



# UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

<b>Insegnamento</b>	<b>Probabilità e Statistica</b>
<b>Livello e corso di studio</b>	Corso di Laurea in Ingegneria Civile (triennale classe L-7) Corso di Laurea in Ingegneria Industriale (triennale classe L-9) Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica e Informatica (triennale classe L-8)
<b>Settore scientifico disciplinare (SSD)</b>	MAT/06
<b>Anno di corso</b>	1
<b>Anno Accademico</b>	2022/2023
<b>Numero totale di crediti</b>	6
<b>Propedeuticità</b>	E' consigliata la conoscenza delle tematiche dell'analisi matematica.
<b>Docente</b>	Carlo Drago Facoltà Ingegneria Nickname: carlo.drago Email: carlo.drago@unicusano.it Orario di ricevimento: Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza <a href="http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica">http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica</a>
<b>Presentazione</b>	<p>Il programma si divide in <b>due parti</b> principali: una parte generale ed una parte speciale. La parte generale copre argomenti istituzionali di un corso di <b>Probabilità e Statistica per l'Ingegneria</b> laddove la parte speciale approfondisce argomenti più avanzati di tipo seminariale (con rilevanti applicazioni all'Ingegneria). Le lezioni saranno basate sia sulla <b>teoria</b> della Probabilità e della Statistica che <b>sulle tecniche computazionali</b> per l'utilizzo della statistica <b>in ambiti professionali</b>. In particolare gli studenti approfondiranno linguaggi di programmazione applicati alla Statistica come R, Python ed Octave. Elemento caratterizzante del corso e dell'apprendimento è la necessità da parte dello studente di redigere <b>un lavoro applicativo</b> su dati reali o simulati e un documento/relazione professionale descrivendo gli obiettivi del lavoro applicato, i dati utilizzati, le metodologie ed infine i risultati ottenuti. L'enfasi, in questo caso, è sull'applicazione dei concetti <b>appresi durante il corso</b> calati in un contesto immediatamente <b>riutilizzabile in contesti professionali ingegneristici</b>. E' necessario fin dall'inizio concordare con il docente <b>il tema</b> del lavoro applicativo che si vuole svolgere (mediante le singole e-tivities) e successivamente ulteriormente <b>definire uno o più obiettivi</b> che poi diverranno base del lavoro per la rimanente parte della sessione. Il corso punta a formare gli studenti anche in relazione <b>alle più recenti esigenze professionali</b> del mercato del lavoro.</p>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Il corso di probabilità e statistica ha i seguenti obiettivi formativi:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Illustrare i metodi statistici descrittivi ed esplorativi</li><li>2. Illustrare i concetti chiave del calcolo delle probabilità</li><li>3. Illustrare l'inferenza statistica (in particolare stima parametrica e test d'ipotesi)</li><li>4. Illustrare la costruzione di modelli statistici</li><li>5. Illustrare l'implementazione di codici per la soluzione di problemi statistici applicati.</li></ol>
<b>Prerequisiti</b>	E' necessaria la conoscenza di elementi di analisi (limiti, derivate ed integrali)

<p><b>Risultati di apprendimento attesi</b></p>	<p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b></p> <p>Lo studente al termine del corso avrà dimostrato di conoscere gli argomenti di statistica, descrittiva, esplorativa ed inferenziale, ed avrà acquisito la capacità di analisi degli stessi. Inoltre, lo studente acquisirà la conoscenza di come concretamente costruire modelli statistici. Lo studente acquisirà infine i metodi computazionali per l'analisi dei dati mediante in R, Python ed in Octave. Tramite le diverse e-tivities gli studenti acquisiranno la capacità di formulare problemi statistici e progettare relazioni professionali facendo uso di concreti strumenti computazionali come R, Python ed Octave.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b></p> <p>Lo studente sarà in grado di utilizzare la conoscenza della teoria per l'analisi statistica. Lo studente sarà in grado di implementare semplici codici di calcolo per l'analisi di dati e per la soluzione di problemi statistici. Le e-tivities prevedono l'applicazione delle conoscenze teoriche statistiche a problemi e base dati reali da risolvere con l'ausilio di software di calcolo (R, Python ed Octave)</p> <p><b>Capacità di trarre conclusioni</b></p> <p>Lo studente sarà in grado di individuare le metodologie più appropriate da applicare ai problemi statistici considerati, in base ai dati di riferimento. Gli studenti saranno in grado di interpretare correttamente i risultati ottenuti.</p> <p><b>Abilità comunicative</b></p> <p>Lo studente sarà in grado di descrivere e sostenere conversazioni su problemi di probabilità e statistica descrittiva ed inferenziale, adoperando una terminologia adeguata</p> <p><b>Capacità di apprendere</b></p> <p>Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle nozioni fondamentali necessarie per l'analisi dei dati. Tutto ciò gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore maturità e gli fornirà le basi per poter apprendere quanto verrà proposto nei corsi specialistici in riferimento a temi di probabilità e statistica</p>
<p><b>Organizzazione dell'insegnamento</b></p>	<p>Il corso è sviluppato attraverso le <b>lezioni preregistrate audio-video</b> che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma.</p> <p>Sono poi proposti dei <b>test di autovalutazione</b>, di tipo asincrono, che corredo le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni.</p> <p>Sono altresì disponibili <b>lezioni in web-conference programmate a calendario</b> che si realizzano nei periodi didattici. Durante il corso sono altresì organizzate lezioni e tutorials professionalizzanti che aiutano a contestualizzare il contenuto della materia in ottica lavorativa con studio e analisi di casi reali e problemi concreti. La didattica si avvale, inoltre, di <b>forum (aule virtuali) e chat</b> disponibili in piattaforma che costituiscono uno spazio di discussione asincrono, dove i docenti e/o i tutor individuano i temi e gli argomenti più significativi dell'insegnamento e interagiscono con gli studenti iscritti. Saranno infine organizzati seminari di approfondimento e di recupero al fine di <b>supportare</b> al meglio <b>l'apprendimento</b> degli studenti.</p> <p>La <b>didattica interattiva</b> è quindi anche svolta nel forum della "classe virtuale" e comprende <b>6 E-tivities</b> che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria alla soluzione, tramite codici di calcolo sviluppati in R ed in Octave dallo studente, di problemi tipici statistici.</p> <p>In particolare, il Corso di Probabilità e Statistica prevede 6 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo insegnamento è di 150 ore così suddivise in:</p>

	<p><b>circa 120</b> ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato (15 Ore videoregistrate di Teoria e 7 ore di esercitazioni).</p> <p><b>Circa 25 ore di Didattica Interattiva</b> per l'elaborazione e la consegna dell'E-tivity\Lavoro applicato</p> <p><b>Circa 5 ore di Didattica Interattiva</b> per l'esecuzione dei test di autovalutazione.</p> <p>Si consiglia agli studenti come modalità di studio effettuare sessioni di studio della teoria, degli esercizi, e di lavoro computazionale, spedendo le singole e-tivities al termine di ogni blocco di studio inframmezzato dalle e-tivities medesime.</p>
<p><b>Contenuti del corso</b></p>	<p>Legenda: SR: Ross (2008), PI: Piccolo (2010), PE: Erto (2003), MRH: Montgomery et al (2012)</p> <p><b>Modulo 1 (lezione 1)</b></p> <p>Moduli 1-5 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio</p> <p>Il ruolo della Statistica in Ingegneria (settimana 1) Il metodo dell'Ingegneria e l'approccio statistico, raccolta dei dati e statistica descrittiva, inferenza statistica e modelli probabilistici, popolazione e campioni.</p> <p>Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 1 Test Modulo 1), SR pag.1-4 \ PI pag.15-30 \ PE pag. 179-181 \ MRH 1-19 (SR Ross 2008 PI Piccolo 2010 PE Erto 2003 MRH Montgomery Runger Hubele 2012)</p> <p><b>E-tivity 1:</b> definizione del problema statistico, disegno dello studio e raccolta dei dati. Il tempo di lavoro nelle e-tivities viene conteggiato all'interno delle 14 ore della settimana.</p> <p><b>Moduli 2-5 (lezione 2)</b></p> <p>Moduli 1-5: 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio</p> <p>Statistica Descrittiva (settimana 2) Organizzazione e descrizione dei dati, la sintesi dei dati, disuguaglianza di Chebyshev, campioni normali, insiemi di dati bivariati e coefficiente di correlazione campionaria</p> <p>Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 2-5, Test Moduli 2-5), SR pag. 12-41 \PI pag. 57-155\ PE pag. 181-200 \MRH 25-45</p> <p><b>E-tivity 2:</b> analisi descrittiva dei dati. Il tempo di lavoro nelle e-tivities viene conteggiato all'interno delle 14 ore della settimana.</p> <p><b>Moduli 6-9 (lezione 3)</b></p> <p>Moduli 6-9 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio</p> <p>Elementi di Probabilità (settimana 3) Spazio degli esiti e degli eventi, diagrammi di Venn ed algebra degli eventi, assiomi di probabilità, spazi di esiti equiprobabili, probabilità condizionata, formula di Bayes, eventi indipendenti</p> <p>Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 6-9, Test Moduli 6-9), SR pag.57-78 \ PI pag. 215-288 \PE pag. 1-38 \MRH pag. 64</p> <p><b>Moduli 10-14 (lezione 4)</b></p> <p>Moduli 10-14 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio</p> <p><b>E-tivity 3:</b> analisi esplorativa dei dati. Il tempo di lavoro nelle e-tivities viene conteggiato all'interno delle 14 ore della settimana.</p> <p>Variabili aleatorie e valore atteso (settimana 4) Variabili aleatorie, variabili aleatorie discrete e continue, coppie e vettori di variabili aleatorie, valore atteso, proprietà del valore atteso, varianza, covarianza, varianza della somma di variabili aleatorie, funzione generatrice di momenti, la legge debole dei grandi numeri</p>

Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 10-14 Test Moduli 10-14), SR pag. 89-132 \ PI pag. 293-335 \ PE pag. 81-118 \ MRH pag.68-73

#### **Moduli 15-17 (lezione 5)**

Moduli 15-20 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio

Modelli di variabili aleatorie (settimana 5) Variabili aleatorie di Bernoulli, variabili aleatorie di Poisson, variabili aleatorie ipergeometriche, variabili aleatorie uniformi, variabili aleatorie normali o gaussiane, variabili aleatorie esponenziali, variabili aleatorie di tipo Gamma, distribuzioni che derivano da quella normale, le distribuzioni chi-quadro, le distribuzioni t, le distribuzioni F

Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 15-17 Test Moduli 15-17), SR Pag. 143-197 \PI 381-457 \ PE pag. 131-171 \ MRH pag. 75-99

#### **Moduli 18-21 (lezione 6)**

Moduli 18-21 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio

La distribuzione delle statistiche campionarie (settimana 6) La media campionaria, Il teorema del limite centrale, distribuzione approssimata della media campionaria, la varianza campionaria, le distribuzioni delle statistiche di popolazioni normali, la distribuzione della media campionaria

Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 18-21 Test Moduli 18-21), SR pag. 205-226 \ PI 491-520 \PE pag. 198-206 \ MRH pag. 128

#### **Moduli 22-26 (lezione 7)**

Moduli 22-26 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio

Stima parametrica (settimana 7) Stimatori di massima verosimiglianza, intervalli di confidenza, stime per la differenza delle medie di due popolazioni normali, intervalli di confidenza approssimati per la media di una distribuzione di Bernoulli

Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 22-26 Test Moduli 22-26), SR pag. 233-264 \ PI 531-602 \PE pag. 259-274 \ MRH pag.150

#### **Moduli 27-30 (lezione 8)**

Moduli 27-30 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio

Verifica delle ipotesi (settimana 8) Livelli di significatività, la verifica di ipotesi sulla media di una popolazione normale, verificare se due popolazioni normali hanno la stessa media, la verifica delle ipotesi sulla varianza di una popolazione normale, verificare se due popolazioni normali hanno la stessa varianza, la verifica di ipotesi su una popolazione di Bernoulli, Verificare se due popolazioni di Bernoulli hanno lo stesso parametro, ipotesi sulla media di una distribuzione di Poisson, testare la relazione tra i parametri di due popolazioni di Poisson

Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 27-30 Test Moduli 27-30), SR pag.291-333 \ PI 607-668 \ PE pag. 291-302 \ MRH pag. 149-168

#### **Moduli 31-34 (lezione 9)**

Moduli 31-34 1 settimana per circa 14 ore di impegno di studio

**E-tivity 4:** Test d'ipotesi. Il tempo di lavoro nelle e-tivities viene conteggiato all'interno delle 14 ore della settimana.

Regressione (settimana 9) Stima dei parametri di regressione, distribuzione degli stimatori, inferenza statistica sui parametri di regressione, inferenza su 'beta', inferenza su 'alfa', Inferenza sulla risposta media 'alfa' + 'beta'X,

	<p>Intervallo di predizione di una risposta futura, Sommario dei risultati, Coefficiente di determinazione e coefficiente di correlazione campionaria, Analisi dei residui: verifica del modello, Linearizzazione, Minimi quadrati pesati, Regressione polinomiale, Regressione lineare multipla, Predizione di risposte future</p> <p>Appunti e materiali proposti dal docente (Moduli 31-34 Test Moduli 31-34), SR 349-403 \ PI 821-894 \ PE 409-452 \ MRH 299-350</p> <p><b>E-tivity 5:</b> Regressione. Il tempo di lavoro nelle e-tivities viene conteggiato all'interno delle 19 ore della settimana.</p> <p><b>Moduli – Parte Speciale (lezioni 9-12)</b></p> <p>Parte speciale 1 settimane per circa 14 ore di impegno di studio</p> <p>Parte Speciale: complementi e applicazioni di probabilità e statistica all'ingegneria (settimana 10-12) Analisi della varianza, verifica del modello e test d'indipendenza, test statistici non parametrici, controllo della qualità, affidabilità dei sistemi. analisi multidimensionale dei dati, Progettazione e analisi degli esperimenti. Analisi delle serie storiche classica.</p> <p>Appunti e materiali proposti dal docente (Parte Speciale Test Moduli Parte Speciale)</p> <p><b>E-tivity 6:</b> Altri strumenti tecnici e applicativi per l'ingegneria. Il tempo di lavoro nelle e-tivities viene conteggiato all'interno delle 14 ore della settimana.</p>
<p><b>Materiali di studio</b></p>	<p>· <b>MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE</b></p> <p><b>Testi consigliati:</b></p> <p>Piccolo D. (1998) Statistica. Il Mulino (PI)</p> <p>Ross, S. M. (2008). Probabilità e statistica per l'ingegneria e le scienze. Apogeo Editore. (SR)</p> <p>Per consultazione:</p> <p>Erto, P. (2003). Probabilità e statistica per le scienze e l'ingegneria. McGraw-Hill (PE)</p> <p>Montgomery D.C., Runger G.C. Hubele N.F. (2012) Statistica per ingegneria. Egea Milano (MRH)</p> <p>Montgomery D. C. (2005) Progettazione e analisi degli esperimenti. McGraw Hill</p> <p><b>Esercizi:</b></p> <p>Coccarda R. (2012) "Eserciziario di Statistica" Maggioli</p> <p>Opzionale:</p> <p>Pauli F., Torelli N., Trevisani M. (2008) "Statistica esercizi ed esempi". Pearson Education Italia</p> <p><b>Esempi, esercitazioni ed applicazioni pratiche al computer:</b></p> <p>Kerns, G. J. (2010). Introduction to Probability and Statistics Using R. URL: <a href="http://cran.r-project.org/web/packages/IPSUR/vignettes/IPSUR.pdf">http://cran.r-project.org/web/packages/IPSUR/vignettes/IPSUR.pdf</a></p> <p>R Development Core Team (2013), An Introduction to R, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL: <a href="http://www.R-project.org">http://www.R-project.org</a>, ISBN 3-900051-12-7</p> <p>Palm, W.G. (2011). Matlab: un'introduzione per gli ingegneri. Mc-Graw Hill</p> <p>Opzionale:</p> <p>Espa G., Micciolo R. (2008) "Problemi ed esperimenti di statistica con R" Apogeo editore</p> <p><b>Lecture integrative e/o sostitutive saranno proposte agli studenti in relazione alle specifiche esigenze professionali di riferimento del singolo corso di Laurea e curriculum di appartenenza.</b></p>

## Modalità di verifica dell'apprendimento

L'esame consiste in una prova scritta della durata di 90 minuti, sia quando svolto nella sede di Roma, sia quando svolto in un polo esterno. Il lavoro corrispondente allo sviluppo delle e-tivities va obbligatoriamente previamente concordato con il docente. Durante la prova scritta non è consentito utilizzare dispense, appunti, testi o formulari esterni al corso in formato cartaceo né digitale. L'uso della calcolatrice è consentito solo nel caso di calcolatrici non scientifiche né programmabili. Durante la prova medesima è consentito utilizzare i formulari e le tavole statistiche fornite dal docente. L'esame consta di domande aperte, esercizi e test a risposta multipla. Ciascun singolo gruppo di domande presenta un uguale punteggio nella valutazione finale (laddove non diversamente specificato). Il lavoro applicato è un lavoro scritto (svolto mediante le diverse e-tivities) che a partire da un problema concordato con il docente richiede da parte dello studente di fare uso delle conoscenze apprese durante il corso per risolvere il problema medesimo (facendo quindi uso di tutti gli strumenti visti durante il corso). Al fine di coprire tutti gli argomenti del corso è possibile anche suddividere il lavoro in diverse parti indipendenti le une dalle altre con diversi obiettivi. Lo scritto d'esame può comprendere domande sul lavoro applicato.

Verranno quindi valutate all'interno della valutazione finale:

- Lo scritto d'esame
- Le e-tivities svolte\il lavoro applicato svolto

Il voto quindi sarà la risultante dello scritto d'esame, del lavoro applicato. Gli scritti verranno valutati con i seguenti criteri: pertinenza\rigore, chiarezza ed esaustività laddove i lavori applicati verranno anche valutati (con domande apposite nello scritto) anche sotto il profilo dell'originalità, della complessità e della padronanza degli strumenti e degli argomenti dimostrata. I punteggi sono così distribuiti nel dettaglio:

- Scritto: teoria - 22 punti
- Scritto: lavoro applicato\ e-tivities - 8 punti

I punti relativi al lavoro applicato sono valutati attraverso specifiche domande o quesiti parte di domande all'interno dello scritto.

I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia e la capacità di applicarle sono valutate dalla prova scritta, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le e-tivities.

A partire dall'appello di gennaio 2020 (sia per la sede di Roma, sia per le sedi esterne) l'esame di Probabilità e Statistica sarà composto da 6 domande composte a loro volta da un singolo oppure diversi quesiti. La parte relativa alla teoria varrà 22/30 punti mentre la domanda o le domande sulle etivity (definito anche come "lavoro applicato") verranno valutate 8/30

La prima parte verterà su Statistica Descrittiva, Esplorativa, Probabilità, Variabili Aleatorie e Modelli di Variabili Aleatorie (3 CFU moduli 1-17), la seconda parte su argomenti dei restanti moduli quindi le Distribuzioni Campionarie, la Stima Parametrica, la Verifica d'Ipotesi, la Regressione e la parte speciale (3 CFU moduli 18-34 e parte speciale).

Sarà possibile sostenere l'esame con le seguenti modalità:

- Esame integrale (3+3) CFU: in questo caso si svolgerà l'esame interamente.
- Prova parziale: in questo caso sarà possibile svolgere solamente la parte sui primi moduli (1-17) e successivamente sugli ultimi moduli (i rimanenti).

Lo studente dovrà indicare, secondo le modalità previste nel testo dell'esame, se preferisce svolgere l'intero esame, una prova parziale sulla prima parte (moduli 1-17) o una prova parziale sulla seconda parte (moduli 18-34 e parte speciale). Nel caso si scegliesse la prova parziale, quindi nel caso in cui si scegliesse di svolgere solamente una parte dell'esame (moduli 1-17 o moduli 18-34) la restante parte non verrà corretta. Una scelta multipla o nessuna scelta comporterà automaticamente la correzione dell'intero esame.

Nel caso in cui lo studente scegliesse di svolgere solamente una parte dell'esame e per quella parte raggiungesse la sufficienza, lo studente riceverà un giudizio positivo per la prova in questione che potrà essere integrato da un successivo giudizio positivo (da ottenere in un appello successivo) sulla parte restante di programma.

Se si scegliesse di svolgere l'esame tramite prove parziali, al superamento di entrambi, verrà verbalizzato un voto d'esame, che terrà conto delle attività svolte in itinere (etivity o lavoro applicato) e della valutazione ottenuta nelle due prove parziali. In caso di rifiuto di tale voto, i giudizi positivi precedentemente ottenuti verranno azzerati.

Il giudizio riportato nella prima prova parziale rimarrà valido per i successivi (6 mesi). In caso di mancato superamento e/o sostenimento della seconda prova, il giudizio riportato nella I prova verrà annullato.

**Criteri per  
l'assegnazione  
dell'elaborato finale**

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.