



## Corso di studi: Ingegneria dell'Energia (Laurea)

**Denominazione:** Ingegneria dell'Energia

**Dipartimento :** INGEGNERIA DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI, DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI

**Classe di appartenenza:** L-9 INGEGNERIA INDUSTRIALE

**Interateneo:** No

**Interdipartimentale:** No

**Obiettivi formativi:** Il problema dell'Energia è centrale per il presente ed il futuro delle attività umane. Un razionale utilizzo delle risorse energetiche ed una riduzione del loro impatto ambientale non sono soltanto questioni contingenti di carattere politico-economico, ma rappresentano soprattutto una sfida ed un'impresa scientifica e tecnica. Gli obiettivi strategici di tale sfida possono essere raggiunti con azioni complesse, volte da un lato all'incremento dell'uso delle energie rinnovabili già disponibili; dall'altro allo sviluppo scientifico e tecnologico di nuovi sistemi di produzione dell'energia. Ulteriori sfide sono legate alla ricerca di metodi, processi, e sistemi o dispositivi innovativi in grado di aumentare l'efficienza e la sostenibilità sia nella fase di produzione, sia in quella dell'utilizzo dell'energia.

L'obiettivo principale del CdS in Ingegneria dell'Energia è quello di rendere disponibile un percorso formativo centrato sulle tematiche proprie dell'Energia. Tale percorso ha un carattere di tipo metodologico e, seppur fortemente interdisciplinare, si differenzia rispetto all'offerta formativa degli altri CdS dell'ingegneria industriale. Argomenti specifici del Corso di laurea in Ingegneria dell'Energia sono quelli legati all'utilizzazione delle risorse energetiche, dei processi e sistemi di trasformazione, della generazione di potenza sia con combustibili fossili sia con fonti rinnovabili, della distribuzione e utilizzazione dell'energia nelle diverse forme (p.e. elettrica e termica) nell'ambito industriale e nell'ambiente costruito. Parti integranti di questi aspetti sono: l'analisi delle tecniche per controllare l'impatto ambientale dei sistemi; l'uso razionale dell'energia; l'implementazione di sistemi e tecnologie sostenibili. Il corso di laurea fornisce buone conoscenze delle materie scientifiche di base, come la matematica, la fisica e la chimica; una base culturale che abbraccia i vari settori dell'ingegneria industriale, in particolare della termodinamica applicata, della elettrotecnica, dell'energetica e dei sistemi elettrici. L'offerta di un approccio metodologico e di una visione interdisciplinare permette di affrontare in maniera adeguata i problemi connessi con l'uso dell'energia e le implicazioni scientifiche e tecniche di temi quali le trasformazioni energetiche, gli apparati, gli impianti e i sistemi, nonché la gestione e la pianificazione dell'uso dell'energia.

Il corso di laurea in Ingegneria dell'Energia, articolato su un totale di 180 CFU, offre la base metodologica su cui costruire nell'ambito della Scuola di Ingegneria dell'Università di Pisa un percorso formativo completo nel settore dell'energia sia con la laurea magistrale in Ingegneria Elettrica che con la laurea magistrale in Ingegneria Energetica e successivamente anche con il corso di Dottorato di Ricerca in "Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni" di durata triennale. Inoltre i laureati in Ingegneria dell'Energia dovranno possedere una conoscenza fluente della Lingua Inglese (livello B2), secondo il quadro Comune Europeo di riferimento per le lingue. Il livello richiesto potrà essere attestato con la produzione di idoneo certificato.

**Numero stimato immatricolati:** 150

**Requisiti di ammissione e modalità di verifica:** I requisiti di accesso e le modalità di attribuzione, in caso di mancato superamento del test, degli Obblighi Formativi Aggiuntivi (OFA) sono riportati nel "Regolamento sull'accesso agli studi ai Corsi di Laurea coordinati dalla Scuola di Ingegneria dell'Università di Pisa" ([www.ing.unipi.it](http://www.ing.unipi.it))

**Specifiche CFU:** L'organizzazione delle lezioni, delle esercitazioni e dei laboratori dei singoli insegnamenti risponde ai seguenti criteri:

1. per le attività formative aventi la tipologia di lezione: il lavoro complessivo dello studente deve essere svolto mediamente per 1/3 seguendo le attività in aula e per 2/3 dedicandosi allo studio individuale degli argomenti trattati.
2. per le attività formative aventi la tipologia di esercitazione o di laboratorio progettuale: il lavoro complessivo dello studente deve essere svolto mediamente per 1/2 seguendo le attività in aula e per 1/2 dedicandosi allo studio individuale degli argomenti trattati.
3. per le attività formative aventi la tipologia di laboratorio sperimentale: il lavoro complessivo dello studente deve essere svolto interamente in laboratorio.

Per ciascun insegnamento attivato, la suddivisione in ore di lezione ed esercitazione, nonché le attività di laboratorio e le loro tipologie, sono stabilite con apposita deliberazione del Consiglio di Corso di Studio. Le ore di esercitazione non potranno superare il 50% delle ore complessive di insegnamento (lezioni più esercitazioni). La suddivisione in ore di lezione ed esercitazione potrà essere riportata ad orario previa richiesta del docente o del Corso di Studio.

**Modalità determinazione voto di Laurea:** I caratteri della prova finale sono i seguenti:

La prova mira a valutare la capacità del candidato di svolgere le seguenti attività:

- a) l'approfondimento di argomenti connessi con uno o più insegnamenti del Corso di Laurea;
- b) la sintesi, a fini progettuali, degli argomenti trattati al punto precedente;

La prova tipicamente consiste nello svolgimento di un elaborato scritto, finalizzato all'accertamento delle capacità acquisite nelle attività di cui ai punti a) e b). Gli insegnamenti su cui verte la prova finale sono decisi con cadenza semestrale dal Consiglio di Corso di Laurea, mentre gli argomenti specifici, oggetto dell'elaborato scritto, sono proposti da un'apposita commissione, nominata dal Consiglio di Corso di Laurea per la gestione della prova finale. L'attività relativa alla prova finale è svolta in completa autonomia da parte dello studente. Alla prova finale viene assegnato un voto compreso tra 18 a 30 e Lode.

La prova finale tipicamente consiste di due fasi: in una prima fase lo studente provvede autonomamente ad approfondire alcuni argomenti specifici relativi a uno o più degli insegnamenti del Corso di Laurea. In una seconda fase lo studente deve svolgere un elaborato scritto relativo alle tematiche approfondite nella prima fase. L'elaborato è finalizzato all'accertamento delle capacità acquisite nelle attività di cui ai punti a) e b), sopra descritti.

Una specifica commissione, designata dal Direttore di dipartimento (a norma dell'art. 24 dello Statuto di Ateneo), su proposta del corso di studio, valuta e accerta il livello di autonomia e di padronanza delle tematiche trattate dallo studente, nonché l'acquisizione delle abilità complementari previste nel sistema dei descrittori di Dublino, esprimendo un giudizio complessivo sul candidato tramite il voto finale di laurea. Tale voto è ottenuto rapportando a 110 la media pesata dei voti ottenuti nei singoli insegnamenti rispetto al numero di CFU (con esclusione delle attività in cui è previsto un giudizio di idoneità, come per esempio la prova di lingua). Per l'attribuzione della votazione di 110/110 è richiesta una media pesata delle votazioni pari ad almeno 27/30, mentre per la votazione di 110/110 e lode è richiesta una media pesata pari ad almeno 28/30.

**Attività di ricerca rilevante:** I docenti del CdS in Ingegneria dell'Energia afferiscono ai 5 Dipartimenti che aderiscono alla Scuola di Ingegneria

1. il Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni;
2. il Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale;
3. il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione;
4. il Dipartimento di Matematica;
5. il Dipartimento di Fisica.

I suddetti dipartimenti sono coinvolti in una vasta gamma di attività di ricerca, finanziate da enti pubblici e da compagnie private, e caratterizzate da un elevato grado di collaborazione con aziende italiane ed europee per progetti di ricerca applicata di vasta portata scientifica e tecnologica.



Essenziale per la qualità della docenza del corso di laurea in Ingegneria dell'Energia sono le competenze derivate dalle attività di ricerca strettamente collegate ai settori disciplinari di: Macchine a fluido, Sistemi per l'energia e l'ambiente, Fisica tecnica industriale, Fisica tecnica ambientale, Elettrotecnica, Convertitori, macchine e azionamenti elettrici, Sistemi elettrici per l'energia, Impianti chimici, Impianti nucleari, Automatica, Misure elettriche ed elettroniche.

**Rapporto con il mondo del lavoro:** Il progetto formativo del CdS prevede che i laureati in Ingegneria dell'Energia abbiano acquisito non solo le conoscenze necessarie al proseguimento degli studi, ma anche una base metodologica tale da permettere loro una rapida professionalizzazione a seguito di specifici corsi aziendali e dell'esperienza maturabile nell'attività di lavoro. In questo quadro potranno essere chiamati a svolgere la loro attività professionale come tecnici in aziende manifatturiere, in aziende di servizi, in enti pubblici e privati, in studi di progettazione. In particolare potrà avvalersi delle conoscenze acquisite dal laureato in ingegneria dell'energia una vasta platea di soggetti e parti interessate, quali aziende produttrici di impianti e componenti sia elettrici che termotecnici (tra esse imprese industriali con forte presenza locale), enti pubblici e privati operanti nel settore dell'approvvigionamento energetico e della distribuzione dell'energia, associazioni imprenditoriali operanti nell'ambito elettrico e termotecnico, aziende municipalizzate ed aziende di media e piccola taglia operanti nel settore energetico, studi di progettazione in campo energetico, aziende di servizi, aziende ed enti industriali e civili in cui è richiesta la figura del "responsabile dell'energia".

Più in generale il corso prepara alla professione classificata con codici ISTAT del gruppo 3.1 - Professioni tecniche in campo scientifico, ingegneristico e della produzione, con particolare riguardo ai sottogruppi 3.1.3.3.0 - Elettrotecnici e 3.1.3.6.0 - Tecnici del risparmio energetico e delle energie rinnovabili.

**Informazioni aggiuntive:** La proposta originale di istituzione del Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia è stata stilata da una Commissione Istruttoria, con membri provenienti dai corsi di laurea in Ingegneria Elettrica ed Ingegneria Energetica. La Proposta presentata è stata approvata con delibera del Consiglio di Facoltà di Ingegneria del 16 dicembre 2010. Il Consiglio di Corso di Studio nella seduta del 26 gennaio 2015 ha approvato alcune modifiche per l'AA 2015/2016. Mentre, nella seduta del 2/12/2019, sono state introdotti alcuni cambiamenti per l'AA 2020/2021. In particolare, con quest'ultima modifica sono stati eliminati i curricula, riorganizzando la didattica in un unico percorso formativo. In entrambi i casi, le proposte approvate dal Consiglio sono state elaborate da un'apposita Commissione istruttoria.

**Primo anno (57 CFU)**

**Algebra Lineare (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Algebra Lineare	6	MAT/03	Base	matematica, informatica e statistica

**Analisi Matematica I (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Analisi Matematica I	12	MAT/05	Base	matematica, informatica e statistica

**Fisica Generale I (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fisica Generale I	12	FIS/01	Base	Fisica e chimica

**Chimica e Processi Chimici (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica	6	CHIM/07	Base	Fisica e chimica
Processi Chimici	6	ING-IND/25	Caratterizzanti	Ingegneria energetica

**Disegno Tecnico Industriale (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Disegno Tecnico Industriale	6	ING-IND/15	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative

**Tecnologia meccanica (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Tecnologia meccanica	6	ING-IND/16	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative

**Prova di lingua inglese (3 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Prova di lingua inglese	3	LINGUA	Altre attività - ulteriori conoscenze linguistiche	Ulteriori Conoscenze Linguistiche

**Secondo anno (60 CFU)****Analisi Matematica II e Calcolo Numerico (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Calcolo Numerico	6	MAT/08	Base	Matematica, informatica statistica
Analisi Matematica II	6	MAT/05	Base	Matematica, informatica statistica

**Fisica Generale II (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fisica generale II	6	FIS/01	Base	Fisica e chimica

**Fisica Tecnica (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fisica Tecnica	12	ING-IND/10	Caratterizzanti	Ingegneria energetica

**Meccanica delle Strutture (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Meccanica delle Strutture	6	ING-IND/14	Caratterizzanti	Ingegneria meccanica

**Principi di Ingegneria Elettrica (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Principi di Ingegneria Elettrica	12	ING-IND/31	Caratterizzanti	Ingegneria elettrica

**Meccanica Applicata (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Meccanica Applicata	6	ING-IND/13	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative

**Teoria dei Sistemi (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Teoria dei Sistemi	6	ING-INF/04	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative

**Terzo anno (63 CFU)****Apparati Elettrici per l'Energia (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Apparati Elettrici per l'Energia	9	ING-IND/32	Caratterizzanti	Ingegneria elettrica
<i>Segmento Apparati Elettrici per l'Energia</i>	1	ING-IND/33 SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA		<i>Lezioni frontali+Esercitazioni+Laboratorio</i>

**Energetica Generale (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Energetica Generale	9	ING-IND/10	Caratterizzanti	Ingegneria energetica

**Macchine (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Macchine	9	ING-IND/08	Caratterizzanti	Ingegneria energetica

**Misure (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Misure	9	ING-INF/07	Caratterizzanti	Ingegneria elettrica

**Sistemi Elettrici per l'Energia (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Sistemi Elettrici per l'Energia	6	ING-IND/33	Caratterizzanti	Ingegneria elettrica

**Termoenergetica dell'Edificio (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Termoenergetica dell'Edificio	6	ING-IND/10	Caratterizzanti	Ingegneria energetica

**Gruppo: Attività consigliate per la libera scelta ( 12 CFU)**

Descrizione	Tipologia	Ambito
Le attività consigliate saranno, di norma quelle indicate nel gruppo. Altre scelte devono essere approvate dal consiglio di corso di studio. IL CdS indicherà in sede di programmazione didattica i corsi, che saranno attivati previa verifica della numerosità delle richieste.		

**Prova Finale (3 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Prova Finale	3	PROFIN_S	Altre attività - prova finale	Per la prova finale

**Gruppo Attività consigliate per la libera scelta (12 CFU)**

**Descrizione:** Le attività consigliate saranno, di norma quelle indicate nel gruppo. Altre scelte devono essere approvate dal consiglio di corso di studio.

IL CdS indicherà in sede di programmazione didattica i corsi, che saranno attivati previa verifica della numerosità delle richieste.

**Attività contenute nel gruppo**

**Attività a libera scelta (12 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Attività a libera scelta	12	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Complementi di Macchine e Sistemi Energetici (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Complementi di Macchine e Sistemi Energetici	6	ING-IND/09 SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Electric Machines and Drives for Energy, Industry and Transportation (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Electric Machines and Drives for Energy, Industry	6	ING-IND/32 CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Elettronica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elettronica	6	ING-INF/01 ELETTRONICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Energia Geotermica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Energia Geotermica B	3	ING-IND/10 FISICA TECNICA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	Lezioni frontali+Esercitazioni+Laboratorio	A scelta dello studente
Energia Geotermica A	3	ING-IND/09 SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Impianti Chimici (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Impianti Chimici	6	ING-IND/25 IMPIANTI CHIMICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Meccanica dei Solidi (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica dei Solidi	3	ICAR/08 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente
Meccanica dei Solidi	3	ICAR/09 TECNICA DELLE COSTRUZIONI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Metodi per la Sostenibilità energetica (6 CFU)**



## Regolamento Ingegneria dell'Energia

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>	<b>Ambito</b>
Metodi per la Sostenibilità energetica	6	ING-IND/10 FISICA TECNICA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Principi di Ingegneria Nucleare (6 CFU)

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>	<b>Ambito</b>
Principi di Ingegneria Nucleare	6	ING-IND/19 IMPIANTI NUCLEARI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Tecnica e Tecnologia delle strutture (6 CFU)

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>	<b>Ambito</b>
Tecnica e Tecnologia delle strutture	6	ICAR/09 TECNICA DELLE COSTRUZIONI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Algebra Lineare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebra

**Obiettivi formativi:** Fornire conoscenze relative agli spazi vettoriali, alle applicazioni lineari, alle matrici, al calcolo del determinante e degli autovalori di una matrice. Studiare i sistemi lineari e le proprietà delle loro soluzioni. Sviluppare la capacità dello studente all'utilizzo corretto e consapevole degli strumenti matematici introdotti, in vista del loro impiego nello studio, nell'analisi e nell'approfondimento dei fenomeni fisici e chimici, e nella risoluzione dei problemi dell'Ingegneria.

**Obiettivi formativi in Inglese:** to give knowledge on vector spaces, linear applications, determinants, eigenvalues and eighenvectors of a linear endomorphism. To study linear systems and the properties of their solutions. To develop the student ability to use in a correct and conscious way mathematical tools, that will be applied during his study, his in-dept analysis of phisical and chemical phenomena and to resolution of engineering problems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Algebra Lineare	6	MAT/03 GEOMETRIA	Base	lezioni frontali + esercitazioni	matematica, informatica e statistica

### Analisi Matematica I (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical Analysis I

**Obiettivi formativi:** Fornire conoscenze di base sulla teoria delle funzioni di una variabile reale: struttura dei numeri reali, continuità, limiti, calcolo differenziale ed integrale, sull'algebra dei numeri complessi, sulla teoria elementare delle equazioni differenziali e delle serie numeriche e di potenze. Sviluppare la capacità dello studente all'utilizzo corretto e consapevole degli strumenti matematici introdotti, in vista del loro impiego nello studio, nell'analisi e nell'approfondimento dei fenomeni fisici e chimici, e nella risoluzione dei problemi dell'Ingegneria

**Obiettivi formativi in Inglese:** Students will learn the foundational theorems of functions of one real variable with real values, including continuity, differentiation and integration theory. They will go through discrete problems as asymptotics of real sequences and series, and they will also develop a first approach to ordinary differential equations, including some local existence/uniqueness theorems together with integration methods. A basic theory of complex numbers will be also addressed. Students will demonstrate, by oral and written presentation of mathematical topics, the skills of developing fruitful approaches toward problem solutions.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Analisi Matematica I	12	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Base	lezioni frontali + esercitazioni	matematica, informatica e statistica

### Analisi Matematica II e Calcolo Numerico (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical Analysis II and Numerical Methods

**Obiettivi formativi:** Modulo di Analisi Matematica II

Questo insegnamento si propone come una versione abbreviata del corso di Analisi Matematica II. Principali punti sono: calcolo differenziale, estremi liberi ed estremi vincolati per funzioni di più variabili, integrale per funzioni di più variabili, nozione di area. Inoltre il corso propone una parte dedicata alle equazioni e dei sistemi di equazioni differenziali ordinarie, con riferimento al caso lineare, alla stabilità e ad alcuni metodi per lo studio delle soluzioni.

Modulo di Calcolo Numerico

Questo insegnamento si propone come un'introduzione alle tecniche di base del Calcolo Numerico quali la risoluzione numerica di sistemi di equazioni lineari, la risoluzione numerica di equazioni non lineari, l'approssimazione di funzioni e di dati, l'integrazione numerica di equazioni differenziali ordinarie ai valori iniziali. Tale insegnamento si pone l'obiettivo di creare una base solida di strumenti teorici e di metodi numerici che permetta allo studente di progettare algoritmi numerici per risolvere in maniera efficiente problemi matematici che non possono essere trattati per via analitica e di implementarli analizzando criticamente le simulazioni numeriche fornite dal software di calcolo scientifico. In particolare, l'insegnamento intende rendere lo studente familiare con il linguaggio di programmazione Matlab, il cui utilizzo in ambito ingegneristico è ampiamente diffuso.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Module of Mathematical Analysis II

This course is designed as a shorter version of the standard course Mathematical Analysis II. The main points are differential calculus, extremizers and constraint extremizers for functions of many variables, integrals for function of several variables, the notion of the area. Moreover the course proposes a part dedicated at equations and systems of OD equations, linear part, stability and methods to make qualitative study of the solutions.

Module of Numerical methods

This course is designed to introduce numerical methods - i.e. techniques which lead to the (approximate) solution of mathematical problems which are usually implemented on computers. Through studying the material of this course students should gain an understanding of numerical methods, their derivation, analysis and applicability. They should be able to solve certain mathematically posed problems implementing numerical algorithms. In particular, the course intends to make the student familiar with the Matlab programming language, whose use in Engineering is widespread.

**CFU:** 12





## Regolamento Ingegneria dell'Energia

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Analisi Matematica I e Algebra Lineare

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Calcolo Numerico	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Matematica, informatica statistica
Analisi Matematica II	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Matematica, informatica statistica

### Apparati Elettrici per l'Energia (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Electric Machines

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento si propone di descrivere la struttura e i principi di funzionamento delle principali macchine elettriche e dei più diffusi sistemi di conversione statica dell'energia. Di questi apparati verranno descritti i modelli per la valutazione del comportamento agli effetti esterni e per la valutazione del loro funzionamento in un sistema elettrico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to teach students the operating principles of the most important devices for the electromechanical and static conversion. The acquired tools will be used in the derivation of models for the evaluation of the interconnections of the devices in electrical systems

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Principi di Ingegneria Elettrica

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Apparati Elettrici per l'Energia	9	ING-IND/32 CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria elettrica
Segmento Apparati Elettrici per l'Energia	1	ING-IND/33 SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA		Lezioni frontali+Esercitazioni+Laboratorio	

### Attività a libera scelta (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Free choice

**Obiettivi formativi:** La scelta effettuata tra gli insegnamenti definiti all'interno dei "Gruppi per attività a scelta" verrà automaticamente inserita all'interno del piano di studio dello studente.

La scelta di altri insegnamenti, appartenenti ad altri corsi di studio è comunque possibile, purché sia identificabile il requisito del completamento della formazione secondo gli obiettivi definiti da Regolamento del Corso di Studio. Per questo le scelte devono essere opportunamente motivate e sono soggette ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di Studio.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** esame scritto e/o orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Attività a libera scelta	12	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Chimica e Processi Chimici (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemistry and chemical processes

**Obiettivi formativi:** Modulo "Chimica"

• Il corso ha lo scopo di fornire nozioni utili per comprendere la struttura della materia, impostare i bilanci di massa ed energia in processi chimici elementari, comprendere i parametri e le leggi fondamentali che regolano i cambiamenti di stato della materia, comprendere le leggi che regolano la conversione dell'energia chimica in energia termica ed energia elettrica. Modulo "Processi Chimici"

Il modulo si prefigge l'obiettivo di fornire agli allievi le conoscenze e gli strumenti necessari per la comprensione critica dei fenomeni fisici che avvengono in alcune apparecchiature utilizzate nell'industria di processo, di fornire le cognizioni sulla struttura dei principali processi chimici di interesse nell'ingegneria industriale. Si analizzeranno il comportamento, le caratteristiche e dei principali combustibili. e si faranno alcuni cenni sulla tecnologia dei materiali (metallici, polimerici,



ceramici e compositi).

**Obiettivi formativi in Inglese:** Module "Chemistry": to provide students a firm understanding of the chemical concepts and principles. A broad range of topics of general chemistry is presented with a suitable balance between theory and practice exercises. The main objectives are the comprehension of matter structure, mass relationships in chemical processes, thermochemistry, chemical equilibrium and electrochemistry.

Module "Chemical Processes": to give students the knowledge on the structure of the main materials of interest in industrial engineering. The behavior, mechanical, chemical and physical characteristics, the resistance and applications of various materials (metals, polymers, and ceramics) and of the main fuels will be analyzed.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica	6	CHIM/07 FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Fisica e chimica
Processi Chimici	6	ING-IND/25 IMPIANTI CHIMICI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria energetica

**Complementi di Macchine e Sistemi Energetici (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Progress in Machines and Energy Systems

**Obiettivi formativi:** Al termine del corso lo studente avrà acquisito conoscenze e metodologie per il dimensionamento preliminare delle macchine a fluido (turbine, pompe e compressori in particolare) e dei principali impianti di conversione dell'energia (impianti a vapore, turbine a gas e motori a combustione interna e impianti di cogenerazione)

**Obiettivi formativi in Inglese:** At the end of the course the student will have acquired competences and methodologies for the preliminary sizing of fluid machinery (turbines, pumps and compressors) and of the main power plants (steam power plant, gas turbines, internal combustion engines, combined heat and power plants)

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Tecnica

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Complementi di Macchine e Sistemi Energetici	6	ING-IND/09 SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Disegno Tecnico Industriale (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Industrial Technical Drawing

**Obiettivi formativi:** Il corso ha lo scopo di dare all'allievo gli strumenti teorici, normativi e tecnici per leggere ed eseguire un disegno meccanico. Saranno fornite le conoscenze per individuare e caratterizzare i più comuni elementi di macchine con riferimento alle

normative ISO e UNI. Saranno, inoltre, forniti gli elementi di base della progettazione meccanica e dei moderni sistemi CAD per la modellazione geometrica 2D e 3D. Alla fine del corso l'allievo dovrà essere in grado di riconoscere in un complessivo meccanico la forma e la funzione dei vari particolari e saperne realizzare il disegno costruttivo dimostrando di saper organizzare il disegno stesso con un' appropriata scelta delle viste e/o sezioni ed eseguendo una corretta quotatura geometrico-funzionale del particolare.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims at giving the student the theoretical, regulatory and technical tools to read and perform a mechanical drawing. Skills will be provided to identify and characterize the most common machine elements with reference to ISO and UNI standards. The basic elements of mechanical design and modern CAD systems for 2D and 3D geometric modelling will also be provided. At the end of the course, the student must be able to identify shapes and functions of the various components of a mechanical assembly and be able to carry out the drawing of an individual component through the appropriate choice of views and sections and the correct geometric-functional dimensioning.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Disegno Tecnico Industriale	6	ING-IND/15 DISEGNO E METODI DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

## Electric Machines and Drives for Energy, Industry and Transportation (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Electric Machines and Drives for Energy, Industry and Transportation

**Obiettivi formativi:** Il corso si pone l'obiettivo di fornire una visione di insieme e di approfondire le competenze relative all'analisi critica e allo studio di macchine elettriche ed attuatori nel contesto di applicazioni industriali, nella mobilità elettrica e nella generazione di energia elettrica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The module aims to provide a global overview and a deeper knowledge of critical analysis and study concerning electrical machines and drives in the context of industrial application, energy production and transportation.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Principi di Ingegneria Elettrica

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Electric Machines and Drives for Energy, Industry	6	ING-IND/32 CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

## Elettronica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Electronics

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze fondamentali dispositivi a semiconduttore discreti e integrati, nonché di illustrarne ed analizzarne l'impiego nei circuiti elettronici di segnale di più significativa rilevanza, soprattutto nell'ambito applicativo dell'elettronica industriale e di potenza.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course gives the basic knowledge of solid state electronic devices, and then it illustrates their use in electronic circuits with particular emphasis to industrial and power applications.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Principi di Ingegneria Elettrica

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elettronica	6	ING-INF/01 ELETTRONICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

## Energetica Generale (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Energetics

**Obiettivi formativi:** Fornire allo studente elementi applicativi della termodinamica classica e della trasmissione del calore nelle principali applicazioni ingegneristiche. Fornire nozioni di base ed applicative sulle principali fonti energetiche fossili e rinnovabili e sulla loro razionale utilizzazione, sui principali processi di conversione energetica e sui componenti. Fornire strumenti per la contabilizzazione dell'uso di risorse energetiche e metodologie per l'analisi di processi e del funzionamento di componenti operanti in sistemi energetici complessi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Provide the student elements of applied thermodynamics and heat transfer in the main engineering applications. Provide basic and application elements on the main fossil and renewable energy sources, on their rational use, on the relevant energy conversion processes and on the components. Provide tools for accounting the utilization of energy sources and methods for analysis of processes and components operating in complex energy systems.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Tecnica

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Energetica Generale	9	ING-IND/10 FISICA TECNICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria energetica

## Energia Geotermica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Geothermal Energy

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di dare una formazione mentale che metta lo studente in grado di acquisire i concetti base dei sistemi di conversione di energia e dei suoi processi e componenti principale con riferimento agli impianti geotermoelettrici. L'obiettivo minimo è di acquisire la conoscenza della struttura di un impianto di produzione di elettricità da fonte geotermica e di divenire in grado di effettuare il progetto termodinamico e funzionale dell'impianto e dei suoi componenti.



**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to the acquisition of the basic concepts of energy conversion systems and its main processes and components with reference to geothermal power plants. The minimum objective is to acquire knowledge of the structure of an electricity production plant from geothermal sources and to become able to carry out the thermodynamic and functional design of the plant and its components.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Tecnica

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Energia Geotermica B	3	ING-IND/10 FISICA TECNICA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	Lezioni frontali+Esercitazioni+Laboratorio	A scelta dello studente
Energia Geotermica A	3	ING-IND/09 SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Fisica Generale I (12 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** General Physics I

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento ha lo scopo di descrivere i fenomeni, le leggi e i principali teoremi della meccanica classica, della fluidodinamica e dei fenomeni ondulatori. Il corso analizza esempi e applicazioni, introduce al linguaggio della fisica e alla descrizione matematica dei fenomeni naturali, con particolare attenzione alla schematizzazione di problemi di fisica sperimentale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The teaching aims to describe the phenomena, the laws and main theorems of the classical mechanics, the fluid dynamics and the wave phenomena. The course analyzes examples and applications, introduces to the language of physics and of the mathematical description of natural phenomena, with particular attention to the schematization of experimental physics problems.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica Generale I	12	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Fisica e chimica

**Fisica Generale II (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** General Physics II

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento ha lo scopo di descrivere le leggi dell'elettromagnetismo classico nel vuoto e nei materiali: elettrostatica, correnti elettriche, magnetostatica, induzione elettromagnetica, con l'obiettivo di una piena comprensione delle equazioni di Maxwell in forma integrale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to describe the laws of classical electromagnetism in the vacuum and in materials: electrostatics, electric currents, magnetostatics, electromagnetic induction, with the aim of fully understanding Maxwell's equations in integral form.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Analisi Matematica I, Fisica Generale I

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica generale II	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Fisica e chimica

**Fisica Tecnica (12 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Applied Thermodynamics and Heat Transfer

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento ha l'obiettivo di fornire le conoscenze generali di termodinamica classica e fluidodinamica. Tratta i principi e le grandezze inerenti all'analisi e ai bilanci dei sistemi energetici aperti e chiusi, le proprietà delle sostanze pure, i cicli termodinamici di riferimento delle macchine termiche più significative. Analizza inoltre i meccanismi fondamentali della trasmissione del calore: conduzione, irraggiamento e convezione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The purpose of the course is to give the basic elements of classical thermodynamics and fluid dynamics. The main topics are: principles and methods for the analysis of open and closed thermodynamic systems, properties of pure substances, reference cycles for the most significant thermal machines. A further objective is to analyze the fundamental mechanisms of heat transfer: conduction, radiation and convection.



**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Analisi Matematica I; Fisica Generale I

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica Tecnica	12	ING-IND/10 FISICA TECNICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria energetica

**Impianti Chimici (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Chemical plants

**Obiettivi formativi:** Il corso si prefigge di fornire agli allievi le conoscenze e gli strumenti necessari per la comprensione di apparecchiature utilizzate nell'industria di processo e fornire le nozioni di base su: operazioni unitarie nell'industria chimica; principali apparecchiature; lettura e comprensione di schemi di flusso, schemi di marcia, lay-out e schemi di apparecchiature, impianti chimici e di processo.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to provide students with the knowledge of the physical processes that take place within some of the devices that are most commonly used in the industrial applications.

To provide the students with basic information on: unit operations in the chemical and process industry; flow sheets; layout and sketches; chemical and process equipments and plants.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Chimica e Processi Chimici e Fisica Tecnica

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Impianti Chimici	6	ING-IND/25 IMPIANTI CHIMICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Note:** E' consigliabile come prerequisito l'acquisizione di competenze derivanti dagli insegnamenti di Chimica e Chimica Applicata e Fisica Tecnica.

**Macchine (9 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Machines

**Obiettivi formativi:** Il corso è volto ad insegnare i classici argomenti delle Macchine, tenendo conto delle peculiari esigenze del corso di laurea in Ingegneria dell'Energia. Alla fine del corso lo studente avrà la capacità di conoscere e valutare le prestazioni energetiche delle macchine a fluido, termiche e idrauliche, motrici ed operatrici, convenzionali e non convenzionali, di effettuare la scelta del sistema per la conversione in relazione alle specifiche esigenze, di individuare gli elementi capaci di influenzarne le prestazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to teach the classical subject of Machines, taking into account the peculiarity of Energy Engineering. At the end of the course students will be able to evaluate the energetic performances of conventional and non conventional thermal and hydraulic fluid machines, to choose the system for converting energy according to specific needs, to know the main elements influencing the performances.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Tecnica

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Macchine	9	ING-IND/08 MACCHINE A FLUIDO	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria energetica

**Meccanica Applicata (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Applied Mechanics

**Obiettivi formativi:** : Gli obiettivi dell'insegnamento sono: (i) la conoscenza degli aspetti fondamentali di Cinematica, Statica e Dinamica dei corpi rigidi e dei sistemi di corpi rigidi, con approfondimento sulla meccanica delle vibrazioni; (ii) la comprensione delle principali problematiche della meccanica dei contatti quali: attrito statico, di strisciamento e di rotolamento, analisi delle azioni di contatto nel contatto secco e lubrificato, usura; (iii) lo studio del funzionamento e delle problematiche degli elementi di macchine: trasmissioni a ruote dentate, rotismi, trasmissione a elementi flessibili, freni, cuscinetti.



**Obiettivi formativi in Inglese:** The teaching objectives are: (i) the knowledge of the fundamental aspects of kinematics, statics and dynamics of the rigid body and rigid body systems, with in-depth study on the mechanics of vibrations; (ii) the study of the main problems of contact mechanics such as: static, sliding and rolling friction, analysis of contact actions in dry and lubricated contact, wear; (iii) the study of machine elements: gear wheel transmissions, gear trains, transmission with flexible elements, brakes, bearings.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Generale I

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica Applicata	6	ING-IND/13 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

**Meccanica dei Solidi (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Mechanics of Solids

**Obiettivi formativi:** Il Corso si propone di fornire gli strumenti necessari per la soluzione dei problemi strutturali. L'obiettivo è raggiunto con lo studio degli elementi fondamentali della meccanica dei solidi e della loro applicazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to furnish students with the tools necessary for solving structural problems. The goals are realised through the study of fundamental elements of solid mechanics and their application.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Analisi Matematica I e Fisica Generale I

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica dei Solidi	3	ICAR/08 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente
Meccanica dei Solidi	3	ICAR/09 TECNICA DELLE COSTRUZIONI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Meccanica delle Strutture (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Mechanics of Structures

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento si propone di fornire le basi per il progetto e le verifiche di resistenza, di rigidità e di stabilità di sistemi strutturali semplici identificabili come sistemi di travi, definendo gli aspetti fondamentali per la costruzione di macchine

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course is aimed at the acquisition of the basics for the design and assessment of strength, stiffness and stability of simple structural systems identifiable as assemblies of beams, thus defining the fundamentals for machine design.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Generale I

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica delle Strutture	6	ING-IND/14 PROGETTAZIONE MECCANICA E COSTRUZIONE DI MACCHINE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria meccanica

**Metodi per la Sostenibilità energetica (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Methods for energy sustainability

**Obiettivi formativi:** Fornire allo studente conoscenze sulle principali metodologie finalizzate ad ottenere usi razionali dell'energia con riferimento ai vari usi: elettrico, termico e per la mobilità. Fornire strumenti metodologici generali per l'efficientamento di processi e componenti energetici utilizzati sia in ambito industriale sia in ambito civile/residenziale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Provide the student with knowledge on the main methodologies aimed at obtaining rational uses of energy with reference to the various uses: electrical, thermal and for mobility. Provide general methodological tools



for efficiency of energy processes and components used both in the industrial and civil/residential sectors.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Tecnica

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Metodi per la Sostenibilità energetica	6	ING-IND/10 FISICA TECNICA INDUSTRIALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Misure (9 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Measurements

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento si propone di avvicinare gli allievi ai fondamenti della metrologia, alla teoria dell'incertezza di misura, e ai principali metodi di misura. Il corso offre inoltre agli allievi nozioni base sul funzionamento di strumenti tipici di laboratorio e sugli errori nella conversione analogico/digitale. Sono previste lezioni teoriche ed esercitazioni di laboratorio

**Obiettivi formativi in Inglese:** The teaching course aims to approach the students to the fundamentals of metrology, to the theory of measurement uncertainty, and to the main measurement methods. Furthermore, the course offers basic knowledge on the principle of operation of typical laboratory instruments and on the errors in the analog/digital conversion. Theoretical classes and laboratory experiences are foreseen.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Generale II; Analisi Matematica II e Calcolo Numerico

**Modalità di verifica finale:** Prova Scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Misure	9	ING-INF/07 MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria elettrica

**Principi di Ingegneria Elettrica (12 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Principles of Electrical Engineering

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze di teoria dei circuiti tramite modelli a parametri concentrati. In particolare saranno trattati i seguenti argomenti: analisi topologica ed energetica dei bipoli elettrici, i teoremi e le metodologie di risoluzione dei circuiti lineari in regime continuo, sinusoidale, periodico e dinamico; l'analisi di strutture magnetiche lineari attraverso circuiti equivalenti; i sistemi trifase; ed i circuiti multi-porta. Saranno inoltre accennati i circuiti non-lineari e verranno descritti alcuni software di soluzione automatica delle reti elettriche. Infine sarà trattata brevemente la problematica della sicurezza elettrica

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to provide students with the basic knowledge of electrical circuits theory. The topics covered are: lumped parameters circuits; network topology; analysis of linear circuits in DC and AC steady-state, periodic steady-state; dynamic circuits; analysis of magnetic circuits; three-phase systems; multi-ports systems. Moreover the numerical codes for circuits simulation will be introduced. Finally preliminary knowledge of nonlinear circuits and electrical safety will be given.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Analisi Matematica I

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Principi di Ingegneria Elettrica	12	ING-IND/31 ELETTROTECNICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria elettrica

**Principi di Ingegneria Nucleare (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Nuclear Engineering Principles

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento si propone di far acquisire all'allievo una conoscenza dei principali concetti base e dei problemi legati all'utilizzo dell'energia nucleare da fissione, tali da portare alla comprensione del ciclo del combustibile nucleare e del funzionamento delle attuali centrali elettro-nucleari.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course gives to the students an initial knowledge of the basic nuclear concepts and of the major problems related to the utilization of the fission nuclear energy. In this way, students will be able to understand the principles of the nuclear fuel cycle and of the operation of the actual nuclear power plants

**CFU:** 6



**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Tecnica

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Principi di Ingegneria Nucleare	6	ING-IND/19 IMPIANTI NUCLEARI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Prova di lingua inglese (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** English as foreign language

**Obiettivi formativi:** Alla prova di lingua inglese sono assegnati 3 CFU. Il Centro Linguistico Interdipartimentale (C.L.I.) di Ateneo è la struttura deputata a fornire la certificazione del superamento della prova. Il superamento della prova equivale ad una certificazione di conoscenza della lingua inglese scritta assimilabile al livello PET (Preliminary English Test) di Cambridge e il livello di competenza necessario è identificato col B2 (livello ALTE - Association of Language Testers in Europe), corrispondente al pre-intermedio convenzionale del C.L.I. Al fine del superamento della prova saranno valide anche certificazioni PET o superiori rilasciate da enti certificati ALTE diversi dal CLI. La prova, comune a tutti i corsi di Laurea della Facoltà, consiste in un test informatizzato, gestito dal C.L.I., della durata di circa 90 minuti. Essa è suddivisa in sezioni mirate ad accertare: a) la capacità di comprensione del testo; b) le conoscenze grammaticali e lessicali; c) la capacità di produzione e rielaborazione del testo. Non è ammessa la consultazione di appunti o dizionari durante il test. La prova si conclude con la sola indicazione di esito positivo o negativo.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Test Idoneativo

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Prova di lingua inglese	3	LINGUA LINGUA STRANIERA	Altre attività - ulteriori conoscenze linguistiche	laboratorio e/o esercitazioni	Ulteriori Conoscenze Linguistiche

**Prova Finale (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Final examination

**Obiettivi formativi:** La prova finale mira a valutare la capacità del candidato di svolgere in completa autonomia:

- a) l'approfondimento di argomenti connessi con uno o più insegnamenti del Corso di Laurea;
- b) la sintesi, a fini progettuali, degli argomenti trattati al punto precedente;

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale

Idoneità semplice

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Prova Finale	3	PROFIN_S Prova finale per settore senza discipline	Altre attività - prova finale	prova finale	Per la prova finale

**Sistemi Elettrici per l'Energia (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Electric Power Systems

**Obiettivi formativi:** Fornire agli allievi conoscenze di base sui sistemi elettrici per l'energia volte a comprenderne la struttura, la modellazione, l'analisi a regime e in transitorio incluso il calcolo delle correnti di corto circuito. Illustrare le modalità di regolazione di tensione e frequenza. Fornire elementi di base per la progettazione di sistemi elettrici per l'energia in bassa tensione. Illustrare le principali caratteristiche dei veicoli elettrici stradali a propulsione elettrica e le modalità di ricarica delle loro batterie da rete.

**Obiettivi formativi in Inglese:** To give students basic knowledge of Electric power Systems to allow comprehension of its structure, modelling, steady-state and transient analysis, short circuit currents evaluation included. To give basic elements of low voltage electric installation design. To show the main characteristics of road electric vehicles, and the way their batteries are charged from the mains.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Principi di Ingegneria Elettrica

**Modalità di verifica finale:** Prova pratica ed esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**



Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Regolamento Ingegneria dell'Energia Sistemi Elettrici per l'Energia	6	ING-IND/33 SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria elettrica

### Tecnica e Tecnologia delle strutture (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Structural Design and Materials Technology

**Obiettivi formativi:** L'obiettivo del corso è di impartire nozioni fondamentali sui metodi di calcolo di strutture semplici e di fornire nozioni sui principi applicativi che regolano l'uso dei materiali da costruzione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The objective of the course is to introduce students to the basic concepts about the structural design of simple structures and the principles governing the use of building materials.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Meccanica delle Strutture

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnica e Tecnologia delle strutture	6	ICAR/09 TECNICA DELLE COSTRUZIONI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Tecnologia meccanica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Manufacturing processes

**Obiettivi formativi:** Il corso ha l'obiettivo di portare lo studente a: conoscere gli aspetti fondamentali, sia teorici che applicativi, dei processi tecnologici convenzionali impiegati nell'industria metalmeccanica, il loro controllo, anche metrologico micro e macro geometrico e i criteri di ottimizzazione. Gli allievi acquisiscono gli strumenti professionali correntemente applicati nell'industria per la definizione tecnico economica del ciclo di lavorazione di un componente, nell'ambito di un progetto didattico obbligatorio in gruppo

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course provides theoretical and applied knowledge of conventional manufacturing processes currently applied in the mechanical industry, including inspection (also by micro and macro geometrical metrology), control and optimization. Professional methods are applied by the students in a compulsory group project in order to define the technical and economical aspects of the process plan of a component.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologia meccanica	6	ING-IND/16 TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Teoria dei Sistemi (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** System Theory

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire agli studenti ed alle studentesse gli elementi fondamentali della teoria dei sistemi ai fini della analisi delle principali proprietà dei sistemi dinamici e del progetto di un sistema di controllo in grado di rendere il comportamento di detto sistema dinamico conforme a specifiche di funzionamento assegnate.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to provide students with the fundamental elements of systems theory for the purpose of analyzing the main properties of dynamic systems and the design of a control system capable of making the behavior of a dynamic system compliant with desired specifications

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Algebra lineare

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Teoria dei Sistemi	6	ING-INF/04 AUTOMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Termoenergetica dell'Edificio (6 CFU)



**Denominazione in Inglese:** Building energetics and HVAC systems

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento si propone di applicare le nozioni di base di termodinamica, trasmissione del calore ed aria umida nel contesto energetico degli edifici e del benessere termoigrometrico degli ambienti. Vengono illustrati i principali scambi di massa e energia del sistema edificio-impianto e le metodologie per il dimensionamento termico di componenti edilizi e impianti di climatizzazione. I vari argomenti sono approfonditi con esempi di applicazioni, esercitazioni e con riferimenti all'attuale panorama legislativo e tecnico-normativo

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims at applying the fundamentals of thermodynamics, heat transfer, and humid air, in the context of building energetics and indoor thermal comfort. Mass and energy balances are applied to the building environment, HVAC included, together with methodologies for the thermal design of envelope and equipment. Lectures include application examples, class exercises, and references to the current technical standards and regulatory framework

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica Tecnica

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Termoenergetica dell'Edificio	6	ING-IND/10 FISICA TECNICA INDUSTRIALE	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Ingegneria energetica