

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
1.	<i>Refrigerazione a Stato solido</i>	18	<i>primo anno</i>	<i>Questo corso fornisce un quadro generale sulla refrigerazione calorica allo stato solido, una promettente classe di tecniche di raffreddamento alternative alla compressione di vapore. Negli ultimi tre decenni, questa tecnologia ha progressivamente guadagnato una notevole attenzione poiché, prendendo come riferimento la compressione del vapore, la refrigerazione calorica ha un potenziale per: miglioramenti nell'efficienza energetica, riduzione dell'impatto ambientale grazie all'impiego di materiali allo stato solido, che non presentano ozono Potenziale di esaurimento e potenziale di riscaldamento globale zero diretto. Questo corso fornirà i principali strumenti per la comprensione di questa tecnologia, nonché una descrizione dei risultati sperimentali e numerici raggiunti dalla comunità scientifica, con l'obiettivo finale di fornire una prospettiva sulle sfide future e sui progressi da compiere.</i>	<i>ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING</i>		<i>SI</i>	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
2.	<i>Tensor Calculus</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Goals: The course purpose is to give an informal introduction to tensor calculus. Topics: Brief history of tensor Calculus. Scalars, vectors and tensors in Cartesian coordinate systems: algebra of vectors and tensors; higher order tensors; tensor calculus. Vectors and tensors algebra in a general coordinate system. The metric tensor, covariant and contravariant components. Covariant differentiation. Tensor calculus in a general coordinate system.</i>	<i>AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY</i>		<i>SI</i>	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
3.	<i>Perturbation methods in engineering</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>The course aims to furnish a systematic account of the methods of classical perturbation theory and asymptotic expansions and to give examples of applications to different mathematical problems arising from physics and engineering. Topics covered are: asymptotic expansions, asymptotic series and sequences. Convergence of asymptotic series. Regular perturbation problems: examples from mechanics and fluid mechanics. Singular perturbation problems: nonuniformity. Examples of singular perturbation problems from mechanics and engineering. Matched asymptotic expansions. Boundary layers. Elements of advanced methods: the method of multiple scales.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
4.	<i>Piattaforme di misura e monitoraggio basate su Internet of Things</i>	24	<i>primo anno</i>	<i>In questo corso verranno presentate agli studenti di dottorato le basi per la definizione, implementazione e messa a punto di piattaforme di misura e monitoraggio basate su Internet of Things. In particolare, saranno presentati sistemi embedded di misura, costituiti da microcontrollori della famiglia STM32 e sensori di diverse grandezze di interesse dell'ambito dell'Ingegneria Industriale e dell'Informazione. I nodi di misura saranno interfacciati via wireless mediante il protocollo di comunicazione LoRaWAN, del quale gli allievi impareranno i fondamenti al fine di realizzare una rete di test mediante un opportuno gateway. I dati di misura saranno infine visualizzati su dashboard che scambiano informazioni mediante il protocollo MQTT.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
5.	<i>Progettazione e Comunicazione della Misura</i>	20	<i>primo anno</i>	<i>Il corso mira a fornire le basi per la progettazione dei sistemi di misura. L'obiettivo principale è realizzare un percorso che ha come punto di partenza la definizione dei termini fondamentali del linguaggio metrologico, stabilire i requisiti di una misura e del relativo processo di misurazione, comprendere il criterio di scelta di uno strumento di misurazione in base alle adeguate specifiche metrologiche assegnate, valutare l'incertezza di misurazione in qualsiasi contesto ingegneristico. Campioni di riferimento, taratura e verifica degli strumenti di misura.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
6.	<i>Elementi di Affidabilità</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Il corso fornisce concetti, metodologie e strumenti utili a sviluppare analisi di affidabilità unità e sistemi complessi non riparabili. Vengono trattati i concetti di guasto, tempo al guasto, funzione affidabilità, funzione densità di rischio, vita media e vita media residua. Sono inoltre introdotti alcuni tra i modelli di affidabilità più utilizzati nelle applicazioni. Infine, è discusso il problema del calcolo dell'affidabilità di sistemi complessi non riparabili.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
7.	<i>Advances in Ship Seakeeping</i>	12	secondo anno	<i>Il corso riepiloga la tenuta della nave "lineare" e fornisce una panoramica degli argomenti di "secondo ordine" quali resistenza aggiunta, ormeggio, smorzamento di rollio stocastico e tenuta della nave delle carene plananti. Il corso ha l'obiettivo di fornire lo stato di arte dei metodi teorici, numerici e sperimentali per ciascun argomento attraverso lezioni frontali, esperienze nel Laboratorio di Esperienze Idrodinamiche e progetti svolti dai dottorandi.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
8.	<i>Special Topics in Aerospace Systems</i>	12	secondo anno	<i>Advanced methods and technologies in orbit and attitude design and control of autonomous space systems for advanced applications, including formation flying, constellations, distributed systems for Earth Observation, close proximity flight in on-orbit servicing and active debris removal missions</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
9.	<i>Vehicle Kinematics & Dynamics: Physics and Modelling</i>	20	primo anno	<i>Introduzione allo pneumatico. Interazioni pure e combinate dello pneumatico. Ellisse di aderenza. Modellazione dello pneumatico. Comportamento longitudinale del veicolo: modelli per il veicolo in frenatura. Comportamento laterale del veicolo: modelli per il veicolo in curva. Dinamica verticale degli autoveicoli. Modelli per la stima onboard dello stato del veicolo e per le logiche di controllo avanzate.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
10.	<i>Caratterizzazione del comportamento acustico di materiali porosi (Characterization of the acoustic behavior of porous materials)</i>	15	secondo anno	<i>Il corso ha l'obiettivo di fornire metodi teorici, numerici e sperimentali per caratterizzare il comportamento acustico dei materiali utilizzati per il controllo del rumore. Verranno introdotti i modelli per lo studio di materiali porosi a matrice solida ed elastica, i metodi per misurarne l'assorbimento e la trasmissione acustica, nonché i sistemi per misurare i principali parametri come permeabilità viscosa e termica, porosità, tortuosità e lunghezze caratteristiche termica e viscosa.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
11.	<i>High energy efficiency buildings and related systems</i>	15	terzo anno	<i>Nowadays a large amount of worldwide energy consumption and related CO2 emissions is due to civil building sector. This leads to the emergence of new technologies and targets that on the one hand reduce building energy requirements and on the other make the best exploitation of renewable energy sources. In this context, the course aims to focus the attention to the newest progress in this field, through the knowledge on the main energy efficiency parameters of buildings and related systems, with particular attention to the heating and cooling systems. The course offers a careful analysis of literature, the main technical, regulatory, and legislative aspects to be considered in the design phase of high energy efficiency buildings and related systems. Attention is focused on the different types of Zero Energy Buildings ZEBs and zero-energy balances (nearly Zero Energy Building nZEB, Net Zero Energy Building NZEB, plus Zero Energy Buildings also called positive energy buildings). Finally, introduction to the use of dynamic energy simulation for the energy efficiency of buildings is proposed.</i>	ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
12.	<i>Renewable Multi-Energy Polygeneration Systems: vector optimization issues, system modeling and dynamic simulation</i>	24	terzo anno	<i>The course aims to provide an overview of Renewable Multi-Energy Polygeneration Systems. The exploitation of renewable energy sources and energy saving techniques is becoming more and more crucial to meet the goals expected by 2050 in terms of decarbonization. In this context, the increasing attention given to CHP/CCHP and polygeneration plants is due to their potentiality to ensure significant primary energy savings in the framework of a distributed multi-energy generation system. Therefore, the purpose of this course is to provide the fundamentals to simulate and to perform an optimal design of the renewable multi-Energy CHP/CCHP and polygeneration systems. An overview of the available optimization techniques for multi-energy systems, both in dynamic and steady conditions, will be provided. Moreover, the course also provides the fundamentals for the system modeling and dynamic simulation. As for the technologies, the following topics will be analyzed: solar thermal systems, PV and PVT collectors, ORC systems, desalination, CHP and CCHP, district heating and cooling, energy storage, hydrogen.</i>	ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
13.	<i>Scambio termico in mezzi porosi (Heat Transfer in Porous Media)</i>	12	secondo anno	<i>The objective of this course is to learn techniques that allow to study heat transfer in porous media. After introducing basic concepts about heat transfer and porous media, models to predict conduction, convection, and radiation in porous media, will be introduced. In particular, series/parallel, local thermal non-equilibrium, and semi-transparent media models, for conduction, convection, and radiation, respectively, will be shown. Finally, regular porous materials like open-cell foams will be introduced, with an overview about their potential applications for heat exchangers, volumetric solar receivers, and thermal energy storage systems</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
14.	<i>Il Project Manafgement dei Progetti di Ricerca</i>	15	secondo anno	<i>Il corso ha la finalità di illustrare, a partire dalle caratteristiche gestionali dei progetti di ricerca, i principali approcci alla gestione dei progetti e di fornire indicazioni in merito alla scelta dell'approccio metodologico appropriato rispetto alle caratteristiche del progetto e del suo ambiente di riferimento. Nella parte dedicata al laboratorio, gli Studenti dovranno sviluppare il "piano di progetto" del loro percorso di ricerca di dottorato, con il supporto del Docente, evidenziando ,tra le altre cose: gli obiettivi, i deliverable e i criteri per la loro validazione, la durata, il percorso critico, i rischi, il piano di gestione dei rischi</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
15.	<i>Bio Heat Transfer</i>	12	secondo anno	<i>L'obiettivo di questo corso è l'apprendimento di tecniche per lo studio di fenomeni di trasmissione del calore all'interno del corpo umano, con particolare riferimento ad applicazioni biomedicali. Dopo aver richiamato i concetti di base della trasmissione del calore, partendo dall'equazione di Pennes verranno illustrati i vari modelli proposti durante gli anni in quest'ambito. Si farà particolare riferimento all'utilizzo di questi modelli nel settore biomedicale, in cui vi è anche una sorgente termica esterna basata su microonde, radiofrequenze ed altre. Verrà dunque introdotta anche la modellazione di questa sorgente termica, possibile partendo dalla risoluzione di problemi di elettromagnetismo (equazioni di Maxwell) o simili. Infine, verranno illustrati alcuni casi studio come l'utilizzo della termoablazione per il trattamento di tessuti tumorali o per il trattamento della fibrillazione atriale</i>	ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
16.	<i>Vehicle Dynamics Outdoor Testing and Multiphysical Modelling</i>	20	terzo anno	<i>"Obiettivo del corso è fornire le competenze relative alla strumentazione di veicoli stradali per la conduzione di campagne sperimentali outdoor, alla definizione di un opportuno test plan che comprenda routine di manovre di ride e handling oggettivo/soggettivo, all'analisi dei dati di bordo per la definizione di indicatori di performance di handling e safety, alle tecniche di identificazione utili alla parametrizzazione di modelli fisici di dinamica del veicolo e di contatto pneumatico/strada, giungendo alla caratterizzazione ed alla simulazione multifisica di fenomeni di interazione orientati alla riproduzione in ambiente SiL, HiL e DiL.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
17.	<i>Fundamentals of Applied Optics</i>	12	primo anno	<i>"The course is designed to provide students with an opportunity to develop knowledge and understanding of the key principles and applications of applied optics. In particular, the basic physical principles and their theoretical foundations are explained. The course begins with a brief history on the optics and the explanation of the wave nature of the light. Subsequently, it introduces the basic concepts and principles underlying the geometrical optics, including several practical examples. Then, the course focuses on the interaction and superposition of waves in order to explain some phenomena such as light interference and the Fraunhofer diffraction. A final exam is required at the end of the course. This course offers the possibility of acquiring basic knowledge of fundamental applied optics useful in several fields such as: research, solar energy applications, network/data traffic and optical measurement techniques</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
18.	<i>Progettazione degli esperimenti per l'innovazione di prodotto</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>The course introduces the most important techniques for the design of experiments and the analysis of the resulting data using examples drawn from the industrial field. The focus is on how to design experiments, carry them out, and analyze the collected data. Various designs are discussed in order to highlight differences, advantages and disadvantages. In particular, factorial and fractional factorial designs are discussed in greater detail. The second part of the course gives emphasis to qualitative outcomes which cannot be analysed in terms of differences and standard deviations currently adopted for the estimation of uncertainty in quantitative measurements.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
19.	<i>Similitudes for Structural Dynamics and Vibroacoustics</i>	12	<i>secondo anno</i>	<i>Similarities and scaling laws are an important part of physical phenomena and experiments and consequent engineering applications. In recent years, the new digital techniques and the refinement of experimental measurements have allowed an acceleration on issues linked precisely to the possibility of generating analytical, numerical and experimental models on different scales and with the possibility of passing from one to the other in an exact or approximate way. The course aims to present these modern techniques and to highlight their advantages and difficulties in the vibroacoustic area presenting specific examples which can open future investigations or furnishing a new view on well-know test-cases.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
20.	<i>Soluzioni attuali e future per una propulsione automobilistica sostenibile</i>	15	secondo anno	<i>Il Corso ha l'obiettivo di presentare le caratteristiche fondamentali dei sistemi di propulsione per l'autotrazione di ultima generazione, con particolare riferimento ai veicoli ibridi, per una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale. Si accennerà a sistemi di combustione innovativi alimentati da combustibili tradizionali o alternativi (incluso idrogeno, biocombustibili o ammoniaca), accoppiati con motori elettrici, in architetture veicolo ibride. Si accennerà per confronto a veicoli a propulsione completamente elettrica o con celle a combustibile valutando l'impatto ambientale del veicolo sull'intero ciclo di vita, includendo la produzione dei componenti ed il loro smaltimento a fine vita.</i>	ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
21.	<i>Impianti di climatizzazione non convenzionali</i>	12	terzo anno	<i>Dopo un sintetico richiamo sugli impianti di climatizzazione tradizionali, vengono presentate le principali caratteristiche di componenti e/o impianti non convenzionali, tra cui: recuperatori di calore, "free-cooling", ruota essiccante per la deumidificazione dell'aria, scambiatori di calore terra-aria per il pre-trattamento dell'aria, contabilizzazione del calore, impianti VRV-VRF ad espansione diretta misti o ibridi, pompe di calore non convenzionali (pdc geotermiche, pdc mosse da motore endotermico, pdc polivalenti, pdc ad assorbimento, pdc aria-aria a recupero termodinamico, gruppi frigoriferi a recupero di calore)</i>	ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
22.	<i>Two-phase flow heat transfer: theory and innovation for heat transfer enhancement and miniaturization</i>	12	terzo anno	<i>Miniaturized two-phase heat transfer systems are used as heat sinks in several electronic systems (CPUs of data centers, large inverters, aerospace systems) . The requirements of their performance are continuously increasing to cope with larger and larger heat fluxes. New opportunities are related to the use of optimized geometries and/or textured heat transfer surfaces. In this course, after a basic introduction to the two-phase heat transfer, state of the art of research on heat transfer performance of textured surfaces and innovative solutions are presented</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
23.	<i>Generative Design for Smart Additive Manufacturing</i>	12	primo anno	<i>"The course contents mainly cover the following two aspects. - Basic elements on Additive Manufacturing (AM): consolidated and emerging AM techniques. Process parameters and other aspects that can improve the result in term of accuracy, roughness and mechanical properties of AM parts. - Taking advantage of the AM processes which allow to manufacture "complex" geometries, in some cases unrealizable with other manufacturing processes, the course introduces to Generative Design (GD), a design method that mimics nature's evolutionary approach to design. GD is used to design complex shapes and optimized forms in relationship to forces, cost, weight and other data that may influence the design. Starting from design goals and using machine learning algorithms, GD explores all of the possible permutations of a solution to find the best option. GD algorithms cycle through thousand – or even millions – of design choices, testing configurations and learning from each iteration what works and what doesn't. The process lets designers generate new options, beyond what a human alone could create, to arrive at the most effective design.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
24.	<i>Turbomacchine per la conversione dell'energia eolica</i>	15	secondo anno	<p><i>"Il corso è finalizzato a fornire i fondamenti delle turbomacchine motrici con rotore aperto tipicamente utilizzate per la conversione dell'energia eolica. In particolare, verranno forniti agli studenti moderni e ben consolidati strumenti teorici e pratici per l'analisi e la progettazione di turbine eoliche ad asse orizzontale.</i></p> <p><i>Rotori aperti e intubati - Introduzione: classificazione e applicazioni, triangoli di velocità, equazione del momento angolare, coefficienti di prestazione, curve caratteristiche.</i></p> <p><i>Teoria del momento assiale: modello del disco attuatore, equazioni del moto per rotori aperti, disco uniformemente caricato, limite di Betz-Joukowski, range di validità delle teorie proposte, regimi di moto per le scie.</i></p> <p><i>Teoria del momento generalizzata: equazioni del moto per rotori aperti con rotazione della scia, fattori di correzione per le perdite all'apice delle pale, disco ottimale di Glauert.</i></p> <p><i>Teoria dell'elemento di pala: forze aerodinamiche, angoli di flusso e metallici, espressioni locali per la spinta assiale e la coppia.</i></p> <p><i>Blade-Element/Momentum Theory: algoritmo di soluzione, correzioni empiriche per dischi fortemente caricati, validazione dei risultati.</i></p> <p><i>Esercitazione: analisi delle prestazioni di una turbina eolica ad asse orizzontale tramite il codice open-source QBlade.</i></p> <p><i>Progetto di una turbina eolica ad asse orizzontale: valutazione della distribuzione radiale della corda e dell'angolo di svergolamento della pala tramite i modelli di Betz e di Glauert, procedura di progetto per una potenza fissata."</i></p>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
25.	<i>Analisi di resistenza con elementi finiti in campo non lineare</i>	24	<i>primo anno</i>	<i>In questo corso si approfondiscono alcuni aspetti della modellazione agli elementi finiti di problemi di meccanica del continuo in campo non lineare, con particolare riferimento al comportamento di materiali, non necessariamente omogenei o isotropi, soggetti a grandi deformazioni, plasticità, comportamento viscoelastico, danneggiamento, frattura e al comportamento delle strutture soggette ad instabilità. I contenuti del corso sono di natura teorica e applicativa in misura paritaria; esso è rivolto a studenti che abbiano già acquisito nozioni teorico-pratiche di modellazione di strutture o elementi meccanici agli elementi finiti in ambito lineare. Verrà utilizzato il programma ANSYS per calcoli ed esempi.</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>
26.	STATISTICAL PROCESS MONITORING OF COMPLEX ENGINEERING DATA	40	<i>secondo anno</i>	<i>Training on the application (illustrated through open-source statistical software environment R) of statistical process monitoring of complex engineering data for decision-making. Every student must choose a data analysis project gathered along the course and develop it by working in a team. In this way, students will have the opportunity to improve the ability of recognizing and implementing the most suitable statistical techniques to the problem at hand as well as of communicating relevant results and impact of their analysis also to non-statisticians</i>	AEROSPACE AND NAVAL ENGINEERING ENERGETIC AND MECHANICAL ENGINEERING MANAGEMENT, QUALITY AND DATA SCIENCE FOR TECHNOLOGY		SI	<i>Il corso potrà essere erogato anche in lingua inglese</i>