

**Allegato B2****A.A. 2024-2025****Quadro degli obiettivi formativi specifici e delle propedeuticità**

Corso di Laurea in Ingegneria Industriale per l'Energia

DM 270/2004, art. 12, comma 2, lettera b,

<b>N.</b>	<b>Insegnamento</b>	<b>Settore SSD</b>	<b>Obiettivi formativi specifici</b>	<b>Propedeuticità obbligatorie</b>
1.	Algebra lineare	MAT/03	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conoscenza e comprensione delle nozioni fondamentali dell'algebra lineare.</li><li>- Capacità di risolvere sistemi lineari.</li><li>- Comprensione della geometria di rette e piani nello spazio tridimensionale.</li><li>- Capacità di applicare la teoria per risolvere esercizi.</li><li>- Autonomia nel giudicare la correttezza della dimostrazione di un teorema o della risoluzione di un esercizio.</li><li>- Abilità di comunicare in modo chiaro e logico gli argomenti imparati, la dimostrazione di un teorema o la risoluzione di un esercizio.</li><li>- Acquisizione di un metodo di studio adeguato per capire ed apprendere gli argomenti proposti nell'insegnamento di algebra lineare, ma anche nuovi argomenti ad essi correlati.</li></ul>	
1.	Linear Algebra	MAT/03	<ul style="list-style-type: none"><li>- Learn and understand the fundamental notions of linear algebra.</li><li>- Solve linear systems.</li><li>- Understand the geometry of lines and planes in the tridimensional space.</li><li>- Apply the theory to solve exercises.</li><li>- Judge independently the correctness of the proof of a theorem or of the solution of an exercise.</li><li>- Communicate clearly and logically the learned topics, the proof of a theorem or the solution of an exercise.</li><li>- Acquire an appropriate method of study to understand and learn the topics proposed in the course of Linear Algebra, but also new related ones.</li></ul>	
2.	Analisi matematica I	MAT/05	<p>Il corso ha lo scopo di presentare gli argomenti principali del calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale. Di conseguenza il corso introduce i concetti fondamentali di continuità, limite, derivata, integrale e loro applicazioni rivolte allo studio di funzioni, anche con collegamenti al significato fisico/ingegneristico di taluni problemi in cui si usano gli strumenti dell'analisi matematica.</p> <p>Considerato che parte degli argomenti trattati è stata vista dalla maggioranza degli studenti durante l'ultimo anno delle scuole superiori, un aspetto importante del corso è anche quello di sottoporre i concetti principali a un approfondimento di tipo critico in modo che alla conclusione del corso lo studente sappia applicare le conoscenze acquisite con competenza, spirito critico ed autonomia di giudizio. La parte iniziale del corso, rivolta ad aspetti di tipo più astratto (come argomenti di</p>	

			logica e linguaggio matematico) è utile a introdurre lo studente alle basi del ragionamento matematico corretto, in modo che lo studente non solo apprenda le nozioni di carattere tecnico, ma che sia anche capace di metterle in pratica in modo critico, autonomo e motivato.:-	
2.	Mathematical Analysis 1	MAT/05	<p>The course aims to present the main topics of differential and integral calculus for real-valued functions of a real variable. Accordingly, the course introduces the fundamental concepts of continuity, limit, derivative, integral and their applications to the study of functions, also with interest in the physical/engineering meaning of certain problems in which the tools of mathematical analysis are used.</p> <p>Given that part of the topics covered are studied by the majority of students during the last year of high school, an important aspect of the course is also to subject the main concepts to a critical in-depth analysis so that, at the end of the course, the student knows how to apply the acquired knowledge with competence, critical spirit and autonomy of judgment. The initial part of the course, aimed at more abstract aspects (such as logic and mathematical language arguments) is useful to introduce the student to the basics of correct mathematical reasoning, so that the student not only learns technical notions, but is also able to put them into practice in a critical, autonomous and motivated manner.</p>	
3.	Analisi matematica II	MAT/05	<p>Lo/la studente/essa dovrà:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscere i fondamenti dell'analisi matematica 2.</li> <li>- Saper applicare i principali teoremi dell'analisi matematica 2.</li> </ul> <p><u>Capacità relative alle discipline:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza e comprensione: lo/la studente/essa dovrà conoscere e comprendere i fondamenti dell'analisi matematica 2.</li> <li>- Capacità di applicare conoscenza e comprensione: lo/la studente/essa dovrà essere in grado di applicare i principali teoremi e strumenti di calcolo dell'analisi matematica 2.</li> </ul> <p><u>Capacità trasversali / soft skills</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomia di giudizio: lo /la studente/essa dovrà dimostrare di possedere una buona autonomia di giudizio</li> <li>- Abilità comunicative: lo/la studente/essa dovrà dimostrare di possedere buone abilità comunicative</li> <li>- Capacità di apprendimento: lo /la studente/essa dovrà dimostrare di possedere buone capacità di apprendimento</li> </ul>	

3.	Mathematical Analysis 2	MAT/05	<p>The student is required of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowing the foundations of calculus 2</li> <li>- Knowing how to apply the main results in calculus 2.</li> </ul> <p><u>Skills related to the disciplines</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge and understanding: the student will have to know and understand the foundations of calculus 2.</li> <li>- Applying knowledge and understanding: the student will be able to apply the main theorems and tools from calculus 2.</li> </ul> <p><u>Transversal skills / soft skills</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Making judgments: the student will have to demonstrate a good independent judgment.</li> <li>- Communication skills: the student must demonstrate good communication skills.</li> <li>- Learning skills: the student must demonstrate good learning ability.</li> </ul>	
4.	Chimica	CHIM/07	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenze da acquisire nel corso: struttura atomica e legame chimico, reazioni chimiche, proprietà dei gas, le soluzioni, termodinamica dei processi chimici, cinetica di reazione, elettrochimica, correlazione tra struttura elettronica/molecolare e proprietà termodinamiche/elettriche/meccaniche di materiali e liquidi.</li> <li>- Capacità acquisite relative alla disciplina: comprendere le basi chimiche delle tecnologie industriali e delle proprietà dei materiali. Applicarle in semplici problemi di interesse tecnologico.</li> <li>- Capacità trasversali: utilizzo di linguaggio scientificamente rigoroso, acquisizione di basi utili all'apprendimento di materie più specifiche.</li> </ul>	
4.	Chemistry	CHIM/07	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge to be acquired in this course: basics on atomic structure, chemical bonding, chemical reactions, gases, solutions, chemical thermodynamics, kinetics, electrochemistry, interplay between atomic/molecular structure and properties of materials and liquids.</li> <li>- Skills acquired in this discipline: to understand the chemical foundations of industrial technologies and materials properties. To apply them in simple practical problems</li> <li>- Other skills: use of proper scientific language, acquisition of methodology for the study of more specialized subjects.</li> </ul>	
5.	Combustione	ING-IND/08	<p>Il corso si propone di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- introdurre i principi della combustione e fornire adeguati modelli chimico-fisico-matematici per lo studio e il progetto di dispositivi pratici di combustione (bruciatori domestici, motori termici, forni industriali, ecc.);</li> <li>- consentire la comprensione dei processi di combustione e il riconoscimento delle diverse modalità di combustione sulla base dei meccanismi elementari di trasporto di massa, specie, quantità di moto ed energia nei flussi reagenti;</li> </ul>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- fornire strumenti interpretativi e di calcolo che rendano agevole la soluzione di problemi pratici di combustione, anche in contesti nuovi e in ambito interdisciplinare;</li> <li>- integrare le conoscenze sulla combustione con quelle più ampie dell'ingegneria energetica, ambientale e di processo, onde promuovere la capacità di formulare giudizi fondati in ambiti complessi anche sulla base di informazioni incomplete o limitate;</li> <li>- impartire le nozioni sulla combustione con costante riferimento ai loro fondamenti chimico-fisici e con argomentazioni strutturate, al fine di rafforzare anche la capacità degli studenti di comunicare tali conoscenze in modo chiaro e rigoroso;</li> <li>- migliorare le capacità di apprendimento degli studenti in modo da consentire loro di approfondire gli argomenti del corso in modo autonomo.</li> </ul>	
5.	Combustion	ING-IND/08	<p>This course is aimed at:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- introducing the fundamentals of combustion, providing appropriate chemical, physical and mathematical models for the study and design of practical combustion devices (domestic burners, heat engines, industrial furnaces, etc.);</li> <li>- allowing the understanding of the combustion processes and the recognition of different combustion modes on the basis of the elemental mechanisms of mass, species, momentum and energy transport in reacting flows;</li> <li>- providing interpretative and computational tools that allow students to easily solve practical combustion problems also in new and interdisciplinary contexts;</li> <li>- promoting the integration of knowledge on combustion within the broader context of energy, environmental and process engineering, thereby enhancing students' capability to handle complexity and formulate judgments also with incomplete or limited information;</li> <li>- imparting notions on combustion with constant reference to their chemical-physical fundamentals and using a structured reasoning approach, so as to strengthen students' ability to communicate their knowledge in a clear and rigorous way;</li> <li>- enhancing students' learning skills, so as to allow them to deepen the course topics in an autonomous way</li> </ul>	
6.	Disegno e modellazione geometrica delle macchine	ING-IND/15	<p><u>Conoscenze da acquisire:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscenze della teoria del disegno tecnico e della relativa normativa di unificazione internazionale per la corretta esecuzione, la lettura e la comprensione di un disegno meccanico, di un documento tecnico e ingegneristico;</li> </ul>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscenza dei metodi di utilizzo degli strumenti di disegno sia tradizionali che software (CAD 2D)</li> <li>- atti a rappresentare semplici componenti meccanici, definiti nelle diverse fasi di sviluppo del prodotto;</li> <li>- abilità di schizzare a mano libera oggetti semplice e di visualizzare immagini e dimensioni;</li> <li>- conoscenze relative alla comunicazione, organizzazione e gestione della documentazione tecnica nell'intero ciclo di vita del prodotto.</li> </ul> <p><u>Capacità relative alla disciplina:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- esecuzione e capacità di utilizzo delle diverse modalità di rappresentazione tecnica per produrre un disegno tecnico completo delle relative informazioni e scegliendo (Quotatura e gestione degli errori);</li> <li>- saper individuare la soluzione di rappresentazione più appropriata e funzionale per una corretta progettazione e realizzazione del prodotto.</li> </ul> <p><u>Capacità trasversali:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere la forma e il funzionamento di differenti tipologie di prodotti, elementi e/o sistemi meccanici integrando le conoscenze specifiche con quelle delle altre discipline;</li> <li>- sviluppare autonomia di lavoro al fine di mettere in pratica le conoscenze teorico-pratiche acquisite;</li> <li>- acquisire la conoscenza di un linguaggio tecnico per illustrare sia dal punto di vista funzionale che costruttivo un prodotto industriale e di comunicarlo in maniera efficace;</li> </ul> <p>fornire agli studenti una base su cui proseguire le proprie conoscenze del disegno tecnico, la lettura dei modelli e il linguaggio del mondo industriale.</p>	
6.	Technical Drawing and Geometric Modelling of Machines	ING-IND/15	<p><u>Knowledge to be acquired:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of the theory of technical drawing and the relative international standard for the correct execution, reading and understanding of a mechanical drawing, and of a technical and engineering document.</li> <li>- Knowledge of the methods of using both traditional and software drawing tools (CAD 2D).</li> <li>- Sketching ability to clearly represent simple mechanical objects and display with dimensions.</li> <li>- Knowledge about communication, organization and management of technical documentation throughout the whole product lifecycle.</li> </ul> <p><u>Skills related to the discipline:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Execution and ability to use the various technical representation modes to produce a complete technical drawing of the relevant information and choosing (Sizing and Error Handling).</li> <li>- To find the most appropriate and functional representation solution for proper product design and implementation.</li> </ul> <p><u>Cross-Capacities:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the form and functioning of</li> </ul>	

			<p>different types of products, elements and / or mechanical systems by integrating specific knowledge with those of other disciplines.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Develop work in autonomy in order to put into practice the acquired theoretical and practical knowledge.</li> <li>- Acquire the knowledge of a technical language to illustrate both functional and constructive aspects of an industrial product and communicate it effectively.</li> </ul> <p>Provide students with a basis for continuing their knowledge of technical design, reading models and the language of the industrial world.</p>	
7.	Progettazione meccanica e costruzione di macchine	ING-IND/14	<p>Obiettivo del Corso è fornire i principi del comportamento meccanico dei materiali, in termini teoria elementare della trave, meccanica dei materiali, tensioni e deformazioni, e delle loro applicazioni alla progettazione meccanica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacità acquisite relative alla disciplina: essere in grado di modellare organi meccanici semplici mediante l'utilizzo di schemi a trave e di insiemi di travi, determinando le sollecitazioni presenti ed il coefficiente di sicurezza nei confronti della rottura.</li> <li>- Conoscenza e comprensione delle nozioni fondamentali della progettazione strutturale meccanica statica e a fatica. Capacità di dimensionare organi meccanici semplici.</li> <li>- Comprensione delle scelte progettuali che stanno dietro il disegno costruttivi di un organo meccanico.</li> <li>- Capacità di applicare la teoria per risolvere esercizi.</li> <li>- Autonomia nel giudicare la correttezza della risoluzione di un esercizio, utilizzando metodi grafici.</li> <li>- Abilità di comunicare in modo chiaro e logico gli argomenti imparati, avvalendosi di rappresentazioni grafiche a mano libera.</li> <li>- Acquisizione di un metodo di studio adeguato per capire ed apprendere gli argomenti proposti.</li> <li>- Capacità trasversali: sviluppare la capacità di comprendere ed utilizzare un linguaggio scientifico adatto all'approfondimento e allo studio di materie più specialistiche.</li> </ul>	Algebra lineare, Analisi matematica I, Analisi matematica II, Chimica, Fisica I
7.	Mechanical and Machine Design	ING-IND/14	<p>The course aims to provide the following capabilities:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to perform the design and the verification of machine components, particularly referring to structural problems;</li> <li>- to understand solutions and models commonly adopted in the engineering practice to perform static and fatigue design of the mechanical structures;</li> <li>- to assess the stress state of a mechanical component with numerical and experimental techniques.</li> </ul> <p>For this purpose the course describes the main concepts concerning fatigue, stress concentration, equivalent stress, experimental mechanics,</p>	Linear Algebra, Mathematical Analysis 1, Mathematical Analysis 2, Chemistry, Physics 1

			machine design techniques of the most common components.	
8.	Economia ed organizzazione aziendale	ING-IND/35	<p>Capacità relative alle discipline:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza e comprensione del linguaggio e dei concetti fondamentali relativi all'organizzazione aziendale.</li> <li>- Comprensione del posizionamento dei prodotti nel ciclo di vita.</li> <li>- Comprensione della contabilità aziendale e analitica con particolare riferimento ai costi del prodotto.</li> <li>- Capacità di applicare la conoscenza per preparare decisioni relative agli investimenti. Capacità di valutare gli aspetti economici e finanziari delle aziende per mezzo di parametri numerici e qualitativi.</li> <li>- Conoscenza e comprensione della gestione della produzione.</li> <li>- Conoscenza e comprensione di un piano di marketing strategico.</li> <li>- Capacità di applicare la conoscenza per gestire un progetto.</li> </ul>	
8.	Applied Economics	ING-IND/35	<p>Skills related to the discipline</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge and understanding of fundamental concepts related to company organization</li> <li>- Basic knowledge and understanding of product life cycle</li> <li>- Basic knowledge and understanding of financial statements, cost and profitability analysis, financial planning</li> <li>- Basic knowledge and understanding of product costing</li> <li>- Capacity of applying knowledge to decide budgeting and investment planning</li> <li>- Basic knowledge and understanding of the manufacturing process management</li> <li>- Basic knowledge and understanding of strategic management</li> <li>- Capacity of applying knowledge to manage a project.</li> </ul>	
9.	Elettrotecnica	ING-IND/31	<p>Il corso fornisce una conoscenza preliminare dell'ingegneria elettrica ed è rivolto allo specialista in settori non elettrici dell'ingegneria, trasmettendogli le indispensabili conoscenze di base della teoria dei campi e dei circuiti, con applicazione alle macchine elettriche.</p> <p>Competenze acquisite.</p> <p>Lo studente sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analizzare semplici reti elettriche,</li> <li>- valutare semplici configurazioni di campo magnetico,</li> <li>- iniziare lo studio delle macchine elettriche rotanti,</li> <li>- individuare gli aspetti più importanti relativi alla sicurezza dei sistemi elettrici.</li> </ul> <p>Argomenti principali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cariche, corrente e forze elettriche.</li> <li>- Effetti dissipativi e generatori elettrici.</li> <li>- Circuiti elettrici in regime stazionario, sinusoidale e sistemi trifasi.</li> </ul>	Algebra lineare, Analisi matematica I, Analisi matematica II, Chimica, Fisica I

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenomeni magnetici.</li> <li>- Circuiti magnetici.</li> <li>- Forze nel campo magnetico e conversione elettromeccanica dell'energia.</li> <li>- Trasformatori.</li> <li>- Elementi di impianti elettrici.</li> </ul>	
9.	Electrical Science	ING-IND/31	The course gives a basic knowledge of subjects in electric engineering. It is intended to the specialist in non electric sectors of engineering. The course provides a basic knowledge of fields and circuits theories, with applications to the electrical machines.	Linear Algebra, Mathematical Analysis 1, Mathematical Analysis 2, Chemistry, Physics 1
10.	Fisica I	FIS/01	<p>Il corso si propone di introdurre i concetti e le grandezze fondamentali della meccanica classica e della termodinamica soffermandosi sulla natura quantitativa e predittiva delle leggi fisiche; esperienze pratiche di laboratorio illustrano l'applicazione del metodo scientifico nella trattazione dei dati raccolti in semplici operazioni di misura.</p> <p>Conoscenze e capacità acquisite al termine del corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere e descrivere fenomeni naturali nell'ambito degli argomenti svolti;</li> <li>- applicare le leggi della fisica alla risoluzione di semplici problemi;</li> <li>- utilizzare il metodo sperimentale per la verifica delle leggi fisiche;</li> <li>- fornire stime elementari degli errori di misura;</li> <li>- gestire modelli di fenomeni complessi al fine di comprenderli, descriverli e prevederne gli effetti;</li> <li>- sviluppare una logica induttivo-deduttiva caratteristica del metodo scientifico applicabile in ambito tecnico-scientifico.</li> </ul>	
10.	Physics 1	FIS/01	<p>The course aims to introduce the fundamental concepts and quantities of classical mechanics and thermodynamics, focusing on the quantitative and predictive nature of physical laws; practical laboratory experiences illustrate the application of the scientific method in the processing of data collected in simple measurement operations.</p> <p>Knowledge and skills acquired at the end of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understanding and ability to describe natural phenomena in the context of the carried out arguments;</li> <li>- apply the laws of physics to solution of problems;</li> <li>- use of the experimental method to verify the physical laws;</li> <li>- provide basic estimates of measurement errors;</li> <li>- managing models of complex phenomena in order to understand them, describe them and predict their effects;</li> <li>- develop an inductive-deductive logic characteristic of the scientific method applicable in the technical-scientific field.</li> </ul>	
11.	Fisica II	FIS/01	Il corso ha come obiettivo di formare gli studenti a livello di primo ciclo.	Analisi matematica I

			<p><u>Conoscenze da acquisire.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concetti, grandezze e leggi fondamentali dell'elettromagnetismo: elettrostatica, corrente continua, magnetismo da correnti stazionarie, elettrodinamica, elettricità e magnetismo nella materia, fenomeni ondulatori, onde elettromagnetiche, ottica geometrica, relatività ristretta.</li> <li>- Applicazioni tecnologiche di uso corrente.</li> <li>- Capacità di risolvere semplici problemi sugli argomenti svolti.</li> <li>- Uso di strumenti di laboratorio, raccolta e elaborazione dei dati, produzione di relazioni esplicative e riassuntive delle esperienze di laboratorio.</li> </ul> <p><u>Capacità relative alla disciplina.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allargamento e approfondimento della conoscenza della fisica classica e relativistica.</li> <li>- Aumento delle capacità laboratoriali.</li> </ul> <p><u>Capacità trasversali:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza di un linguaggio scientifico rigoroso.</li> <li>- Interpretazione dei fenomeni dal punto di vista fisico.</li> <li>- Interpretazione del funzionamento di apparecchiature strumenti e macchine dal punto di vista fisico.</li> </ul>	
11.	Physics 2	FIS/01	<p>Objective of the course is to form students at the first cycle level.</p> <p><u>Concepts to learn:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concepts, quantities and fundamental laws of electromagnetism: electrostatics, electrical current and direct current magnetism, electrodynamics, electricity and magnetism in matter, wave phenomena, electromagnetic waves, geometrical optics, special relativity.- Experiments of historical relevance.</li> <li>- Technological applications of current use.</li> <li>- Skills for solving simple problems on the course contents.</li> <li>- Use of laboratory instruments, data taking and analysis, report writing on performed laboratory work.</li> </ul> <p><u>Discipline skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deepening of the knowledge of classical and relativistic physics.</li> <li>- Increase of laboratorial skills.</li> </ul> <p><u>Cross skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of a rigorous scientific language.</li> <li>- Interpretation of phenomena from the physics point of view.</li> <li>- Interpretation of the functioning of instruments and machines from the physics point of view.</li> </ul>	Mathematical Analysis 1
12.	Termodinamica Applicata	ING-IND/10	<p>Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base necessarie per comprendere i bilanci di primo principio (energia) e di secondo principio (entropia, exergia) e le caratterizzazioni termofisiche delle sostanze e fluidi operativi nei loro diversi stati. L'obbiettivo è di permettere agli</p>	Analisi matematica I, Fisica I

			<p>studenti di effettuare l'analisi energetica ed exergetica dei processi e cicli termodinamici e degli impianti termici di interesse tecnico in ambito industriale e civile, individuandone punti di forza, debolezza e percorsi di ottimizzazione, valutandone l'applicazione a problemi pratici di carattere ingegneristico.</p> <p><u>Conoscenze da acquisire nel corso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bilanci dell'energia meccanica per sistemi chiusi ed aperti;</li> <li>- bilanci dell'energia per sistemi chiusi e aperti;</li> <li>- bilanci di entropia ed exergia per sistemi chiusi e aperti;</li> <li>- analisi energetica dei processi di combustione;</li> <li>- analisi energetica ed exergetica di semplici cicli diretti (MCI, Rankine, Joule);</li> <li>- analisi energetica di semplici cicli inversi e di condizionamento dell'aria;</li> </ul> <p><u>Capacità acquisite relative alla disciplina:</u> gli studenti saranno in grado di individuare gli elementi base e stimare le prestazioni dei principali componenti per la produzione e trasformazione di potenza meccanica o termica (riscaldamento / raffrescamento).</p> <p><u>Le principali capacità acquisite saranno:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la capacità di applicare i principi della termodinamica a sistemi semplici;</li> <li>- la capacità di descrivere e comprendere il funzionamento dei più comuni cicli termodinamici;</li> <li>- la capacità di interpretare ed utilizzare i diagrammi termodinamici;</li> <li>- la capacità di individuare gli elementi critici dei sistemi termodinamici complessi e le possibilità di miglioramento connesse;</li> </ul>	
12.	Applied Thermodynamics	ING-IND/10	<p>Objective of this course is providing students with the necessary background for the full understanding of first (energy) and second (entropy, exergy) principle balances. The course aims to enable students to perform an energetic and exergetic analysis of thermodynamic processes and cycles of practical interest for industrial and residential applications, looking for weak and strong points and optimization possibilities.</p> <p><u>Acquired knowledge:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mechanical energy balance for open and closed systems;</li> <li>- energy balance for open and closed systems;</li> <li>- entropy and exergy balances for open and closed systems;</li> <li>- energy analysis of combustion processes;</li> <li>- energy and exergy analysis of basic thermal power plants cycles (MCI, Rankine, Joule);</li> <li>- energy analysis of basic refrigeration and air conditioning systems cycles;</li> <li>-</li> </ul> <p><u>Acquired skills:</u></p>	Mathematical Analysis 1, Physics 1

			<p>students will be able to distinguish the basic elements and calculate the basic performance of the main devices for producing mechanical power or heating/cooling, and they will be able to identify and give a rough estimation of the mechanisms of heat transfer relevant to a given process.</p> <p><u>The main learning outcomes are:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ability to apply the principles of thermodynamics to simple systems;</li> <li>- ability to describe and understand the main thermodynamic cycles;</li> <li>- ability to read thermodynamic diagrams;</li> <li>- the ability to identify the critical elements of complex thermodynamic systems and the related optimization paths;</li> </ul>	
13.	Trasmissione del calore e sistemi di recupero termico	ING-IND/10	<p>Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base necessarie per comprendere i fenomeni di trasmissione del calore per conduzione, convezione ed irraggiamento. L'obiettivo è quello di permettere agli studenti di applicare i principi base dello scambio termico a problemi pratici di carattere ingegneristico, con particolare attenzione all'uso efficiente dell'energia termica ed all'ottimizzazione delle reti di recupero energetico.</p> <p>Conoscenze da acquisire nel corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modellizzazione dei processi di scambio termico per conduzione in regime stazionario e transitorio;</li> <li>- modellizzazione dei processi di scambio termico per convezione forzata e naturale;</li> <li>- progettazione termica degli scambiatori di calore;</li> <li>- Comprensione ed ottimizzazione di reti di recupero termico</li> <li>- modellizzazione dei processi di scambio termico per irraggiamento.</li> </ul> <p>Capacità acquisite relative alla disciplina: gli studenti saranno in grado di individuare gli elementi base e stimare le prestazioni dei principali componenti per la trasmissione dell'energia termica o criogenica. Inoltre, avranno acquisito le competenze per individuare i meccanismi di scambio termico dominanti in un determinato processo e potranno fornirne una stima quantitativa approssimata delle prestazioni dei singoli componenti e di sistemi complessi.</p> <p>Le principali capacità acquisite saranno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la capacità di sviluppare soluzioni progettuali per problemi di interesse tecnico che coinvolgano lo scambio termico per conduzione, convezione ed irraggiamento;</li> <li>- la capacità di dimensionare dal punto di vista termico le tipologie di scambiatori di calore di maggior interesse e diffusione, nonché la loro connessione in reti di recupero termico</li> </ul>	Analisi matematica I, Fisica I
13.	Heat Transfer and heat recovery systems	ING-IND/10	<p>Objective of this course is providing students with the necessary background for the full understanding of heat transfer through conduction,</p>	Mathematical Analysis 1, Physics 1

			<p>convection and radiation. The course aims to enable students to to apply the basic heat transfer principles to common engineering problems, with special focus on the optimization of heat (and cold) transfer and of waste heat recovery complex systems.</p> <p><u>Acquired knowledge:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- modeling of steady-state and transient conduction processes;</li> <li>- modeling of forced and natural convection processes;</li> <li>- thermal design of heat exchangers, either as stand alone components or as part of complex networks</li> <li>- modeling of thermal radiation processes.</li> </ul> <p><u>Acquired skills:</u> students will be able to distinguish the basic elements and calculate the basic performance of the main devices for heating/cooling management, and they will be able to identify and give a rough estimation of the mechanisms of heat transfer relevant to a given process, for both stand-alone components or complex networks.</p> <p><u>The main learning outcomes are:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ability to develop rough design solutions for technical problems involving heat transfer by conduction, convection and radiation;</li> <li>- ability to size the most common and important types of heat exchangers and waste heat recovery systems.</li> </ul>	
14.	Fluidodinamica	ING-IND/06	<p>Il Corso è stato strutturato in modo da:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. fornire un'adeguata conoscenza e comprensione delle nozioni fondamentali della fluidodinamica, integrando le conoscenze specifiche con quelle delle altre discipline dell'ingegneria;</li> <li>2. acquisire capacità di interpretazione e modellazione di un problema di dinamica dei fluidi;</li> <li>3. comprendere, impostare e risolvere in maniera analitica problemi di fluidodinamica riscontrabili in campo energetico ed ambientale;</li> <li>4. sviluppare capacità di apprendimento necessarie ad affrontare gli studi futuri con un elevato grado di autonomia.</li> </ol>	Analisi matematica I
14.	Fluid Mechanics	ING-IND/06	<p>The Course is designed to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. provide the necessary knowledge and understanding of the fundamental notions in fluid mechanics, integrating specific knowledge with that of other related fields in engineering;</li> <li>2. provide the physico-mathematical competences required to interpret and model fluid mechanics problems;</li> <li>3. understand and solve simple problems encountered in the energy and process industry as well as in the environment;</li> <li>4. develop learning skills necessary to undertake further study with a high degree of autonomy.</li> </ol>	Mathematical Analysis I

15.	Fondamenti di informatica	ING-INF/05	<p>Obiettivi formativi specifici:  Il corso intende mettere lo studente in grado di conoscere fondamentali, metodi e tecnologie relative ai sistemi di elaborazione delle informazioni. Inoltre mira a presentare i principi e le tecniche della programmazione, fornendo nel contempo uno strumento attivo che possa trovare impiego nella soluzione di problemi computazionali relativi alle discipline ingegneristiche curriculari.</p> <p>Competenze acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principi operazionali dei calcolatori.</li> <li>- Elementi di rappresentazione dell'informazione (sia testuale che multimediale).</li> <li>- Principi generali alla base delle reti di calcolatori e di Internet.</li> <li>- Approccio algoritmico alla soluzione di problemi.</li> <li>- Concetti generali di programmazione.</li> <li>- Soluzione di problemi tramite programmazione in MATLAB.</li> </ul>	
15.	Fundamentals of Computer Science	ING-INF/05	<p>The course aims to cover the fundamentals, methods and technologies of information processing systems. It also aims to introduce the principles and techniques of programming, while providing an active tool that can be employed in solving computational problems related to engineering curricular activities.</p> <p><u>Acquired skills:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Computers operational principles.</li> <li>- Elements of information representation (both text and multimedia).</li> <li>- General principles of computer networks and Internet.</li> <li>- Algorithmic approach to problem solving.</li> <li>- General concepts of programming.</li> <li>- Problem solving with MATLAB programming.</li> </ul>	
16.	Macchine	ING-IND/08	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscere i fondamentali (schemi, funzionamento nominale e fuori-progetto, cinematica e termo-fluido-dinamica) delle macchine a fluido (turbine, motori volumetrici, pompe, ventilatori, compressori) e dei sistemi energetici (movimentazione fluidi, impianti motori idraulici e termici);</li> <li>- risolvere problemi di analisi, applicando la teoria con senso critico;</li> <li>- confrontare alternative e valutarle in base all'applicazione;</li> <li>- acquisire familiarità col lessico specifico;</li> <li>- applicare teoria e tecniche imparate in altre discipline.</li> </ul>	Algebra lineare, Analisi matematica I, Analisi matematica II, Chimica, Fisica I
16.	Pumps, Compressors, Turbines and Power Plants	ING-IND/08	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To know the fundamentals (schematics, design an off-design working mode, kinematics and thermal-fluid dynamics) of turbines, internal combustion engines, pumps, fans, compressors, hydro-steam and gas turbine power plants;</li> <li>- to apply theory to special cases with a critical eye to solve direct problems;</li> <li>- to tackle simplified design problems (applying knowledge);</li> </ul>	Linear Algebra, Mathematical Analysis 1, Mathematical Analysis 2, Chemistry, Physics 1

			<ul style="list-style-type: none"> <li>– to compare different choices and evaluate them according to the use (making judgments);</li> <li>– to explain clearly and to get the feel of the technical lexicon (communication skills);</li> <li>– to apply theory and methods learnt studying other branches (learning skills).</li> </ul>	
17.	Fondamenti di Meccanica Teorica ed Applicata	ING-IND/13	L'insegnamento fornisce le conoscenze necessarie a comprendere i principi basilari della meccanica applicata, in particolare le modalità di costruzione di modelli di meccanismi piani e le tecniche di analisi degli stessi. Lo studente acquisirà la capacità di costruire modelli cinematici e dinamici, e sarà in grado di utilizzarli per svolgere l'analisi cinematica, statica e dinamica di meccanismi piani. Egli acquisirà inoltre la capacità di scegliere autonomamente la tecnica più adeguata per lo svolgimento delle suddette analisi, e a comunicare con argomentazioni opportune le motivazioni di tale scelta. Lo studente, infine, apprenderà un metodo che potrà utilizzare per l'analisi quantitativa di problematiche relative a una vasta tipologia di sistemi meccanici, e di cui potrà servirsi per finalità progettuali.	Analisi matematica I, Fisica I
17.	Fundamentals of Theoretical and applied Mechanics	ING-IND/13	The course provides the necessary knowledge to understand the basic principles of applied mechanics, in particular the methods of construction of models of plane mechanisms and the techniques of their analysis. The student will acquire the ability to build kinematic and dynamical models and will be able to use them to perform kinematic, static, and dynamic analysis of plane mechanisms. He/she will also acquire the ability to autonomously choose the most appropriate technique for carrying out the aforementioned analyses and to properly communicate the reasons for this choice. Finally, the student will learn a method that can be used for the quantitative analysis of problems related to a wide range of mechanical systems, and will provide useful design tools.	Mathematical Analysis 1, Physics 1
18.	Scienza e Tecnologia dei materiali per l'ingegneria energetica	ING-IND/22	Il corso fornisce le competenze per riconoscere se un materiale in uso è stato preparato in modo adeguato, sapere quali sono i suoi limiti di applicabilità, essere in grado di selezionare una particolare classe di materiali per una particolare applicazione, con particolare riferimento alle applicazioni energetiche, ottimizzare le prestazioni meccaniche di un materiale esistente attraverso processi tecnologici ovvero mediante una modifica sia qualitativa che quantitativa della microstruttura e/o della struttura cristallografica dei componenti presenti,	Analisi matematica I, Fisica I
18.	Materials Science and Technology for Energy applications	ING-IND/22	The course supplies informations so that students shall be able to know if a selected material is correctly prepared and to know its limits in use. They should also be able to select a proper class of materials for a particular application, with special regard to the energy environment, or optimize an existing materials by a quantitative and/or	Mathematical Analysis 1, Physics 1

			<p>qualitative modification of the original components. When possible, students must be able to select a particular technologic process in order to modify the original crystallographic or microstructural structure and to optimize material's mechanical performances.</p>	
19.	Sistemi Energetici	ING-IND/09	<p>Il corso si propone di illustrare le caratteristiche, prestazioni ed impatti dei principali sistemi di produzione energetica, con particolare riferimento alla loro efficienza, ai loro impatti ambientali (e loro mitigazione), agli aspetti economici della loro gestione ed ottimizzazione nel quadro del mercato dell'energia. Lo studente acquisirà quindi le competenze di base per poter discutere le diverse scelte impiantistiche con solide argomentazioni tecniche e comprensione delle implicazioni ambientali, economiche e sociali delle scelte.</p> <p>Si considereranno in particolare</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- impianti di generazione di potenza elettrica: centrali a vapore, turbogas a ciclo semplice, turbogas a ciclo combinato, impianti a gassificazione e letto fluido (IGCC, PFBC).</li> <li>- Cogenerazione e trigenerazione: motori alternativi a combustione interna, microturbine a gas, cicli a fluido organico (ORC), macchine frigorifere a compressione di vapore e ad assorbimento.</li> <li>- Impianti a energia rinnovabile: idroelettrico, solare fotovoltaico, turbine eoliche.</li> <li>- Impianti nucleari.</li> </ul>	
19.	Energy Systems	ING-IND/09	<p>The course aims to illustrate the characteristics, performance and impacts of the main energy production systems, with particular reference to their efficiency, their environmental impacts (and their mitigation), the economic aspects of their management and optimization in the context of the energy market. The student will then acquire the basic skills to be able to discuss the different plant choices with solid technical arguments and understanding of the environmental, economic and social implications of the choices.</p> <p>In particular, consideration will be given to the</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrical power generation plants: steam power plants, simple cycle gas turbines, combined cycle, gasification and fluidized bed plants (IGCC, PFBC).</li> <li>- Combined Heat and Power, trigeneration: internal combustion engines, micro gas turbines, organic Rankine cycles (ORC), vapor compression and absorption refrigeration machines.</li> <li>- Renewable energy plants: hydroelectric, solar photovoltaic, wind turbines.</li> <li>- Nuclear power plants.</li> </ul>	
20.	Tecnologia meccanica	ING-IND/16	<p>Obiettivi formativi specifici: Il corso ha la finalità di illustrare le principali tecnologie di produzione meccanica. In particolare vengono trattati: procedimenti di fabbricazione per fusione e per deformazione plastica; procedimenti</p>	<p>Algebra lineare, Analisi matematica I, Analisi matematica II, Chimica, Fisica I</p>

			<p>di unione per saldatura; procedimenti di lavorazione per asportazione di truciolo e mediante procedimenti non convenzionali. Vengono inoltre illustrate le principali tipologie di macchine utensili ed i sistemi automatici di produzione meccanica. Obiettivi formativi specifici del corso sono la conoscenza delle principali tipologie di lavorazioni meccaniche ed il loro dimensionamento di massima, la conoscenza della programmazione a controllo numerico, la stesura dei cicli di fabbricazione di componenti meccanici e la loro valutazione economica.</p> <p>Competenze acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenze di base sulla struttura e comportamento meccanico dei materiali metallici.</li> <li>- Conoscenza dei materiali per utensili di maggiore interesse per la moderna industria meccanica.</li> <li>- Conoscenza di base sul controllo statistico di processo, sulla metrologia e sulle tecniche di ispezione non distruttive.</li> <li>- Conoscenza di importanti aspetti organizzativi ed economici della produzione industriale.</li> <li>- Conoscenza delle fasi di lavorazione di un prodotto - ciclo di fabbricazione.</li> <li>- Conoscenza delle principali tecniche di lavorazione dei materiali metallici e dei relativi ambiti di applicazione.</li> <li>- Conoscenza di base su macchine utensili e sistemi di produzione.</li> </ul>	
20.	Manufacturing Engineering and Technology	ING-IND/16	<p>The course illustrates the main manufacturing technologies. In particular, metal casting processes, forming and shaping processes, joining processes, machining processes and non-conventional processes. It also discusses the main aspects of machine tools and automated production systems.</p> <p>Acquired skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge about composition, microstructure and elastic - plastic behavior of metal alloys.</li> <li>- Knowledge of advanced materials applied in manufacturing.</li> <li>- Knowledge about statistical process control, metrology and non-destructive inspection techniques.</li> <li>- Knowledge about organization and economics of manufacturing production.</li> <li>- Knowledge of the production stages.</li> <li>- Knowledge of manufacturing techniques and of their application.</li> <li>- Basic Knowledge about machine tools and manufacturing systems.</li> <li>- the knowledge of the main manufacturing techniques;</li> </ul>	Linear Algebra, Mathematical Analysis 1, Mathematical Analysis 2, Chemistry, Physics 1
21.	Sostenibilità energetica ed energie rinnovabili	ING-IND/10	<p>Obiettivi formativi: nozioni indispensabili per la comprensione dei bilanci energetici e dell'uso corretto (dal punto di vista energetico, economico</p>	Termodinamica applicata, Trasmissione del

			<p>ed ambientale) dei combustibili, del nucleare, dell'energia eolica, idraulica, solare e delle altre energie rinnovabili.</p> <p>Capacità acquisite relative alla disciplina: capacità di confrontare e analizzare filiere energetiche diverse per soddisfare un'utenza specifica; capacità di individuare possibilità di risparmio energetico e di miglioramento dell'efficienza energetica negli impieghi civili ed industriali.</p> <p>Capacità di valutazione dei potenziali energetici di un sito, capacità di applicare le conoscenze acquisite nella scelta delle diverse opzioni impiantistiche e componentistiche, capacità di valutazione dell'impatto ambientale e del ciclo di vita dei sistemi ad energie rinnovabili.</p> <p>Capacità di affrontare problemi complessi e multiobiettivo (energetico, economico, ambientale). Capacità di analizzare le possibilità di sfruttamento di una risorsa rinnovabile integrando le conoscenze specifiche con quelle di altre discipline, sviluppare autonomia di lavoro nel mettere in pratica le conoscenze teorico-pratiche acquisite, acquisire la necessaria terminologia tecnica per illustrare sia dal punto di vista funzionale sia costruttivo una proposta di sfruttamento di una fonte, rinnovabile o meno.</p>	Calore e sistemi di recupero termico
21.	Energy sustainability and renewable sources	ING-IND/10	<p>The course provides the essential notions for the understanding of energy balances and the correct use (from an energy, economic, and environmental point of view) of fuels, nuclear energy, wind, solar, hydro, and other renewable sources.</p> <p>Skills acquired related to the discipline: ability to compare and analyze different energy supply chains to satisfy a specific user; ability to identify opportunities for energy savings and efficiency improvement in civil and industrial uses.</p> <p>Ability to evaluate the energy potential of a site, ability to apply the acquired knowledge to the choice of different plant and component options, ability to assess the environmental impact and life cycle of renewable energy systems.</p> <p>Ability to deal with complex and multi-objective problems (energy, economic, environmental). Ability to analyze the possibilities of exploiting a renewable resource by integrating specific knowledge with that of other disciplines, to develop autonomy in real world application of the theoretical-practical knowledge acquired.</p> <p>Acquisition of the necessary technical terminology to illustrate both from a functional and constructive point of view a proposal for the exploitation of a energy source.</p>	Applied Thermodynamics, Heat Transfer and heat recovery systems
22.	Sistemi di conversione e gestione dell'energia elettrica	ING-IND/32	<p>Il corso offre i fondamenti per la descrizione, comprensione e progetto preliminare di sistemi di conversione e trasmissione dell'energia elettrica. In particolare lo studente acquisirà familiarità con le diverse architetture (reti, micro reti, sistemi grid-connected), topologie e tecnologie di conversione, convertitori per l'interfacciamento tra fonti di generazione, reti (AC, DC, HVAC e HVDC),</p>	

			utilizzatori e sistemi di supporto alla rete (accumulo, compensazione). Acquisirà i concetti essenziali sulla dinamica e controllo delle reti e dei sistemi connessi, nonché dei sistemi di generazione distribuita, conversione intermedia.	
22.	Electric power conversion & utilization	ING-IND/32	The course offers the fundamentals concepts for the description, understanding and preliminary design of electrical energy conversion and transmission systems. In particular, the student will become familiar with the different architectures (grids, microgrids, grid-connected systems), topologies and conversion technologies, converters for interfacing between different generation sources, networks (AC, DC, HVAC and HVDC), users and grid support systems (storage, compensation).	
23.	Macchine e azionamenti elettrici per applicazioni industriali e mobilità	ING-IND/32	Il corso sviluppa applicazioni dei concetti fondamentali della gestione dell'energia elettrica in ambito industriale e di mobilità. Lo studente acquisisce la capacità di approfondire ed applicare le nozioni di base della conversione elettrica/elettrica, elettrica/meccanica, nonché delle architetture ad applicazioni automotive ed industriali, con particolare attenzione ai sistemi di accumulo e ricarica, sistemi di gestione e di sostegno alla rete.	
23.	Energy conversion for e-mobility and industrial applications	ING-IND/32	The course develops applications of the fundamental concepts of electricity management in the industrial and mobility sectors. The student acquires the ability to deepen and apply the basic notions of electrical/electrical, electrical/mechanical conversion, as well as different architectures to automotive and industrial applications, with particular attention to storage and recharging systems, energy balancing and management, grid support systems.	

**Note**

Si precisa che gli studenti che conseguono nella prova di accesso il debito formativo nell'area della matematica sono tenuti a superare l'esame di "Matematica di base" entro il primo anno di corso.