



CUNIVERSITÀ CUSANO

Insegnamento	Aerodinamica Esterna del Veicolo
Livello e corso di studio	Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica (LM-33)
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-IND/06
Anno di corso	2
Numero totale di crediti	9
Propedeuticità	Non sono previste propedeuticità.
Docente	Tiziano Pagliaroli <i>Facoltà:</i> Ingegneria <i>Nickname:</i> tiziano.pagliaroli <i>Email:</i> tiziano.pagliaroli@unicusano.it (da utilizzare solo per comunicazioni interne e amministrative) Orario di ricevimento: Consultare calendario videoconferenze sul sito d'Ateneo: https://www.unicusano.it/calendario-lezioni-inpresenza/calendario-area-ingegneristica
Presentazione del corso	Il corso si propone di affrontare lo studio dell'aerodinamica esterna dei veicoli, mediante un approccio il più possibile fenomenologico. L'idea alla base di questo corso è quella di sviluppare nello studente la sensibilità per la materia, ma anche degli strumenti che sono richiesti nel mondo del R&D e in quello industriale. Il corso è essenzialmente suddiviso in tre parti: <ul style="list-style-type: none">▪ Ripasso degli argomenti precedentemente trattati nel corso di Fondamentali della Fluidodinamica;▪ Trattazione da un punto di vista fenomenologico degli argomenti principali dell'aerodinamica del veicolo;▪ Descrizione degli strumenti che si impiegano nella caratterizzazione e progettazione aerodinamica di un veicolo: la Computational Fluid Dynamics (CFD) e sistemi di misura del campo di velocità.
Obiettivi formativi (learning objectives)	L'insegnamento di Aerodinamica Esterna del Veicolo si propone di: <ul style="list-style-type: none">▪ Richiamare l'equazione di conservazione della quantità di moto;▪ Trattare il problema della turbolenza in generale;▪ Trattare i campi aerodinamici che si sviluppano intorno a diverse tipologie di veicoli;▪ Insegnare ad effettuare simulazioni CFD su componenti aerodinamici specifici.
Prerequisiti	Conoscenza dei fondamenti dell'Analisi Matematica e delle funzioni vettoriali a più variabili. Conoscenza dei principi della Dinamica, della Termodinamica e della Fluidodinamica. Al riguardo, si consiglia di rivedere tali nozioni, propedeutiche per l'apprendimento e l'approfondimento della teoria della Fluidodinamica; a tal fine, si possono utilizzare i testi già consultati per la preparazione agli esami di base dell'area matematica (Analisi 1 e 2) e fisica (Fisica 1), Termodinamica e Fondamenti di Fluidodinamica sostenuti in precedenza.
Risultati di apprendimento attesi (learning outcomes)	<u>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente conoscerà e saprà utilizzare alcuni strumenti di misura e dei software per la simulazione aerodinamica. Inoltre, lo studente conoscerà e saprà riconoscere quelle che sono le principali caratteristiche di un campo aerodinamico. <u>Conoscenze e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding)</u>

	<p>Al termine dell'insegnamento, lo studente sarà in grado di scrivere le equazioni di conservazione nella loro forma completa per poi semplificarne totalmente o parzialmente alcuni termini sotto opportune ipotesi.</p> <p><u>Autonomia di giudizio (making judgements)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà la capacità di scegliere il modello matematico-fisico più opportuno ad un campo fluidodinamico che gode di alcune proprietà specifiche: viscosità, comprimibilità tanto per fare alcuni esempi. Lo studente, inoltre, avrà sviluppato la capacità critica di interpretare i risultati ottenuti durante lo svolgimento di un esercizio numerico in termini di coerenza fisica.</p> <p><u>Abilità comunicative (communication skills)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà sviluppato un linguaggio scientifico corretto e comprensibile che gli consentirà di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito della meccanica dei fluidi.</p> <p><u>Capacità di apprendere (learning skills)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà sviluppato la capacità di applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi non familiari che abbiano come oggetto la modellistica del moto di un fluido.</p>
<p>Organizzazione dell'insegnamento</p>	<p>Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video dalla durata di mezz'ora ciascuna che compongono, insieme a slide, dispense ed esercitazioni svolte, i materiali di studio disponibili in piattaforma. Sono poi proposti dei test di autovalutazione, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni. Sono altresì disponibili lezioni in web-conference programmate a calendario che si realizzano nei periodi didattici e test di appelli d'esame precedenti, utili per prendere confidenza con la tipologia d'esame scritto. La didattica interattiva è svolta nel forum della "<u>classe virtuale</u>" e comprende tre Etivity che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria per la preparazione di un elaborato finale di tipo compilativo.</p> <p>In particolare, il Corso di Fondamenti di Fluidodinamica prevede 9 crediti formativi (CFU). Il <u>carico totale di studio</u> per questo modulo di insegnamento è di circa <u>225 ore</u> così suddivise in:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ circa 105 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato ▪ circa 120 ore di didattica interattiva per l'elaborazione della Etivity ▪ circa 5 ore di didattica interattiva per l'esecuzione dei test di autovalutazione <p>Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 10-12 settimane dedicando tra le 20 alle 30 ore di studio a settimana.</p>
<p>Contenuti del corso e scansione settimanale consigliata</p>	<p>Modulo 0 – Equazioni di conservazione (3 lezioni di teoria video registrate per un impegno di 6 ore– Settimana 1) Equazione di conservazione della massa. Equazione di conservazione della quantità di moto (Navier-Stokes).</p> <p>Modulo 1 – Introduzione alla turbolenza (5 lezioni di teoria video registrate per un impegno di 10 ore– Settimana 2-3) Introduzione alla turbolenza. Alcune proprietà dei flussi turbolenti. La cascata di energia. Scale della turbolenza Turbolenza. Omogenea Isotropa: Teoria di Kolmogorov (1941).</p> <p>Modulo 2 – Aerodinamica dei veicoli (7 lezioni di teoria video registrate per un impegno di 21 ore– Settimana 4-6) Introduzione; punti di vista, Equazione di Bernoulli, Il coefficiente di pressione, Linea di corrente e separazione; Strato limite; Separazione; Numero di Reynolds; Numero di Mach; Forze e momenti aerodinamici; Le ruote; Resistenza indotta. Aerodinamica dei veicoli da corsa.</p> <p>Modulo 3 – Introduzione alla Simulazione Aerodinamica (7 lezioni di teoria video registrate per un impegno di 21 ore– Settimana 7-8) Reynolds Average Navier Stokes (RANS), Metodo dei volumi finiti, metodi numerici, modelli di turbolenze: K – ε, K-omega, Spallart Almaras.</p> <p>Modulo 4 – Analisi dati (6 lezioni di teoria video registrate per un impegno di 18 ore– Settimana 9) Fondamenti di Statistica. Analisi nel dominio della frequenza. Analisi nel dominio del tempo.</p>

	<p>Etivity 1 – Simulazione Aerodinamica (per un impegno di 80 ore– Settimana 10-11)</p> <p>Etivity 2 – Analisi dati (per un impegno di 40 ore– Settimana 12)</p>
Materiali di studio	<p>Materiali didattici a cura del docente.</p> <p>Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 4 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, esercitazioni, slide, video lezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli strumenti necessari per affrontare lo studio della materia.</p>
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>L'esame consiste di norma nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti e nello svolgimento di una serie di attività (e-tivity) caricate all'interno delle classi virtuali. La prova scritta sarà valutata in 26esimi, mentre le e-tivity potranno conseguire una valutazione massima di 5 punti. La valutazione complessiva, pertanto, è espressa in 31esimi. Una votazione pari a 31/31 corrisponde a 30 e lode. I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia e la capacità di applicarle sono valutate dalla E-tivity, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso la prova orale.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 domande di teoria ▪ E discussione delle E-tivity <p>Per lo svolgimento degli esami non è consentito l'utilizzo delle dispense del corso caricate in piattaforma. Le e-tivity, invece, vanno svolte individualmente da ciascuno studente e consegnate al docente tramite messaggio in piattaforma almeno una settimana prima della prova d'esame cui lo studente si è prenotato. Il materiale da consegnare per ciascuna e-tivity è costituito da 5 file: due file con estensione “.pdf” contenente un report dettagliato dei risultati.</p>
Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale	<p>L'assegnazione dell'elaborato finale avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici interessi in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono preclusioni alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una media particolare per poterla richiedere. In piattaforma è caricata una FAQ sulla tesi di Laurea Magistrale in Antenne che contiene tutti i dettagli.</p>