricolari (e le relative tipologie, TAF) necessarie al suo conseguimento. Ulteriori informazioni sul Minor sono riportate in Allegato 3.

Art. 10

Obblighi di frequenza¹⁴

1. In generale, la frequenza alle lezioni frontali è fortemente consigliata ma non obbligatoria. In caso di singoli insegnamenti con frequenza obbligatoria, tale opzione è indicata nella relativa Scheda insegnamento/attività disponibile nell'Allegato 2.
2. Qualora il docente preveda una modulazione del programma diversa tra studenti frequentanti e non frequentanti, questa è indicata nella singola Scheda Insegnamento pubblicata sulla pagina web del corso e sul sito docenti.UniNA.it.
3. La frequenza alle attività seminariali che attribuiscono crediti formativi è obbligatoria. Le relative modalità di verifica del profitto per l’attribuzione di CFU è compito della CCD.

Art. 11

Propedeuticità e conoscenze pregresse

1. L’elenco delle propedeuticità in ingresso (necessarie per sostenere un determinato esame) e in uscita è riportato nell’Allegato 1 e nelle Schedine insegnamento/attività (Allegato 2).
2. Le eventuali conoscenze pregresse ritenute necessarie sono indicate nella singola Scheda Insegnamento pubblicata sulla pagina web del corso e sul sito docenti.UniNA.it

Art. 12

Calendario didattico del CdS

Il calendario didattico del CdS viene reso disponibile sul sito web del Dipartimento con congruo anticipo rispetto all’inizio delle attività (Art. 21, c. 5 del RDA).

Art. 13

Criteri per il riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studio della stessa Classe¹⁵

Per gli studenti provenienti da Corsi di Studio della stessa Classe la Commissione di Coordinamento Didattico assicura il riconoscimento dei CFU, ove associati ad attività culturalmente compatibili con il percorso formativo, acquisiti dallo studente presso il Corso di Studio di provenienza, secondo i criteri di cui al successivo articolo 14. Il mancato riconoscimento di crediti formativi universitari deve essere adeguatamente motivato. Resta fermo che la quota di crediti formativi universitari relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare direttamente riconosciuti allo studente, non può essere inferiore al 50% di quelli già conseguiti.

¹⁴ Art. 22, c. 10 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁵ Art. 19 del Regolamento Didattico di Ateneo.

Art. 14

Criteri per il riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa Classe, in corsi di studio universitari o di livello universitario, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studio internazionali¹⁶; criteri per il riconoscimento di CFU per attività extra-curricolari

1. Il riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa Classe, in Corsi di studio universitari o di livello universitario, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studio internazionali, avviene ad opera della CCD, sulla base dei seguenti criteri:

- analisi del programma svolto;
- valutazione della congruità dei settori scientifico disciplinari e dei contenuti delle attività formative in cui lo studente ha maturato i crediti con gli obiettivi formativi specifici del Corso di Studio e delle singole attività formative da riconoscere, perseguendo comunque la finalità di mobilità degli studenti.

Il riconoscimento è effettuato fino a concorrenza dei crediti formativi universitari previsti dall'ordinamento didattico del Corso di Studio. Il mancato riconoscimento di crediti formativi universitari deve essere adeguatamente motivato. Ai sensi dell'Art. 5, comma 5-bis, del D.M. 270/2004, è possibile altresì l'acquisizione di crediti formativi presso altri atenei italiani sulla base di convenzioni stipulate tra le istituzioni interessate, ai sensi della normativa vigente¹⁷.

2. L'eventuale riconoscimento di CFU relativi ad esami superati come corsi singoli potrà avvenire entro il limite di 36 CFU, ad istanza dell'interessato e in seguito all'approvazione della CCD. Il riconoscimento non potrà concorrere alla riduzione della durata legale del Corso di Studio, così come determinata dall'Art. 8, c. 2 del D.M. 270/2004, fatta eccezione per gli studenti che si iscrivono essendo già in possesso di un titolo di studio di pari livello¹⁸.

3. Relativamente ai criteri per il riconoscimento di CFU per attività extra-curricolari, ai sensi dell'Art. 3, comma 2, del D.M. 931/2024, entro un limite massimo di 24 CFU, possono essere riconosciute le seguenti attività (Art. 2 del D.M. 931/2024):

- conoscenze e abilità professionali, certificate ai sensi della normativa vigente, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario;
- attività formative svolte nei cicli di studio presso gli istituti di formazione della pubblica amministrazione, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione abbia concorso l'Università;
- conseguimento da parte dello studente di medaglia olimpica o paralimpica ovvero del titolo di campione mondiale assoluto, campione europeo assoluto o campione italiano assoluto nelle discipline riconosciute dal Comitato olimpico nazionale italiano o dal Comitato italiano paralimpico.

Art. 15

Criteri per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio

L'iscrizione a singoli corsi di insegnamento, previsti dal Regolamento di Ateneo¹⁹, è disciplinata dal "Regolamento di Ateneo per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio"²⁰.

¹⁶ Art. 19 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁷ Art. 6, c. 9 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁸ Art. 19, c. 4 del Regolamento Didattico di Ateneo.

¹⁹ Art. 19, c. 4 del Regolamento Didattico di Ateneo.

²⁰ D.R. n. 348/2021.

Art. 16

Caratteristiche e modalità di svolgimento della prova finale

La Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per 'Energia e l'Ambiente si consegue dopo aver superato una prova finale, consistente nella valutazione da parte di una commissione accademica della tesi di laurea magistrale, elaborata dallo studente sotto la guida di uno o più relatori universitari e con la eventuale correlazione di esperti anche esterni all'Università. La tesi riguarda attività di carattere teorico, metodologico, numerico o sperimentale. Potranno concorrere alla preparazione della tesi attività svolte presso laboratori di ricerca esterni all'università, nonché presso aziende ed enti italiani ed esteri, purché inserite in un percorso formativo guidato dal relatore universitario. Tutori esterni al corpo docente accademico che hanno concorso a seguire il laureando su temi specifici del percorso formativo sviluppato potranno essere invitati alla seduta di laurea in veste di correlatori, senza fare parte della Commissione di esame di laurea magistrale. La relazione scritta e la discussione potranno essere sviluppate in inglese e dovranno dimostrare il carattere di originalità del lavoro svolto, la padronanza degli argomenti trattati, la maturità acquisita, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di capacità di comunicazione, inclusivo dell'utilizzo efficace di mezzi informatici.

La prova finale è sostenuta dal Candidato innanzi a una Commissione presieduta dal Coordinatore del Corso di Studio (o in caso di sua indisponibilità, dal docente più anziano in Commissione) e consiste nella presentazione del lavoro svolto sotto la guida di un docente Relatore e nella successiva discussione con i componenti della Commissione.

Il Relatore, eventualmente coadiuvato da co-relatori, assolve alle seguenti funzioni:

- attesta l'avvenuto proficuo svolgimento delle eventuali attività propedeutiche (tirocini intra-moenia o extra-moenia, di concerto con il tutor universitario, laddove sia diverso dal Relatore);
- valuta lo stato di avanzamento complessivo delle attività finalizzate alla predisposizione dell'elaborato;
- guida l'allievo nella predisposizione dell'elaborato di laurea magistrale;
- assiste l'allievo nella preparazione dell'esame di laurea magistrale.

Al candidato è consentito di avvalersi di un supporto audio-visivo, da proiettare pubblicamente, oppure, in alternativa, di redigere un fascicoletto di sintesi, da consegnare in copia a ciascun componente della Commissione.

Al termine della presentazione, ciascun docente può rivolgere osservazioni e domande al candidato, inerenti all'argomento del lavoro di tesi. La presentazione ha una durata compresa di norma in 15 minuti.

I 12 crediti previsti per la prova finale sono suddivisi in:

- 11 crediti: attività per la preparazione dell'elaborato di laurea magistrale;
- 1 credito: esame di laurea magistrale.

Art. 17

Linee guida per le attività di tirocinio e stage

1. Gli studenti iscritti al CdS possono decidere di effettuare attività di tirocinio o *stage* formativi presso Enti o Aziende convenzionati con l'Ateneo. Le attività di tirocinio e *stage* sono obbligatorie, e concorrono all'attribuzione di crediti formativi per le Altre attività formative a

scelta dello studente inserite nel piano di studi, così come previsto dall'Art. 10, comma 5, lettere d ed e, del D.M. 270/2004²¹.

2. Le modalità di svolgimento e le caratteristiche di tirocini e *stage* sono disciplinate dalla CCD con un apposito regolamento.
3. L'Università degli Studi di Napoli Federico II, per il tramite del Servizio di Orientamento e Placement della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base (<https://www.jobservice.unina.it>) assicura un costante contatto con il mondo del lavoro, per offrire a studenti e laureati dell'Ateneo concrete opportunità di tirocini e *stage* e favorirne l'inserimento professionale.

Art. 18

Decadenza dalla qualità di studente²²

Incorre nella decadenza lo studente che non abbia sostenuto esami per otto anni accademici consecutivi, a meno che il suo contratto non stabilisca condizioni diverse. In ogni caso, la decadenza va comunicata allo studente a mezzo posta elettronica certificata o altro mezzo idoneo che ne attesti la ricezione.

Art. 19

Compiti didattici, comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato

1. I docenti e ricercatori svolgono il carico didattico assegnato secondo quanto disposto dal Regolamento didattico di Ateneo e nel Regolamento sui compiti didattici e di servizio agli studenti dei professori e ricercatori e sulle modalità per l'autocertificazione e la verifica dell'effettivo svolgimento²³.
2. Docenti e ricercatori devono garantire almeno due ore di ricevimento ogni 15 giorni (o per appuntamento in ogni caso concesso non oltre i 15 giorni) e comunque garantire la reperibilità via posta elettronica.
3. Il servizio di tutorato ha il compito di orientare e assistere gli studenti lungo tutto il corso degli studi e di rimuovere gli ostacoli che impediscono di trarre adeguato giovamento dalla frequenza dei corsi, anche attraverso iniziative rapportate alle necessità e alle attitudini dei singoli.
4. L'Università assicura servizi e attività di orientamento, di tutorato e assistenza per l'accoglienza e il sostegno degli studenti. Tali attività sono organizzate dalle Scuole e/o dai Dipartimenti con il coordinamento dell'Ateneo, secondo quanto stabilito dal RDA nell'articolo 8. Tali attività sono organizzate in collaborazione con la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base (<http://www.scuolapsb.unina.it>).

Art. 20

Valutazione della qualità delle attività svolte

1. La Commissione di Coordinamento Didattico attua tutte le forme di valutazione della qualità delle attività didattiche previste dalla normativa vigente secondo le indicazioni fornite dal Presidio della Qualità di Ateneo.
2. Al fine di garantire agli studenti del Corso di Studio la qualità della didattica nonché di individuare le esigenze degli studenti e di tutte le parti interessate, l'Università degli Studi di Napoli Federico

²¹ I tirocini *ex lettera d* possono essere sia interni che esterni; tirocini e *stage ex lettera e* possono essere solo esterni.

²² Art. 24, c. 5 del Regolamento Didattico di Ateneo.

²³ D.R. n. 2482//2020.

Il si avvale del sistema di Assicurazione Qualità (AQ)²⁴, sviluppato in conformità al documento “Autovalutazione, Valutazione e Accreditamento del Sistema Universitario Italiano” dell’ANVUR, utilizzando:

- indagini sul grado di inserimento dei laureati nel mondo del lavoro e sulle esigenze post-lauream;
- dati estratti dalla somministrazione del questionario per la valutazione della soddisfazione degli studenti per ciascun insegnamento presente nel piano di studi, con domande relative alle modalità di svolgimento del corso, al materiale didattico, ai supporti didattici, all’organizzazione, alle strutture.

I requisiti derivanti dall’analisi dei dati sulla soddisfazione degli studenti, discussi e analizzati dalla Commissione di Coordinamento Didattico e dalla Commissione Paritetica Docenti Studenti (CPDS), sono inseriti fra i dati di ingresso nel processo di progettazione del servizio e/o fra gli obiettivi della qualità.

3. L’organizzazione dell’AQ sviluppata dall’Ateneo realizza un processo di miglioramento continuo degli obiettivi e degli strumenti adeguati per raggiungerli, facendo in modo che in tutte le strutture siano attivati processi di pianificazione, monitoraggio e autovalutazione che consentano la pronta rilevazione dei problemi, il loro adeguato approfondimento e l’impostazione di possibili soluzioni.

Art. 21

Norme finali

1. Il Consiglio di Dipartimento, su proposta della Commissione di Coordinamento Didattico, sottopone all’esame del Senato Accademico eventuali proposte di modifica e/o integrazione del presente Regolamento.

Art. 22

Pubblicità ed entrata in vigore

1. Il presente Regolamento entra in vigore il giorno successivo alla pubblicazione all’Albo ufficiale dell’Università; è inoltre pubblicato sul sito d’Ateneo. Le stesse forme e modalità di pubblicità sono utilizzate per le successive modifiche e integrazioni.
2. Sono parte integrante del presente Regolamento l’Allegato 1 (Struttura CdS), l’Allegato 2 (Schedine insegnamento/attività) e l’Allegato 3 (Regolamento del Minor in “Green Technologies”).

²⁴ Il sistema di Assicurazione Qualità, basato su un approccio per processi e adeguatamente documentato, è progettato in maniera tale da identificare le esigenze degli studenti e di tutte le parti interessate, per poi tradurle in requisiti che l’offerta formativa deve rispettare.



ALLEGATO 1

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO

INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

CLASSE LM-33

Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento: Ingegneria Industriale

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2025 - 2026

PIANO DEGLI STUDI

LEGENDA

TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA (TAF):

- B** = Caratterizzanti
- C** = Affini o integrativi
- D** = Attività a scelta
- E** = Prova finale e conoscenze linguistiche
- F** = Ulteriori attività formative

Premessa

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente (LM-IMEA) (<http://meccanica.dii.unina.it/it/info-lmea>) istituisce quattro percorsi formativi standard, denominati "**Sistemi Energetici Innovativi**", "**Gestione Avanzata dell'Energia**", "**Sistemi Propulsivi**", e "**Sustainable Energy**" (quest'ultimo integralmente erogato in lingua inglese) costituiti da 120 CFU e selezionabili all'atto della presentazione del Piano di Studi.

Agli studenti iscritti al Corso di Studi è offerta la possibilità di partecipare al percorso **Minor** in "**Green Technologies**", che si sovrappone parzialmente ai percorsi formativi standard. Quest'ultimo si consegue mediante acquisizione (**entro al max. un anno aggiuntivo alla durata del Corso di Studio**) di ulteriori **15 CFU di tipo extra-curriculare** (135 CFU complessivi), **unitamente ad una scelta opportuna di almeno 15 CFU curriculari** dipendenti dal percorso standard prescelto. Nelle **note** a commento dei percorsi formativi si precisano le modalità di scelta dei 30 CFU complessivi (15 extra-curricolari e 15 curriculari) necessari al conseguimento del **Minor** in "**Green Technologies**", attestato da un "Open Badge" (<https://bestr.it/badge/show/2728>).

PERCORSI FORMATIVI E LINGUA DI EROGAZIONE

	Percorso	Acronimo	Lingua
1	Sistemi Energetici Innovativi <i>Innovative Energy Systems</i>	SEI	Italiano
2	Gestione Avanzata dell'Energia <i>Advanced Energy Management</i>	GAE	Italiano
3	Sistemi Propulsivi <i>Propulsion Systems</i>	SP	Italiano
4	Sustainable Energy <i>Energia Sostenibile</i>	SE	Inglese
5	Minor in Green Technologies	MGT	Italiano/Inglese

1) Percorso Sistemi Energetici Innovativi

I Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	Modalità	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio / a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie		unico	18	144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 Obbligatori in Tab. O
Attività formative affini/integrative a scelta dello studente (nota a)		unico	15	120	Lezione frontale	in presenza	C	Attività affini / integrative	2 a scelta in Tab. A
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota b)		unico	0-18 (^)	0-144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	0-2 a scelta in Tab. B1
A scelta autonoma (nota d)		unico	0-15 (*)	0-120	Lezione frontale	in presenza	D		0-2 a scelta tra esami consigliati in Tab. D1
Ulteriori Conoscenze Linguistiche (nota e, nota h)			3				F		Obbligatorio

II Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	Modalità	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio / a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso		unico	24	192	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	3 Obbligatori in Tab. O1
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota b)		unico	0-18 (^)	0-144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	0-2 a scelta in Tab. B1
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota c)		unico	6	48	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	1 a scelta in Tab. C1
A scelta autonoma (nota d)		unico	0-15 (*)	0-120	Lezione frontale	in presenza	D		0-2 a scelta tra esami consigliati in Tab. D1
Tirocinio (nota f)			9		Tirocinio		F		Obbligatorio
Prova finale (nota g, nota h)			12				E		Obbligatorio

Per il Minor in Green Technologies

Insegnamento extra-curricolare (nota h)		unico	6,9	48,72	Lezione frontale	in presenza	C,D		1 Obbligatorio in Tab. A.TG
Insegnamento extra-curricolare (nota h)		unico	6,9	48,72	Lezione frontale	in presenza	B,C,D		1 a scelta in Tabb. B.TG e C.TG
Insegnamento extra-curricolare (nota h)			3				F		A scelta Corsi e Seminari organizzati dai CdS associati al Minor

(^) Le attività formative curriculari di cui alla **nota b** sommano a **18 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

(*) Le attività a scelta autonoma di cui alla **nota d** sommano a **15 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

2) Percorso Gestione Avanzata dell'Energia

I Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	Modalità	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio / a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie		unico	18	144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 Obbligatorie in Tab. O
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso		unico	15	120	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 Obbligatorie in Tab. O2
Attività formative affini/integrative a scelta dello studente (nota a)		unico	15	120	Lezione frontale	in presenza	C	Attività affini / integrative	2 a scelta in Tab. A
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota b)		unico	0-18 (^)	0-144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	0-2 a scelta in Tab. B2
A scelta autonoma (nota d)		unico	0-15 (*)	0-120	Lezione frontale	in presenza	D		0-2 a scelta tra esami consigliati in Tab. D2
Ulteriori Conoscenze Linguistiche (nota e, nota h)			3				F		Obbligatorio

II Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	Modalità	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio / a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso		unico	15	120	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 Obbligatorie in Tab. O2
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota b)		unico	0-18 (^)	0-144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	0-2 a scelta in Tab. B2
A scelta autonoma (nota d)		unico	0-15 (*)	0-120	Lezione frontale	in presenza	D		0-2 a scelta tra esami consigliati in Tab. D2
Tirocinio (nota f)			9		Tirocinio		F		Obbligatorio
Prova finale (nota g, nota h)			12				E		Obbligatorio

Per il Minor in Green Technologies

Insegnamento extra-curriculare (nota h)		unico	6,9	48,72	Lezione frontale	in presenza	C, D		1 Obbligatorio in Tab. A.TG
Insegnamento extra-curriculare (nota h)		unico	6,9	48,72	Lezione frontale	in presenza	B,C,D		1 a scelta in Tabb. B.TG e C.TG
Insegnamento extra-curriculare (nota h)			3				F		A scelta Corsi e Seminari organizzati dai CdS associati al Minor

(^) Le attività formative curriculari di cui alla **nota b** sommano a **18 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

(*) Le attività a scelta autonoma di cui alla **nota d** sommano a **15 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

3) Percorso Sistemi Propulsivi

I Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	Modalità	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio / a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie		unico	18	144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 Obbligatorio in Tab. O
Attività formative curriculari obbligatorie		unico	15	120	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 Obbligatorio in Tab. O3
Attività formative affini/integrative a scelta dello studente (nota a)		unico	15	120	Lezione frontale	in presenza	C	Attività affini / integrative	2 a scelta in Tab. A
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota b)		unico	0-18 (^)	0-144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	0-2 a scelta in Tab. B3
A scelta autonoma (nota d)		unico	0-15 (*)	0-120	Lezione frontale	in presenza	D		0-2 a scelta tra esami consigliati in Tab. D3
Ulteriori Conoscenze Linguistiche (nota e, nota h)			3				F		Obbligatorio

II Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	Modalità	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio / a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso		unico	9	72	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	1 Obbligatorio in Tab. O3
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota b)		unico	0-18	0-144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	0-2 a scelta in Tab. B3
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota c)		unico	6	48	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	1 a scelta in Tab. C3
A scelta autonoma (nota d)		unico	0-15 (*)	0-120	Lezione frontale	in presenza	D		0-2 a scelta tra esami consigliati in Tab. D3
Tirocinio (nota f)			9		Tirocinio		F		Obbligatorio
Prova finale (nota g, nota h)			12				E		Obbligatorio

Per il Minor in Green Technologies

Insegnamento extra-curriculare (nota h)		unico	6,9	48,72	Lezione frontale	in presenza	C, D		1 Obbligatorio in Tab. A.TG
Insegnamento extra-curriculare (nota h)		unico	6,9	48,72	Lezione frontale	in presenza	B,C,D		1 a scelta in Tabb. B.TG e C.TG
Insegnamento extra-curriculare (nota h)			3				F		A scelta Corsi e Seminari organizzati dai CdS associati al Minor

(^) Le attività formative curriculari di cui alla **nota b** sommano a **18 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

(*) Le attività a scelta autonoma di cui alla **nota d** sommano a **15 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

4) Percorso Sustainable Energy

I Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	Modalità	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio / a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie		unico	18	144	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 Obbligatorio in Tab. O4a
Attività formative curriculari obbligatorie		unico	6+6	96	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	1 Obbligatorio in Tab. O4b
Attività formative affini/integrative a scelta dello studente (nota a)		unico	15	120	Lezione frontale	in presenza	C	Attività affini / integrative	2 a scelta in Tab. A4
A scelta autonoma (nota d)		unico	0-15 (*)	0-120	Lezione frontale	in presenza	D		0-2 a scelta tra esami consigliati in Tab. D4
Ulteriori Conoscenze Linguistiche (nota e, nota h)			3				F		Obbligatorio

II Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	Modalità	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio / a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso		unico	6+6	96	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	1 Obbligatorio in Tab. O4b
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota b4)		unico	12	96	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 a scelta in Tab. B4
Attività formative curriculari a scelta dello studente (nota c4)		unico	12	96	Lezione frontale	in presenza	B	Ingegneria Meccanica	2 a scelta in Tab. C4
A scelta autonoma (nota d)		unico	0-15 (*)	0-120	Lezione frontale	in presenza	D		0-2 a scelta tra esami consigliati in Tab. D4
Tirocinio (nota f)			9		Tirocinio		F		Obbligatorio
Prova finale (nota g, nota h)			12				E		Obbligatorio

Per il Minor in Green Technologies

Insegnamento extra-curricolare (nota h)		unico	6,9	48,72	Lezione frontale	in presenza	C, D		1 Obbligatorio in Tab. A.TG
Insegnamento extra-curricolare (nota h)		unico	6,9	48,72	Lezione frontale	in presenza	B,C,D		1 a scelta in Tabb. B.TG e C.TG
Insegnamento extra-curricolare (nota h)			3				F		A scelta Corsi e Seminari organizzati dai CdS associati al Minor

(*) Le attività a scelta autonoma di cui alla **nota d** sommano a **15 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

Elenco delle propedeuticità

Non sono previste propedeuticità

Note

- a) A scelta (15 CFU), nell'ambito delle attività affini e integrative (TAF C) indicate nella **Tab. A** per i percorsi **SEI, GAE e SP**, e nella **Tab. A4** per il percorso **SE**. Per il percorso **MGT** le attività affini e integrative devono **obbligatoriamente** includere almeno un insegnamento da 6 CFU selezionato tra quelli di TAF C elencati nelle **Tabb. A.TG e B.TG**.
- b) A scelta (18 CFU complessivi, ripartiti tra I e II anno), nell'ambito delle attività formative curriculari caratterizzanti (TAF B) indicate nelle **Tabb. B1, B2, B3**, relative rispettivamente ai percorsi **SEI, GAE e SP**.
- c) A scelta (6 CFU), nell'ambito delle attività formative curriculari caratterizzanti (TAF B) indicate nelle **Tabb. C1 e C3**, relative rispettivamente ai percorsi **SEI e SP**.
- b4) A scelta (12 CFU complessivi, al II anno), nell'ambito delle attività formative curriculari caratterizzanti (TAF B) indicate nella **Tab. B4**, relativa al percorso **SE**.
- c4) A scelta (12 CFU complessivi, al II anno), nell'ambito delle attività formative curriculari caratterizzanti (TAF B) indicate nella **Tab. C4**, relativa al percorso **SE**.
- d) A scelta (15 CFU complessivi, ripartiti tra I e II anno), nell'ambito delle attività formative curriculari consigliate per la scelta autonoma dello studente (TAF D) indicate nelle **Tabb. D1, D2, D3, D4** (e relative intestazioni) con riferimento rispettivamente ai percorsi **SEI, GAE, SP e SE**. Per il percorso **MGT** le attività a scelta autonoma devono **obbligatoriamente** includere almeno un insegnamento da 6 CFU selezionato tra quelli elencati nella **Tab. C.TG**.
- e) Ulteriori Conoscenze Linguistiche: studenti non in possesso della certificazione di conoscenza della Lingua Inglese, almeno a livello B2 del Quadro Comune Europeo di Riferimento (QCER), hanno l'obbligo di prevedere nel piano di studi un numero di CFU per le Ulteriori Conoscenze Linguistiche adeguato a garantire il raggiungimento di tale livello di conoscenza (3 CFU). Tali crediti sono acquisibili presso enti esterni o presso il centro linguistico di ateneo (cla.unina.it) e sono riconosciuti all'atto della presentazione della certificazione. Studenti che all'atto dell'immatricolazione siano già in possesso di attestato di inglese almeno di livello B2 ne richiedono il riconoscimento ai fini delle Ulteriori Conoscenze Linguistiche (3 CFU).
- f) Il tirocinio può essere di tipo extramoenia o intramoenia. Il tirocinio extramoenia è svolto presso aziende, centri di ricerca o altri enti pubblici e/o privati. Il tirocinio intramoenia è svolto presso laboratori di ricerca dell'ateneo con affiancamento a personale docente e ricercatore nella conduzione di attività di ricerca e sviluppo. In tutti i casi esso dovrà essere certificato da un libretto di tirocinio e da un modello AC a cura del tutor universitario. Per l'attivazione del tirocinio è prevista una specifica procedura e l'assolvimento di obblighi sulla sicurezza e sulla sorveglianza sanitaria, come descritto sul sito del CdS: <http://meccanica.dii.unina.it/it/tirocinio-lmea>.
- g) Il Lavoro di Tesi può essere svolto anche presso aziende in Italia o all'estero. Esso sarà sviluppato sempre sotto la diretta e piena responsabilità di un Docente dell'Area Didattica di Ingegneria dell'Università Federico II di Napoli (le procedure di assegnazione del tesista al Relatore sono precisate nel Regolamento Didattico del Corso di Studi) e può, eventualmente, avvalersi della correlazione di un Tutor Aziendale. Le procedure di assegnazione del Tutor Aziendale sono regolate dal Regolamento Didattico del Corso di Studi nonché da Specifiche Convenzioni. Per il percorso **MGT** la Tesi dovrà essere svolta **su argomenti coerenti con le tematiche del Minor**.
- h) L'adesione al progetto formativo **MGT**, coerentemente ai vincoli già indicati nelle note precedenti, impone il soddisfacimento dei seguenti criteri di approvazione:

- **Acquisizione di almeno 15 CFU curriculari (non caratterizzanti)**, selezionati come segue:
 - almeno 6 CFU affini/integrativi (TAF C) validi per il **MGT (nota a)**.
 - almeno 6 CFU a scelta autonoma (TAF D) validi per il **MGT (nota d)**.
- **Acquisizione di almeno 15 CFU extra-curriculari** (almeno 6 non caratterizzanti), conseguibili entro un anno aggiuntivo alla normale durata della laurea magistrale senza costi aggiuntivi per lo studente, selezionati come segue:
 - Almeno 6 CFU di insegnamenti di TAF C o TAF D in **Tab. A.TG**.
 - Almeno 6 CFU da qualsiasi insegnamento valido per il **MGT**, indicato con (*) nelle Tabelle dei singoli percorsi formativi nelle pagg. seguenti.
 - Il resto (0-3 CFU) acquisibili **unicamente** mediante frequenza ad attività seminariali organizzate dal CdS o in Ateneo e concernenti elementi di cultura giuridico/normativa, economica e manageriale riferiti alle problematiche dell'energia, dell'ambiente e della sostenibilità.

Il soddisfacimento delle condizioni indicate nelle note suindicate comporta la definizione di un **piano di studi di automatica approvazione**, per il quale lo studente comunica alla Segreteria Studenti dell'Area Didattica di Ingegneria della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base il **percorso scelto** (**SEI, GAE, SP o SE**) ed eventuali corsi a scelta autonoma personalizzati.

Soluzioni maggiormente personalizzate possono essere seguite dietro presentazione di un **piano di studi individuale**, nei termini stabiliti dal Regolamento Didattico e coerenti con l'Ordinamento Didattico. La Commissione di Coordinamento Didattico del Corso LM-IMEA si riserva di approvare o meno il piano di studi individuale sulla base, come stabilito dalle norme di legge, della coerenza del percorso formativo selezionato, eventualmente supportato di chiare motivazioni espressa dall'allievo. In tutti i casi, un esame potrà essere sostenuto solo dopo che il relativo corso sia stato erogato nell'Anno Accademico di presentazione del Piano di Studi.

Nelle tabelle delle attività formative riportate nelle pagg. seguenti, gli insegnamenti con primo titolo in italiano sono erogati in italiano; gli insegnamenti con primo titolo in inglese sono erogati in inglese.

Corsi di Studio da cui vengono effettuate Mutuazioni	Acronimo
Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente	LM-IMEA
Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per la Progettazione e la Produzione	LM-IMPP
Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica	LM-IELT
Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica	LM-ICHI
Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale	LM-IAER
Laurea Magistrale in Autonomous Vehicle Engineering	LM-MOVE
Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale	LM-IGES
Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali	LM-IMAT
Laurea Magistrale in Transportation Engineering and Mobility	LM-TEAM
Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio	LM-IAMT
Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica	LM-IINF
Laurea in Ingegneria Informatica	L-IINF

TABELLE DELLE ATTIVITA' FORMATIVE OBBLIGATORIE PER I PERCORSI SEI, GAE E SP

Tabella O) - Attività formative curriculari obbligatorie (18 CFU), comuni ai percorsi SEI, GAE e SP, TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Trasmissione del Calore <i>Heat Transfer</i>	I / I	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Termofluidodinamica delle Macchine <i>Aero-Thermodynamics of Fluid Machinery</i>	I / II	9	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica

TABELLE DELLE ATTIVITA' FORMATIVE AFFINI E INTEGRATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE

Tabella A) - Attività formative affini/integrative a scelta dello studente (15 CFU), comuni ai percorsi SEI, GAE e SP, TAF C

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Sistemi Elettrici per l'Energia <i>Electric Power Systems</i>	I / I	9	IIND-08/B (ex ING-IND/33)	C	Attività formative affini/integrative
Regolazione delle Centrali Elettriche <i>Electrical Power Plant Regulation</i>	I / II	6	IIND-08/B (ex ING-IND/33)	C	Attività formative affini/integrative
Economia ed Organizzazione Aziendale <i>Economics and Business Organization</i>	I / I	6	IEGE-01/A (ex ING-IND/35)	C	Attività formative affini/integrative
Gestione Aziendale <i>Business Management</i>					
Gestione Aziendale (<i>Business Management</i>)	I / II	6	IEGE-01/A (ex ING-IND/35)	C	Attività formative affini/integrative
Laboratorio di Gestione Aziendale (<i>Business Management Lab</i>)	I / II	3			
Combustione <i>Combustion</i>	I / I	9	ICHI-02/A (ex ING-IND/25)	C	Attività formative affini/integrative
Inquinanti Atmosferici da Attività Antropiche <i>Pollutant Formation and Control</i>	I / II	6	ICHI-02/A (ex ING-IND/25)	C	Attività formative affini/integrative
Per il Percorso MGT: Insegnamento di TAF C (6 o 9 CFU) da Tab. A.TG, B.TG		6,9		C	Attività formative affini/integrative

Tabella A4) - Attività formative affini/integrative a scelta dello studente (15 CFU), per il percorso SE, TAF C

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare/ Mutuazioni
Energy Management for Transportation (*) <i>Gestione dell'Energia per i Trasporti</i>	I o II / I	9	IIND-08/A (ex ING-IND/32)	C	Attività formative affini/integrative LM-TEAM
Electrical Technologies for the Ecological Transition <i>Tecnologie elettriche per la transizione ecologica</i> (*)					
Electric Energy Storage (<i>Accumulo di Energia Elettrica</i>)	I o II / II	3	IIET-01/A (ex ING-IND/31)	C	Attività formative affini/integrative LM-IELT
Electric Mobility and Generation from Renewables (<i>Mobilità Elettrica e Generazione da Fonti Rinnovabili</i>)	I o II / II	3	IIND-08/A (ex ING-IND/32)		
Smart, Resilient and Sustainable City (*) <i>Città Intelligente, Resiliente e Sostenibile</i>	I o II / I	9	CEAR-12/A (ex ICAR/20)	C	Attività formative affini/integrative LM-IAMT
Circular Bioeconomy for the ecological transition (*) <i>Bioeconomia Circolare per la Transizione Ecologica</i>	I o II / II	6	CEAR-02/A (ex ICAR/03)	C	Attività formative affini/integrative LM-IAMT
Sustainable Combustion Processes for Energy Conversion <i>Processi di Combustione Sostenibili per la Conversione dell'Energia</i>	I / I	9	ICHI-02/A (ex ING-IND/25)	C	Attività formative affini/integrative
Industrial Ecology and Green Engineering (*) <i>Ecologia Industriale e Ingegneria Verde</i>	I o II / II	6	ICHI-02/A (ex ING-IND/25)	C	Attività formative affini/integrative LM-ICHI

(*) Insegnamento valido anche per il percorso **MGT**

Percorso SISTEMI ENERGETICI INNOVATIVI

Tabella O1) - Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso (24 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Turbomacchine per l'Energia Eolica <i>Turbomachinery for Wind Energy</i>	II / I	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Tecniche e Modelli per la Refrigerazione <i>Techniques and Models for Refrigeration</i>	II / I	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Impianti con Turbina a Gas <i>Gas Turbine Based Power Plants</i>	II / II	9	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella B1) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (18 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Impianti di Generazione Termica <i>Heat Generation Plants</i>	I o II / I	9	IIND-06/B (ex ING-IND/09)	B	Ingegneria Meccanica
Acustica Applicata <i>Applied Acoustics</i>	I o II / I	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Progetto di Macchine <i>Fluid Machinery Design Principles</i>	II / II	9	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Impianti di Climatizzazione <i>Heating and Cooling systems</i>	I o II / II	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella C1 - Attività formative curriculari a scelta dello studente (6 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Impianti per l'Energia Solare <i>Solar Energy Technologies</i>	II / II	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Gestione di Sistemi Termodinamici Avanzati <i>Management of Advanced Thermodynamic Systems</i>	II / II	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella D1) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente (15 CFU), TAF D
Insegnamenti di TAF B dei percorsi SEI, GAE e SP, oppure insegnamenti da Tabb. A.TG, B.TG e C.TG, oppure:

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Mutuazioni
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente <i>Geometrical Modelling for Energy and Environment</i>	I / II	9	IIND-03/B (ex ING-IND/15)	D	Specifico per LM-IMEA
Plasmi e Fusione Termonucleare <i>Plasmas and Thermonuclear Fusion</i>	I / I	9	IJET-01/A (ex ING-IND/31)	D	LM-IELT
Progettazione Assistita di Strutture Meccaniche <i>Computer Aided Design of Mechanical Structures</i>	I / I	9	IIND-03/A (ex ING-IND/14)	D	LM-IMPP
Tecnologie Speciali <i>Non-Conventional Manufacturing Technologies</i>	I / II	9	IIND-04/A (ex ING-IND/16)	D	LM-IMPP
Sicurezza e Manutenzione degli Impianti Industriali <i>Safety and Maintenance of Industrial Plants</i>	I / II	9	IIND-05/A (ex ING-IND/17)	D	LM-IMPP
Controlli Automatici <i>Automatic Controls</i>	I / II	9	IINF-04/A (ex ING-INF/04)	D	L-IINF
Mathematical Models and Computational Methods for Engineering <i>Modelli Matematici e Metodi Computazionali per l'Ingegneria</i>	I / I	9	MATH-04/A (ex MAT/07)	D	Specifico per LM-IMEA
Per il percorso MGT: Insegnamento di TAF D (6 o 9 CFU) da Tab. C.TG (*)		6,9		D	

(*) La somma dei CFU selezionati per il Per il percorso **MGT** in Tabb. A e D1 deve essere almeno pari a 15 CFU (**nota h**)

Percorso GESTIONE AVANZATA DELL'ENERGIA

Tabella O2) - Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso (30 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Energetica (*) <i>Fundamentals of Energy Efficiency and Renewable Energy Technologies</i>	I / II	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Laboratorio di Ottimizzazione di Sistemi Termodinamici (*) <i>Laboratory of Thermodynamic Systems Optimization</i>	I / II	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Tecnologie Avanzate per l'Energia (*) <i>Advanced Energy Technologies</i>	II / I	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Misure Termofluidodinamiche <i>Thermo-Fluid-Dynamic Measurements</i>	II / II	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica

(*) Insegnamento valido anche per il percorso **MGT**

Tabella B2) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (18 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Sperimentazione e Impatto Ambientale delle Macchine (*) <i>Measurements and Environmental Impact of Machinery</i>	II / I	9	IIND-06/B (ex ING-IND/09)	B	Ingegneria Meccanica
Impianti di Generazione Termica <i>Heat Generation Plants</i>	I o II / I	9	IIND-06/B (ex ING-IND/09)	B	Ingegneria Meccanica
Impianti di Climatizzazione <i>Heating and Cooling systems</i>	I o II / II	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Termofluidodinamica Computazionale <i>Computational Thermal-Fluid-Dynamic</i>	I o II / II	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica

(*) Insegnamento valido anche per il percorso **MGT**

Tabella D2) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente (15 CFU), TAF D
Insegnamenti di TAF B dei percorsi SEI, GAE e SP, oppure insegnamenti da Tab. A.TG, B.TG e C.TG, oppure:

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Mutuazioni
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente <i>Geometrical Modelling for Energy and Environment</i>	I / II	9	IIND-03/B (ex ING-IND/15)	D	Specifico per LM-IMEA
Plasmi e Fusione Termonucleare <i>Plasmas and Thermonuclear Fusion</i>	I / I	9	IIET-01/A (ex ING-IND/31)	D	LM-IELT
Sicurezza e Manutenzione degli Impianti Industriali <i>Safety and Maintenance of Industrial Plants</i>	I / II	9	IIND-05/A (ex ING-IND/17)	D	LM-IMPP
Tecnologie Speciali <i>Non-Conventional Manufacturing Technologies</i>	I / II	9	IIND-04/A (ex ING-IND/16)	D	LM-IMPP
Controlli Automatici <i>Automatic Controls</i>	I / II	9	IINF-04/A (ex ING-INF/04)	D	L-IINF
Energy Sustainability in Smart Transportation and Infrastructures <i>Sostenibilità Energetica nei Trasporti e nelle Infrastrutture Intelligenti</i>	I / II	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	D	Specifico per LM-IMEA
Mathematical Models and Computational Methods for Engineering Science <i>Modelli Matematici e Metodi Computazionali per l'Ingegneria</i>	I / I	9	MATH-04/A (ex MAT/07)	D	Specifico per LM-IMEA
Per il percorso MGT: Insegnamento di TAF D (6 o 9 CFU) da Tab. C.TG (*)		6,9		D	

(*) La somma dei CFU selezionati per il Per il percorso **MGT** in Tab. A e D2 deve essere almeno pari a 15 CFU (**nota h**)

Percorso SISTEMI PROPULSIVI

Tabella O3) - Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso (24 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Motori a Combustione Interna <i>Internal Combustion Engines</i>	I / I	9	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Sistemi di Propulsione Ibridi (*) <i>Hybrid Propulsion Systems</i>	I / II	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Oleodinamica e Pneumatica <i>Fluid Power and Pneumatic Systems</i>	II / II	9	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica

(*) Insegnamento valido anche per il percorso **MGT**

Tabella B3) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (18 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Sperimentazione e Impatto Ambientale delle Macchine (*) <i>Measurements and Environmental Impact of Machinery</i>	II / I	9	IIND-06/B (ex ING-IND/09)	B	Ingegneria Meccanica
Acustica Applicata <i>Applied Acoustics</i>	I o II / I	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Progetto di Macchine <i>Fluid Machinery Design Principles</i>	II / II	9	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Termofluidodinamica Computazionale <i>Computational Thermal-Fluid-Dynamic</i>	I o II / II	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica

(*) Insegnamento valido anche per il percorso **MGT**

Tabella C3) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (6 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Modellistica e Ottimizzazione di Sistemi di Propulsione <i>Modeling and Optimization of Power Units</i>	II / II	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Calibrazione e Controllo di Sistemi di Propulsione <i>Calibration and Control of Power Units</i>	II / II	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella D3) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente (15 CFU), TAF D
Insegnamenti di TAF B **dei percorsi SEI, GAE e SP**, oppure insegnamenti da Tabb. A.TG, B.TG e C.TG, oppure:

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Mutuazioni
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente <i>Geometrical Modelling for Energy and Environment</i>	I / II	9	IIND-03/B (ex ING-IND/15)	D	Specifico per LM-IMEA
Elettrotecnica per l'Automotive e la Meccatronica <i>Electrotechnics for Automotive and Mechatronics</i>	I / II	9	I IET-01/A (ex ING-IND/31)	D	Specifico per LM-IMEA
Meccanica del Veicolo <i>Vehicle Dynamics</i>	I / II	9	IIND-02/A (ex ING-IND/13)	D	LM-IMPP
Tribologia e Diagnostica dei Sistemi Meccanici <i>Tribology and Diagnostic of Mechanical Systems</i>	I / I	9	IIND-02/A (ex ING-IND/13)	D	LM-IMPP
Costruzione di Autoveicoli <i>Automotive Design</i>	I / I	9	IIND-03/A (ex ING-IND/14)	D	LM-IMPP
Space Propulsion <i>Propulsione Spaziale</i>	I / II	9	IIND-01/G (ex ING-IND/07)	D	LM-IAER
Mathematical Models and Computational Methods for Engineering Science <i>Modelli Matematici e Metodi Computazionali per l'Ingegneria</i>	I / I	9	MATH-04/A (ex MAT/07)	D	Specifico per LM-IMEA
Per il percorso MGT: Insegnamento di TAF D (6 o 9 CFU) da Tab. C.TG (*)		6,9		D	

(*) La somma dei CFU selezionati per il Per il percorso **MGT** in Tabb. A e D3 deve essere almeno pari a 15 CFU (**nota h**)

Percorso SUSTAINABLE ENERGY

Tabella O4a) - Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso (18 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Heat Transfer Principles in Engineering <i>Fondamenti di Trasmissione del Calore per l'Ingegneria</i>	I / I	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Principles and Applications of Fluid Machinery <i>Principi e Applicazioni delle Macchine a Fluido</i>	I / II	9	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella O4b) - Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso (24 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Advanced Energy Systems and Technologies <i>Sistemi e Tecnologie Energetiche Avanzate</i>	I / I	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Fundamentals (<i>Fondamenti</i>) Applications (<i>Applicazioni</i>)	I / II	6			
Advanced Powertrains for a Sustainable Mobility <i>Sistemi di Propulsione Avanzati per la Mobilità Sostenibile</i>	II / I	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Fundamentals (<i>Fondamenti</i>) Modeling and Optimization (<i>Modellistica ed Ottimizzazione</i>)	II / II	6			

Tabella B4) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (12 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formative	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Fuel Cells for Power Generation and Energy Storage <i>Celle a Combustibile per la Produzione e lo Stoccaggio dell'Energia</i>	II / I	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Gas Turbines for Sustainable Power Production <i>Turbine a Gas per la Produzione Sostenibile di Energia</i>	II / I	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Low Carbon Boilers and Industrial Furnaces <i>Caldaie a bassa CO2 e Fornaci Industriali</i>	II / II	6	IIND-06/B (ex ING-IND/09)	B	Ingegneria Meccanica
Hydro, Wind and Ocean Energy Conversion Systems <i>Sistemi di Conversione dell'Energia Idroelettrica, Eolica e Marina</i>	II / II	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Fluid Power Systems for Energy Sustainability of Off-Road Vehicles <i>Sistemi Oleodinamici per la Sostenibilità Energetica di Veicoli Off-Road</i>	II / II	6	IIND-06/B (ex ING-IND/09)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella C4) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (12 CFU), TAF B

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Refrigeration and Heat Pump Technologies <i>Tecnologie per la Refrigerazione e Pompe di Calore</i>	II / I	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Thermo-economic Optimization of Complex Energy Systems <i>Ottimizzazione Termoeconomica di Sistemi Energetici Complessi</i>	II / II	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Lighting Technology and Acoustics <i>Illuminotecnica ed Acustica</i>	II / I	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Energy and Buildings <i>Energetica degli Edifici</i>	II / II	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Heating, Ventilation and Air Conditioning Systems <i>Sistemi di Riscaldamento, Ventilazione e Condizionamento dell'Aria</i>	II / I	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella D4) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente (15 CFU), TAF D:

Insegnamento o attività formativa	Anno/Sem.	CFU	SSD	TAF	Mutuazioni
Insegnamento in inglese da 6 CFU da qualsiasi Tabella del Manifesto		6			
Insegnamento in inglese da 9 CFU da qualsiasi Tabella del Manifesto		9			
Per il percorso MGT: Insegnamento di TAF D (6 o 9 CFU) da Tab. C.TG (*)		6,9		D	

(*) La somma dei CFU selezionati per il Per il percorso **MGT** in Tabb. A4 e D4 deve essere almeno pari a 15 CFU (**nota h**)

Percorso MINOR IN GREEN TECHNOLOGIES

Insegnamenti Extra-Curriculari (almeno 15 CFU complessivi, con almeno 6 CFU da Tab. A.TG):

Insegnamento o attività formativa	Anno/Semestre	CFU	SSD	TAF	
Insegnamento da almeno 6 CFU in Tab. A.TG		6,9		C,D	Obbligatorio
Qualsiasi insegnamento valido per il MGT		6,9		B,C,D	Obbligatorio
Corsi e Seminari Organizzati dai CdS associati al MGT		3		F	A scelta

Tabella A.TG) - Attività formative specificatamente sviluppate per il Minor

Insegnamento o attività formativa	Anno/Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito disciplinare / Mutuazioni
Industrial Ecology and Green Engineering <i>Ecologia Industriale e Ingegneria Verde</i>	I o II / II	6	ICHI-02/A (ex ING-IND/25)	C,D	Att. affini/integrative LM-ICHI
Circular Bioeconomy for the ecological transition <i>Bioeconomia Circolare per la Transizione Ecologica</i>	I o II / II	6	CEAR-02/A (ex ICAR/03)	C,D	Att. affini/integrative LM-IAMT
Electrical Technologies for the Ecological Transition <i>Tecnologie elettriche per la transizione ecologica</i>	I o II / II	2	IJET-01/A (ex ING-IND/31)	C,D	Att. affini/integrative LM-IELT
Electric Energy Storage (<i>Accumulo di Energia Elettrica</i>) Electric Mobility and Generation from Renewables (<i>Mobilità Elettrica e Generazione da Fonti Rinnovabili</i>)	I o II / II	4	IIND-08/A (ex ING-IND/32)		
Sustainable Materials <i>Materiali Sostenibili</i>	I o II / II	6	IMAT-01/A (ex ING-IND/22)	C,D	Att. affini/integrative LM-IMAT
Thermo-Mechanical Technologies for the Energy Transition <i>Tecnologie Termo-Meccaniche per la Transizione Energetica</i>	II / II	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella B.TG) - Attività formative mutuata da LM di contesto per il Minor

Insegnamento o attività formativa	Anno/Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito disciplinare / Mutuazioni
Environmental Chemical Engineering <i>Ingegneria Chimica Ambientale</i>	I o II / I	6	ICHI-02/A (ex ING-IND/25)	C,D	Att. affini/integrative LM-ICHI
Sustainable Technologies for Pollution Control <i>Tecnologie Sostenibili per il Controllo dell'Inquinamento Ambientale</i>	I o II / I	6	ICHI-02/A (ex ING-IND/25)	C,D	Att. affini/integrative LM-ICHI
Sustainable Process Design <i>Progettazione di Processi Sostenibili</i>	I o II / I	9	ICHI-02/A (ex ING-IND/25)	C,D	Att. affini/integrative LM-ICHI
Impianti di Produzione da Fonti Tradizionali e Rinnovabili <i>Electric Power Plants Based on Traditional and Renewable Sources</i>	I o II / II	6	IIND-08/B (ex ING-IND/33)	C,D	Att. affini/integrative Specifico per LM-IMEA
Energia dai Rifiuti ed Economia Circolare <i>Waste Energy and Circular Economy</i>	I o II / II	9	CEAR-02/A (ex ICAR/03)	C,D	Att. affini/integrative LM-IAMT
Ingegneria Sanitaria-Ambientale <i>Environmental Health Engineering</i>	I o II / II	6	CEAR-02/A (ex ICAR/03)	C,D	Att. affini/integrative LM-IAMT
Industrial Chemistry from Renewable Feedstocks <i>Chimica Industriale da Materie Prime Rinnovabili</i>	I o II / I	9	ICHI-02/B (ex ING-IND/27)	C,D	Att. affini/integrative LM-ICHI
Smart, Resilient and Sustainable City <i>Città Intelligente, Resiliente e Sostenibile</i>	I o II / I	9	CEAR-12/A (ex ICAR/20)	C,D	Att. affini/integrative LM-IAMT
Idraulica per l'Efficienza dei Sistemi Idrici <i>Hydraulics for Water Systems Efficiency</i>	I o II / I	6	CEAR-01/A (ex ICAR/01)	C,D	Att. affini/integrative LM-IAMT
Efficienza dei sistemi idrici (<i>Water Systems Efficiency</i>) Resilienza dei sistemi idrici (<i>Water Systems Resilience</i>)		3			
Ingegneria dei Materiali Nanofasici per l'Energetica e la Sensoristica <i>Nanophasic Material Engineering for Energy and Sensors</i>	I o II / I	6	IMAT-01/A (ex ING-IND/22)	C,D	Att. affini/integrative LM-IMAT
Thermo-Chemical Conversion of Biomass and Waste <i>Conversione Termochimica di Biomasse e Rifiuti</i>	I o II / II	6	ICHI-01/C (ex ING-IND/26)	C,D	Att. affini/integrative LM-ICHI
Electric and Hybrid Vehicles <i>Veicoli Elettrici e Ibridi</i>	I o II / II	6	IIND-08/A (ex ING-IND/32)	C,D	Att. affini/integrative LM-IELT

Energy Management for Transportation <i>Gestione dell'Energia per i Trasporti</i>	I o II / I	9	IIND-08/A (ex ING-IND/32)	C,D	Att. affini/integrative LM-TEAM
Smart and Electric Mobility <i>Mobilità Intelligente ed Elettrica</i>	I o II / II	9	CEAR-03/B (ex ICAR/05)	C,D	Att. affini/integrative LM-IAMT
Impianti Idroelettrici <i>Hydroelectric Systems</i>	I o II / II	9	CEAR-01/B (ex ICAR/02)	C,D	Att. affini/integrative LM-IAMT
Materiali e Tecnologie per il Fotovoltaico <i>Materials and Technologies for Photovoltaic</i>	I o II / II	6	IMAT-01/A (ex ING-IND/22)	C,D	Att. affini/integrative LM-IMAT
Regenerative Chemistry <i>Chimica Rigenerativa</i>	I o II / I	6	CHEM-06/A (ex CHIM/07)	C,D	Att. affini/integrative LM-ICHI
Sistemi Energetici Innovativi <i>Innovative Energy Systems</i>	I o II / I	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica LM-IELT
Sperimentazione e Impatto Ambientale delle Macchine <i>Measurements and Environmental Impact of Machinery</i>	II / I	9	IIND-06/B (ex ING-IND/09)	B	Ingegneria Meccanica
Tecnologie Avanzate per l'Energia <i>Advanced Energy Technologies</i>	II / I	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Sistemi di Propulsione Ibridi <i>Automotive Power Units</i>	I / II	6	IIND-06/A (ex ING-IND/08)	B	Ingegneria Meccanica
Energetica <i>Fundamentals of Energy Efficiency and Renewable Energy Technologies</i>	I / II	9	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica
Laboratorio di Ottimizzazione di Sistemi Termodinamici <i>Laboratory of Thermodynamic Systems Optimization</i>	I / II	6	IIND-07/A (ex ING-IND/10)	B	Ingegneria Meccanica

Tabella C.TG) - Attività formative per la promozione di competenze digitali coerenti con il Minor

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito disciplinare / Mutuazioni
Machine Learning and Big Data <i>Apprendimento Automatico e Big Data</i>	I o II / II	9	IINF-05/A (ex ING-INF/05)	D	LM-MOVE
Technologies for Information Systems <i>Tecnologie per i Sistemi Informativi</i>	I o II / II	9	IINF-05/A (ex ING-INF/05)	D	LM-IGES
Network Security <i>Sicurezza Informatica</i>	I o II / I	6	IINF-05/A (ex ING-INF/05)	D	LM-IINF



ALLEGATO 2.1

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE CLASSE LM-33

Scuola: Politecnica delle Scienze di Base

Dipartimento: Ingegneria Industriale

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2025-2026

Insegnamento: ACUSTICA APPLICATA APPLIED ACOUSTIC		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
Anno di corso: I or 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 settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: L'insegnamento si propone di fornire agli studenti nozioni di base riguardanti le equazioni delle onde e le principali soluzioni, nozioni di base sull'analisi dei segnali acustici e dei sistemi lineari tempo invarianti acustici e nozioni sulla percezione dei suoni e di psicoacustica. Tali nozioni saranno utili ad affrontare problemi di misura e controllo del rumore in ambienti chiusi ed all'aperto, all'individuazione ed al riconoscimento delle principali cause di rumore (derivanti ad esempio da organi rotanti in movimento, da sorgenti di natura aero-acustica o da superfici vibranti) ed i metodi per il contenimento del rumore attraverso il dimensionamento di opportuni sistemi fonoassorbenti e fonoisolanti. Durante il corso, infatti, verranno svolte esercitazioni pratiche sulla misura delle grandezze acustiche e sulla progettazione di sistemi fonoassorbenti e fonoisolanti mediante l'uso di software commerciali. Il corso metterà in luce che l'obiettivo principale è il benessere psicoacustico dell'uomo che può essere valutato attraverso l'utilizzo di parametri oggettivi derivanti da procedure di misure, da algoritmi numerici o tramite opportune tecniche di "virtualizzazione del suono" ossia mediante le tecniche di auralizzazione. Inoltre, verranno introdotti i concetti di base della qualità sonora del rumore/suono emesso da un prodotto industriale. Tutte le problematiche elencate verranno contestualizzate nell'ambito delle realtà industriali attraverso seminari integrativi tenuti da aziende e centri di ricerca.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova orale			

Insegnamento: ADVANCED ENERGY SYSTEMS AND TECHNOLOGIES SISTEMI E TECNOLOGIE ENERGETICHE AVANZATE Mod. 1: FUNDAMENTALS (FONDAMENTI) Mod. 2: APPLICATIONS (APPLICAZIONI)		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: Mod. 1: 6 Mod. 2: 6	
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: Analisi termodinamica e termoeconomica dei processi energetici. Valutazione e riduzione del relativo impatto ambientale. Efficienza e sostenibilità nella conversione e negli usi finali dell'energia, anche mediante l'utilizzo di fonti rinnovabili. Gestione dell'energia. Tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici. Modelli di sviluppo per la transizione energetica. Diagnosi energetiche.			
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire agli allievi le conoscenze, le metodologie e le competenze specialistiche richieste per operare nei settori dell'efficienza energetica e delle tecnologie per le fonti rinnovabili, con riferimento ad aspetti sia ingegneristici che normativi ed economico-finanziari. Lo studente sarà in grado di individuare, per ogni caso specifico, le soluzioni tecnologiche implementabili e di confrontarle in termini di efficienza energetica, di impatto ambientale (con particolare riferimento al tema delle emissioni di gas serra) e di convenienza economica, arrivando all'elaborazione di uno studio preliminare di fattibilità tecnico-economica. Saranno altresì fornite agli studenti le conoscenze necessarie per la gestione ottimale di sistemi energetici avanzati, a bassa impronta di carbonio, basati sull'integrazione di fonti rinnovabili e di soluzioni efficienti per la distribuzione e per gli usi finali dell'energia, tra le quali le reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento di ultima generazione e le tecnologie per la mobilità sostenibile. Lo studente sarà quindi in grado di pianificare e analizzare interventi per la decarbonizzazione di singole utenze o di sistemi energetici complessi, quali smart energy networks e smart cities. È prevista l'acquisizione di conoscenze, capacità di comprensione e capacità di risolvere problemi di natura tecnica concernenti: i) l'analisi dei fabbisogni energetici di utenze civili e industriali; ii) la misura e l'analisi tecnico-economica delle prestazioni di sistemi energetici; iii) l'individuazione e l'analisi di tecnologie e soluzioni per l'efficienza energetica, per l'uso di fonti rinnovabili di energia e per la riduzione dell'impatto ambientale delle attività riconducibili all'uso dell'energia (con particolare riferimento al problema delle emissioni di gas serra).			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova scritta con svolgimento di esercizi numerici e successiva prova orale			

Insegnamento: ADVANCED POWERTRAINS FOR A SUSTAINABLE MOBILITY SISTEMI DI PROPULSIONE AVANZATI PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE Mod. 1: FUNDAMENTALS (FONDAMENTI) Mod. 2: MODELING AND OPTIMIZATION (MODELLISTICA ED OTTIMIZZAZIONE)		Lingua di erogazione dell'insegnamento: INGLESE
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		CFU: Mod. 1: 6 Mod. 2: 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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche [...] ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, [...] ottimizzazione, gestione, sperimentazione [...] ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici [...] motori a combustione interna, anche quando integrati in sistemi di propulsione ibrida [...] sia degli apparati sede di reazioni chimiche [...]. Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi [...] propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali [...].		
Obiettivi formativi: L'insegnamento fornirà allo studente le conoscenze di base circa il funzionamento dei moderni sistemi propulsivi a basso impatto ambientale adoperati nei settori del trasporto su strada, navale ed aereo, anche alimentati con combustibili alternativi e/o derivanti da fonti rinnovabili. Verranno descritte le principali specie inquinanti generate dal sistema propulsivo, e le relative modalità di formazione e abbattimento. Verranno esaminate le configurazioni del sistema propulsivo di tipo ibrido elettrico e le problematiche della gestione sinergica delle macchine termiche ed elettriche. A valle dei contenuti teorici sopra descritti, si forniranno agli studenti competenze di modellistica termo-fluidodinamica mediante approcci 0D, 1D e 3D CFD dei moderni sistemi propulsivi. Particolare enfasi verrà posta nei processi che si svolgono all'interno dei cilindri e nei sistemi di ricambio della carica, al fine di ottimizzarne le prestazioni e limitare la produzione di sostanze inquinanti. Verrà altresì trattata la modellistica dell'intero powertrain e del veicolo al fine di prevedere e minimizzare le emissioni nocive del sistema propulsivo su cicli di guida omologativi e reali.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Discussione di elaborato progettuale		

Insegnamento: CALIBRAZIONE E CONTROLLO DI SISTEMI DI PROPULSIONE <i>CALIBRATION AND CONTROL OF POWER UNITS</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, aeroacustiche, aeromeccaniche, energetiche, tecnologiche, ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, collaudo ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, espansori di processo, motori a combustione interna, anche quando integrati in sistemi di propulsione ibrida, motori idraulici) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) sia degli apparati sede di reazioni chimiche (combustori, gassificatori, reattori, celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico (evaporatori, condensatori, recuperatori). Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica ed in quelli propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali, nonché il loro impiego nelle industrie di processo e nei settori terziario e residenziale.		
Obiettivi formativi: Il corso fornisce le conoscenze fondamentali sulle metodologie di calibrazione e controllo dei moderni sistemi di propulsione, termica e ibrida elettro-termica. In particolare, vengono fornite le basi sui sistemi di controllo, sulla calibrazione e sul control oriented modeling dei motori a combustione interna, sia ad accensione comandata che per compressione, e dei sistemi a propulsione ibrida. Si evidenziano le varie fasi del processo di calibrazione, illustrando le tecniche che si adoperano, sia sperimentali che numeriche. Verranno presentate applicazioni nel campo del trasporto su gomma, ferroviario, navale e aeronautico. Inoltre, per quanto riguarda le strategie di controllo, verrà approfondito il loro effetto sul consumo di combustibile, sulle prestazioni e le emissioni inquinanti dei sistemi di propulsione. Infine, verranno introdotte le tecniche di ottimizzazione energetica dei sistemi di propulsione ibrida. Sono previsti seminari integrativi tenuti da personale di aziende leader nel settore (Stellantis, Netcom, Teoresi, etc...), o di altri centri di ricerca (Istituto STEMS del CNR, ENEA).		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale		

Insegnamento: CIRCULAR BIOECONOMY FOR THE ECOLOGICAL TRANSITION BIOECONOMIA CIRCOLARE PER LA TRANSIZIONE ECOLOGICA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE
SSD: CEAR-02/A (EX ICAR/03)		CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: C	
Modalità di svolgimento: In presenza		
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: I contenuti scientifico-disciplinari investono aspetti ingegneristici nella tutela dell'ambiente, prevenzione dell'inquinamento chimico, fisico e biologico, transizione ecologica, recupero e utilizzo circolare e sostenibile di materia, acqua ed energia.		
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire le principali nozioni sulla bioeconomia circolare e sulle strategie di transizione ecologica per mitigare i cambiamenti climatici e produrre energia e cibo in modo sostenibile. Inoltre, il corso si propone di descrivere le principali fonti di gas serra e le principali implicazioni antropiche sui cicli biogeochimici naturali e fondamentali di carbonio, azoto e fosforo.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame include una prova orale e la discussione di un progetto.		

Insegnamento: COMBUSTIONE COMBUSTION		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ICHI-02/A (EX ING-IND/25)		CFU: 9	
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: Il settore scientifico disciplinare comprende lo studio delle metodologie per la progettazione, la realizzazione, la verifica e l'esercizio di impianti industriali basati su trasformazioni chimico-fisiche e biologiche della materia finalizzate alla produzione di beni, all'erogazione di servizi e alla prevenzione o mitigazione delle modificazioni all'ambiente indotte da attività o insediamenti antropici. Per il settore, sia nell'attività scientifica sia in quella didattico-formativa, sono qualificanti: la progettazione impiantistica comprendente la simulazione, l'elaborazione di schemi quantificati di processo e di schemi funzionali inclusivi della strumentazione di protezione e controllo, la selezione, progettazione, prototipazione e verifica dei reattori e delle apparecchiature per operazioni unitarie e lo sviluppo delle relative metodologie sperimentali; la sicurezza e l'analisi del rischio degli impianti e dei processi; le valutazioni economiche, di sostenibilità e di impatto ambientale esaminate anche nel contesto dell'ecologia industriale. Comparti di riferimento sono le tecnologie chimiche, farmaceutiche, alimentari, energetiche, di estrazione, raffinazione, trasporto e stoccaggio delle materie prime e dei vettori energetici, le biotecnologie, le tecnologie a supporto della salvaguardia ambientale e della economia circolare.			
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire gli strumenti metodologici e le conoscenze per inquadrare i processi di combustione nell'ambito delle applicazioni propulsive e di generazione di potenza per valutare il loro potenziale sviluppo sotto i vincoli di nuovi combustibili, di nuovi limiti di emissione di inquinanti e di nuove categorie di prestazioni. Inoltre il corso definisce nelle configurazioni prototipali più rilevanti e le equazioni che descrivono i processi di combustione che evolvono sotto fissate condizioni al contorno/iniziali, analizzandone i parametri più significativi e le variazioni più sensibili.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale e discussione di elaborato progettuale			

Insegnamento: CONTROLLI AUTOMATICI AUTOMATIC CONTROLS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IINF-04/A (EX ING-INF/04)		CFU: 9	
Anno di corso: I		Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: <p>Il settore scientifico disciplinare studia metodi e tecnologie per il trattamento dell'informazione finalizzati alla modellistica, al controllo automatico in tempo reale, alla supervisione, alla pianificazione e alla gestione di impianti, processi e sistemi dinamici in genere. Tali sistemi includono, ad esempio, i processi industriali di produzione, i sistemi di automazione, le macchine operatrici, i sistemi robotici e meccatronici, i sistemi e le reti di mobilità e trasporto, i sistemi per la produzione e distribuzione dell'energia, le tecnologie e le soluzioni per gli ambienti di vita, la sicurezza, le smart city, i sistemi avionici e automotive, i sistemi di natura ambientale, biologica e biomedicale, economica e sociale.</p> <p>L'approccio dell'Automatica consente di astrarre dal particolare dominio applicativo proprietà strutturali dinamiche rappresentabili tramite opportune classi di modelli matematici. Questo permette di unificare le metodiche per analizzare sistemi dinamici complessi - artificiali e naturali - e progettare sistemi di controllo e gestione in modo da conferire loro forme di intelligenza, di apprendimento, di robustezza, di affidabilità e autonomia che assicurino, anche senza l'intervento umano diretto, comportamenti programmati ottimizzati, adattabilità, autodiagnosi dei guasti e ripristino di condizioni di normale funzionamento.</p> <p>Gli strumenti metodologici tipici riguardano: la rappresentazione dei sistemi, in forma di modelli matematici a partire da principi fisici o dati, per la predizione del funzionamento, la simulazione, l'ottimizzazione delle prestazioni, la diagnostica e il controllo; l'analisi delle proprietà strutturali dei modelli quali la stabilità, l'osservabilità e la controllabilità; l'identificazione e l'apprendimento di modelli basato sui dati; la progettazione di sistemi di pianificazione e controllo atti a garantire che il processo segua un comportamento assegnato.</p> <p>I più rilevanti contenuti di carattere tecnologico riguardano i dispositivi e le apparecchiature per l'implementazione del controllo e dell'automazione sia su micro sia su macro-scala, i sensori e l'elaborazione dei dati sensoriali, gli apparati di attuazione, i sistemi embedded, le interfacce uomo-macchina, la robotica (anche mobile, collaborativa e di servizio) e la meccatronica.</p> <p>Le principali competenze di natura metodologica e tecnologica che fanno riferimento alla didattica includono la teoria dei sistemi e i controlli automatici, la modellistica, l'identificazione, l'ottimizzazione, le tecniche di acquisizione ed elaborazione dati e di apprendimento automatico, la robotica e la meccatronica.</p>			
Obiettivi formativi: Il corso si propone di introdurre gli studenti alla progettazione di leggi di controllo a retroazione di sistemi dinamici e di illustrarne le possibili applicazioni. Il corso intende inoltre fornire agli studenti tutti gli strumenti necessari alla realizzazione digitale di sistemi di controllo.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto			

Insegnamento: COSTRUZIONE DI AUTOVEICOLI AUTOMOTIVE DESIGN		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-03/A (EX ING-IND/14)		CFU: 9	
Anno di corso: I		Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: L'attività scientifica del settore scientifico disciplinare è incentrata sulla progettazione meccanica, costruzione di macchine e sistemi meccanici, inclusi: elementi, collegamenti, strutture, dispositivi e interfacce. Sono sviluppate conoscenze teoriche e metodologiche, sperimentali e numeriche, per l'analisi delle sollecitazioni e del comportamento statico e dinamico di sistemi, strutture, componenti e materiali e per la valutazione della funzionalità e dell'integrità allo scopo di garantire sicurezza, affidabilità, producibilità, usabilità, manutenibilità e sostenibilità. Le metodologie, applicate a tutte le scale dimensionali con integrazione e ausilio delle innovazioni digitali, includono la modellazione teorica e fenomenologica, la simulazione numerica, le tecniche sperimentali e computazionali, e l'ottimizzazione funzionale e strutturale. Le attività didattiche trattano tutte le fasi della progettazione meccanica: definizione delle specifiche, analisi di fattibilità, progettazione concettuale e di dettaglio, analisi strutturale, prototipazione, validazione virtuale e sperimentale, pianificazione di prodotto.			
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire strumenti e metodi per la progettazione dei principali gruppi e sistemi di un autoveicolo. Le esercitazioni guidate sono svolte su temi di dimensionamento di gruppi, anche con l'ausilio dell'elaboratore. Rientra pertanto negli indirizzi a carattere progettuale.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Project work e orale			

Insegnamento: ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE <i>ECONOMICS AND BUSINESS ORGANIZATION</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IEGE-01(ex ING-IND/35)		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: Il settore scientifico disciplinare si occupa di sviluppare e trasferire la conoscenza necessaria per progettare e gestire sistemi organizzativi complessi nel quadro delle articolate relazioni tra tecnologia, economia e management. Il settore integra la cultura ingegneristica con l'economia e la gestione delle imprese, delle organizzazioni e delle istituzioni pubbliche e private. Gli studi e i principali contenuti didattici riguardano i processi di trasformazione, cambiamento e innovazione, ovvero le complesse interazioni tra le variabili tecnologiche e sociali, con il fine di comprenderne gli impatti sulle organizzazioni e sui sistemi economici e le scelte strategiche, manageriali e di policy. Nello studio di queste tematiche il settore adotta approcci di natura modellistica, progettuale e sistemica, fondati su rigorose metodologie di analisi.			
Obiettivi formativi: L'insegnamento si propone di fornire i concetti e gli strumenti analitici fondamentali per comprendere il funzionamento di un sistema economico da due prospettive differenti, quella micro e macroeconomica. Dal punto di vista microeconomico, si analizzeranno i modelli che descrivono il comportamento e i meccanismi decisionali di allocazione delle risorse dei singoli attori economici, tipicamente dei consumatori e delle imprese. Inoltre, si analizzerà come tali attori interagiscono in un'economia di mercato e come si determinano gli equilibri, in termini di prezzi e quantità scambiate. Dal punto di vista macroeconomico, si introdurranno i principali indicatori utilizzati per descrivere lo stato di salute di un sistema economico nazionale (es., prodotto interno lordo, inflazione, occupazione) ed i metodi utilizzati per determinare le principali variabili macroeconomiche.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova scritta e orale. La prova scritta prevede quesiti in forma di esercizi numerici. L'esito della prova scritta è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale. In caso di superamento, le valutazioni delle due prove saranno pesate in maniera equivalente.			

Insegnamento: ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES VEICOLI ELETTRICI E IBRIDI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-08/A (EX ING-IND/32)		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 scientifico disciplinare svolge attività scientifica e didattico-formativa in tutti gli ambiti che richiedono competenze atte a comprendere, ideare, progettare, controllare, validare e testare apparati e sistemi che generano, accumulano, convertono e utilizzano l'energia elettrica. In tale ambito culturale sono ricompresi argomenti quali la modellistica, l'identificazione, la simulazione, la progettazione, il controllo, la diagnostica, la prognostica e affidabilità e i test di apparati e sistemi elettromeccanici, elettrici ed elettronici di potenza, comprensivi dei sistemi digitali e della sensoristica, che utilizzano, generano, trasmettono o accumulano energia elettrica. Sono comprese le tecnologie per l'utilizzo e la gestione dell'energia elettrica in tutti gli ambiti applicativi. Inoltre, vengono studiate le problematiche di compatibilità elettromagnetica, fra componenti elettrici ed elettronici e fra questi e l'ambiente. Le metodologie e gli strumenti utilizzati prevedono l'uso di modelli fisico-matematici e circuitali, la simulazione numerica, simbolica e agli elementi finiti, la validazione sperimentale, l'analisi di dati, le tecnologie digitali, l'intelligenza artificiale, il controllo embedded e il Power-Hardware-In-the-Loop.			
Obiettivi formativi: L'obiettivo è quello di rendere lo studente capace di impostare e risolvere problemi di progettazione e controllo di un gruppo propulsore elettrico o ibrido e della gestione energetica delle sorgenti disponibili su veicolo.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: <i>ELECTRICAL TECHNOLOGIES FOR THE ECOLOGICAL TRANSITION</i> TECNOLOGIE ELETTRICHE PER LA TRANSIZIONE ECOLOGICA Mod. 1: ELECTRIC ENERGY STORAGE (<i>ACCUMULO DI ENERGIA ELETTRICA</i>) Mod. 2: ELECTRIC MOBILITY AND GENERATION FROM RENEWABLES (<i>MOBILITÀ ELETTRICA E GENERAZIONE DA FONTI RINNOVABILI</i>)		Lingua di erogazione dell'insegnamento: INGLESE
SSD: Mod. 1: IJET-01/A (EX ING-IND/31) Mod. 2: IIND-08/A (EX ING-IND/32)		CFU: Mod. 1: 2 Mod. 2: 4
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: Dalla declaratoria del SSD IJET-01/A (EX ING-IND/31): Il settore scientifico disciplinare studia gli aspetti teorici e sperimentali e lo sviluppo delle relative applicazioni dei due filoni di ricerca complementari dei campi elettromagnetici e dei circuiti elettrici ed elettronici nell'ingegneria civile, industriale e dell'informazione. Nel primo filone si studiano problemi di campo elettromagnetico, di compatibilità elettromagnetica, di magnetofluidodinamica e di modellistica e diagnostica dei materiali di interesse elettrico e magnetico. Nel secondo filone si studiano i circuiti, sia analogici sia digitali, e i relativi modelli: lineari, non lineari e tempo-varianti, a parametri concentrati e distribuiti, di segnale e di potenza, mono e multidimensionali. I due approcci complementari sono applicati all'analisi, sintesi, modellistica numerica e progettazione automatica delle apparecchiature, dei dispositivi e dei sistemi elettrici, all'ingegneria dei plasmi, alla fusione termonucleare, agli acceleratori di particelle, all'elettrotermia, alla compatibilità elettromagnetica, alla qualità, sicurezza ed impatto ambientale nelle applicazioni elettriche, ai circuiti per l'elaborazione dei segnali, ai circuiti adattativi e reti neurali, all'elettronica di potenza e alla conversione dell'energia elettrica. Le competenze didattiche spaziano dai fondamenti dell'Elettrotecnica fino alle tematiche di ricerca e applicative del settore. Dalla declaratoria del SSD IIND-08/A (EX ING-IND/32): Il settore scientifico disciplinare svolge attività scientifica e didattico-formativa in tutti gli ambiti che richiedono competenze atte a comprendere, ideare, progettare, controllare, validare e testare apparati e sistemi che generano, accumulano, convertono e utilizzano l'energia elettrica. In tale ambito culturale sono ricompresi argomenti quali la modellistica, l'identificazione, la simulazione, la progettazione, il controllo, la diagnostica, la prognostica e affidabilità e i test di apparati e sistemi elettromeccanici, elettrici ed elettronici di potenza, comprensivi dei sistemi digitali e della sensoristica, che utilizzano, generano, trasmettono o accumulano energia elettrica. Sono comprese le tecnologie per l'utilizzo e la gestione dell'energia elettrica in tutti gli ambiti applicativi. Inoltre, vengono studiate le problematiche di compatibilità elettromagnetica, fra componenti elettrici ed elettronici e fra questi e l'ambiente. Le metodologie e gli strumenti utilizzati prevedono l'uso di modelli fisico-matematici e circuitali, la simulazione numerica, simbolica e agli elementi finiti, la validazione sperimentale, l'analisi di dati, le tecnologie digitali, l'intelligenza artificiale, il controllo embedded e il Power-Hardware-In-the-Loop.		
Obiettivi formativi: Rivolto ai corsi di laurea magistrale in Ingegneria Elettrica ed altre lauree magistrali, il corso si propone di presentare gli aspetti caratterizzanti la mobilità elettrica e la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Il corso si propone inoltre di discutere con gli studenti i vantaggi di queste tecnologie verdi verso la transizione ecologica, insieme ai problemi che possono introdurre. Particolare attenzione è rivolta al ruolo centrale dei diversi sistemi di accumulo dell'energia elettrica nei settori trattati.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale		

Insegnamento: ELETTRATECNICA PER L'AUTOMOTIVE E LA MECCATRONICA ELECTROTECHNICS FOR AUTOMOTIVE AND MECHATRONICS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIET-01/A (EX ING-IND/31)		CFU: 9	
Anno di corso: I		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 scientifico disciplinare studia gli aspetti teorici e sperimentali e lo sviluppo delle relative applicazioni dei due filoni di ricerca complementari dei campi elettromagnetici e dei circuiti elettrici ed elettronici nell'ingegneria civile, industriale e dell'informazione. Nel primo filone si studiano problemi di campo elettromagnetico, di compatibilità elettromagnetica, di magnetofluidodinamica e di modellistica e diagnostica dei materiali di interesse elettrico e magnetico. Nel secondo filone si studiano i circuiti, sia analogici sia digitali, e i relativi modelli: lineari, non lineari e tempo-varianti, a parametri concentrati e distribuiti, di segnale e di potenza, mono e multidimensionali. I due approcci complementari sono applicati all'analisi, sintesi, modellistica numerica e progettazione automatica delle apparecchiature, dei dispositivi e dei sistemi elettrici, all'ingegneria dei plasmi, alla fusione termonucleare, agli acceleratori di particelle, all'elettrotermia, alla compatibilità elettromagnetica, alla qualità, sicurezza ed impatto ambientale nelle applicazioni elettriche, ai circuiti per l'elaborazione dei segnali, ai circuiti adattativi e reti neurali, all'elettronica di potenza e alla conversione dell'energia elettrica. Le competenze didattiche spaziano dai fondamenti dell'Elettrotecnica fino alle tematiche di ricerca e applicative del settore.			
Obiettivi formativi: Il corso illustra le principali applicazioni dell'elettrotecnica in ambito meccatronico e automotive. Specificamente, si farà particolare riferimento ai meccanismi di produzione e immagazzinamento dell'energia elettrica rilevanti per applicazioni automotive e alla trattazione dei circuiti non lineari impiegati in ambito meccatronico, anche tramite simulazioni numeriche ed esperienze di laboratorio.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: ENERGETICA <i>FUNDAMENTALS OF ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
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: Il settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire agli allievi le conoscenze, le metodologie e le competenze specialistiche richieste per operare nel settore dell'uso razionale dell'energia e delle tecnologie per le fonti rinnovabili (energy management), con riferimento ad aspetti sia ingegneristici che normativi ed economico-finanziari. Lo studente deve acquisire conoscenze, capacità di comprensione e capacità di risolvere problemi di natura tecnica concernenti: i) l'analisi dei fabbisogni energetici di utenze civili e industriali; ii) la misura e l'analisi tecnico-economica delle prestazioni di sistemi energetici; iii) l'individuazione e l'analisi di tecnologie e soluzioni per l'efficienza energetica, per l'uso di fonti rinnovabili di energia e per la riduzione dell'impatto ambientale delle attività riconducibili all'uso dell'energia (con particolare riferimento al problema delle emissioni di gas serra).			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto e Orale.			

Insegnamento: ENERGIA DAI RIFIUTI ED ECONOMIA CIRCOLARE WASTE ENERGY AND CIRCULAR ECONOMY		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: CEAR-02/A (EX ICAR/03)		CFU: 9	
Anno di corso: I o II		Tipologia di Attività Formativa: C, D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: I contenuti scientifico-disciplinari investono aspetti ingegneristici nella tutela dell'ambiente, prevenzione dell'inquinamento chimico, fisico e biologico, transizione ecologica, recupero e utilizzo circolare e sostenibile di materia, acqua ed energia. Includono studi e modelli su: cicli biogeochimici, alterazioni ecologiche e climatiche, dinamica degli inquinanti nei corpi solidi porosi, nei liquidi e aeriformi, ecotossicologia, impatto e rischio sanitario e ambientale. Si applicano alle tecnologie industriali, elaborazione di strategie, piani e progetti di monitoraggio, tutela e risanamento dei comparti ambientali; alla progettazione, costruzione, gestione, valutazione d'impatto delle infrastrutture di trattamento e potabilizzazione delle acque, depurazione, bonifica, smaltimento e recupero di rifiuti, scarichi liquidi, fanghi, acque sotterranee, effluenti gassosi, terreni e sedimenti. Utilizzano approcci teorici e sperimentali per l'analisi di processi e meccanismi di trasporto degli inquinanti e comprendono lo sviluppo di metodi e indicatori a supporto di valutazioni di impatto, analisi di ciclo di vita, circolarità e sostenibilità, certificazioni e autorizzazioni ambientali.			
Obiettivi formativi: Fornire la conoscenza dei principi sui cui si basa l'economia circolare e le tecniche di valorizzazione energetica e/o materica dei rifiuti, unitamente alla conoscenza degli elementi necessari alla scelta, progettazione ed implementazione dei sistemi di trattamento dei rifiuti.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame prevede una prova scritta, una prova orale, e la discussione di un elaborato progettuale.			

Insegnamento: ENERGY AND BUILDINGS ENERGETICA DEGLI EDIFICI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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: Analisi termodinamica dei processi energetici e loro impatto ambientale; conversione e uso sostenibile dell'energia, anche da fonti rinnovabili; gestione dell'energia; tecniche di monitoraggio e sviluppo di modelli energetici; efficienza energetica; fisica dell'ambiente confinato, con particolare riferimento alle interazioni occupante-ambiente; termofisica dell'edificio; diagnosi energetica e ottimizzazione del sistema edificio-impianto-territorio; sistemi passivi per la climatizzazione e il benessere ambientale; sistemi e componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia; proprietà termofisiche dei materiali.			
Obiettivi formativi: Lo studente al termine del percorso avrà acquisito conoscenze relative ai principi fondamentali ed ai metodi della progettazione sostenibile di Edifici. Gli obiettivi del corso sono quelli di: insegnare i principi fondamentali della progettazione sostenibile degli edifici, con riferimento al Sistema complesso "Edificio-Impianti-Fonti Rinnovabili", inquadrato secondo le direttive internazionali e le linee guida per la decarbonizzazione del settore, presentando le nuove frontiere della progettazione e della riqualificazione energetica, gli standard di nearly e net zero-energy buildings, plus-energy house, green buildings, zero-emission buildings; comprendere e scegliere i modelli di comfort ambientale; sviluppare la capacità di progettare misure di efficienza energetica per l'involucro opaco e trasparente degli edifici, anche integrando sistemi solari passivi e tecnologie bioclimatiche; procedere alla verifiche delle prestazioni, mediante utilizzo di indicatori internazionali, applicando strumenti e metodi per l'analisi energetica, secondo metodi semi-stazionari e dinamici orari; comprendere l'impatto sul bilancio energetico da parte di ciascun uso dell'energia; esplorare il potenziale di conversione da fonte rinnovabile in loco; sviluppare modelli per l'attestazione delle prestazioni energetiche (APE) degli edifici.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale e discussione di un elaborato progettuale			

Insegnamento: ENERGY SUSTAINABILITY IN SMART TRANSPORTATION AND INFRASTRUCTURES <i>SOSTENIBILITÀ ENERGETICA NEI TRASPORTI E NELLE INFRASTRUTTURE INTELLIGENTI</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
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 scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Il corso può essere scelto sia al I che al II anno. Il corso mira a formare una nuova generazione di ingegneri interessati a operare nei campi dell'energia, della sostenibilità economica e ambientale dei moderni sistemi di trasporto come grandi navi, treni, aerei e veicoli elettrici (con particolare attenzione ai concetti di Vehicle to Building - V2B e Vehicle to Grid - V2G), e le relative infrastrutture (porti, stazioni ferroviarie/metropolitane, aeroporti, autostrade, ecc.) da concepire e progettare come moderni hub energetici. Gli studenti svilupperanno competenze su: 1) soluzioni di risparmio energetico e a basse emissioni inquinanti basate su tecnologie impiantistiche innovative, nuovi materiali da costruzione e fonti di energia rinnovabile; 2) sviluppo di metodologie innovative e strategie di controllo per minimizzare il consumo energetico, tenendo anche conto delle condizioni al contorno reali (condizioni operative e meteorologiche, ecc.), disponibilità di fonti di energia rinnovabile e scenari economici; 3) approcci innovativi per progettare e gestire i suddetti sistemi garantendo anche il comfort termo-igrometrico degli occupanti e la qualità dell'aria negli spazi interni. Gli studenti apprenderanno le pratiche e le strategie più avanzate orientate al risparmio energetico dei mezzi di trasporto e delle relative infrastrutture, Inoltre apprenderanno tecniche avanzate di modellazione e simulazione finalizzate all'ottimizzazione delle prestazioni energetiche, economiche e ambientali dei sistemi considerati. In particolare, la progettazione del sistema involucro-impianto (edifici, infrastrutture, sistemi di trasporto, impianti di energia rinnovabile, ecc.) e i relativi parametri operativi considerati saranno effettuati con un approccio BIM (Building Information Modelling) a BEM (Building Energy Modelling) e l'implementazione di procedure di ottimizzazione multi-obiettivo. Questo obiettivo sarà anche ottenuto utilizzando specifici strumenti informatici professionali, come Autodesk Revit, OpenStudio, EnergyPlus, TRNSYS, MATLAB/Simulink, ecc. Infine, saranno sviluppati specifici casi di studio di progettazione per sistemi nuovi ed esistenti (da riqualificare e rinnovare energeticamente).			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Il voto è assegnato in base alla qualità dell'elaborato progettuale presentato e in base alle conoscenze dimostrate durante l'esame orale. Il voto finale è accuratamente motivato.			

Insegnamento: FLUID POWER SYSTEMS FOR ENERGY SUSTAINABILITY OF OFF-ROAD VEHICLES SISTEMI OLEODINAMICI PER LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA DI VEICOLI OFF-ROAD		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-06/B		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 settore scientifico disciplinare studia i sistemi destinati alla conversione dell'energia da fonti tradizionali (combustibili fossili ed energia nucleare) e rinnovabili (solare, eolica, idraulica e del mare, geotermica, da biomasse, da rifiuti solidi), la produzione e l'impiego di combustibili sostenibili alternativi, i sistemi motore, le centrali termiche, i sistemi frigoriferi e a pompa di calore, i sistemi e i processi di trasporto, di recupero e di accumulo dell'energia e il loro ruolo nelle smart grid, i componenti e i sistemi di trasmissione della potenza via fluido e i vari sistemi di conversione diretta della stessa. Le attività scientifiche e didattiche relative ai sistemi energetici e alle macchine che li compongono fanno riferimento alle problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, tecnologiche, di sicurezza, di diagnostica e di controllo, ponendo particolare attenzione all'impatto ambientale e alle tecnologie rivolte al suo contenimento. Questi aspetti sono studiati anche in relazione alla pianificazione energetica a varie scale e alla sostenibilità dei processi, sistemi e componenti energetici nel loro ciclo di vita.			
Obiettivi formativi: L'insegnamento si propone di fornire agli allievi le competenze per selezionare, ottimizzare sotto il profilo energetico (riduzione delle perdite, ecc.) i componenti di un sistema di azionamento per la mobilità off road (scavatori, trattori, ecc.). Inoltre, si pone l'obiettivo di consentire che gli allievi sappiano progettare un sistema completo per la mobilità off-road curandone gli aspetti di sostenibilità energetica			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: La prova di esame consiste in un progetto relativo ad un complesso caso operativo. Il superamento di questa prova determina l'accesso ad un colloquio orale inerente sia la discussione del progetto stesso che la risposta a domande più di tipo teorico			

Insegnamento: FUEL CELLS FOR POWER GENERATION AND ENERGY STORAGE CELLE A COMBUSTIBILE PER LA PRODUZIONE E LO STOCCAGGIO DELL'ENERGIA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, [...] energetiche, [...], ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, [...] ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici [...] ed operatrici [...] sia degli apparati sede di reazioni chimiche ([...] celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico [...]. Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica ed in quelli propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali [...].		
Obiettivi formativi: L'insegnamento fornirà agli studenti i fondamenti termodinamici e fisico-chimici dei processi che si realizzano all'interno di celle a combustibile. Verranno illustrate le differenze tra celle a combustibile sulla base del tipo di combustibile adoperato, della membrana e dell'elettrolita, evidenziandone i campi applicativi, i criteri di scelta, vantaggi e svantaggi. Vari schemi di funzionamento in differenti settori applicativi saranno illustrati, evidenziando il modo in cui le forme di energia prodotta (elettrica e termica) possono essere adoperate, descrivendo anche l'utilizzo del reattore della cella in modalità rigenerativa, con l'obiettivo di produrre combustibili sintetici. Verranno altresì presentate le problematiche inerenti allo stoccaggio, al trasporto ed alla sicurezza derivanti dall'utilizzo dell'idrogeno e di altri combustibili alternativi.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale		

Insegnamento: GAS TURBINES FOR SUSTAINABLE POWER PRODUCTION <i>TURBINE A GAS PER LA PRODUZIONE SOSTENIBILE DI ENERGIA</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, aeroacustiche, aeromeccaniche, energetiche, tecnologiche, ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, collaudo ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, espansori di processo, motori a combustione interna, anche quando integrati in sistemi di propulsione ibrida, motori idraulici) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) sia degli apparati sede di reazioni chimiche (combustori, gassificatori, reattori, celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico (evaporatori, condensatori, recuperatori). Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica ed in quelli propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali, nonché il loro impiego nelle industrie di processo e nei settori terziario e residenziale.			
Obiettivi formativi: Il corso affronta le problematiche energetiche, ambientali, termofluidodinamiche e tecnologiche delle turbine a gas, e quelle relative al loro impiego in varie situazioni impiantistiche e alle applicazioni di propulsione aeronautica. Vengono studiate le tipologie di impianti ibridi basati sulla turbina a gas con sistemi ORC, celle a combustibile o campi solari, con particolare attenzione agli impianti per lo sfruttamento di energie rinnovabili. Si studiano, inoltre, impianti di ultima generazione ad alta prestazione e combustibili innovativi, quali gas di sintesi da biomasse o miscele con idrogeno, con particolare attenzione all'impatto ambientale.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: GESTIONE AZIENDALE BUSINESS MANAGEMENT Mod. 1: GESTIONE AZIENDALE (BUSINESS MANAGEMENT) Mod. 2: LABORATORIO DI GESTIONE AZIENDALE (BUSINESS MANAGEMENT LAB)		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: IEGE-01/A (ex ING-IND/35)		CFU: Mod. 1: 6 Mod. 2: 3
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: Il settore scientifico disciplinare si occupa di sviluppare e trasferire la conoscenza necessaria per progettare e gestire sistemi organizzativi complessi nel quadro delle articolate relazioni tra tecnologia, economia e management. Il settore integra la cultura ingegneristica con l'economia e la gestione delle imprese, delle organizzazioni e delle istituzioni pubbliche e private. Gli studi e i principali contenuti didattici riguardano i processi di trasformazione, cambiamento e innovazione, ovvero le complesse interazioni tra le variabili tecnologiche e sociali, con il fine di comprenderne gli impatti sulle organizzazioni e sui sistemi economici e le scelte strategiche, manageriali e di policy. Nello studio di queste tematiche il settore adotta approcci di natura modellistica, progettuale e sistemica, fondati su rigorose metodologie di analisi.		
Obiettivi formativi: L'insegnamento ha l'obiettivo di fornire le conoscenze e gli strumenti necessari per lo studio, la valutazione e l'analisi dell'ambiente interno ed esterno all'impresa. Durante il corso, si esaminerà il comportamento degli attori economici nel contesto in cui operano, fornendo le basi e gli strumenti per valutare e suggerire strategie e configurazioni organizzative adeguate. Il corso coprirà sia l'ambiente interno che esterno all'azienda. Inoltre, si forniranno nozioni di base per l'analisi dei costi e delle performance aziendali, permettendo agli studenti di analizzare e consigliare sugli approcci strategici e strutturali più appropriati per gli attori economici, in relazione al contesto specifico. Gli studenti acquisiranno competenze per analizzare e valutare i risultati economici delle attività d'impresa. Il corso mira a sviluppare la conoscenza dei principi di redazione del bilancio (stato patrimoniale e conto economico) e a favorire l'utilizzo dei principali indicatori di analisi del bilancio. Inoltre, fornirà competenze per l'analisi dei flussi di cassa e offrirà una comprensione approfondita delle diverse dimensioni della sostenibilità aziendale e delle modalità di rendicontazione.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova scritta e orale più elaborato progettuale (facoltativo)		

Insegnamento: GESTIONE DI SISTEMI TERMODINAMICI AVANZATI MANAGEMENT OF ADVANCED THERMODYNAMIC SYSTEMS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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 settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Fornire agli studenti interessati gli strumenti per analizzare dati di funzionamento di componenti e impianti atti alla produzione e/o alla conversione energetica e dati di consumi di utenze, al fine di definire parametri e ricostruire informazioni utili alla determinazione delle prestazioni, al controllo basato su analisi termo-economica e alla valutazione di guasti.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova orale e discussione di un elaborato progettuale			

Insegnamento: HEAT TRANSFER PRINCIPLES IN ENGINEERING FONDAMENTI DI TRASMISSIONE DEL CALORE PER L'INGEGNERIA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
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: Aspetti fondamentali e applicativi della fisica tecnica, della termodinamica applicata, della termofluidodinamica applicata e della trasmissione del calore. Analisi termodinamica dei processi energetici e relativo impatto ambientale, energetica, conversione e utilizzo dell'energia, termotecnica, proprietà termofisiche dei materiali, misure e regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Lo studente al termine del percorso avrà acquisito conoscenze relative ai principi fondamentali ed ai metodi della trasmissione del calore. Gli obiettivi del corso sono quelli di: insegnare i principi fondamentali e le leggi della trasmissione del calore e di applicare tali principi alla risoluzione di problemi pratici; di formulare i modelli necessari a studiare, analizzare e progettare le apparecchiature di scambio termico; di sviluppare la capacità di risolvere i problemi della trasmissione del calore avvalendosi dell'utilizzo di metodi propri di una formazione tecnica a largo spettro e di strumenti fondamentali per lo sviluppo di uno studio fondato anche sull'ausilio di modelli numerici (ai volumi finiti, alle differenze finite, agli elementi finiti).			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto, Orale e discussione di un elaborato progettuale			

Insegnamento: HEATING, VENTILATION AND AIR CONDITIONING SYSTEMS SISTEMI DI RISCALDAMENTO, VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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: Fisica dell'ambiente confinato, con particolare riferimento alle interazioni occupante-ambiente; termofisica dell'edificio; impianti tecnici civili; diagnosi energetica e ottimizzazione del sistema edificio-impianto-territorio; qualità dell'aria; sistemi passivi e tecnologie impiantistiche per la climatizzazione e per il benessere ambientale; tecnologie per la refrigerazione; impianti termotecnici.			
Obiettivi formativi: Il corso mira a sviluppare conoscenze sulla progettazione energeticamente efficiente dell'impianto di climatizzazione (per edificio, nave, treno, autoveicolo, aeromobile) anche in un'ottica di sostenibilità economica ed ambientale. Si forniscono conoscenze sugli impianti di climatizzazione evidenziandone gli aspetti tecnico-applicativi con particolare attenzione all'efficienza energetica. Alla fine del percorso l'allievo sarà in grado di: 1) effettuare la scelta dell'impianto in funzione della destinazione d'uso degli ambienti, del benessere termoigrometrico/qualità dell'aria da assicurare e degli aspetti energetici ed economici; 2) eseguire la progettazione e la regolazione dei vari componenti dell'impianto (centrale termo-frigorifera, sottocentrali, rete di distribuzione dei fluidi termovettori, unità di trattamento dell'aria, terminali di scambio termico, sistema di controllo) mediante l'uso di specifici software anche con approccio BIM (Building Information Modelling).			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame si svolge attraverso un colloquio orale volto ad accertare la conoscenza dei principi teorici e delle metodologie di analisi e sintesi presentate durante le lezioni. L'accertamento terrà conto dei risultati di una eventuale prova scritta e dell'elaborato progettuale.			

Insegnamento: HYDRO, WIND AND OCEAN ENERGY CONVERSION SYSTEMS <i>SISTEMI DI CONVERSIONE DELL'ENERGIA IDROELETTRICA, EOLICA E MARINA</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE
SSD: IIND-06/A (EX ING-IND/08)		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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche [...] energetiche, tecnologiche [...] sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, [...] ottimizzazione, gestione [...] sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine [...]) e l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo [...]		
Obiettivi formativi: Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze specialistiche relative all'analisi delle prestazioni e alla progettazione dei sistemi di conversione dell'energia idroelettrica, eolica e marina, con particolare riferimento alle turbine idrauliche ed eoliche. Si affrontano con approccio fluidodinamico le problematiche connesse con il funzionamento, la regolazione, l'installazione e la progettazione fluidodinamica di dette macchine.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritta o orale		

Insegnamento: IDRAULICA PER L'EFFICIENZA DEI SISTEMI IDRICI HYDRAULICS FOR WATER SYSTEMS EFFICIENCY Mod. 1: EFFICIENZA DEI SISTEMI IDRICI (WATER SYSTEMS EFFICIENCY) Mod. 2: RESILIENZA DEI SISTEMI IDRICI (WATER SYSTEMS RESILIENCE)		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: CEAR-01/A (EX ICAR/01)		CFU: Mod. 1: 6 Mod. 2: 3	
Anno di corso: I o II		Tipologia di Attività Formativa: C, D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Il settore scientifico disciplinare sviluppa le tematiche della meccanica dei fluidi e delle sue applicazioni nell'ingegneria e studia le leggi del moto dei fluidi e i processi di trasporto a esso associati, secondo un approccio teorico, computazionale e sperimentale, tramite modelli fisici e misure di campo. I domini applicativi comprendono: i corpi idrici naturali (fiumi, laghi, mare, falde sotterranee) e l'atmosfera e la loro interazione con l'ambiente naturale e costruito (es. ingegneria fluviale, costiera, marittima e delle zone di transizione, ecoidraulica, meccanica dei fluidi urbana e ambientale); i sistemi di adduzione distribuzione e drenaggio dei fluidi; i dispositivi idraulici e le macchine in ambito civile e industriale e i sistemi di produzione e accumulo di energia, in particolare idroelettrica e dal mare; i processi multifisici in ambiti interdisciplinari (es. fluidi biologici e multifase, interazione fluidostruttura, fluidoacustica, dispersione di inquinanti). Le tematiche sono trattate integrando conoscenze scientifiche, tecnologie e progetti con le implicazioni socioeconomiche e con le esigenze di mitigazione del rischio, tutela dell'ambiente e resilienza ai cambiamenti climatici.			
Obiettivi formativi: Acquisizione di conoscenze sui problemi dell'idraulica legati all'uso dell'energia nei sistemi idrici complessi: reti idriche in pressione, moto vario, macchine idrauliche, apparecchiature moderne di misura e controllo, collaudi prestazionali, metodi numerici impiegati nella progettazione e verifica delle reti.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame prevede una prova orale e la discussione di un elaborato progettuale			

Insegnamento: IMPIANTI CON TURBINA A GAS GAS TURBINE BASED POWER PLANTS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/A (EX ING-IND/08)		CFU: 9	
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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, aeroacustiche, aeromeccaniche, energetiche, tecnologiche, ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, collaudo ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, espansori di processo, motori a combustione interna, anche quando integrati in sistemi di propulsione ibrida, motori idraulici) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) sia degli apparati sede di reazioni chimiche (combustori, gassificatori, reattori, celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico (evaporatori, condensatori, recuperatori). Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica ed in quelli propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali, nonché il loro impiego nelle industrie di processo e nei settori terziario e residenziale.			
Obiettivi formativi: Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio degli impianti con turbina a gas di ultima generazione, integrati anche con sistema di energia rinnovabile per un basso impatto ambientale. Si affronterà lo studio di propulsori aeronautici sia di tipo convenzionale sia in assetto ibrido. Con riferimento a sistemi di produzione di energia elettrica, si approfondiranno in particolare le metodologie più recenti disponibili per la riduzione dei consumi e delle emissioni inquinanti, nonché dell'anidrite carbonica. A tale scopo, si affronterà lo studio di sistemi di combustione innovativi (combustori DLN, LPP, RQL) e si quantificherà il loro impatto sulla produzione di emissioni inquinanti, in particolare di NOx. Sarà affrontato lo studio di combustibili innovativi derivati da biomasse o da reforming e miscele con idrogeno. L'impianto con turbina a gas sarà esaminato in assetto cogenerativo e integrato con campo solare e/o sistemi ORC (Organic Rankine Cycle). Sarà affrontato lo studio di cicli misti gas/vapore (STIG, RWI, HAT) e cicli combinati.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale / Discussione di elaborato progettuale			

Insegnamento: IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE HEATING AND COOLING SYSTEMS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
Anno di corso: I o 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 settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Il corso può essere scelto sia al I che al II anno. Il corso mira a sviluppare conoscenze sulla progettazione energeticamente efficiente del sistema involucro-impianto (edificio, nave, treno, autoveicolo, aeromobile) anche in un'ottica di sostenibilità economica ed ambientale. Si forniscono conoscenze sulla termofisica dell'involucro e sugli impianti di climatizzazione evidenziandone gli aspetti tecnico-applicativi con particolare attenzione all'efficienza energetica. Alla fine del percorso l'allievo sarà in grado di: 1) effettuare la scelta dell'impianto in funzione della destinazione d'uso degli ambienti, del benessere degli occupanti e degli aspetti energetici ed economici; 2) eseguire, anche mediante software, il calcolo dei carichi termici invernali ed estivi del sistema; 3) valutare, anche mediante software, il fabbisogno energetico e la classe energetica del sistema secondo le norme vigenti e in relazione al riscaldamento invernale, al raffrescamento estivo e alla produzione di acqua calda sanitaria nello scenario attuale ed in quello relativo ad una possibile riqualificazione del sistema; 4) eseguire la progettazione e la regolazione dei vari componenti dell'impianto (centrale termo-frigorifera, rete di distribuzione dei fluidi termovettori, terminali di scambio termico, sistema di controllo) mediante l'uso di specifici software anche con approccio BIM (Building Information Modelling).			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame si svolge attraverso un colloquio orale volto ad accertare la conoscenza dei principi teorici e delle metodologie di analisi e sintesi presentate durante le lezioni. L'accertamento terrà conto dei risultati di una prova scritta e dell'elaborato progettuale.			

Insegnamento: IMPIANTI DI GENERAZIONE TERMICA HEAT GENERATION PLANTS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/B (EX ING-IND/09)		CFU: 9	
Anno di corso: I o 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 settore scientifico disciplinare studia i sistemi destinati alla conversione dell'energia da fonti tradizionali (combustibili fossili ed energia nucleare) e rinnovabili (solare, eolica, idraulica e del mare, geotermica, da biomasse, da rifiuti solidi), la produzione e l'impiego di combustibili sostenibili alternativi, i sistemi motore, le centrali termiche, i sistemi frigoriferi e a pompa di calore, i sistemi e i processi di trasporto, di recupero e di accumulo dell'energia e il loro ruolo nelle smart grid, i componenti e i sistemi di trasmissione della potenza via fluido e i vari sistemi di conversione diretta della stessa. Le attività scientifiche e didattiche relative ai sistemi energetici e alle macchine che li compongono fanno riferimento alle problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, tecnologiche, di sicurezza, di diagnostica e di controllo, ponendo particolare attenzione all'impatto ambientale e alle tecnologie rivolte al suo contenimento. Questi aspetti sono studiati anche in relazione alla pianificazione energetica a varie scale e alla sostenibilità dei processi, sistemi e componenti energetici nel loro ciclo di vita.			
Obiettivi formativi: Il Corso fa acquisire all'allievo la capacità di svolgere lavoro professionale nel campo specifico, evidenziando sia gli aspetti tecnici che quelli economici della progettazione, della installazione ed esercizio degli impianti di generazione termica, utilizzando quanto maturato in corsi precedenti e collaterali. Il Corso trasmette inoltre conoscenze scientifiche e professionali circa gli impianti di generazione termica, sottolineando la molteplicità di collegamenti con fenomenologie di base e di aree culturali affini.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: IMPIANTI DI PRODUZIONE DA FONTI TRADIZIONALI E RINNOVABILI <i>ELECTRIC POWER PLANTS BASED ON TRADITIONAL AND RENEWABLE SOURCES</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-08/B (EX ING-IND/33)		CFU: 6	
Anno di corso: I o II		Tipologia di Attività Formativa: C, D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Il settore scientifico disciplinare si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa relativa agli impianti, alle reti e ai sistemi di componenti e apparati interconnessi che utilizzano vettori elettrici energeticamente significativi per produzione, trasmissione, distribuzione, generazione distribuita, accumulo e utilizzazione dell'energia elettrica. Sono compresi sistemi elettrici industriali, smart grid, microreti, comunità energetiche, sistemi per mobilità elettrica e trasporti, impianti elettrici speciali, impianti di illuminazione, building automation e domotica. A tale contesto afferiscono la pianificazione, progettazione, realizzazione, gestione, supervisione, controllo e diagnostica dei sistemi elettrici, inclusi materiali, componenti e tecnologie. Di particolare interesse sono: l'affidabilità, la resilienza, la qualità, la sicurezza, la compatibilità elettromagnetica, la sostenibilità, l'interconnessione di sistemi energetici e l'integrazione delle fonti rinnovabili, e i mercati e l'economia dell'energia elettrica. Le metodologie e gli strumenti utilizzati includono modelli deterministici e probabilistici, analisi di dati, simulazione, sperimentazione, ottimizzazione, previsione, tecnologie ICT, digitalizzazione, elettronica di potenza, automazione, intelligenza artificiale, big data, e digital twin.			
Obiettivi formativi: Fornire agli studenti le nozioni fondamentali relative: (i) agli impianti elettrici presenti negli impianti di produzione dell'energia elettrica connessi ai sistemi di I, II e III categoria; (ii) alle modalità di partecipazione dei produttori ai mercati dell'energia elettrica; (iii) alla modellistica per lo studio del funzionamento dei mercati dell'energia elettrica.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: IMPIANTI IDROELETTRICI HYDROELECTRIC SYSTEMS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: CEAR-01/B (EX ICAR/02)		CFU: 9	
Anno di corso: I o II		Tipologia di Attività Formativa: C, D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Il settore scientifico disciplinare sviluppa le tematiche del ciclo dell'acqua in relazione alla progettazione, costruzione e esercizio delle opere e infrastrutture civili [...]. Tratta aspetti teorici e applicativi della scienza idrologica e dell'ingegneria delle acque, con riferimento a: soddisfacimento dei fabbisogni idrici [...]. I domini applicativi includono il monitoraggio e la modellazione dei processi idrologici; le infrastrutture di accumulo, regolazione, adduzione, distribuzione, drenaggio e di produzione energetica [...].			
Obiettivi formativi: Acquisire conoscenze specifiche nel settore dell'energia idraulica, considerando anche l'impatto ambientale degli impianti, con particolare riguardo ai seguenti settori: produzione di energia idroelettrica a grande scala; produzione di energia idroelettrica di piccola taglia (pico, micro, mini e small hydro); analisi di fattibilità tecnica –economica.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame prevede una prova orale con discussione di un elaborato progettuale			

Insegnamento: IMPIANTI PER L'ENERGIA SOLARE SOLAR ENERGY TECHNOLOGIES		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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 settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire conoscenze teoriche ed applicate dei sistemi per la conversione dell'energia solare in energia termica ed elettrica. Partendo dai fondamenti dell'energia solare e dei principi di conversione, il corso fornirà le basi per la progettazione di sistemi alimentati da energia solare (termici, fotovoltaici ed ibridi) per differenti tipologie di applicazione (civili e industriali) ed in funzione delle possibili condizioni climatiche (radiazione solare, etc.). Saranno forniti principi di progettazione per impianti solari (sia con collettori planari che a concentrazione) anche attraverso: i) la modellazione del sistema; ii) la simulazione dinamica delle prestazioni energetiche, economiche e d'impatto ambientale; e iii) l'ottimizzazione di alcuni parametri progettuali e d'esercizio secondo diverse funzioni obiettivo. Saranno anche valutate le condizioni ottimali di gestione e manutenzione del sistema.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: INGEGNERIA DEI MATERIALI NANOFASICI PER L'ENERGETICA E LA SENSORISTICA <i>NANOPHASIC MATERIAL ENGINEERING FOR ENERGY AND SENSORS</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: IMAT-01/A (EX ING-IND/22)		CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: C, D	
Modalità di svolgimento: In presenza		
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Il settore scientifico disciplinare si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Scienza e Tecnologia dei Materiali e in particolare racchiude il complesso delle conoscenze relative ai materiali, sia strutturali sia funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico. Fortemente caratterizzante per il settore è lo studio del legame tra le proprietà strutturali, microstrutturali e funzionali dei materiali e le relative proprietà macroscopiche, le prestazioni e i processi di trasformazione e produzione. Più specificamente, il settore studia: - le relazioni tra la struttura dei materiali a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), la formulazione, la progettazione, le proprietà (chimiche, biochimiche, fisiche, meccaniche, di superficie e di biocompatibilità) e le prestazioni; - le tecnologie tradizionali e innovative di produzione, trattamento e trasformazione dei materiali, nonché quelle relative all'analisi, la caratterizzazione e il controllo di qualità; - le interfacce dei sistemi ibridi, i trattamenti superficiali con e senza apporto di materiali, e l'insieme delle metodologie, le tecniche e i trattamenti per la funzionalizzazione; - le metodologie e i processi per la realizzazione contestuale del materiale e del componente; - il comportamento in servizio, la durabilità, la resistenza a corrosione e usura, il degrado, la conservazione, il ripristino, le tecnologie di protezione, le tecnologie per la tutela dell'ambiente e la sostenibilità, il riuso e il riciclo con recupero di materia ed energia e l'analisi del ciclo di vita. Il settore si occupa di materiali metallici e le loro leghe, materiali ceramici e vetri, materiali polimerici e materie plastiche, materiali cementizi e leganti, semiconduttori, biomateriali, le combinazioni multimateriali e compositi, sia naturali sia artificiali. L'attività didattica riguarda le discipline, sia di base sia specialistiche, tipiche dell'ingegneria e della scienza e tecnologia dei materiali.		
Obiettivi formativi: Lo studente acquisirà la conoscenza dei metodi utilizzati per ingegnerizzare le proprietà funzionali dei materiali nanofasici, sia quelli più comunemente usati che quelli ancora in fase sperimentale. Lo studente svilupperà, inoltre, la comprensione dei meccanismi alla base delle applicazioni di materiali nanofasici in diverse tecnologie optoelettroniche e biologiche. Infine, acquisirà una visione d'insieme delle principali procedure di fabbricazione attualmente utilizzate e di quelle potenzialmente utilizzabili nella pratica industriale.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Seminari intercorso e colloquio finale		

Insegnamento: INQUINANTI ATMOSFERICI DA ATTIVITÀ ANTROPICHE <i>POLLUTANT FORMATION AND CONTROL</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: ICHI-02/A (EX ING-IND/25)		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: Il settore scientifico disciplinare comprende lo studio delle metodologie per la progettazione, la realizzazione, la verifica e l'esercizio di impianti industriali basati su trasformazioni chimico-fisiche e biologiche della materia finalizzate alla produzione di beni, all'erogazione di servizi e alla prevenzione o mitigazione delle modificazioni all'ambiente indotte da attività o insediamenti antropici. Per il settore, sia nell'attività scientifica sia in quella didattico-formativa, sono qualificanti: la progettazione impiantistica comprendente la simulazione, l'elaborazione di schemi quantificati di processo e di schemi funzionali inclusivi della strumentazione di protezione e controllo, la selezione, progettazione, prototipazione e verifica dei reattori e delle apparecchiature per operazioni unitarie e lo sviluppo delle relative metodologie sperimentali; la sicurezza e l'analisi del rischio degli impianti e dei processi; le valutazioni economiche, di sostenibilità e di impatto ambientale esaminate anche nel contesto dell'ecologia industriale. Comparti di riferimento sono le tecnologie chimiche, farmaceutiche, alimentari, energetiche, di estrazione, raffinazione, trasporto e stoccaggio delle materie prime e dei vettori energetici, le biotecnologie, le tecnologie a supporto della salvaguardia ambientale e della economia circolare.			
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire una conoscenza dettagliata dei meccanismi di formazione di inquinanti da attività antropogeniche per comprendere correttamente i problemi ambientali e la relazione tra attività antropogeniche ed effetti sull'ambiente di vita e sulla salute dell'uomo. L'obiettivo finale è quello di fornire strumenti e metodologie per una corretta attuazione di politiche ambientali.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Oral			

Insegnamento: LABORATORIO DI OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI TERMODINAMICI LABORATORY OF THERMODYNAMIC SYSTEMS OPTIMIZATION		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 6	
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: Il settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è fornire agli allievi conoscenze e competenze specifiche per l'ottimizzazione di sistemi termodinamici. Da un lato, lo studente acquisirà la conoscenza di strumenti: di fitting di dati (tecniche statistiche, reti neurali), di ottimizzazione (ricerca esaustiva, algoritmi genetici) e conoscenze per l'analisi critica dei risultati in processi di ottimizzazione multi-obiettivo (ad esempio: costi totali, coefficienti di prestazione di sistemi complessi su orizzonti temporali lunghi). A valle di una panoramica di modelli disponibili per la descrizione di singoli componenti e sistemi termodinamici (impianti per la "produzione" di energia termica, frigorifera o elettrica, sia da fonti tradizionali che rinnovabili), lo studente svolgerà un esercizio su un caso studio complesso, che soddisfa le richieste termiche, frigorifere ed elettriche di utenze multiple in scenari di utilizzo e di costi dell'energia specifica, al fine di applicare le tecniche di ottimizzazione al caso in esame.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova orale e discussione di un elaborato progettuale			

Insegnamento: LIGHTING TECHNOLOGY AND ACOUSTICS ILLUMINOTECNICA E ACUSTICA APPLICATA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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: Competenze relative [...] alla fisica dell'ambiente confinato, con particolare riferimento [...] all'acustica applicata, alla illuminotecnica [...]. Studia, altresì [...] i materiali per l'energetica, l'acustica e l'illuminotecnica.			
Obiettivi formativi: Obiettivo principale del corso è quello di fornire agli studenti le conoscenze di base dell'illuminotecnica e dell'acustica, necessarie per ottenere ottimali condizioni di comfort ambientale. Nello specifico, gli allievi dovranno acquisire dimestichezza con le grandezze fotometriche, saper collegare gli aspetti fisiologici e percettivi della visione ai parametri quantitativi descrittivi della qualità degli ambienti luminosi, per valutare il comfort e le prestazioni visive, gli aspetti cromatici e gli effetti non visivi della luce. Gli allievi acquisiranno la capacità di effettuare valutazioni dei sistemi di illuminazione anche in base alle caratteristiche tecniche degli apparecchi e dei sistemi di controllo automatico. Inoltre il corso si propone di sensibilizzare lo studente su tutti i fenomeni acustici connessi alla propagazione, descrizione e percezione del suono nonché all'utilizzo di materiali tradizionali ed innovativi per il controllo del rumore. Gli studenti acquisiranno strumenti per lo studio e la valutazione del campo sonoro in piccoli e grandi ambienti confinati, l'interazione vibro-acustica tra l'aria e le strutture solide e le tecnologie per il miglioramento dell'isolamento acustico. Infine si approfondiranno aspetti inerenti alla misura e all'analisi del suono emesso da prodotti industriali approfondendo, altresì, gli aspetti di qualità del suono.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame consiste in un colloquio orale			

Insegnamento: LOW CARBON BOILERS AND INDUSTRIAL FURNACES <i>CALDAIE A BASSA CO₂ E FORNACI INDUSTRIALI</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-06/B (ex ING-IND/09)		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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, aeroacustiche, aeromeccaniche, energetiche, tecnologiche, ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, collaudo ed impatto ambientale [...] degli apparati sede di reazioni chimiche (combustori, gassificatori, reattori, celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico (evaporatori, condensatori, recuperatori). Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica [...], nonché il loro impiego nelle industrie di processo e nei settori terziario e residenziale.			
Obiettivi formativi: Fornire le competenze relative ai fabbisogni energetici dei settori particolarmente energivori e sulle attuali tecniche di produzione di calore ad alta temperatura, sia per generatori di calore che per forni industriali (produzione di acciaio, vetro, alluminio, ecc.). Acquisire le conoscenze relative ai meccanismi di scambio termico convettivi e radiativi nei suddetti impianti e ai meccanismi di produzione, mitigazione e abbattimento delle sostanze inquinanti connesse a tali processi. Quantizzare l'impronta carbonica dei suddetti processi e acquisire le conoscenze relative alle tecnologie in uso ed in via di sviluppo per la riduzione della produzione di anidride carbonica connessa ai suddetti processi energetici, quali ad esempio l'utilizzo di combustibili alternativi a ridotto o nullo contenuto di carbonio (ammoniaca, idrogeno e loro miscele). Valutare l'influenza dei combustibili alternativi sulla gestione dei processi di combustione, sui meccanismi di scambio termico e sulla produzione di inquinanti. Analizzare le opportunità energetiche ed ambientali e le problematiche relative all'utilizzo delle biomasse nel settore industriale. Analizzare i sistemi ad energia solare a concentrazione per uso industriale.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: MACHINE LEARNING AND BIG DATA APPRENDIMENTO AUTOMATICO E BIG DATA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IINF-05/A (EX ING-INF/05)		CFU: 9	
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: <p>Il gruppo scientifico disciplinare copre l'attività scientifica e didattico-formativa nel campo dell'Ingegneria Informatica. Le competenze del gruppo riguardano modelli, metodologie, principi e tecniche propri dell'analisi, progettazione, sviluppo e conduzione dei sistemi informatici. Ciò vale anche con riferimento ad ambiti multidisciplinari quali digital humanities, smart mobility, cultural heritage, e-health, smart cities, e-government, informatica giuridica, smart manufacturing. Il gruppo copre tematiche di ricerca che possono essere organizzate nei seguenti domini di ricerca: - architetture dei sistemi di elaborazione, che include i sistemi embedded, real-time e ciber-fisici, le architetture per il calcolo ad alta efficienza energetica, ad alte prestazioni e quantistico, gli strumenti per la modellazione, la simulazione, la progettazione automatica dei sistemi digitali; - sistemi distribuiti e paralleli, che include i sistemi operativi, le reti di calcolatori, gli aspetti informatici dell'IoT, i sistemi cloud-edge e gli strumenti di valutazione delle prestazioni; - ingegneria del software: include le metodologie, i linguaggi di programmazione, le infrastrutture software e i relativi strumenti; - ingegneria degli algoritmi e informatica teorica, che include la complessità computazionale, gli algoritmi distribuiti, paralleli, su grafi, quantistici, la teoria algoritmica dei giochi, i metodi formali e i modelli di calcolo; - sicurezza informatica, che include le tecniche informatiche per cybersecurity e privacy, la crittografia e la sicurezza delle reti di calcolatori; - intelligenza artificiale, che include la robotica autonoma e intelligente, i sistemi intelligenti, l'ingegneria della conoscenza e l'elaborazione del linguaggio naturale; - grafica, visione artificiale e multimedia: include l'elaborazione di immagini, video e suono, i giochi al calcolatore e la realtà virtuale; - interazione persona-calcolatore, che include la progettazione centrata sull'utente, la qualità dell'esperienza utente e la visualizzazione dell'informazione; - basi di dati e sistemi informativi, che include le tecnologie Web, il reperimento dell'informazione, le biblioteche digitali, la trasformazione e integrazione dei dati, i Big Data e la gestione dei dati in bioinformatica; - machine learning, che include il data mining, il process mining, gli aspetti informatici della scienza dei dati e delle tecniche di elaborazione e riconoscimento dei segnali, l'elaborazione dei dati sensoriali in robotica e l'analisi di dati biologici e biomedici. L'attività didattica copre lo spettro che va dai diversi domini specialistici alla formazione di base per l'utilizzo, in tutti i campi, degli approcci metodologici e tecnologici propri dell'ingegneria informatica. Rientrano nell'ambito del gruppo i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie per definire i requisiti, progettare, sviluppare, valutare e gestire i sistemi informatici, assicurandone l'adeguatezza, la correttezza, l'affidabilità, le prestazioni, la sicurezza, la convenienza economica, la sostenibilità e il rispetto dell'etica.</p>			
Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è quello di presentare le principali tecniche di apprendimento automatico, coprendo tutti gli aspetti dalla preparazione dei dati alla valutazione delle prestazioni, attraverso esercitazioni pratiche svolte con strumenti commerciali e/o open-source. Viene inoltre fornita un'introduzione al ciclo di vita dei Big Data e della Data Analytics, con riferimento alla progettazione di database grandi e complessi e al processo di modellazione, acquisizione, condivisione, analisi e visualizzazione delle informazioni contenute nei Big Data.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL FOTOVOLTAICO MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR PHOTOVOLTAIC		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IMAT-01/A (EX 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 scientifico disciplinare si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Scienza e Tecnologia dei Materiali e in particolare racchiude il complesso delle conoscenze relative ai materiali, sia strutturali sia funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico. Fortemente caratterizzante per il settore è lo studio del legame tra le proprietà strutturali, microstrutturali e funzionali dei materiali e le relative proprietà macroscopiche, le prestazioni e i processi di trasformazione e produzione. Più specificamente, il settore studia: - le relazioni tra la struttura dei materiali a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), la formulazione, la progettazione, le proprietà (chimiche, biochimiche, fisiche, meccaniche, di superficie e di biocompatibilità) e le prestazioni; - le tecnologie tradizionali e innovative di produzione, trattamento e trasformazione dei materiali, nonché quelle relative all'analisi, la caratterizzazione e il controllo di qualità; le interfacce dei sistemi ibridi, i trattamenti superficiali con e senza apporto di materiali, e l'insieme delle metodologie, le tecniche e i trattamenti per la funzionalizzazione; - le metodologie e i processi per la realizzazione contestuale del materiale e del componente; - il comportamento in servizio, la durabilità, la resistenza a corrosione e usura, il degrado, la conservazione, il ripristino, le tecnologie di protezione, le tecnologie per la tutela dell'ambiente e la sostenibilità, il riuso e il riciclo con recupero di materia ed energia e l'analisi del ciclo di vita. Il settore si occupa di materiali metallici e le loro leghe, materiali ceramici e vetri, materiali polimerici e materie plastiche, materiali cementizi e leganti, semiconduttori, biomateriali, le combinazioni multimateriali e compositi, sia naturali sia artificiali. L'attività didattica riguarda le discipline, sia di base sia specialistiche, tipiche dell'ingegneria e della scienza e tecnologia dei materiali.			
Obiettivi formativi: Lo studente acquisirà la conoscenza dei materiali utilizzati per la realizzazione di tecnologie fotovoltaiche, sia quelli più comunemente usati che quelli ancora in fase sperimentale. Lo studente svilupperà, inoltre, la comprensione dei meccanismi alla base del funzionamento delle diverse tecnologie fotovoltaiche. Infine, acquisirà una visione d'insieme delle principali procedure di fabbricazione attualmente utilizzate e di quelle potenzialmente utilizzabili nella pratica industriale.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Seminari intercorso e colloquio finale			

Insegnamento: MATHEMATICAL MODELS AND COMPUTATIONAL METHODS FOR ENGINEERING MODELLI MATEMATICI E METODI COMPUTAZIONALI PER L'INGEGNERIA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE
SSD: MATH-04/A (ex MAT/07)		CFU: 9
Anno di corso: I	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 scientifico disciplinare si interessa, sia dal punto di vista teorico che applicativo, delle attività scientifiche e didattico-formative della Fisica Matematica che hanno come oggetto principale la trattazione e soluzione delle problematiche di carattere matematico suggerite dalle teorie fisiche e, più in generale, dei modelli matematici di rilevante interesse per le discipline scientifiche, per lo sviluppo industriale e per la descrizione dei fenomeni sociali ed economici, utilizzando rigorosi strumenti matematici e un approccio assiomatico-deduttivo. Il settore si occupa principalmente delle strutture e degli aspetti matematici rilevanti per la fisica, e in particolare di quelli relativi a: meccanica razionale dei sistemi discreti e continui; sistemi dinamici e meccanica celeste; teorie di campo classiche, quantistiche e relativistiche; meccanica quantistica, relativistica e statistica; teorie cinetiche e fenomeni di diffusione e trasporto. Inoltre, il settore si interessa dello sviluppo di rigorosi modelli matematici, sia deterministici che stocastici, per la descrizione dei fenomeni negli ambiti biomatematico, sociale, economico e industriale nonché degli aspetti fisico-matematici dell'intelligenza artificiale e dell'analisi dei dati. Dal punto di vista delle metodologie il settore si avvale di rigorose tecniche matematiche di tipo analitico, probabilistico, algebrico, geometrico e computazionale. Le competenze didattiche riguardano, oltre le tematiche sopra esposte e gli insegnamenti fondamentali del settore, tutti gli insegnamenti relativi a contenuti di base della matematica.		
Obiettivi formativi: Obiettivo dell'insegnamento è quello di introdurre i principi fondamentali della modellazione matematica per la formalizzazione e risoluzione di problemi ingegneristici. L'insegnamento si propone di fornire agli studenti nozioni di base delle equazioni a derivate parziali della Fisica Matematica e loro applicazione, e affronterà i metodi computazionali, basati sulle differenze finite e sugli elementi finiti per problemi parabolici, iperbolici ed ellittici. Il corso tratterà anche vari metodi di risoluzione per equazioni differenziali ordinarie non lineari di interesse della Fisica Matematica (ad esempio modelli lagrangiani ed hamiltoniani). La discussione numerica di ogni tipo di equazione sarà sempre preceduta dall'introduzione/derivazione di modelli meccanicistici. Inoltre, il ruolo delle condizioni iniziali e al contorno sarà evidenziato in funzione della situazione fisica. L'analisi numerica riguarderà lo sviluppo di specifiche applicazioni in ambiente MATLAB.		
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame consiste in una prova orale per la verifica dell'apprendimento dei contenuti del corso, e la discussione di un elaborato progettuale che può essere svolto anche in gruppo (2-4 elementi), riguardante l'applicazione delle metodologie studiate ad un problema ingegneristico scelto in accordo con il Docente. La votazione finale terrà conto per il 50% della prova orale inerente agli argomenti del corso ed il 50% della qualità e discussione dell'elaborato progettuale.		

Insegnamento: MECCANICA DEL VEICOLO VEHICLE DYNAMICS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-02/A (EX ING-IND/13)		CFU: 9	
Anno di corso: I		Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: <p>Il settore scientifico disciplinare si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Meccanica Applicata alle Macchine. Sono compresi gli aspetti culturali, scientifici, professionali e storici inerenti allo studio dei sistemi meccanici, delle macchine, dei loro componenti e delle strutture. Lo studio viene affrontato, con un approccio sistemistico unificante, mediante le metodologie proprie della meccanica teorica, applicata e sperimentale, sfociando nell'applicazione tecnologica e industriale, con attenzione alla sostenibilità ambientale ed energetica. La tipologia dei sistemi meccanici considerati è del tutto generale: macchine motrici e operatrici, dispositivi meccanici e mecatronici, meccanismi, trasmissioni e azionamenti, macchine automatiche e sistemi robotici, veicoli, sistemi di trasporto convenzionali ed autonomi, sistemi di sollevamento, sistemi per la produzione di energia, sistemi biomeccanici, componenti e sistemi su scala micro e nano. Il settore utilizza metodi sperimentali, di modellazione e simulazione per l'analisi del comportamento meccanico, la progettazione funzionale delle macchine e dei sistemi meccanici. I metodi e le applicazioni sono basati sullo studio della cinematica, della statica, della dinamica, lineare e non lineare, delle interazioni con l'ambiente in generale e fra superfici materiali (meccanica del contatto), del controllo, dell'automazione e dell'identificazione dei sistemi meccanici.</p> <p>Gli interessi del settore comprendono inoltre i fenomeni vibratori, vibroacustici e tribologici, la mecatronica, le interazioni fluido-strutture, il monitoraggio, la diagnostica e la prognostica di sistemi meccanici, l'automazione a fluido e la robotica, la fluidica e la microfluidica, la biomeccanica funzionale. L'implementazione tramite sistemi hardware e software dei metodi sviluppati costituisce parte integrante del sapere del settore.</p>			
Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è quello di fornire i fondamenti della dinamica dei veicoli stradali mediante l'impiego di modelli fisico-analitici sviluppati deduttivamente. Vengono affrontate le principali problematiche relative alla interazione pneumatico-strada, alla dinamica longitudinale, laterale e verticale del veicolo.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: MISURE TERMOFLUIDODINAMICHE THERMO-FLUID-DYNAMIC MEASUREMENTS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
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 settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: L'obiettivo principale è realizzare un percorso che ha come punto di partenza la definizione dei termini fondamentali del linguaggio metrologico, stabilire i requisiti di una misura e del relativo processo di misurazione, comprendere il criterio di scelta di uno strumento di misurazione in base alle adeguate specifiche metrologiche assegnate, valutare l'incertezza di misurazione in qualsiasi contesto ingegneristico. Altro obiettivo è di fornire all'allievo un elevato livello di conoscenza delle tecniche di misura e controllo delle grandezze meccaniche e termiche per applicazioni energetiche.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto e Orale			

Insegnamento: MODELLAZIONE GEOMETRICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE GEOMETRICAL MODELLING FOR ENERGY AND ENVIRONMENT		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-03/B (EX ING-IND/15)		CFU: 9	
Anno di corso: I		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 scientifico disciplinare svolge attività di ricerca sui metodi e strumenti per la modellazione (concettuale, geometrica, morfologica e funzionale), la simulazione, lo sviluppo e l'innovazione sistematica di prodotti, macchine e sistemi, anche nell'ottica di sintesi tra specifiche di progetto, vincoli normativi, estetici e di impatto sociale. I temi di interesse del settore comprendono: la progettazione orientata all'utente, all'ergonomia fisica e cognitiva, alla sostenibilità e alla producibilità; la gestione del ciclo di vita del prodotto mediante tutti gli strumenti computer-aided; la specificazione dimensionale e geometrica, la prototipazione virtuale, digital human modelling, l'interazione uomo-macchina, l'ingegneria inversa e la ricostruzione geometrica, l'elaborazione di immagini, la manifattura additiva, il digital twin, l'extended reality e il knowledge engineering in numerosi ambiti applicativi. La didattica verte sui metodi e strumenti, anche computer-based, a supporto di tutte le fasi dello sviluppo di prodotti e processi sia negli insegnamenti di base di disegno, rappresentazione tecnica e modellazione digitale sia in quelli specialistici sui temi di ricerca che caratterizzano il settore.			
Obiettivi formativi: Studio ed uso delle metodologie più avanzate per la progettazione, la modellazione e la gestione di sistemi complessi di interesse meccanico nell'ambito di sistemi ed impianti per la produzione, trasmissione ed impiego di energia mediante software CAD 3D. Capacità di importare informazioni e gestire matematiche in ambiente CAD ed esportare modelli utili alle analisi FEM multi-fisiche (fluidodinamiche, strutturali e termiche). Capacità di interpretare e gestire disegni complessi ed analizzare problemi di progettazione mediante approccio interdisciplinare.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto e Orale			

Insegnamento: MODELLISTICA E OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI DI PROPULSIONE <i>MODELING AND OPTIMIZATION OF POWER UNITS</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, aeroacustiche, aeromeccaniche, energetiche, tecnologiche, ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, collaudo ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, espansori di processo, motori a combustione interna, anche quando integrati in sistemi di propulsione ibrida, motori idraulici) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) sia degli apparati sede di reazioni chimiche (combustori, gassificatori, reattori, celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico (evaporatori, condensatori, recuperatori). Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica ed in quelli propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali, nonché il loro impiego nelle industrie di processo e nei settori terziario e residenziale.			
Obiettivi formativi: Il Corso ha l'obiettivo di presentare le principali metodologie di indagine numerica per il progetto ottimale e l'analisi di motori a combustione interna (MCI) alternativi. Si forniranno agli studenti gli elementi necessari alla corretta interpretazione dei risultati ottenibili con i diversi approcci modellistici, evidenziandone limiti e potenzialità. Ci si focalizzerà sulla modellistica dei fenomeni interni ed esterni ai cilindri con approcci essenzialmente monodimensionali. Si farà cenno all'impiego di modelli 3D-CFD. È previsto l'impiego di codici di simulazione motore e di codici di ottimizzazione di largo uso industriale. Sono previsti seminari integrativi tenuti da personale di aziende leader nel settore, o di centri di ricerca.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Discussione di un elaborato progettuale			

Insegnamento: MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA INTERNAL COMBUSTION ENGINES		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		CFU: 9	
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: Il settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, aeroacustiche, aeromeccaniche, energetiche, tecnologiche, ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, collaudo ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, espansori di processo, motori a combustione interna, anche quando integrati in sistemi di propulsione ibrida, motori idraulici) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) sia degli apparati sede di reazioni chimiche (combustori, gassificatori, reattori, celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico (evaporatori, condensatori, recuperatori). Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica ed in quelli propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali, nonché il loro impiego nelle industrie di processo e nei settori terziario e residenziale.			
Obiettivi formativi: Fornire una panoramica completa relativa allo sviluppo dei moderni motori a combustione interna alternativi (MCIA), con riferimento sia ad applicazioni di trazione stradale che alla propulsione navale e alla produzione di energia, mediante impiego di combustibili tradizionali o alternativi. Fornire una panoramica completa delle più moderne metodologie di progettazione termofluidodinamica dei MCIA. Fornire le conoscenze necessarie alla comprensione delle metodologie di regolazione. Fornire un quadro delle emissioni prodotte dai MCIA, dei sistemi di abbattimento allo scarico e delle normative vigenti e future per la loro omologazione.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: NETWORK SECURITY SICUREZZA INFORMATICA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IINF-05/A (EX ING-INF/05)		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: <p>Il settore scientifico disciplinare copre l'attività scientifica e didattico-formativa nel campo dell'Ingegneria Informatica. Le competenze del settore riguardano modelli, metodologie, principi e tecniche propri dell'analisi, progettazione, sviluppo e conduzione dei sistemi informatici. Ciò vale anche con riferimento ad ambiti multidisciplinare quali digital humanities, smart mobility, cultural heritage, e-health, smart cities, e-government, informatica giuridica, smart manufacturing. Il settore copre tematiche di ricerca che possono essere organizzate nei seguenti domini di ricerca: - architetture dei sistemi di elaborazione, che include i sistemi embedded, real-time e ciber-fisici, le architetture per il calcolo ad alta efficienza energetica, ad alte prestazioni e quantistico, gli strumenti per la modellazione, la simulazione, la progettazione automatica dei sistemi digitali; - sistemi distribuiti e paralleli, che include i sistemi operativi, le reti di calcolatori, gli aspetti informatici dell'IoT, i sistemi cloud-edge e gli strumenti di valutazione delle prestazioni; - ingegneria del software: include le metodologie, i linguaggi di programmazione, le infrastrutture software e i relativi strumenti; - ingegneria degli algoritmi e informatica teorica, che include la complessità computazionale, gli algoritmi distribuiti, paralleli, su grafi, quantistici, la teoria algoritmica dei giochi, i metodi formali e i modelli di calcolo; - sicurezza informatica, che include le tecniche informatiche per cybersecurity e privacy, la crittografia e la sicurezza delle reti di calcolatori; - intelligenza artificiale, che include la robotica autonoma e intelligente, i sistemi intelligenti, l'ingegneria della conoscenza e l'elaborazione del linguaggio naturale; - grafica, visione artificiale e multimedia: include l'elaborazione di immagini, video e suono, i giochi al calcolatore e la realtà virtuale; - interazione persona-calcolatore, che include la progettazione centrata sull'utente, la qualità dell'esperienza utente e la visualizzazione dell'informazione; - basi di dati e sistemi informativi, che include le tecnologie Web, il reperimento dell'informazione, le biblioteche digitali, la trasformazione e integrazione dei dati, i Big Data e la gestione dei dati in bioinformatica; - machine learning, che include il data mining, il process mining, gli aspetti informatici della scienza dei dati e delle tecniche di elaborazione e riconoscimento dei segnali, l'elaborazione dei dati sensoriali in robotica e l'analisi di dati biologici e biomedici. L'attività didattica copre lo spettro che va dai diversi domini specialistici alla formazione di base per l'utilizzo, in tutti i campi, degli approcci metodologici e tecnologici propri dell'ingegneria informatica. Rientrano nell'ambito del settore i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie per definire i requisiti, progettare, sviluppare, valutare e gestire i sistemi informatici, assicurandone l'adeguatezza, la correttezza, l'affidabilità, le prestazioni, la sicurezza, la convenienza economica, la sostenibilità e il rispetto dell'etica.</p>			
Obiettivi formativi: <p>Scopo del corso è quello di fornire agli studenti nozioni avanzate nel campo della sicurezza di rete. Gli studenti acquisiranno familiarità con i più noti meccanismi di sicurezza, nonché con le tecniche di mitigazione degli attacchi informatici, concentrandosi sulle soluzioni disponibili ai vari livelli dello stack protocollare di rete, dallo strato fisico a quello applicativo. Il corso fa leva su alcuni dei concetti fondamentali della sicurezza informatica, con particolare riferimento alla crittografia simmetrica, alla confidenzialità dei messaggi, alla crittografia a chiave pubblica ed alla autenticazione. D'altro canto, esso introduce alcuni degli argomenti che costituiscono il nucleo della cosiddetta "Software Security", quali, ad esempio, gli attacchi di tipo "buffer overflow" e le tecniche di fuzzing.</p>			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Discussione di un elaborato + prova orale			

Insegnamento: OLEODINAMICA E PNEUMATICA FLUID POWER AND PNEUMATIC SYSTEMS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/B (EX ING-IND/09)		CFU: 9	
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 settore scientifico disciplinare studia i sistemi destinati alla conversione dell'energia da fonti tradizionali (combustibili fossili ed energia nucleare) e rinnovabili (solare, eolica, idraulica e del mare, geotermica, da biomasse, da rifiuti solidi), la produzione e l'impiego di combustibili sostenibili alternativi, i sistemi motore, le centrali termiche, i sistemi frigoriferi e a pompa di calore, i sistemi e i processi di trasporto, di recupero e di accumulo dell'energia e il loro ruolo nelle smart grid, i componenti e i sistemi di trasmissione della potenza via fluido e i vari sistemi di conversione diretta della stessa. Le attività scientifiche e didattiche relative ai sistemi energetici e alle macchine che li compongono fanno riferimento alle problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, tecnologiche, di sicurezza, di diagnostica e di controllo, ponendo particolare attenzione all'impatto ambientale e alle tecnologie rivolte al suo contenimento. Questi aspetti sono studiati anche in relazione alla pianificazione energetica a varie scale e alla sostenibilità dei processi, sistemi e componenti energetici nel loro ciclo di vita.			
Obiettivi formativi: Obiettivo dell'insegnamento è di introdurre, approfondire e specializzare le tematiche per un ingegnere meccanico riguardanti gli azionamenti idraulici. Quindi riuscire a definire un servizio in termini di forze o coppie necessarie, un tempo di azionamento e una sequenza di operazioni e progettarne l'impianto in grado di realizzarlo.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF FLUID MACHINERY PRINCIPI E APPLICAZIONI DELLE MACCHINE A FLUIDO		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE
SSD: IIND-06/A (EX ING-IND/08)		CFU: 9
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: Il settore studia le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, energetiche, [...] delle macchine a fluido, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi ed impianti in cui le macchine sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali [...] delle macchine a fluido, sia motrici (turbine a vapore, turbine a gas...) sia operatrici (pompe, ventilatori, compressori) [...].		
Obiettivi formativi: Lo scopo del corso è di fornire gli strumenti per uno studio più approfondito degli argomenti tipici dei settori delle Macchine a Fluido e dei Sistemi Energetici, ritenuti indispensabili per una formazione completa del laureato magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente. L'articolazione generale prevede quindi lo studio dei fondamenti termofluidodinamici delle macchine e dei sistemi energetici, dei quali offre esempi applicativi. Il corso ha come oggetto lo studio delle macchine dinamiche sia a livello del singolo componente sia a livello degli impianti in cui sono inserite. Per i sistemi considerati viene presentata l'analisi delle trasformazioni termodinamiche che avvengono nelle macchine a fluido, la valutazione dei meccanismi di trasferimento di lavoro, la fluidodinamica del moto nei condotti delle turbomacchine, l'analisi dimensionale, le curve di funzionamento e lo studio del comportamento aerodinamico delle schiere di pale.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale		

Insegnamento: PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE COMPUTER AIDED DESIGN OF MECHANICAL STRUCTURES		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: IIND-03/A (EX ING-IND/14)		CFU: 9
Anno di corso: I	Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: In presenza		
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: L'attività scientifica del settore scientifico disciplinare è incentrata sulla progettazione meccanica, costruzione di macchine e sistemi meccanici, inclusi: elementi, collegamenti, strutture, dispositivi e interfacce. Sono sviluppate conoscenze teoriche e metodologiche, sperimentali e numeriche, per l'analisi delle sollecitazioni e del comportamento statico e dinamico di sistemi, strutture, componenti e materiali e per la valutazione della funzionalità e dell'integrità allo scopo di garantire sicurezza, affidabilità, producibilità, usabilità, manutenibilità e sostenibilità. Le metodologie, applicate a tutte le scale dimensionali con integrazione e ausilio delle innovazioni digitali, includono la modellazione teorica e fenomenologica, la simulazione numerica, le tecniche sperimentali e computazionali, e l'ottimizzazione funzionale e strutturale. Le attività didattiche trattano tutte le fasi della progettazione meccanica: definizione delle specifiche, analisi di fattibilità, progettazione concettuale e di dettaglio, analisi strutturale, prototipazione, validazione virtuale e sperimentale, pianificazione di prodotto.		
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire le conoscenze della metodologia numerica di calcolo strutturale FEM (Finite Element Method), nonché conoscenze di base di calcolo numerico alternativo multybody e BEM (Boundary Element Method) con l'acquisizione di capacità applicative in casistiche fondamentali.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Project work e orale		

Insegnamento: PROGETTO DI MACCHINE <i>FLUID MACHINERY DESIGN PRINCIPLES</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		CFU: 9	
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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, [...], energetiche [...]. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, [...], ottimizzazione, gestione, sperimentazione, [...] sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, [...]) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) [...].			
Obiettivi formativi: Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze specialistiche relative alla progettazione dei sistemi di conversione dell'energia, con particolare riferimento alle macchine motrici ed operatrici. Si affrontano con approccio termo-fluidodinamico le problematiche connesse con il dimensionamento di massima di turbine, compressori e pompe.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale e/o attività progettuale			

Insegnamento: REFRIGERATION AND HEAT PUMP TECHNOLOGIES TECNOLOGIE PER LA REFRIGERAZIONE E POMPE DI CALORE		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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: Competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, all'efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Si studiano altresì i fenomeni termofluidodinamici e le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico, le proprietà termofisiche dei materiali.			
Obiettivi formativi: Lo studente al termine del percorso avrà acquisito conoscenze relative all'analisi termodinamica di sistemi per la conversione energetica inversa, applicati alla refrigerazione e al riscaldamento. In particolare, sarà in grado di identificare i flussi energetici, applicare le equazioni di bilancio di massa ed energia, definire i principali parametri di prestazione energetica e relazionarne la variazione alle condizioni al contorno e al dimensionamento dei componenti, per i cicli a compressione di vapore, base ed avanzati, per i cicli per la "liquefazione dei gas" (Ciclo Linde e Claude), per i sistemi ad assorbimento. Lo studente sarà in grado di descrivere il principio di funzionamento e i parametri di influenza delle principali tecnologie e componenti utilizzati nei cicli a compressione di vapore; conoscerà le regolamentazioni ambientali e di sicurezza relative all'uso dei refrigeranti. Lo studente acquisirà anche conoscenze di base su alcune tecnologie emergenti (refrigerazione allo stato solido).			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova orale			

Insegnamento: REGOLAZIONE DELLE CENTRALI ELETTRICHE ELECTRICAL POWER PLANT REGULATION		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-08/B (EX ING-IND/33)		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: Il settore scientifico disciplinare si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa relativa agli impianti, alle reti e ai sistemi di componenti e apparati interconnessi che utilizzano vettori elettrici energeticamente significativi per produzione, trasmissione, distribuzione, generazione distribuita, accumulo e utilizzazione dell'energia elettrica. Sono compresi sistemi elettrici industriali, smart grid, microreti, comunità energetiche, sistemi per mobilità elettrica e trasporti, impianti elettrici speciali, impianti di illuminazione, building automation e domotica. A tale contesto afferiscono la pianificazione, progettazione, realizzazione, gestione, supervisione, controllo e diagnostica dei sistemi elettrici, inclusi materiali, componenti e tecnologie. Di particolare interesse sono: l'affidabilità, la resilienza, la qualità, la sicurezza, la compatibilità elettromagnetica, la sostenibilità, l'interconnessione di sistemi energetici e l'integrazione delle fonti rinnovabili, e i mercati e l'economia dell'energia elettrica. Le metodologie e gli strumenti utilizzati includono modelli deterministici e probabilistici, analisi di dati, simulazione, sperimentazione, ottimizzazione, previsione, tecnologie ICT, digitalizzazione, elettronica di potenza, automazione, intelligenza artificiale, big data, e digital twin.			
Obiettivi formativi: Il corso mira all'acquisizione di competenze inerenti alla regolazione delle centrali elettriche. Dopo aver analizzato le tipologie di centrali elettriche e le configurazioni tipiche dello schema elettrico di centrale, si approfondiranno le tecniche di regolazione delle centrali idroelettriche e termoelettriche, con particolare riferimento alla regolazione di velocità, intrinsecamente correlata alla frequenza del sistema elettrico di potenza. Obiettivo primario è la identificazione dei modelli indispensabili all'analisi dinamica della centrale a fronte delle variazioni del carico elettrico, dei guasti, della variabilità della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e della configurazione del sistema elettrico di potenza cui la centrale è allacciata. Ulteriore obiettivo è l'acquisizione di competenze per la definizione delle caratteristiche dei regolatori adibiti al servizio di regolazione sia primaria che secondaria della frequenza			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: SICUREZZA E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI <i>SAFETY AND MAINTENANCE OF INDUSTRIAL PLANTS</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-05/A (EX ING-IND/17)		CFU: 9	
Anno di corso: I		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 scientifico disciplinare studia con approccio sistemico i criteri generali, le metodologie e le tecniche che presiedono alle diverse fasi del ciclo di vita dei sistemi industriali intesi come sistemi caratterizzati da un'elevata integrazione di impianti, tecnologie, risorse umane e informazioni. Rivestono particolare importanza i seguenti filoni di interesse scientifico e didattico: -analisi e progettazione dei sistemi di produzione di beni e servizi, compresi lo studio di fattibilità, la scelta dell'ubicazione, la valutazione economica, e la gestione dei progetti di impianto; - progettazione dei processi e delle tecniche di produzione, dei servizi generali di impianto e dei sistemi per la produzione, recupero e utilizzazione dell'energia; - pianificazione del layout; - studio e progettazione dei sistemi di fabbricazione, rifabbricazione, assemblaggio, disassemblaggio, recupero e riciclo, attraverso metodi di analisi, simulazione, ottimizzazione, controllo e valutazione delle prestazioni in ottica di sostenibilità; - progettazione ergonomica e della sicurezza nei processi produttivi e di servizio, valutazione del rischio nei luoghi di lavoro, infrastrutture e processi produttivi; - gestione dei sistemi di produzione di beni e servizi compresa la pianificazione, la programmazione, la gestione e il controllo della produzione, la gestione integrata di qualità, ambiente, energia e sicurezza; - gestione e manutenzione del ciclo di vita dei prodotti, degli impianti e delle attrezzature, delle infrastrutture produttive e dei sistemi prodotto-servizio, con particolare riferimento alla modellazione di affidabilità, durabilità, manutenibilità e disponibilità; - progettazione e gestione integrata dei sistemi e dei servizi logistici; - automazione dei sistemi di produzione, comprese l'analisi di convenienza economica dei sistemi integrati e flessibili.			
Obiettivi formativi: Il corso mira a sviluppare le seguenti competenze: modellazione qualitativa e numerica della realtà produttiva in funzione delle buone pratiche di Sicurezza e Manutenzione; utilizzo di metodiche di simulazione, per sostenere le relative scelte decisionali e valutarne l'impatto economico e produttivo, nonché la coerenza con le prescrizioni di legge; strutturare un piano di sicurezza e manutenzione secondo i principi del WCM; valutazione dei costi produttivi alla luce dei criteri di cost deployment; implementazione di un piano di manutenzione autonoma e professionale			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto e Orale			

Insegnamento: SISTEMI DI PROPULSIONE IBRIDI <i>HYBRID PROPULSION SYSTEMS</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		CFU: 6	
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: Il settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, aeroacustiche, aeromeccaniche, energetiche, tecnologiche, ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, collaudo ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, espansori di processo, motori a combustione interna, anche quando integrati in sistemi di propulsione ibrida, motori idraulici) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) sia degli apparati sede di reazioni chimiche (combustori, gassificatori, reattori, celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico (evaporatori, condensatori, recuperatori). Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica ed in quelli propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali, nonché il loro impiego nelle industrie di processo e nei settori terziario e residenziale.			
Obiettivi formativi: Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio di sistemi di propulsione per autotrazione di ultima generazione, per una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale. Con riferimento a sistemi propulsivi per la trazione veicolare urbana ed extraurbana, si approfondiranno in particolare le metodologie più recenti disponibili per la riduzione dei consumi e delle emissioni. Il Corso fornirà un approfondimento circa le architetture dei sistemi di propulsione, anche in relazione al relativo grado di ibridizzazione. Verrà descritto il principio di funzionamento di ciascun sottocomponente del sistema propulsivo (batteria, macchine elettriche, motore a combustione interna, fuel cell, cambio, etc.). Il corso metterà in luce le complesse interazioni tra i diversi sottosistemi che compongono un moderno sistema di propulsione, al fine di conseguire specifici obiettivi in termini di prestazioni e consumi di combustibile e/o energia elettrica. Si definiranno le linee guida per l'identificazione delle strategie di controllo dei flussi energetici in sistemi di propulsione ibrida (serie, parallelo e loro svariate combinazioni). Le nozioni teoriche circa il controllo e la gestione energetica del sistema propulsivo verrà sperimentato mediante l'utilizzo di codici di calcolo. Sono previsti seminari integrativi tenuti da personale di aziende leader nel settore, o di centri di ricerca.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA <i>ELECTRIC POWER SYSTEMS</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-08/B (EX ING-IND/33)		CFU: 9	
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: Il settore scientifico disciplinare si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa relativa agli impianti, alle reti e ai sistemi di componenti e apparati interconnessi che utilizzano vettori elettrici energeticamente significativi per produzione, trasmissione, distribuzione, generazione distribuita, accumulo e utilizzazione dell'energia elettrica. Sono compresi sistemi elettrici industriali, smart grid, microreti, comunità energetiche, sistemi per mobilità elettrica e trasporti, impianti elettrici speciali, impianti di illuminazione, building automation e domotica. A tale contesto afferiscono la pianificazione, progettazione, realizzazione, gestione, supervisione, controllo e diagnostica dei sistemi elettrici, inclusi materiali, componenti e tecnologie. Di particolare interesse sono: l'affidabilità, la resilienza, la qualità, la sicurezza, la compatibilità elettromagnetica, la sostenibilità, l'interconnessione di sistemi energetici e l'integrazione delle fonti rinnovabili, e i mercati e l'economia dell'energia elettrica. Le metodologie e gli strumenti utilizzati includono modelli deterministici e probabilistici, analisi di dati, simulazione, sperimentazione, ottimizzazione, previsione, tecnologie ICT, digitalizzazione, elettronica di potenza, automazione, intelligenza artificiale, big data, e digital twin.			
Obiettivi formativi: Sistema Elettrico: Normativa e Legislazione. Generalità sui sistemi elettrici di produzione, trasmissione, distribuzione dell'energia elettrica. Sistemi trifase. Linee trifase in regime sinusoidale simmetrico. Cenni al problema della ripartizione dei flussi di potenza nelle reti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica e a quello della regolazione della tensione. Documentazione di progetto. Fattori di utilizzazione e contemporaneità. Ricognizione dei carichi per il dimensionamento degli impianti elettrici. Calcolo delle correnti di corto circuito. Cenni sullo stato del neutro. Codifica dei cavi secondo la norma CEI- UNEL 35011. Tipi di posa. Criterio della massima caduta di tensione ammissibile. Criterio termico. Criterio del massimo tornaconto economico. Sovracorrenti. Interruttori automatici e loro caratteristiche di intervento. Valutazione della corrente di corto circuito massima e minima. Energia specifica passante. Coordinamento cavo-interruttore per il corto circuito. Componenti della corrente di corto circuito. Potere di interruzione. Sicurezza elettrica. Sistemi TN e TT. Impianti di terra.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: SISTEMI ENERGETICI INNOVATIVI INNOVATIVE ENERGY SYSTEMS		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		CFU: 6	
Anno di corso: I o 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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, aeroacustiche, aeromeccaniche, energetiche, tecnologiche, ambientali e di sostenibilità, sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, diagnostica, ottimizzazione, gestione, sperimentazione, collaudo ed impatto ambientale sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, espansori di processo, motori a combustione interna, anche quando integrati in sistemi di propulsione ibrida, motori idraulici) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) sia degli apparati sede di reazioni chimiche (combustori, gassificatori, reattori, celle a combustibile, elettrolizzatori) o di scambio termico (evaporatori, condensatori, recuperatori). Il settore studia, altresì, l'inserimento di tali macchine ed apparati nei sistemi di generazione, conversione, accumulo e distribuzione di energia elettrica e termica ed in quelli propulsivi terrestri, marini, aerei e spaziali, nonché il loro impiego nelle industrie di processo e nei settori terziario e residenziale.			
Obiettivi formativi: Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio degli impianti motori termici di ultima generazione ed impianti di energia rinnovabile a basso impatto ambientale. Si affronterà lo studio di sistemi per la produzione di energia elettrica e per la propulsione sia di tipo convenzionale sia in assetto ibrido. Con riferimento a sistemi di produzione di energia elettrica, si approfondiranno in particolare le metodologie più recenti disponibili per la riduzione dei consumi e delle emissioni inquinanti, nonché dell'anidrite carbonica. A tale scopo, si studieranno, oltre gli impianti termici tradizionali, impianti rinnovabili quali gli impianti solare termodinamico, impianti idroelettrici, impianti geotermici e sistemi di energy storage. Si studieranno le celle a combustibile con le possibili applicazioni e gli impianti ORC (Organic Rankine Cycle). Si affronterà lo studio di sistemi di combustione innovativi e si quantificherà il loro impatto sulla produzione di emissioni inquinanti. Sarà quindi affrontato lo studio di combustibili innovativi derivati da gassificazione di biomasse o carbone (impianti IGCC) e miscele con idrogeno. L'impianto termico sarà esaminato in assetto cogenerativo e integrato con campo solare e/o sistemi ORC. Sarà affrontato lo studio di cicli misti gas/vapore (STIG, RWI, HAT) e cicli combinati. Saranno fatti richiami al principio di funzionamento di motori a combustione interna, approfondendo lo studio del motore Diesel common rail alimentato con gasolio e in modalità dual fuel (gasolio-metano); il motore ad accensione comandata ad iniezione indiretta (PFI) e diretta (GDI). Particolare attenzione sarà rivolta alle emissioni inquinanti da m.c.i, ai metodi di abbattimento e a sistema di propulsione ibrida (HEV) per applicazioni su veicoli e aeromobili.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: SMART AND ELECTRIC MOBILITY MOBILITÀ INTELLIGENTE ED ELETTRICA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: CEAR-03/B (EX ICAR/05)		CFU: 9	
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 contenuti del settore scientifico disciplinare riguardano la comprensione dei fenomeni di mobilità delle persone e trasporto delle merci, la conoscenza di metodi e modelli per l'analisi e la simulazione, progettazione e pianificazione, gestione ed esercizio di sistemi di trasporto individuale e collettivo, inclusi aspetti organizzativi e tecnologici, la valutazione delle prestazioni e degli impatti delle politiche dei trasporti.			
Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è quello di fornire allo studente conoscenze e strumenti operativi per l'analisi, la progettazione funzionale e la valutazione degli impatti della mobilità elettrica e dei nuovi servizi di mobilità condivisa in ambito urbano.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: L'esame prevede una prova orale e la discussione di un elaborato progettuale			

Insegnamento: SMART, RESILIENT AND SUSTAINABLE CITY CITTÀ INTELLIGENTE, RESILIENTE E SOSTENIBILE		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: CEAR-01/B (EX ICAR/02)		CFU: 9	
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 scientifico disciplinare sviluppa le tematiche del ciclo dell'acqua in relazione alla progettazione, costruzione e esercizio delle opere e infrastrutture civili e al disegno di strategie sostenibili per la difesa del suolo e della costa, la protezione ambientale, la gestione delle risorse idriche e l'adattamento alle variazioni climatiche e ambientali. Tratta aspetti teorici e applicativi della scienza idrologica e dell'ingegneria delle acque, con riferimento a: soddisfacimento dei fabbisogni idrici; protezione delle persone, dell'ambiente antropizzato e naturale dalle alluvioni, dalla siccità, dalle mareggiate, da colate e frane innescate dall'acqua, da inquinanti e patogeni nelle acque superficiali e sotterranee; le interazioni con l'atmosfera e gli ecosistemi. I domini applicativi includono il monitoraggio e la modellazione dei processi idrologici; le infrastrutture di accumulo, regolazione, adduzione, distribuzione, drenaggio e di produzione energetica; il controllo e monitoraggio delle acque in ambito urbano, agricolo, industriale; le vie d'acqua; le opere marittime, di sistemazione fluviale, dei versanti e dei litorali, in una visione di gestione integrata del rischio idraulico e idrologico.			
Obiettivi formativi: Obiettivo formativo dell'insegnamento è il trasferimento agli studenti di approcci, metodi, tecniche, strumenti, best e bad practices, orientati a conoscere il sistema urbano nella sua complessità e a governare le sue trasformazioni al fine di migliorarne i livelli di organizzazione, di incrementarne i livelli di resilienza, mitigarne gli impatti dei fenomeni naturali, tecnologici, sociali, economici, ecc.- che possono verificarsi e adattare i suoi spazi alle nuove necessità, in un'ottica di sostenibilità ambientale.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Colloquio orale sui principali argomenti trattati e discussione dell'elaborato progettuale messo a punto durante l'esercitazione. Non sono previste prove scritte, non sono previste prove intercorso. La valutazione finale è singola ed è espressa in trentesimi in ragione dei seguenti criteri:			
<ul style="list-style-type: none"> - Conoscenza e capacità di comprensione - Conoscenza e capacità di comprensione applicate - Autonomia di giudizio - Abilità comunicative - Capacità di apprendere 			

Insegnamento: SPACE PROPULSION PROPULSIONE SPAZIALE		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-01/G (EX ING-IND/07)		CFU: 9	
Anno di corso: I		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 scientifico disciplinare copre gli aspetti scientifici e didattico-formativi relativi alla propulsione aeronautica, trans-atmosferica e spaziale, a partire dai fenomeni che governano il funzionamento del singolo componente del propulsore fino all'integrazione multidisciplinare con gli altri aspetti del progetto del veicolo aerospaziale concepito come "sistema di sistemi" con particolare attenzione all'impatto ambientale, alla sostenibilità, all'air-mobility e alla space economy. Le discipline del settore studiano: le metodologie teoriche, numeriche e sperimentali che concorrono al progetto, allo sviluppo e alla realizzazione dei propulsori aerospaziali; i principi fondamentali e le applicazioni ingegneristiche dei processi termo-chimico-fisici coinvolti nel funzionamento dei propulsori aerospaziali; la valutazione delle prestazioni; gli aspetti tecnologici e impiantistici; i criteri di impiego e le tecniche di misura e di sperimentazione.			
Obiettivi formativi: Il corso copre i fondamentali della propulsione a razzo e discute concetti avanzati nella propulsione spaziale che vanno dai motori chimici a quelli elettrici, per il lancio, il volo orbitale e interplanetario. Gli argomenti includono l'analisi dei requisiti per le tipiche missioni spaziali, la fisica e l'ingegneria dei propulsori chimici (razzi bipropellenti solidi, liquidi, ibridi, monopropellenti), motori ipersonici a respirazione d'aria e propulsori elettrici, compresi propulsori elettrotermici, elettrostatici ed elettromagnetici. Verranno discussi la modellazione fisica e chimica, nonché le questioni progettuali e tecnologiche			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: SPERIMENTAZIONE E IMPATTO AMBIENTALE DELLE MACCHINE <i>MEASUREMENTS AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF MACHINERY</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/B (EX ING-IND/09)		CFU: 9	
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 settore scientifico disciplinare studia i sistemi destinati alla conversione dell'energia da fonti tradizionali (combustibili fossili ed energia nucleare) e rinnovabili (solare, eolica, idraulica e del mare, geotermica, da biomasse, da rifiuti solidi), la produzione e l'impiego di combustibili sostenibili alternativi, i sistemi motore, le centrali termiche, i sistemi frigoriferi e a pompa di calore, i sistemi e i processi di trasporto, di recupero e di accumulo dell'energia e il loro ruolo nelle smart grid, i componenti e i sistemi di trasmissione della potenza via fluido e i vari sistemi di conversione diretta della stessa. Le attività scientifiche e didattiche relative ai sistemi energetici e alle macchine che li compongono fanno riferimento alle problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, tecnologiche, di sicurezza, di diagnostica e di controllo, ponendo particolare attenzione all'impatto ambientale e alle tecnologie rivolte al suo contenimento. Questi aspetti sono studiati anche in relazione alla pianificazione energetica a varie scale e alla sostenibilità dei processi, sistemi e componenti energetici nel loro ciclo di vita.			
Obiettivi formativi: Il corso fornisce le conoscenze fondamentali sulle principali applicazioni delle misure applicate alle macchine a fluido con particolare attenzione a quelle connesse con la valutazione per via sperimentale delle caratteristiche di funzionamento e di emissione in atmosfera; vengono fornite le basi la realizzazione di un sistema di acquisizione dati. Inoltre, fornisce le conoscenze sulle problematiche del controllo dell'ambiente con riferimento alla qualità dell'aria. Vengono forniti gli strumenti per una corretta pianificazione dell'ambiente aria con riferimento alle emissioni delle macchine e dei sistemi per la produzione di energia.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto / Orale			

Insegnamento: SUSTAINABLE COMBUSTION PROCESSES FOR ENERGY CONVERSION <i>PROCESSI DI COMBUSTIONE SOSTENIBILI PER LA CONVERSIONE DELL'ENERGIA</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: ICHI-02/A (EX ING-IND/25)		CFU: 9	
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: Il settore scientifico disciplinare comprende lo studio delle metodologie per la progettazione, la realizzazione, la verifica e l'esercizio di impianti industriali basati su trasformazioni chimico-fisiche e biologiche della materia finalizzate alla produzione di beni, all'erogazione di servizi e alla prevenzione o mitigazione delle modificazioni all'ambiente indotte da attività o insediamenti antropici. Per il settore, sia nell'attività scientifica sia in quella didattico-formativa, sono qualificanti: la progettazione impiantistica comprendente la simulazione, l'elaborazione di schemi quantificati di processo e di schemi funzionali inclusivi della strumentazione di protezione e controllo, la selezione, progettazione, prototipazione e verifica dei reattori e delle apparecchiature per operazioni unitarie e lo sviluppo delle relative metodologie sperimentali; la sicurezza e l'analisi del rischio degli impianti e dei processi; le valutazioni economiche, di sostenibilità e di impatto ambientale esaminate anche nel contesto dell'ecologia industriale. Comparti di riferimento sono le tecnologie chimiche, farmaceutiche, alimentari, energetiche, di estrazione, raffinazione, trasporto e stoccaggio delle materie prime e dei vettori energetici, le biotecnologie, le tecnologie a supporto della salvaguardia ambientale e della economia circolare.			
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire gli strumenti metodologici e le conoscenze per inquadrare i processi di combustione nel contesto delle applicazioni di conversione energetica e della generazione di potenza, al fine di valutare il loro potenziale sviluppo sotto i vincoli legati alla sostenibilità e all'uso di vettori energetici alternativi per la decarbonizzazione. Inoltre, il corso definisce le configurazioni prototipali più rilevanti e le equazioni che descrivono i processi di combustione che evolvono in condizioni iniziali/limite fissate, analizzandone i parametri più significativi e le variazioni più rilevanti. Tale inquadramento sistematico dei processi di combustione consente di enucleare i sottoprocessi più significativi che possono essere affrontati con metodi computazionali consolidati di natura multidisciplinare. Infine, il corso analizza specifiche categorie di processi di combustione con l'obiettivo di utilizzare gli strumenti metodologici acquisiti, di familiarizzare con la progettazione di processi semplici e di sviluppare percorsi critici che permettano di considerare nuove configurazioni nelle loro potenzialità e analogie con le configurazioni consolidate. Infine, vengono analizzati i principali meccanismi di formazione e abbattimento dei principali inquinanti in base alle peculiarità legate al vettore energetico utilizzato.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Esame orale e Progetto esercitativo di gruppo			

Insegnamento: SUSTAINABLE MATERIALS MATERIALI SOSTENIBILI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IMAT-01/A (EX ING-IND/22)		CFU: 6	
Anno di corso: I o II		Tipologia di Attività Formativa: C, D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Il settore scientifico disciplinare si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Scienza e Tecnologia dei Materiali e in particolare racchiude il complesso delle conoscenze relative ai materiali, sia strutturali sia funzionali, aventi interesse tecnico e ingegneristico. Fortemente caratterizzante per il settore è lo studio del legame tra le proprietà strutturali, microstrutturali e funzionali dei materiali e le relative proprietà macroscopiche, le prestazioni e i processi di trasformazione e produzione. Più specificamente, il settore studia: - le relazioni tra la struttura dei materiali a tutte le scale dimensionali (dal nano al macro), la formulazione, la progettazione, le proprietà (chimiche, biochimiche, fisiche, meccaniche, di superficie e di biocompatibilità) e le prestazioni; - le tecnologie tradizionali e innovative di produzione, trattamento e trasformazione dei materiali, nonché quelle relative all'analisi, la caratterizzazione e il controllo di qualità; le interfacce dei sistemi ibridi, i trattamenti superficiali con e senza apporto di materiali, e l'insieme delle metodologie, le tecniche e i trattamenti per la funzionalizzazione; - le metodologie e i processi per la realizzazione contestuale del materiale e del componente; - il comportamento in servizio, la durabilità, la resistenza a corrosione e usura, il degrado, la conservazione, il ripristino, le tecnologie di protezione, le tecnologie per la tutela dell'ambiente e la sostenibilità, il riuso e il riciclo con recupero di materia ed energia e l'analisi del ciclo di vita. Il settore si occupa di materiali metallici e le loro leghe, materiali ceramici e vetri, materiali polimerici e materie plastiche, materiali cementizi e leganti, semiconduttori, biomateriali, le combinazioni multimateriali e compositi, sia naturali sia artificiali. L'attività didattica riguarda le discipline, sia di base sia specialistiche, tipiche dell'ingegneria e della scienza e tecnologia dei materiali.			
Obiettivi formativi: Questo corso si propone di fornire agli studenti formazione specifica sulla sostenibilità e sulla valutazione dell'impatto ambientale dei materiali. Verranno introdotti i principi della sostenibilità e dello sviluppo sostenibile, nonché la loro applicazione alle strategie di produzione e lavorazione dei materiali. Verrà esplorata la criticità delle risorse attualmente disponibili, nonché l'opportunità di riciclare i materiali. Infine, verranno presentati e studiati diversi metodi per la valutazione della sostenibilità, insieme a una serie di casi studio.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Colloquio orale e discussione di elaborato progettuale			

Insegnamento: TECHNOLOGIES FOR INFORMATION SYSTEMS TECNOLOGIE PER I SISTEMI INFORMATIVI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IINF-05/A (EX ING-INF/05)		CFU: 9	
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: <p>Il settore scientifico disciplinare copre l'attività scientifica e didattico-formativa nel campo dell'Ingegneria Informatica. Le competenze del settore riguardano modelli, metodologie, principi e tecniche propri dell'analisi, progettazione, sviluppo e conduzione dei sistemi informatici. Ciò vale anche con riferimento ad ambiti multidisciplinare quali digital humanities, smart mobility, cultural heritage, e-health, smart cities, e-government, informatica giuridica, smart manufacturing. Il settore copre tematiche di ricerca che possono essere organizzate nei seguenti domini di ricerca: - architetture dei sistemi di elaborazione, che include i sistemi embedded, real-time e ciber-fisici, le architetture per il calcolo ad alta efficienza energetica, ad alte prestazioni e quantistico, gli strumenti per la modellazione, la simulazione, la progettazione automatica dei sistemi digitali; - sistemi distribuiti e paralleli, che include i sistemi operativi, le reti di calcolatori, gli aspetti informatici dell'IoT, i sistemi cloud-edge e gli strumenti di valutazione delle prestazioni; - ingegneria del software: include le metodologie, i linguaggi di programmazione, le infrastrutture software e i relativi strumenti; - ingegneria degli algoritmi e informatica teorica, che include la complessità computazionale, gli algoritmi distribuiti, paralleli, su grafi, quantistici, la teoria algoritmica dei giochi, i metodi formali e i modelli di calcolo; - sicurezza informatica, che include le tecniche informatiche per cybersecurity e privacy, la crittografia e la sicurezza delle reti di calcolatori; - intelligenza artificiale, che include la robotica autonoma e intelligente, i sistemi intelligenti, l'ingegneria della conoscenza e l'elaborazione del linguaggio naturale; - grafica, visione artificiale e multimedia: include l'elaborazione di immagini, video e suono, i giochi al calcolatore e la realtà virtuale; - interazione persona-calcolatore, che include la progettazione centrata sull'utente, la qualità dell'esperienza utente e la visualizzazione dell'informazione; - basi di dati e sistemi informativi, che include le tecnologie Web, il reperimento dell'informazione, le biblioteche digitali, la trasformazione e integrazione dei dati, i Big Data e la gestione dei dati in bioinformatica; - machine learning, che include il data mining, il process mining, gli aspetti informatici della scienza dei dati e delle tecniche di elaborazione e riconoscimento dei segnali, l'elaborazione dei dati sensoriali in robotica e l'analisi di dati biologici e biomedici. L'attività didattica copre lo spettro che va dai diversi domini specialistici alla formazione di base per l'utilizzo, in tutti i campi, degli approcci metodologici e tecnologici propri dell'ingegneria informatica. Rientrano nell'ambito del settore i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie per definire i requisiti, progettare, sviluppare, valutare e gestire i sistemi informatici, assicurandone l'adeguatezza, la correttezza, l'affidabilità, le prestazioni, la sicurezza, la convenienza economica, la sostenibilità e il rispetto dell'etica.</p>			
Obiettivi formativi: L'insegnamento ha lo scopo di approfondire la conoscenza dei sistemi informativi fornendo allo studente strumenti di analisi avanzati per affrontare i temi della BI e dei Big Data che sono oggi pervasivi nel mondo del lavoro.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Progetto, Scritto e Orale			

Insegnamento: TECNICHE E MODELLI PER LA REFRIGERAZIONE TECHNIQUES AND MODELS FOR REFRIGERATION		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
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 settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Per le macchine a compressione di vapore, fornire conoscenze termodinamiche e tecniche per la scelta della tipologia di componenti, dello schema di impianto e il loro dimensionamento nelle applicazioni della refrigerazione e della climatizzazione, in base alla richiesta specifica dell'utenza, quali ad esempio applicazioni di refrigerazione industriale, commerciale e climatizzazione. In particolare, approfondire gli aspetti termodinamici connessi ai fluidi refrigeranti, l'effetto della carica di refrigerante, i gradi di libertà del sistema utili al controllo, l'influenza delle condizioni operative sulla mappa di funzionamento del sistema, la determinazione del punto di bilanciamento del sistema utenza-impianto. Descrivere il principio di funzionamento al fine di comprendere i limiti tecnici di utilizzo e la scelta ottimale del componente in relazione all'applicazione. Modellare i singoli componenti e calibrare tali modelli, tramite software creati ad hoc e utilizzando dati da letteratura tecnica o da casi studio reali. Cimentarsi nell'uso consapevole di tali modelli per la progettazione efficace e ottimizzata e la simulazione energetica dell'intera macchina al fine del calcolo dei coefficienti di prestazione stagionale in accordo con le normative. Approfondire la termodinamica dei cicli inversi a gas, dei cicli ad assorbimento e di quelli per la "liquefazione" di gas. Introdurre le problematiche più attuali e le relative innovazioni nella refrigerazione.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Svolgimento di elaborati e prova orale			

Insegnamento: TECNOLOGIE AVANZATE PER L'ENERGIA ADVANCED ENERGY TECHNOLOGIES		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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 settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Il corso, di basilare importanza per ingegneri che si occupano di efficienza energetica e di progettazione di impianti energetici innovativi, mira a sviluppare conoscenze sulle tecnologie avanzate per l'energia in un'ottica di sostenibilità economica ed ambientale. Si approfondiscono le conoscenze riguardanti le tecniche per il risparmio energetico la progettazione con fonti energetiche rinnovabili. Particolare attenzione è dedicata alla simulazione dinamica e all'ottimizzazione dei sistemi. L'allievo, al termine del percorso di apprendimento, sarà in grado di: 1. effettuare la scelta delle possibili tecnologie energetiche innovative in funzione della destinazione d'uso dei sistemi e dell'obiettivo da raggiungere in termini di efficienza energetica e convenienza economica degli impianti; 2. eseguire, anche mediante l'uso di specifici softwares di simulazione, l'analisi dinamica delle prestazioni energetiche, economiche e d'impatto ambientale dei sistemi; 3. effettuare la progettazione di massima dei sistemi anche attraverso l'ottimizzazione dei relativi principali parametri progettuali e d'esercizio con differenti funzioni obiettivo (massimo risparmio, minime emissioni climalteranti, minimo periodo di ritorno dell'investimento).			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale ed elaborato progettuale			

Insegnamento: TECNOLOGIE SPECIALI NON-CONVENTIONAL MANUFACTURING TECHNOLOGIES		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-04/A (EX ING-IND/16)		CFU: 9	
Anno di corso: I		Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: In presenza			
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: L'attività scientifica e didattico-formativa del settore scientifico disciplinare si riferisce al campo delle tecnologie e sistemi di produzione. Le attività riguardano i processi manifatturieri, di trasformazione e gestione di materiali in relazione all'intero ciclo di vita dei prodotti dalla loro concezione, alla produzione, al riuso o riciclo secondo strategie di economia circolare. In particolare, il settore studia e cura la didattica degli elementi di seguito indicati anche considerando le intersezioni tra aspetti scientifici, tecnologici, economici e di sostenibilità: - la caratterizzazione meccanica, tecnologica, funzionale e strutturale dei materiali per definire il legame delle loro proprietà con i parametri che governano i processi. - i processi di trasformazione, a tutte le scale dimensionali, che interessano le produzioni, dalla fabbricazione con tecniche additive, sottrattive e invarianti, alle giunzioni e assemblaggi, alla de-produzione secondo le strategie della economia circolare. - le metodologie e gli strumenti per: la progettazione dei processi, dei componenti e dei sistemi di trasformazione e la caratterizzazione delle loro prestazioni in termini di precisione, efficienza, costo ed idoneità all'uso, in ottica integrata e sostenibile; la programmazione, la gestione, il controllo e il miglioramento della qualità di prodotti e processi; lo sviluppo dei prodotti nell'ottica della sostenibilità e della riduzione dei costi e dei tempi di produzione; l'ingegneria inversa, la metrologia industriale applicata alla produzione, il collaudo di prodotti, attrezzature e sistemi di produzione; la gestione del risparmio energetico e della salvaguardia dell'ambiente e del benessere psico-fisico degli operatori.			
Obiettivi formativi: Obiettivo dell'insegnamento è fornire agli studenti le conoscenze approfondite sulle leghe metalliche leggere e medio leggere di interesse industriale e dei principali processi manifatturieri non convenzionali per materiali metallici, al fine di consentire agli studenti di acquisire conoscenze sui complessi meccanismi termici, chimici e meccanici che intervengono nei processi di trasformazione e di legare questi alle prestazioni dei manufatti realizzati sino a rendere disponibili gli strumenti per una scelta critica e consapevole del più opportuno processo tecnologico per la realizzazione di parti, contemperando gli aspetti economici, prestazionali e tecnologici coinvolti.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: TERMOFLUIDODINAMICA COMPUTAZIONALE COMPUTATIONAL THERMAL-FLUID-DYNAMIC		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
Anno di corso: I o 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 settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è fornire agli allievi gli elementi, teorici e pratici, per consentire un utilizzo consapevole delle tecniche di Termofluidodinamica Computazionale in ambito applicativo e industriale. Lo studente acquisirà la conoscenza di vari metodi per la risoluzione numerica delle equazioni di conservazione della massa, momento della quantità di moto ed energia e di vari software per la progettazione termofluidodinamica nell'ambito dell'ingegneria meccanica. Saranno esposti alcuni aspetti teorici, quali l'analisi dimensionale, e sperimentali, come la similitudine ed i relativi modelli, di fondamentale importanza per la messa a punto e la validazione dei modelli stessi. Alla fine del corso, gli allievi saranno in grado di riconciliare i due aspetti della TFDC – fondamenti teorici e modalità applicative – che spesso vengono trattati in modo disgiunto.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Svolgimento di un elaborato numerico e Prova Orale			

Insegnamento: TERMOFLUIDODINAMICA DELLE MACCHINE AERO-THERMODYNAMICS OF FLUID MACHINERY		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		CFU: 9	
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: Il settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, [...], energetiche, [...], sia a livello del singolo componente sia a livello dei sistemi in cui esse sono inserite. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, [...], ottimizzazione, gestione, sperimentazione, [...] sia delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, [...]) ed operatrici (quali ad esempio ventilatori, compressori e pompe) [...].			
Obiettivi formativi: Fornire gli strumenti per uno studio più approfondito delle discipline caratterizzanti i settori delle Macchine a Fluido e dei Sistemi Energetici ritenuti indispensabili per una formazione completa del laureato Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente. Il corso è centrato sullo studio termo-fluidodinamico delle macchine e dei sistemi energetici, dei quali offre esempi applicativi.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: THERMO-ECONOMIC OPTIMIZATION OF COMPLEX ENERGY SYSTEMS OTTIMIZZAZIONE TERMOECONOMICA DI SISTEMI ENERGETICI COMPLESSI		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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: Analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e relativo impatto ambientale, principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, gestione dell'energia e tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, efficienza energetica, termoeconomia, transizione energetica, fisica dell'ambiente confinato, con particolare riferimento alle interazioni occupante-ambiente.			
Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti le conoscenze di base per analizzare, progettare e ottimizzare sistemi energetici complessi e il relativo funzionamento mediante approcci di programmazione matematica e analisi multi-obiettivo. Il corso si focalizza sulla definizione dettagliata delle metodologie e dei processi di ottimizzazione di sistemi energetici complessi, da sistemi di poligenerazione a reti energetiche integrate con più vettori energetici coinvolti. I settori energetici di interesse sono l'elettrico, il termico (riscaldamento/raffrescamento), l'idrogeno e la mobilità, con particolare attenzione a soluzioni sostenibili e fonti di energia rinnovabili. L'ottimizzazione dei sistemi energetici verrà studiata considerando tre livelli: configurazione, progettazione e funzionamento. L'ottimizzazione della configurazione affronta il problema di identificare la configurazione ottimale del sistema - numero, tipo e interconnessioni funzionali dei componenti installati. Nell'ottimizzazione della progettazione, vengono determinate le capacità ottimali dei componenti, mentre l'ottimizzazione del funzionamento mira a determinare le strategie di funzionamento ottimali dei componenti del sistema su scala giornaliera. Verranno considerati diversi tipi di analisi come l'ottimizzazione energetica, economica e ambientale, che saranno trattate attraverso un approccio multi-obiettivo mediante analisi del fronte di Pareto. Il corso si focalizzerà sulla formulazione matematica di diverse tipologie di problemi dei sistemi energetici, sui metodi di risoluzione e sulla loro implementazione attraverso codici di ottimizzazione dedicati. Tale ottimizzazione mira a garantire la sostenibilità a medio e lungo termine dell'approvvigionamento, della distribuzione e dell'utilizzo dell'energia nei settori residenziale e industriale. Gli studenti acquisiranno conoscenze sulla pianificazione energetica di sistemi energetici complessi attraverso diversi casi studio, prendendo in considerazione molteplici utenti con i relativi fabbisogni multienergetici, diversi vettori energetici e diversi scenari relativi ai costi dell'energia e ai livelli di penetrazione delle fonti di energia rinnovabile, con la finalità di applicare le tecniche di ottimizzazione a un progetto finale.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Prova orale con elaborato			

Insegnamento: THERMO-MECHANICAL TECHNOLOGIES FOR ENERGY TRANSITION TECNOLOGIE TERMO-MECCANICHE PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: INGLESE	
SSD: IIND-06/B (EX ING-IND/09) - IIND-07/A (EX ING-IND/10)		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 settore scientifico disciplinare studia i sistemi destinati alla conversione dell'energia da fonti tradizionali (combustibili fossili ed energia nucleare) e rinnovabili (solare, eolica, idraulica e del mare, geotermica, da biomasse, da rifiuti solidi), la produzione e l'impiego di combustibili sostenibili alternativi, i sistemi motore, le centrali termiche, i sistemi frigoriferi e a pompa di calore, i sistemi e i processi di trasporto, di recupero e di accumulo dell'energia e il loro ruolo nelle smart grid, i componenti e i sistemi di trasmissione della potenza via fluido e i vari sistemi di conversione diretta della stessa. Le attività scientifiche e didattiche relative ai sistemi energetici e alle macchine che li compongono fanno riferimento alle problematiche termodinamiche, fluidodinamiche, tecnologiche, di sicurezza, di diagnostica e di controllo, ponendo particolare attenzione all'impatto ambientale e alle tecnologie rivolte al suo contenimento. Questi aspetti sono studiati anche in relazione alla pianificazione energetica a varie scale e alla sostenibilità dei processi, sistemi e componenti energetici nel loro ciclo di vita.			
Obiettivi formativi: Acquisire informazioni sul risparmio energetico e sulle tecnologie verdi per la conversione e la produzione di energia e analizzare la sostenibilità dei processi di base. Il miglioramento dell'efficienza energetica e lo sfruttamento affidabile delle fonti rinnovabili giocheranno un ruolo chiave nella transizione verso una società a zero emissioni di carbonio. Il corso offre una panoramica delle più avanzate tecnologie termomeccaniche che accompagnano la transizione energetica in atto, nei seguenti ambiti: riscaldamento e raffrescamento rinnovabile, recupero di calore e integrazione del calore nei processi industriali, sistemi di accumulo di energia termica e meccanica, poligenerazione e multienergia. sistemi, produzione, stoccaggio e utilizzo dell'idrogeno. Metodologie e criteri vengono valutati e discussi in dettaglio per qualificare tali sistemi dal punto di vista tecnico, economico e ambientale. La conseguente strategia di conversione energetica contribuirà a promuovere una transizione graduale verso un nuovo modello energetico che garantisca valore e resilienza a lungo termine.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale			

Insegnamento: TRASMISSIONE DEL CALORE HEAT TRANSFER		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-07/A (EX ING-IND/10)		CFU: 9	
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: Il settore scientifico disciplinare copre, sul piano scientifico e sul piano didattico-formativo, gli aspetti fondamentali ed applicativi della termodinamica, della trasmissione del calore, dell'energetica, della termofluidodinamica. Più specificatamente, in esso sono incluse le competenze relative all'analisi termodinamica e termocinetica dei processi energetici e al loro impatto ambientale, ai principi della conversione sostenibile dell'energia e all'utilizzo dell'energia, anche da fonti rinnovabili, alla gestione dell'energia e alle tecniche di monitoraggio ed elaborazione di dati e modelli energetici, alla efficienza energetica, alla termoeconomia, alla transizione energetica. Studia, altresì, i fenomeni termofluidodinamici a tutte le scale, anche in sistemi multifase, in sistemi biologici e agroalimentari, le tecnologie per la refrigerazione, gli impianti termotecnici, i sistemi e i componenti di scambio termico e di accumulo dell'energia, la sicurezza antincendio, le proprietà termofisiche dei materiali, le misure e le regolazioni termofluidodinamiche.			
Obiettivi formativi: Il corso fornisce i principi fondamentali e i metodi della trasmissione del calore. Gli obiettivi del corso sono quelli di: insegnare i principi fondamentali e le leggi della trasmissione del calore e di applicare tali principi alla risoluzione di problemi pratici; di formulare i modelli necessari a studiare, analizzare e progettare le apparecchiature di scambio termico; di sviluppare la capacità di risolvere i problemi della trasmissione del calore avvalendosi dell'utilizzo di strumenti e di metodi propri di una formazione tecnica a largo spettro.			
Propedeuticità in ingresso: Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Scritto e Orale			

Insegnamento: TRIBOLOGIA E DIAGNOSTICA DEI SISTEMI MECCANICI <i>TRIBOLOGY AND DIAGNOSTIC OF MECHANICAL SYSTEMS</i>		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO
SSD: IIND-02/A (EX ING-IND/13)		CFU: 9
Anno di corso: I	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 scientifico disciplinare si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Meccanica Applicata alle Macchine. Sono compresi gli aspetti culturali, scientifici, professionali e storici inerenti allo studio dei sistemi meccanici, delle macchine, dei loro componenti e delle strutture. Lo studio viene affrontato, con un approccio sistemistico unificante, mediante le metodologie proprie della meccanica teorica, applicata e sperimentale, sfociando nell'applicazione tecnologica e industriale, con attenzione alla sostenibilità ambientale ed energetica. La tipologia dei sistemi meccanici considerati è del tutto generale: macchine motrici e operatrici, dispositivi meccanici e mecatronici, meccanismi, trasmissioni e azionamenti, macchine automatiche e sistemi robotici, veicoli, sistemi di trasporto convenzionali ed autonomi, sistemi di sollevamento, sistemi per la produzione di energia, sistemi biomeccanici, componenti e sistemi su scala micro e nano. Il settore utilizza metodi sperimentali, di modellazione e simulazione per l'analisi del comportamento meccanico, la progettazione funzionale delle macchine e dei sistemi meccanici. I metodi e le applicazioni sono basati sullo studio della cinematica, della statica, della dinamica, lineare e non lineare, delle interazioni con l'ambiente in generale e fra superfici materiali (meccanica del contatto), del controllo, dell'automazione e dell'identificazione dei sistemi meccanici. Gli interessi del settore comprendono inoltre i fenomeni vibratorii, vibroacustici e tribologici, la mecatronica, le interazioni fluidostrutture, il monitoraggio, la diagnostica e la prognostica di sistemi meccanici, l'automazione a fluido e la robotica, la fluidica e la microfluidica, la biomeccanica funzionale. L'implementazione tramite sistemi hardware e software dei metodi sviluppati costituisce parte integrante del sapere del settore.		
Obiettivi formativi: Obiettivo dell'insegnamento è quello di affrontare argomenti specialistici inerenti il comportamento degli organi meccanici con particolare riferimento al dimensionamento di organi meccanici e alla loro lubrificazione. Il corso fornisce, inoltre, nozioni sul monitoraggio e sulla diagnostica dei componenti meccanici mediante tecniche innovative, basate sull'applicazione della Trasformata Wavelet e della Teoria del Chaos, e lo studio di sistemi complessi.		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale		

Insegnamento: TURBOMACCHINE PER L'ENERGIA EOLICA TURBOMACHINERY FOR WIND ENERGY		Lingua di erogazione dell'Insegnamento: ITALIANO	
SSD: IIND-06/A (ex ING-IND/08)		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 settore scientifico disciplinare si interessa delle attività scientifiche e didattiche nel campo delle Macchine a Fluido, studiandone le problematiche [...] fluidodinamiche, [...], energetiche [...]. Le competenze del settore coprono gli aspetti progettuali, di controllo, [...], ottimizzazione, gestione, sperimentazione, [...] delle macchine a fluido motrici (quali ad esempio turbine, [...]) [...].			
Obiettivi formativi: Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze specialistiche relative al funzionamento, all'analisi delle prestazioni e alla progettazione delle macchine per lo sfruttamento dell'energia eolica, con particolare riferimento alle turbine eoliche ad asse orizzontale. Si affrontano con approccio fluidodinamico le problematiche connesse con l'esercizio, la regolazione, l'installazione e il progetto aerodinamico delle turbine eoliche.			
Propedeuticità in ingresso:			
Propedeuticità in uscita:			
Tipologia degli esami e delle altre prove di verifica del profitto: Orale, discussione elaborato progettuale			



ALLEGATO 2.2

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO

INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

CLASSE LM-33

Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento: Ingegneria Industriale

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2025-2026

Attività formativa: ex art. 10, comma 5, lettera d	Lingua di erogazione dell'Attività: ITALIANO/INGLESE
Attività: <ul style="list-style-type: none">• Tirocinio formativi e di orientamento, di tipo:<ul style="list-style-type: none">○ Intramoenia○ Extramoenia• Ulteriori Conoscenze, tra cui:<ul style="list-style-type: none">○ Ulteriori conoscenze linguistiche○ Abilità informatiche e telematiche○ Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	CFU: <ul style="list-style-type: none">• Tirocinio: 9• Ulteriori Conoscenze: 3
Anno di corso: I e II	Tipologia di Attività Formativa: E, F
Modalità di svolgimento: in presenza/a distanza	
Obiettivi formativi: L'insieme di tali attività ha l'obiettivo di conferire al laureato la capacità di comunicare correttamente (anche in inglese) in campo tecnico-scientifico, di utilizzare proficuamente la letteratura scientifica di riferimento e di acquisire nuove conoscenze e metodologie (anche informatiche) nel corso dello sviluppo della propria attività professionale. Esse concorrono quindi al raggiungimento di obiettivi formativi di tipo linguistico, informatico e professionalizzante per il mondo del lavoro.	
Propedeuticità in ingresso:	
Propedeuticità in uscita:	
Tipologia delle prove di verifica del profitto: <ul style="list-style-type: none">• Tirocinio: idoneità• Ulteriori Conoscenze: idoneità	



ALLEGATO 3

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL PERCORSO

MINOR "GREEN TECHNOLOGIES"

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2024-2025

ACRONIMI

CCD	Commissione di Coordinamento Didattico
CdS	Corso/i di Studio
CPDS	Commissione Paritetica Docenti-Studenti
OFA	Obblighi Formativi Aggiuntivi
SUA-CdS	Scheda Unica Annuale del Corso di Studio
RDA	Regolamento Didattico di Ateneo

INDICE

Art. 1	Oggetto
Art. 2	Conoscenze e competenze del Percorso Minor
Art. 3	Requisiti per l'ammissione al PM per gli studenti iscritti a un CdS di Ateneo
Art. 4	Requisiti per l'ammissione al PM per gli studenti laureati o di altri Atenei
Art. 5	Modalità per l'accesso al Percorso Minor e personale preparazione
Art. 6	Attività didattiche e Crediti Formativi Universitari
Art. 7	Modalità di erogazione delle attività didattiche
Art. 8	Periodo di svolgimento e conclusione del Percorso Minor
Art. 9	Propedeuticità e conoscenze pregresse
Art. 10	Calendario didattico del Percorso Minor
Art. 11	Tasse e contributi per l'accesso al Percorso Minor
Art. 12	Pubblicità ed entrata in vigore

Art. 1

Oggetto

1. Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Percorso Minor (PM) Green Technologies (ai sensi dell'Art. 3, comma 3, e dell'Art. 18, commi 1, 2 del RDA)
2. Il Percorso Minor (PM) in Green Technologies è proposto dai seguenti Dipartimenti nell'ambito dei Corsi di Studio di seguito indicati

DIPARTIMENTI PROPONENTI	
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA, DEI MATERIALI E DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE	CdS in Ingegneria Chimica (LM-22)
	CdS in Ingegneria dei Materiali (LM-53)
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA E DELLE TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE	CdS in Ingegneria Elettrica (LM-28)
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE	CdS in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente (LM-33)
DIPARTIMENTO DI DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE	CdS in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (LM-35)

3. Il PM in Green Technologies è supportato da un Comitato di Coordinamento, nel seguito indicato come “Comitato”, costituito dai Coordinatori dei Corsi di Studio proponenti o loro delegati.
4. Il Comitato svolge le seguenti funzioni:
 - coordina le attività formative;
 - verifica e assume le decisioni circa gli studenti del PM (verifica delle domande di iscrizione, ammissione o decadenza dal PM, assegnazione dei piani formativi);
 - sovrintende alla organizzazione didattica generale del PM, in stretta connessione con i Dipartimenti e le CCD dei CdS a cui il PM è associato;
 - esplica il monitoraggio periodico e la verifica dei risultati, sottoponendo le proprie valutazioni ai Dipartimenti e alle CCD dei CdS a cui il PM è associato, ai fini dell’assicurazione della qualità dei CdS.
5. I membri del Comitato indicano tra i suoi membri un Coordinatore del Comitato, nel seguito indicato come “Coordinatore del PM”. Il Coordinatore del PM ha la responsabilità del funzionamento del Comitato e ne convoca le riunioni.
6. La gestione amministrativa del PM è affidata al Dipartimento di afferenza del Coordinatore del PM.
7. La Tabella delle Attività formative del PM è allegata al presente Regolamento.

Art. 2

Conoscenze e competenze del Percorso Minor

La globalizzazione, la transizione digitale, la nuova centralità dei temi della sostenibilità, l’emergenza sanitaria stanno investendo il mondo delle professioni e delle attività intellettuali con una urgenza che non ha precedenti, richiedendo soluzioni tempestive e affidabili a problemi caratterizzati da elevato grado di complessità e multidimensionalità. Al professionista che operi in questi settori si richiede capacità di approccio interdisciplinare e visione sistemica in aggiunta alla specifica formazione disciplinare.

L’Università degli Studi di Napoli Federico II, molto attenta ai fabbisogni di alta formazione posti dalla società, promuove un complesso di iniziative per la formazione di professionalità versatili da impegnare in settori strategici, tra le quali trova specifica collocazione il **Minor Green Technologies**. Il Minor in *Green Technologies* dell’Università di Napoli Federico II risponde alla finalità di sviluppare, partendo da solidi “fondamentali” nelle discipline ingegneristiche pertinenti, professionalità dotate di competenze sistemiche, di visione interdisciplinare, di competenze digitali, attente alla innovazione, in grado di affrontare con strumenti culturali adeguati le trasformazioni che accompagnano la Transizione Ecologica.

Il Minor in *Green Technologies* si inquadra nel progetto nazionale **Tecnologie per le transizioni** attivato in partenariato con i Politecnici di Bari, Milano e Torino e le Università di Bologna, Padova, Palermo e Roma La Sapienza, con gli auspici del Ministero per l’Università e la Ricerca.

Il percorso formativo si sviluppa attraverso moduli didattici a carattere interdisciplinare e attività di project work, tipicamente sviluppate in team per l’analisi di casi di studio e challenges. Sono previste opportunità di mobilità e internship nell’ambito di accordi con gli altri Atenei coinvolti nel progetto *Tecnologie per le transizioni* e con Aziende sostenitrici del progetto.

Il Minor *Green Technologies* è rivolto a una pluralità di figure: studenti di Corsi di Laurea Magistrale affini alle tematiche della transizione ecologica che vogliano dare una specifica connotazione al proprio percorso di studi in coerenza con gli indirizzi del Minor; professionisti già inseriti nel modo del lavoro che intendano allargare il proprio spettro di competenze sui temi della transizione ecologica nel quadro di processi di formazione permanente per la qualificazione/riqualificazione professionale.

Il Minor *Green Technologies* punta a formare una figura professionale con competenze riferite al progetto e al controllo delle trasformazioni della materia e dell'energia, in grado di intervenire qualificatamente nello sviluppo di soluzioni per un'economia industriale per la produzione di beni e l'erogazione di servizi e per la produzione, l'utilizzo e l'accumulo dell'energia improntati a criteri di sostenibilità, basati sull'uso efficiente delle risorse, sull'implementazione di protocolli di economia circolare, sulla preservazione della biodiversità e sulla riduzione dell'inquinamento.

Ambiti qualificanti delle attività formative sono: Chimica verde e rigenerativa; Controllo, monitoraggio, prevenzione e trattamento di rifiuti ed emissioni inquinanti; Produzione, accumulo e distribuzione sostenibili dell'energia; Progettazione e riconversione dei sistemi di produzione di beni e di erogazione di servizi in ottica di sostenibilità: bioeconomia, economia circolare, simbiosi industriale; Inquadramento dei processi di trasformazione della materia e dell'energia nei principi della ecologia industriale.

Ulteriori abilità e competenze trasversali sono acquisite con riferimento a: Strumenti digitali a supporto del greening dei processi e dei prodotti; Elementi di cultura giuridico/normativa, economica e manageriale riferiti alle problematiche dell'energia, dell'ambiente, della sostenibilità.

Art. 3

Requisiti di ammissione per l'accesso al PM per gli studenti iscritti a un CdS di Ateneo

1. Possono iscriversi al Minor gli studenti iscritti ai CCdSS elencati nella Tabella all'Art. 1, comma 2, in parziale sovrapposizione con gli studi della Laurea Magistrale alla quale sono iscritti.

Art. 4

Requisiti di ammissione per l'accesso al PM per studenti laureati o di altri Atenei

1. Possono altresì accedere al Minor gli studenti iscritti ad altri Atenei a CdS nelle medesime classi di laurea dei CdS associati al Minor (di cui all'art. 1 comma 2) e studenti già laureati nelle classi di Laurea dei CdS associati al Minor (di cui all'art.1 comma 2) o di ordinamenti equivalenti quali ex D.M. 509/1999, o ancora in possesso di titoli di studio acquisiti all'estero e riconosciuti equivalenti ai fini dell'ammissione dal Comitato di Coordinamento.
2. L'ammissione di studenti già laureati o iscritti presso altri Atenei è disposta previa verifica della compatibilità della carriera accademica pregressa con gli obiettivi formativi del PM.

Art. 5

Modalità per l'accesso al Percorso Minor e personale preparazione

1. In aggiunta a quanto specificato agli artt. 3 e 4, l'accesso al Minor prevede inoltre il rispetto di specifici criteri volti a valutare l'adeguatezza della personale preparazione dello studente.
2. Per gli studenti iscritti ai CCdSS elencati nella Tabella all'Art. 1, comma 2, e per gli studenti iscritti ad altri Atenei in CdS delle medesime classi di laurea dei CdS associati al Minor, la verifica del possesso dei requisiti relativi alla personale preparazione dello studente sarà effettuata dal Comitato.
3. Per gli studenti che accedono al Minor come laureati, il Comitato procede alla verifica del possesso dei requisiti per l'accesso al PM sulla base del voto di laurea magistrale e/o del curriculum vitae e ne valuta l'ammissione.

Art. 6

Attività didattiche e Crediti Formativi Universitari

1. Le attività formative previste dal PM corrispondono a 30 CFU. Tali attività possono essere riconosciute all'interno della carriera di studenti iscritti ad un CdS dell'Ateneo; in ogni caso almeno 10 CFU devono essere riservati ad attività extracurricolari aggiuntive rispetto ai CFU del piano statutario per il conseguimento del titolo di studio (ai sensi dell'Art. 18, c. 1, del RDA).
2. Gli studenti iscritti ad una LM tra quelle elencate nella Tabella all'Art. 1, comma 2, all'atto di presentazione della istanza di iscrizione al Minor, presentano contestualmente un piano di studio per il CdS cui sono iscritti coerente con il percorso del Minor, anche al fine della verifica del criterio circa i crediti di natura extra-curricolare. Il piano di studio va approvato dalla competente CCD prima della ammissione al Minor dello studente e si intende attivo all'atto della ammissione al Minor.

Il piano di studi dovrà rispettare le seguenti condizioni:

- fino a 20 CFU sono acquisiti come crediti curriculari nell'ambito dei 120 CFU minimi per il conseguimento della Laurea Magistrale;
 - almeno 10 CFU sono acquisiti come crediti extra-curricolari, aggiuntivi rispetto ai 120 CFU minimi per il conseguimento della Laurea Magistrale;
 - almeno due terzi dei CFU sono acquisiti in settori diversi da quelli caratterizzanti per la Laurea Magistrale di provenienza.
3. Le ore di didattica assistita per ogni CFU sono stabilite in relazione al tipo di attività formativa ai sensi dell'Art. 6, c. 5 del RDA.
 4. Le attività sono suddivise in insegnamenti ed attività formative per la promozione delle competenze trasversali, organizzate in tre gruppi: Corsi di allineamento riportati nella Tabella A che forniscono le conoscenze di base delle Green Technology; corsi applicativi riportati nella Tabella B che presenta attività formative trasversali di area tecnico-scientifica mutate dalla offerta formativa disciplinare dei Corsi di Studio; corsi riportati nella Tabella C focalizzati sulle attività formative per la promozione delle competenze digitali; attività formative per la promozione delle competenze trasversali quali seminari, Soft Skills, Tirocini presso Istituzioni pubbliche o private qualificate.

Tabella A			
Corso di Studi	Attività formative selezionabili	SSD	CFU
CdS in Ingegneria Chimica LM-22	Industrial ecology and green engineering	ING-IND/25	6
CdS in Ingegneria Elettrica LM-28	Electrical technologies for the ecological transition	ING-IND/31	6
CdS in Ingegneria Meccanica LM-33	Thermo-mechanical technologies for the energy transition	ING-IND/08 (o 09) - ING-IND/10	6
CdS in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio LM-35	Circular bioeconomy for the ecological transition	ICAR/03	6
CdS in Scienza e Ingegneria dei Materiali LM-53	Sustainable materials	ING-IND/22	6

Tabella B				
Classe	Corso di Studi	Attività formative selezionabili	SSD	CFU
LM-22	Ingegneria Chimica	Environmental chemical engineering	ING-IND/25	6
LM-22	Ingegneria Chimica	Thermo-chemical conversion of biomass and waste	ING-IND/26	6
LM-22	Ingegneria Chimica	Sustainable technologies for pollution control	ING-IND/25	6
LM-22	Ingegneria Chimica	Ingegneria sanitaria ambientale	ICAR/03	6
LM-22	Ingegneria Chimica	Industrial chemistry from renewable feedstocks	ING-IND/27	9
LM-22	Ingegneria Chimica	Sustainable process design	ING-IND/25	9
LM-22	Ingegneria Chimica	Regenerative chemistry	CHIM/07	6
LM-28	Ingegneria Elettrica	Electric and hybrid vehicles	ING-IND/32	6
LM-35	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio	Energy management for transportation	ING-IND/32	9
LM-33	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente	Impianti di produzione da fonti tradizionali e rinnovabili	ING-IND/33	6
LM-28	Ingegneria Elettrica	Sistemi energetici innovativi	ING-IND/08	6
LM-33	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente	Energetica	ING-IND/10	9
LM-33	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente	Tecnologie avanzate per l'energia	ING-IND/10	6
LM-33	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente	Laboratorio di Ottimizzazione di sistemi termodinamici	ING-IND/10	6
LM-33	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente	Sistemi di propulsione ibridi	ING-IND/08	6
LM-33	Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente	Sperimentazione e impatto ambientale delle macchine	ING-IND/09	9
LM-35	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio	Smart and electric mobility	ICAR/05	9
LM-35	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio	Impianti Idroelettrici	ICAR/02	9
LM-35	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio	Smart, resilient and sustainable city	ICAR/20	9
LM-35	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio	Energia dai rifiuti ed economia circolare	ICAR/03	9
LM-35	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio	Idraulica per l'efficienza dei sistemi idrici	ICAR/01	9
LM-53	Scienza e Ingegneria dei Materiali	Materiali e tecnologie per il fotovoltaico	ING-IND/22	6
LM-53	Scienza e Ingegneria dei Materiali	Ingegneria dei materiali nanofasici per l'energetica e la sensoristica	ING-IND/22	6

Tabella C		
Attività formative selezionabili	SSD	CFU
Network security	ING-INF/05	6
Machine learning and big data	ING-INF/05	9
Technologies for information systems	ING-INF/05	9

5. Gli studenti del PM dovranno presentare e discutere una tesi di Laurea Magistrale a carattere interdisciplinare su un argomento coerente con il profilo scelto
6. I CFU corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente con il soddisfacimento delle modalità di verifica del profitto (esame, idoneità) indicate nella Schedina relativa all'insegnamento/attività.
7. Gli studenti già in possesso del titolo di LM (o equivalente) oppure gli studenti iscritti in altri Atenei sono tenuti a presentare all'iscrizione un piano di studi. Il Comitato verifica la coerenza delle attività scelte dallo studente con la sua carriera accademica, al fine di evitare repliche di attività formative già sostenute e per controllare eventuali propedeuticità. Per gli studenti iscritti a CdS di altri Atenei questa verifica è ripetuta a valle del conseguimento del relativo titolo. Lo studente dovrà accettare il piano di studi approvato dal Comitato. Laddove non venga rispettato il piano di studi approvato, lo studente non potrà conseguire la certificazione di completamento del PM.
8. Ai fini della carriera del Minor, gli studenti (siano essi iscritti ad un CdS o già laureati) possono chiedere il riconoscimento di esami previsti nel percorso del Minor (o esami ad essi

equipollenti) già sostenuti, fermo restando il vincolo che almeno 10 CFU del percorso del Minor riguardino attività extra-curricolari aggiuntive rispetto a quelle che concorrono o hanno concorso al conseguimento del titolo. In nessun caso possono essere sostenuti nuovamente, ai fini del completamento del Minor, esami già superati da studenti nella loro precedente carriera.

Art. 7

Modalità di erogazione delle attività didattiche

1. Le attività didattiche del PM vengono svolte nelle modalità previste dai CdS di afferenza degli insegnamenti.
2. Informazioni dettagliate sulle modalità di svolgimento di ciascun insegnamento sono presenti sulle Schede degli insegnamenti sul sito docenti UniNA.

Art. 8

Periodo di svolgimento e conclusione del Percorso Minor

1. Il Minor si consegue al completamento di tutte le attività previste dal percorso e, per gli studenti che accedono al Minor come iscritti ad un CdS non prima del conseguimento del relativo titolo. Per gli studenti iscritti ad un CdS, il Minor si conclude all'atto del conseguimento del titolo finale, oppure successivamente entro un intervallo temporale di norma non superiore ad 1 anno. Per gli studenti già laureati, il percorso del Minor deve concludersi entro un intervallo di tempo dalla ammissione di norma non superiore a 2 anni.
2. A conclusione del PM l'Ateneo rilascia una specifica certificazione (ai sensi dell'art. 18, c. 1, del RDA) anche mediante rilascio di Open Badge. Nel caso degli studenti iscritti ai CCdSS elencati nella Tabella all'Art. 1, comma 2 l'Open Badge evidenzierà le credenziali extracurricolari acquisite.
3. La certificazione attesta che lo studente ha frequentato con profitto le attività previste dal presente Regolamento del PM Green Technology Developer. Essa è accompagnata da un voto corrispondente alla media dei voti conseguiti nell'insieme delle attività formative previste dal PM.
4. Ai fini della certificazione del PM, la CCD competente in relazione alla Classe di Laurea dello studente, sentito il Comitato, attesta le competenze complessivamente acquisite.

Art. 9

Propedeuticità e conoscenze pregresse

1. L'elenco delle propedeuticità è desumibile dalle schede degli insegnamenti nei Regolamenti dei CdS di afferenza.
2. Le eventuali conoscenze pregresse ritenute necessarie per l'accesso alle attività previste dal PM sono indicate nella singola Scheda Insegnamento pubblicata sul sito docenti UniNA.

Art. 10

Calendario didattico del Percorso Minor

1. Il calendario didattico del PM viene reso disponibile sul sito web di ciascun Dipartimento e CdS proponente del PM, prima dell'inizio delle attività.

Art. 11

Tasse e contributi per l'accesso al Percorso Minor

1. Gli Studenti iscritti ad un CdS dell'Ateneo ammessi al PM accedono al percorso gratuitamente, ovvero, se previsto dal Consiglio di Amministrazione (CdA), versando all'Ateneo un contributo fissato annualmente dallo stesso CdA. Tutti gli altri studenti che accedono al PM versano all'Ateneo un contributo fissato dal CdA.
2. Ai sensi dell'Art. 18, c. 2, del RDA, l'ammissione al PM dà origine a una carriera distinta da quella del Corso di Studio cui sono immatricolati.

Art. 12

Pubblicità ed entrata in vigore

1. Il regolamento del PM è pubblicato sui siti dei CdS coinvolti con congruo anticipo rispetto all'inizio delle attività formative.