



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE

Bollettino Notiziario

Anno Accademico 2015/2016

**Laurea in Statistica per le Tecnologie e le
Scienze (Ord. 2014)**

Curriculum: Corsi comuni

ALGEBRA LINEARE

(Titolare: Prof.ssa GEMMA PARMEGGIANI) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 32A+22E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Algebra elementare, trigonometria, geometria analitica elementare.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente una preparazione di base di Algebra Lineare sugli argomenti riguardanti: i sistemi di equazioni lineari, le loro soluzioni teoriche ed algoritmiche, i fondamenti della teoria degli spazi vettoriali euclidei reali e complessi, i metodi per il calcolo del determinante, i risultati basilari sugli autosistemi, fino al teorema spettrale.

Per rendere lo studente operativamente capace di risolvere i problemi illustrati, verranno svolti numerosi esempi ed esercizi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Sono impartite 54 ore di lezioni frontali, di cui circa un terzo dedicate allo svolgimento di esercizi di tipo numerico.

Viene richiesto lo svolgimento di alcuni esercizi a casa.

Contenuti :

Matrici e loro operazioni. Trasposta di una matrice. Decomposizione a blocchi di matrici. Eliminazione di Gauss per la risoluzione algoritmica dei sistemi di equazioni lineari e il calcolo delle matrici inverse. Matrici elementari e decomposizione LU.

Spazi vettoriali. Sistemi di generatori, vettori linearmente dipendenti e indipendenti. Basi e dimensione di uno spazio vettoriale. I quattro sottospazi fondamentali di una matrice. Coordinate di un vettore rispetto ad una base ordinata. Cambiamento di base. Applicazioni lineari e matrici associate.

Norme e prodotti scalari. Vettori ortogonali e basi ortonormali. Proiezioni ortogonali. Procedimento di Gram-Schmidt. Decomposizione QR. Approssimazione ai minimi quadrati e sistema delle equazioni normali.

Calcolo del determinante di una matrice ed applicazioni.

Autovalori, autovettori ed autospazi di matrici. Polinomio caratteristico e sue proprietà. Molteplicità algebriche e geometriche degli autovalori. Diagonalizzazione e triangolarizzazione di matrici. Matrici normali e teorema spettrale.

Modalità di esame :

Esame solamente scritto, della durata di tre ore. Vengono proposte una domanda di tipo teorico e tre esercizi di tipo numerico.

Non è consentita la consultazione di libri e appunti.

E' obbligatoria la presenza per la registrazione dell'esame.

Criteri di valutazione :

Ogni domanda di ciascun esercizio concorre per un certo ammontare specificato al voto massimo di 33/30 (corrispondente a 30 e lode).

Costituiscono criteri per una valutazione positiva la correttezza, la precisione e la completezza delle soluzioni date ai diversi esercizi.

Testi di riferimento :

E. GREGORIO, L. SALCE, Algebra Lineare. Padova: Libreria Progetto, 2012

NOBLE B., DANIEL J.W., Applied Linear Algebra. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall Inc., 1988

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il programma del corso è completamente coperto dal libro di testo di E.Gregorio e L.Salce: "Algebra lineare", Ed. Libreria Progetto, Padova, 2012 (3^a ed.). Di tale testo sono svolti gran parte dei primi 3 capitoli ed alcuni paragrafi dei capitoli 4, 5 e 6. Vengono inoltre utilizzate le Appendici A, B e C. Soluzioni di compiti dati all'esame in appelli precedenti si trovano in rete in MOODLE.

ALGEBRA LINEARE

(Titolare: Prof. LUIGI SALCE) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 32A+22E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Algebra elementare, trigonometria, geometria analitica elementare.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente una preparazione di base di Algebra Lineare sugli argomenti riguardanti: i sistemi di equazioni lineari, le loro soluzioni teoriche ed algoritmiche, i fondamenti della teoria degli spazi vettoriali euclidei reali e complessi, i metodi per il calcolo del determinante, i risultati basilari sugli autosistemi, fino al teorema spettrale. Per rendere lo studente

operativamente capace di risolvere i problemi illustrati, verranno svolti numerosi esempi ed esercizi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Sono impartite 54 ore di lezioni frontali, di cui circa un terzo dedicate allo svolgimento di esercizi di tipo numerico.

Viene richiesto lo svolgimento di alcuni esercizi a casa.

Contenuti :

Matrici e loro operazioni. Trasposta di una matrice. Decomposizione a blocchi di matrici. Eliminazione di Gauss per la risoluzione algoritmica dei sistemi di equazioni lineari e il calcolo delle matrici inverse. Matrici elementari e decomposizione LU.

Spazi vettoriali. Sistemi di generatori, vettori linearmente dipendenti e indipendenti. Basi e dimensione di uno spazio vettoriale. I quattro sottospazi fondamentali di una matrice. Coordinate di un vettore rispetto ad una base ordinata. Cambiamento di base. Applicazioni lineari e matrici associate.

Norme e prodotti scalari. Vettori ortogonali e basi ortonormali. Proiezioni ortogonali. Procedimento di Gram-Schmidt. Decomposizione QR. Approssimazione ai minimi quadrati e sistema delle equazioni normali.

Calcolo del determinante di una matrice ed applicazioni.

Autovalori, autovettori ed autospazi di matrici. Polinomio caratteristico e sue proprietà. Molteplicità algebriche e geometriche degli autovalori. Diagonalizzazione e triangolarizzazione di matrici. Matrici normali e teorema spettrale.

Modalità di esame :

Esame solamente scritto, della durata di tre ore.

Vengono proposte una domanda di tipo teorico e tre esercizi di tipo numerico.

Non è consentita la consultazione di libri e appunti.

È obbligatoria la presenza per la registrazione dell'esame.

Criteri di valutazione :

Ogni domanda di ciascun esercizio concorre per un certo ammontare specificato al voto massimo di 33/30 (corrispondente a 30 e lode). Costituiscono criteri per una valutazione positiva la correttezza, la precisione e la completezza delle soluzioni date ai diversi esercizi.

Testi di riferimento :

E. GREGORIO, L. SALCE, Algebra Lineare. Padova: Libreria Progetto, 2012

NOBLE B., DANIEL J.W., Applied Linear Algebra. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall Inc., 1988

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il programma del corso è completamente coperto dal libro di testo di E. Gregorio e L. Salce: "Algebra Lineare", Ed. Libreria Progetto, Padova, 2012(3ª ed.). Di tale testo sono svolti gran parte dei primi 3 capitoli ed alcuni paragrafi dei capitoli 4, 5 e 6. Vengono inoltre utilizzate le Appendici A, B e C.

Soluzioni di compiti dati all'esame in appelli precedenti si trovano in rete in MOODLE.

ANALISI DEI DATI MULTIDIMENSIONALI

(Titolare: Dott. LIVIO FINOS) - Mutuato da: Laurea in Statistica e Tecnologie Informatiche

Periodo: Il anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 28A+14L; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Algebra lineare

Statistica I

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso mira ad introdurre lo studente ai principali metodi statistici per dati (e problemi) multidimensionali.

Vengono affrontati alcuni metodi inferenziali classici (T^2 Hotelling, regressione multipla multivariata e i principali metodi esplorativi di riduzione dei dati (Componenti Principali e MultiDimensional Scaling).

Una particolare rilevanza è data anche alla definizione di tecniche di analisi dei gruppi (clustering gerarchico e non gerarchico).

L'acquisizione della capacità di applicazione dei metodi tramite software (R) è una finalità non secondaria del corso.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali e laboratorio.

Contenuti :

Metodi di riduzione dei dati

- Analisi delle componenti principali
- Analisi fattoriale esplorativa. Identificazione dei fattori, rotazioni degli assi, interpretazione dei fattori.
- Analisi delle corrispondenze semplici e multiple.
- Scaling multidimensionale.

Metodi di clustering e classificazione.

- Cluster analysis gerarchica.
- Misure di distanza e metodologie appropriate per variabili non quantitative.
- Cluster analysis non gerarchica.

Inferenza Multivariata

- Vettori casuali multivariati
- Distribuzione Normale Multivariata
- Distribuzione Wishart e T^2 di Hotelling
- Regressione Multipla Multivariata

Modalità di esame :

Prova scritta e prova in laboratorio (con R)

Criteria di valutazione :

Capacità di risolvere gli esercizi e di rispondere alle domande.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Appunti delle lezioni e materiale su moodle.

Testi di riferimento:

Mardia, K.V., Kent, J.T., Bibby, J.M., *Multivariate Analysis*. New York: Academic Press, 1979.

Richard A. Johnson, Dean W. Wichern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall, 2013.

Fabbris, L., *Analisi esplorativa di dati multidimensionali*. Padova: CLEUP, 1990.

ANALISI DEI DATI MULTIDIMENSIONALI

(Titolare: Dott.ssa MANUELA CATTELAN)

Periodo: Il anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 28A+14E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Algebra lineare

Statistica I

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso mira ad introdurre lo studente ai principali metodi statistici per dati (e problemi) multidimensionali.

Vengono affrontati alcuni metodi inferenziali classici (T^2 Hotelling, regressione multipla multivariata) e i principali metodi esplorativi di riduzione dei dati (Componenti Principali e MultiDimensional Scaling).

Una particolare rilevanza è data anche alla definizione di tecniche di analisi dei gruppi (clustering gerarchico e non gerarchico).

L'acquisizione della capacità di applicazione dei metodi tramite software (R) è una finalità non secondaria del corso.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali e laboratorio.

Contenuti :

Metodi di riduzione dei dati

- Analisi delle componenti principali
- Analisi fattoriale esplorativa. Identificazione dei fattori, rotazioni degli assi, interpretazione dei fattori.
- Analisi delle corrispondenze semplici e multiple.
- Scaling multidimensionale.

Metodi di clustering e classificazione.

- Cluster analysis gerarchica.
- Misure di distanza e metodologie appropriate per variabili non quantitative.
- Cluster analysis non gerarchica.

Inferenza Multivariata

- Vettori casuali multivariati
- Distribuzione Normale Multivariata
- Distribuzione Wishart e T^2 di Hotelling
- Regressione Multipla Multivariata

Modalità di esame :

Prova scritta e prova in laboratorio (con R).

Criteria di valutazione :

Capacità di risolvere gli esercizi e di rispondere alle domande.

Testi di riferimento :

Mardia, K.V., Kent, J.T., Bibby, J.M., *Multivariate Analysis*. New York: Academic Press, 1979

Johnson, R. A., Wichern, D. W., *Applied Multivariate Statistical Analysis*. : Prentice Hall, 2013

Fabbris, L., *Analisi esplorativa di dati multidimensionali*. Padova: CLEUP, 1990

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Appunti delle lezioni e materiale su moodle.

ANALISI MATEMATICA

(Titolare: Prof.ssa GIULIA TREU) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A+34E; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Contenuti dei corsi di Algebra Lineare e di Istituzioni di Analisi 1

Conoscenze e abilità da acquisire :

Saranno trattati il calcolo differenziale e il calcolo integrale in π^1 variabili, le successioni e le serie di funzioni, le equazioni differenziali ordinarie. Gli studenti acquisiranno, oltre ai fondamenti teorici, anche le abilità pratiche di calcolo che permetteranno loro risolvere

problemi applicativi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Analisi Matematica. Sono impartite 72 ore di lezione frontale, di cui almeno un terzo dedicate allo svolgimento di esercizi.

Contenuti :

Successioni e serie di funzioni Convergenza puntuale e uniforme per le successioni di funzioni reali di variabile reale. Limite uniforme di una successione di funzioni continue. Teorema di inversione dell'ordine dei limiti. Convergenza puntuale, uniforme, totale di una serie di funzioni reali di variabile reale. Serie di potenze, raggio di convergenza. Serie di Taylor. Funzioni analitiche. Calcolo differenziale per funzioni reali di n variabili reali Elementi di topologia nello spazio euclideo. Insiemi aperti, chiusi, compatti, connessi. Definizione di limite di una funzione in un punto e in un insieme. Teoremi algebrici sui limiti. Definizione di funzioni continua in un punto e in un insieme. Teorema sulla continuità delle funzioni composte. Teorema di Weierstrass, teorema di connessione. Derivate parziali e direzionali. Derivate di ordine superiore, matrice Hessiana, teorema di Schwartz. Funzione differenziabile in un punto. Derivabilità delle funzioni composte. Massimi e minimi liberi: condizioni necessarie del primo e del secondo ordine. Condizioni sufficienti. Teorema delle funzioni implicite. Significato geometrico del gradiente. Massimi e minimi vincolati. Teorema dei moltiplicatori di Lagrange. Calcolo integrale per funzioni di n variabili reali. Teoria della misura di Lebesgue. La \mathcal{L}^1 -algebra degli insiemi misurabili secondo Lebesgue. Funzioni misurabili e funzioni integrabili (o sommabili). Definizione di integrale di una funzione in un insieme misurabile. Proprietà dell'integrale. Teorema di Fubini-Tonelli (formula di riduzione) e teorema di cambiamento di variabili. Equazioni differenziali ordinarie a variabili separabili e lineari.

Modalità di esame :

L'esame è scritto e si articola in due parti.

Algebra Lineare: con due esercizi numerici ed un esercizio di tipo teorico.

Analisi Matematica: quattro esercizi di cui il primo su continuità e differenziabilità, il secondo su massimi e minimi, il terzo sugli integrali e il quarto sulle successioni e serie di funzioni.

Criteri di valutazione :

Ogni domanda di ciascun esercizio concorre per un certo ammontare specificato al voto massimo di 33/30 (corrispondente a 30 e lode). Costituiscono criteri per una valutazione positiva la correttezza, la precisione e la completezza delle soluzioni date ai diversi esercizi.

Testi di riferimento :

P. Marcellini e C. Sbordone, Esercitazioni di Matematica, II vol. Parti prima e seconda. : Liguori,

N. FUSCO, P. MARCELLINI, C. SBORDONE, Analisi due. : Liguori,

Michiel Bertsch, Roberta Dal Passo, Lorenzo Giacomelli, Analisi Matematica. : McGraw Hill,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Analisi Matematica. Nella piattaforma MOODLE di Scienze Statistiche, alla pagina del corso sono presenti gli appunti delle lezioni, i testi degli appelli degli anni precedenti e altro materiale didattico. Per l'accesso è necessaria una password che verrà comunicata dal docente.

BASI DI DATI 1

(Titolare: Dott. LORIS NANNI) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: 1 anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 34A+8L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Sistemi di Elaborazione 1

Conoscenze e abilità da acquisire :

Analisi dei requisiti per un sistema informativo.

Progettazione concettuale e logica di basi di dati.

Implementazione e accesso a basi di dati mediante SQL.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed attività di laboratorio.

Contenuti :

Analisi dei requisiti.

Progettazione concettuale

Progettazione logica

SQL

Elementi di progettazione fisica

Modalità di esame :

Prova scritta e/o prova pratica, saranno presenti sia domande di teoria che esercizi di natura laboratoriale.

Criteri di valutazione :

Il voto finale è ottenuto da una media ponderata dei voti relativi alla parti di teoria e di esercizi di natura laboratoriale.

Testi di riferimento :

P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone, *Basi di dati: modelli e linguaggi di interrogazione.* : McGraw-Hill,

R. Elmasri, S. Navathe, *Sistemi di basi di dati - Fondamenti.* : Pearson Education,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

M. Melucci. *Basi di Dati.* Esculapio, 2013.

R. Ramakrishnan, J. Gehrke. *Sistemi di basi di dati.* McGraw-Hill, 2004.

D. DorbolÃ², A. Guidi. *Guida a SQL 2/ed McGraw-Hill, 2004 R.F. van der Lans. Introduzione a SQL (2nd Ed).* Addison-Wesley, 2001.

D. Maio, S. Rizzi, A. Franco. *Esercizi di Progettazione di Basi di Dati Esculapio, 2005.*

D. Beneventano, S. Bergamaschi e M. Vicini. *Progetto Relazionale di Basi di Dati.* Pitagora Editrice Bologna.

Eventuali dispense fornite dal docente.

BASI DI DATI 1

(Titolare: Dott. LORIS NANNI) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 34A+8L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Sistemi di Elaborazione 1

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Analisi dei requisiti per un sistema informativo.

Progettazione concettuale e logica di basi di dati.

Implementazione e accesso a basi di dati mediante SQL.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed attivita' di laboratorio.

Contenuti :

Analisi dei requisiti.

Progettazione concettuale

Progettazione logica

SQL

Elementi di progettazione fisica

Modalita' di esame :

Prova scritta e/o prova pratica, saranno presenti sia domande di teoria che esercizi di natura laboratoriale.

Criteri di valutazione :

Il voto finale Ã¨ ottenuto da una media ponderata dei voti relativi alla parti di teoria e di esercizi di natura laboratoriale.

Testi di riferimento :

P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone, *Basi di dati: modelli e linguaggi di interrogazione.* : McGraw-Hill,

R. Elmasri, S. Navathe, *Sistemi di basi di dati - Fondamenti.* : Pearson Education,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

M. Melucci. *Basi di Dati.* Esculapio, 2013.

R. Ramakrishnan, J. Gehrke. *Sistemi di basi di dati.* McGraw-Hill, 2004.

D. DorbolÃ², A. Guidi. *Guida a SQL 2/ed McGraw-Hill, 2004 R.F. van der Lans. Introduzione a SQL (2nd Ed).* Addison-Wesley, 2001.

D. Maio, S. Rizzi, A. Franco. *Esercizi di Progettazione di Basi di Dati Esculapio, 2005.*

D. Beneventano, S. Bergamaschi e M. Vicini. *Progetto Relazionale di Basi di Dati.* Pitagora Editrice Bologna.

Eventuali dispense fornite dal docente.

ISTITUZIONI DI ANALISI MATEMATICA

(Titolare: Dott.ssa PAOLA MANNUCCI) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A+36E; 12,00 CFU

Prerequisiti :

Il linguaggio della matematica, con elementi di logica e di teoria degli insiemi. I numeri, dai naturali ai reali, con il loro ordinamento, operazioni e proprietÃ - I polinomi; divisione di polinomi; Teorema di Ruffini; scomposizione in fattori.- Le funzioni elementari (polinomiale, potenza, esponenziale, logaritmo e funzioni trigonometriche) con le loro proprietÃ ed i grafici di alcune di esse- Equazioni e disequazioni, razionali e trascendenti e sistemi di disequazioni.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Alla fine del corso gli studenti avranno acquisito le nozioni fondamentali dell'analisi matematica legate alle proprietÃ dei numeri reali e al concetto di limite. Dal punto di vista operativo acquisiranno la capacitÃ di calcolare limiti di funzioni di una variabile utilizzando sia i limiti notevoli che la formula di Taylor. Conosceranno il concetto di derivata, sapranno calcolare le derivate delle funzioni di una variabile e sapranno utilizzarle per risolvere problemi con parametro e per tracciare grafici di funzioni.

Sapranno calcolare integrali definiti e indefiniti, studiare la convergenza di serie numeriche, studiare il comportamento dei massimi e minimi di funzioni in due variabili.

Avranno gli strumenti matematici necessari ai corsi di ProbabilitÃ e Statistica, quali il calcolo integrale, le serie numeriche e i fondamenti dello studio di funzioni reali di due

variabili reali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Sono impartite 108 ore di lezione frontale, di cui circa metà dedicate allo svolgimento di esercizi di tipo numerico e teorico.

Le lezioni seguiranno, sia nelle notazioni che negli argomenti, il libro di testo e si svolgeranno con il tablet e alla lavagna.

L'uso del tablet e della piattaforma MOODLE serve a favorire la miglior comprensione degli argomenti trattati e a permettere agli studenti di avere disposizione quanto più materiale didattico possibile.

Agli studenti si richiede di seguire con attenzione le lezioni e di dedicare una buona quantità di tempo al lavoro autonomo. Quest'ultimo è di fondamentale importanza per sviluppare sia le capacità logiche che le abilità pratiche connesse con il programma d'esame. Al fine di sostenere gli studenti che ne sentano l'esigenza saranno organizzate attività di tutorato coordinate dal docente.

Ogni settimana, durante il corso, il docente sarà disponibile a ricevere gli studenti per dubbi riguardanti il corso.

Sarà attivo e aggiornato quotidianamente il sito del corso il cui indirizzo sarà comunicato il primo giorno di lezione.

Contenuti :

- Insiemi numerici.- Funzioni reali.- Limiti di funzioni, proprietà e teoremi relativi; limiti di successioni; funzioni continue e teoremi relativi.- Derivazione di funzioni: tecniche di calcolo, proprietà e teoremi sulle derivate.- Formula di Taylor e di MacLaurin.- Applicazione delle derivate allo studio di funzioni e alla determinazione del loro grafico.- Integrali definiti e indefiniti; funzioni primitive; Teorema Fondamentale del Calcolo Integrale; integrazione per parti e per sostituzione; tecniche di integrazione. Integrali impropri e criteri di convergenza.

- Serie numeriche: definizioni e proprietà. Serie geometrica, armonica e armonica generalizzata. Criteri di convergenza (confronto, confronto asintotico, rapporto, radice). Convergenza assoluta. Serie a termini di segno alterno, con Teorema di Leibnitz.- Funzioni di due variabili reali: elementi di topologia, limiti e continuità. Derivate parziali, con teorema di Schwartz. Massimi e minimi locali e globali, liberi e vincolati. Teorema dei moltiplicatori di Lagrange. Per il programma dettagliato, l'elenco dei teoremi e delle dimostrazioni, si vedano gli appunti delle lezioni pubblicati settimanalmente durante il periodo di lezione alla pagina web del corso.

Modalità di esame :

L'esame è scritto. Di solito il testo dell'esame è costituito da tre o quattro esercizi più alcune domande di teoria in cui si chiede di enunciare e/o dimostrare un teorema presentato a lezione.

La commissione può richiedere al candidato di sostenere una prova orale, qualora ritenga che la sola prova scritta non abbia fornito sufficienti elementi di giudizio.

Criteri di valutazione :

Ogni domanda di ciascun esercizio concorre per un certo ammontare specificato al voto massimo di 33/30 (corrispondente a 30 e lode). Costituiscono criteri per una valutazione positiva la correttezza, il rigore metodologico e la completezza delle soluzioni, la chiarezza espositiva date ai diversi esercizi.

Testi di riferimento :

M. Bertsch, R. Dal Passo e L. Giacomelli, *Analisi Matematica*. : McGraw-Hill,

Marco Bramanti, *Esercitazioni di Analisi Matematica 1*. : Esculapio,

Marco Bramanti, Carlo D. Pagani e Sandro Salsa, *Analisi Matematica 1*,. : Zanichelli, 2008

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Libro di testo di teoria, Libro di esercizi, appunti di lezione svolti con il tablet, esercizi di autoverifica assegnati periodicamente.

ISTITUZIONI DI ANALISI MATEMATICA

(Titolare: Dott.ssa ANNALISA CESARONI)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 72A+36E; 12,00 CFU

Prerequisiti :

Il linguaggio della matematica, con elementi di logica e di teoria degli insiemi. I numeri, dai naturali ai reali, con il loro ordinamento, operazioni e proprietà - I polinomi; divisione di polinomi; Teorema di Ruffini; scomposizione in fattori.- Le funzioni elementari (polinomiale, potenza, esponenziale, logaritmo e funzioni trigonometriche) con le loro proprietà ed i grafici di alcune di esse- Equazioni e disequazioni, razionali e trascendenti e sistemi di disequazioni.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Alla fine del corso gli studenti avranno acquisito le nozioni fondamentali dell'analisi matematica legate alle proprietà dei numeri reali e al concetto di limite. Dal punto di vista operativo acquisiranno la capacità di calcolare limiti di funzioni di una variabile utilizzando sia i limiti notevoli che la formula di Taylor. Conosceranno il concetto di derivata, sapranno calcolare le derivate delle funzioni di una variabile e sapranno utilizzarle per risolvere problemi con parametro e per tracciare grafici di funzioni.

Sapranno calcolare integrali definiti e indefiniti, studiare la convergenza di serie numeriche, studiare il comportamento dei massimi e minimi di funzioni in due variabili.

Avranno gli strumenti matematici necessari ai corsi di Probabilità e Statistica, quali il calcolo integrale, le serie numeriche e i fondamenti dello studio di funzioni reali di due variabili reali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Sono impartite 108 ore di lezione frontale, di cui circa metà dedicate allo svolgimento di esercizi di tipo numerico e teorico.

Le lezioni seguiranno, sia nelle notazioni che negli argomenti, il libro di testo e si svolgeranno con il tablet e alla lavagna.

L'uso del tablet e della piattaforma MOODLE serve a favorire la miglior comprensione degli argomenti trattati e a permettere agli studenti di avere disposizione quanto più materiale didattico possibile.

Agli studenti si richiede di seguire con attenzione le lezioni e di dedicare una buona quantità di tempo al lavoro autonomo. Quest'ultimo è di fondamentale importanza per sviluppare sia le capacità logiche che le abilità pratiche connesse con il programma d'esame. Al fine di

sostenere gli studenti che ne sentano l'esigenza saranno organizzate attività di tutorato coordinate dal docente. Ogni settimana, durante il corso, il docente sarà disponibile a ricevere gli studenti per dubbi riguardanti il corso. Sarà attivo e aggiornato quotidianamente il sito del corso il cui indirizzo sarà comunicato il primo giorno di lezione.

Contenuti :

- Insiemi numerici.- Funzioni reali.- Limiti di funzioni, proprietà e teoremi relativi; limiti di successioni; funzioni continue e teoremi relativi.- Derivazione di funzioni: tecniche di calcolo, proprietà e teoremi sulle derivate.- Formula di Taylor e di MacLaurin.- Applicazione delle derivate allo studio di funzioni e alla determinazione del loro grafico.- Integrali definiti e indefiniti; funzioni primitive; Teorema Fondamentale del Calcolo Integrale; integrazione per parti e per sostituzione; tecniche di integrazione. Integrali impropri e criteri di convergenza.

- Serie numeriche: definizioni e proprietà . Serie geometrica, armonica e armonica generalizzata. Criteri di convergenza (confronto, confronto asintotico, rapporto, radice). Convergenza assoluta. Serie a termini di segno alterno, con Teorema di Leibnitz.- Funzioni di due variabili reali: elementi di topologia, limiti e continuità . Derivate parziali, con teorema di Schwartz. Massimi e minimi locali e globali, liberi e vincolati. Teorema dei moltiplicatori di Lagrange.Per il programma dettagliato, l'elenco dei teoremi e delle dimostrazioni, si vedano gli appunti delle lezioni pubblicati settimanalmente durante il periodo di lezione alla pagina web del corso.

Modalità di esame :

L'esame è scritto. Di solito il testo dell'esame è costituito da tre o quattro esercizi più alcune domande di teoria in cui si chiede di enunciare e/o dimostrare un teorema presentato a lezione.

La commissione può richiedere al candidato di sostenere una prova orale, qualora ritenga che la sola prova scritta non abbia fornito sufficienti elementi di giudizio.

Criteri di valutazione :

Ogni domanda di ciascun esercizio concorre per un certo ammontare specificato al voto massimo di 33/30 (corrispondente a 30 e lode).Costituiscono criteri per una valutazione positiva la correttezza, il rigore metodologico e la completezza delle soluzioni, la chiarezza espositiva date ai diversi esercizi.

Testi di riferimento :

M. Bertsch, R. Dal Passo e L. Giacomelli, *Analisi Matematica*. Milano: McGraw-Hill, 2011

M. Bramanti, *Esercitazioni di Analisi Matematica 1*. : Esculapio, 2008

M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa, *Analisi Matematica 1*. : Zanichelli, 2008

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Libro di testo di teoria, Libro di esercizi, appunti di lezione svolti con il tablet, esercizi di autoverifica assegnati periodicamente.

ISTITUZIONI DI PROBABILITÀ

(Titolare: Prof. PAOLO DAI PRA) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: 1 anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 56A+26E; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Elementi di calcolo differenziale e integrale per funzioni di una variabile reale.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il programma del corso verte sui principali concetti di base del calcolo delle probabilità . E' un corso di carattere introduttivo che ha come obiettivo la presentazione delle metodologie di base per la modellizzazione dei fenomeni di tipo casuale. L'attenzione è posta su concetti teorici generali e su tecniche applicative di base, l'obiettivo è di fornire allo studente una buona elasticità di fruizione dei concetti essenziali della disciplina.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

L'apprendimento delle nozioni teoriche sarà accompagnato da esempi ed esercizi.

Contenuti :

Esperimenti aleatori, spazio campionario e definizione di probabilità .

Spazio campionario con un numero finito di eventi elementari, elementi di calcolo combinatorio.

Probabilità condizionata e indipendenza di eventi.

Variabili aleatorie discrete, densità discreta e distribuzione.

Vettori di variabili aleatorie discrete, densità congiunte e marginali. Indipendenza di variabili aleatorie discrete.

Valor medio di variabili aleatorie discrete. Varianza, covarianza, momenti.

Distribuzioni notevoli discrete: Binomiale, Ipergeometrica, Geometrica, Binomiale negativa, Poisson.

Densità condizionata e valor medio condizionato per variabili aleatorie discrete.

Variabili aleatorie assolutamente continue e loro valor medio.

Distribuzioni assolutamente continue notevoli: Uniforme, Gamma, Normale.

Vettori aleatori assolutamente continui, densità congiunte, indipendenza di variabili aleatorie assolutamente continue.

Densità condizionata e valor medio condizionato per variabili aleatorie assolutamente continue.

Successioni di variabili aleatorie.

Legge dei grandi numeri e Teorema Limite Centrale. Approssimazione normale.

Modalità di esame :

Prova scritta. Il docente potrà eventualmente richiedere un'integrazione orale.

Criteri di valutazione :

Gli esercizi che costituiranno la prova di esame hanno lo scopo principale di verificare la comprensione delle nozioni di base del calcolo della probabilità , e la capacità di usarle in applicazioni concrete. Nella valutazione si terrà conto della chiarezza e della coerenza delle soluzioni.

Testi di riferimento :

Sheldon M. Ross, *Calcolo delle probabilità* . : Apogeo, 2013

ISTITUZIONI DI PROBABILITÀ

(Titolare: Dott. SILVANO FIORIN) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 56A+26E; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Elementi di calcolo differenziale e integrale per funzioni di una variabile reale.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il programma del corso verte sui principali concetti di base del calcolo delle probabilità. È un corso di carattere introduttivo che ha come obiettivo la presentazione delle metodologie di base per la modellizzazione dei fenomeni di tipo casuale. L'attenzione è posta su concetti teorici generali e su tecniche applicative di base, l'obiettivo è di fornire allo studente una buona elasticità di fruizione dei concetti essenziali della disciplina.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

L'apprendimento delle nozioni teoriche sarà accompagnato da esempi ed esercizi.

Contenuti :

Esperimenti aleatori, spazio campionario e definizione di probabilità.

Spazio campionario con un numero finito di eventi elementari, elementi di calcolo combinatorio.

Probabilità condizionata e indipendenza di eventi.

Variabili aleatorie discrete, densità discreta e distribuzione.

Vettori di variabili aleatorie discrete, densità congiunte e marginali. Indipendenza di variabili aleatorie discrete.

Valor medio di variabili aleatorie discrete. Varianza, covarianza, momenti.

Distribuzioni notevoli discrete: Binomiale, Ipergeometrica, Geometrica, Binomiale negativa, Poisson.

Densità condizionata e valor medio condizionato per variabili aleatorie discrete.

Variabili aleatorie assolutamente continue e loro valor medio.

Distribuzioni assolutamente continue notevoli: Uniforme, Gamma, Normale.

Vettori aleatori assolutamente continui, densità congiunte, indipendenza di variabili aleatorie assolutamente continue.

Densità condizionata e valor medio condizionato per variabili aleatorie assolutamente continue.

Successioni di variabili aleatorie.

Legge dei grandi numeri e Teorema Limite Centrale. Approssimazione normale.

Modalità di esame :

Prova scritta. Il docente potrà eventualmente richiedere un'integrazione orale.

Criteri di valutazione :

Gli esercizi che costituiranno la prova di esame hanno lo scopo principale di verificare la comprensione delle nozioni di base del calcolo della probabilità, e la capacità di usarle in applicazioni concrete. Nella valutazione si terrà conto della chiarezza e della coerenza delle soluzioni.

Testi di riferimento :

Sheldon M. Ross, Calcolo delle probabilità. : Apogeo, 2013

LINGUA INGLESE

(Titolare: Prof.ssa GIULIANA CORTESE)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 30A; 3,00 CFU

MODELLI STATISTICI 1

(Titolare: Prof.ssa LAURA VENTURA) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: II anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 42A+22E; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Istituzioni di analisi matematica

Statistica I e II

Algebra lineare

Istituzioni di Calcolo delle probabilità

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il Corso è finalizzato a far acquisire agli studenti i metodi statistici per la costruzione, la validazione e l'utilizzo di modelli di regressione.

Il Corso fornisce anche gli strumenti necessari per l'analisi al computer dei modelli di regressione, tramite il software statistico R.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso prevede delle lezioni frontali ed esercitazioni in aula informatica. Durante tali esercitazioni si propone l'analisi di casi studio provenienti da diversi contesti applicativi utilizzando il software R.

Contenuti :

Il modello lineare

Il modello di regressione lineare

- Problemi di regressione.

- Il modello di regressione lineare normale.

- Inferenza basata sulla verosimiglianza: stima puntuale, intervalli di confidenza, verifica di ipotesi lineari sui coefficienti di regressione e

test F.

- Ipotesi del secondo ordine e teorema di Gauss Markov.

- Analisi critica e costruzione del modello: metodi diagnostici (analisi dei residui, individuazione di valori anomali e punti leva), tecniche per la selezione delle variabili.

Analisi della varianza e della covarianza

- Modelli con variabili indicatrici.

- Analisi della varianza ad una e a due vie.

- Analisi della covarianza.

Il modello lineare generalizzato

- Discussione critica dei modelli lineari e motivazioni per la loro generalizzazione.

- Dati binari e modelli di regressione logistica (verosimiglianza, stima dei parametri, interpretazione delle stime dei parametri, problemi di verifica d'ipotesi).

- La regressione di Poisson (verosimiglianza, stima dei parametri, problemi di verifica d'ipotesi).

Modalità di esame :

Esame scritto.

Criteri di valutazione :

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie proposte, e sulla capacità di applicarli.

Testi di riferimento :

Pace, Salvan, *Introduzione alla Statistica – II. Inferenza, Verosimiglianza*. Padova: Cedam, 2001

Azzalini, *Inferenza Statistica: una Presentazione basata sul Concetto di Verosimiglianza*. Milano: Springer-Italia, 2004

Bortot, Ventura, Salvan, *Inferenza Statistica: Applicazioni con S-Plus e R*. Padova: Cedam, 2000

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Durante il corso saranno messi in distribuzione eventuali lucidi delle lezioni e la dispensa di R per le esercitazioni in aula informatica.

MODELLI STATISTICI 1

(Titolare: Prof. MATTEO GRIGOLETTO) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 42A+22E; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Istituzioni di analisi matematica, Statistica I, Statistica II, Algebra lineare, Istituzioni di calcolo delle probabilità.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il Corso è finalizzato a far acquisire agli studenti i metodi statistici per la costruzione, la validazione e l'utilizzo di modelli di regressione.

Il Corso fornisce anche gli strumenti necessari per l'analisi al computer dei modelli di regressione, tramite il software statistico R.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso prevede delle lezioni frontali ed esercitazioni in aula informatica. Durante tali esercitazioni si propone l'analisi di casi studio provenienti da diversi contesti applicativi utilizzando il software R.

Contenuti :

Il modello lineare

- Problemi di regressione.

- Il modello di regressione lineare normale.

- Inferenza basata sulla verosimiglianza: stima puntuale, intervalli di confidenza, verifica di ipotesi lineari sui coefficienti di regressione e test F.

- Ipotesi del secondo ordine e teorema di Gauss Markov.

- Analisi critica e costruzione del modello: metodi diagnostici (analisi dei residui, individuazione di valori anomali e punti leva), tecniche per la selezione delle variabili.

Analisi della varianza e della covarianza

- Modelli con variabili indicatrici.

- Analisi della varianza ad una e a due vie.

- Analisi della covarianza.

Il modello lineare generalizzato

- Discussione critica dei modelli lineari e motivazioni per la loro generalizzazione.

- Dati binari e modelli di regressione logistica (verosimiglianza, stima dei parametri, interpretazione delle stime dei parametri, problemi di verifica d'ipotesi).

- La regressione di Poisson (verosimiglianza, stima dei parametri, problemi di verifica d'ipotesi).

Modalità di esame :

Esame scritto.

Criteri di valutazione :

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie proposte, e sulla capacità di applicarli.

Testi di riferimento :

PACE L. e SALVAN A., *Introduzione alla Statistica – II. Inferenza, Verosimiglianza, Modelli*. Padova: Cedam, 2001

AZZALINI A., *Inferenza Statistica: una Presentazione basata sul Concetto di Verosimiglianza*, 2a edizione. Milano: Springer-Italia, 2004

BORTOT P., VENTURA L. e SALVAN, A., *Inferenza Statistica: Applicazioni con S-Plus e R*. Padova: Cedam, 2000

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Durante il corso saranno messi in distribuzione eventuali lucidi delle lezioni e la dispensa di R per le esercitazioni in aula informatica.

OTTIMIZZAZIONE: MODELLI E METODI

(Titolare: Prof. GIOVANNI ANDREATTA)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 52A+12L; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze elementari di Informatica (Excel) e di Calcolo delle probabilità.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Imparare ad analizzare problemi decisionali in lingua corrente e a costruire alcuni modelli matematici che li rappresentino. Tali modelli verranno poi risolti con un software, ma si cercherà di sviluppare senso critico per capire se la soluzione fornita è accettabile, o se il modello va perfezionato.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

La maggior parte delle lezioni non sarà di tipo teorico, ma si baserà su una serie di esempi, alcuni svolti dal docente in aula, alcuni affrontati assieme agli studenti nella apposita aula attrezzata con computer.

Contenuti :

Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti (i riferimenti sono al libro di testo):

CAP 1 Introduzione alla Modellizzazione
CAP 2 Introduzione alla Modellizzazione in Excel
CAP 3 Modelli di Ottimizzazione
CAP 4 Modelli di Ottimizzazione Lineare
CAP 5 Modelli a rete
CAP 6 Modelli di Ottimizzazione con variabili intere
CAP 7 Modelli di Ottimizzazione Non Lineare
CAP 9 Ottimizzazione Multiobiettivo
CAP 10 Ottimizzazione in condizioni di incertezza
CAP 15 Gestione di progetti

Inoltre, non previsti nel libro di testo:

Metodo grafico per la risoluzione di un problema di PL in due dimensioni

Geometria della PL

Metodo del Simplexso.

Modalità di esame :

L'esame consiste in una prova scritta individuale, eventualmente integrata da una prova orale.

Testi di riferimento :

S.C. Albright e W.L. Winston, *Management Science Modeling*. : South-Western Cengage Learning, 2009

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Oltre al libro di testo, ulteriore materiale sarà messo a disposizione nel sito dedicato al corso.

PROVA FINALE

(Titolare: da definire)

Periodo: 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: ; 3,00 CFU

SISTEMI DI ELABORAZIONE 1

(Titolare: Prof. MAURO MIGLIARDI)

Periodo: I anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 66A+18L; 12,00 CFU

Prerequisiti :

Nessuno

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso di Sistemi di Elaborazione I ha come obiettivo quello di fornire allo studente del primo anno, gli strumenti di base delle metodologie costruttive per la risoluzione dei problemi e la conoscenza dei principi costruttivi delle moderne macchine di calcolo. Lo studente dovrà acquisire una buona conoscenza relativamente al progetto di algoritmi e strutture dati elementari, e dovrà dimostrare una sufficiente conoscenza della struttura hardware del calcolatore, con particolare riferimento alla rappresentazione delle informazioni di base.

Il corso prevede delle esercitazioni di programmazione che hanno lo scopo di permettere allo studente di verificare la sua capacità operativa nel risolvere esercizi e problemi direttamente legati agli argomenti proposti a lezione.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed esercitazione al calcolatore.

Contenuti :

Architetture dei Sistemi di Elaborazione:

organizzazione di massima della CPU, Bus, Memoria Primaria e Secondaria, I/O.

Architetture dei Sistemi di Elaborazione: Organizzazione dei moderni sistemi operativi. Scheduling dei processi. Principi di funzionamento di un sistema multitasking. Il File System.

Rappresentazione dei dati in un sistema di elaborazione.

Algebra di Boole e logica proposizionale. Operatori logici. Tabelle di verità`.

La programmazione. Il concetto di problema, di algoritmo e di macchina di calcolo. Il progetto di algoritmi. Valutazione asintotica delle prestazioni. Upper bound e lower bound.

Strutture dati elementari: vettori, liste, sequenze, insiemi, pile, code.

Algoritmi di ricerca, Algoritmi di ordinamento.

Linguaggi di programmazione. Il linguaggio C. Compilazione ed esecuzione di programmi.

Modalita' di esame :

L'esame prevede una prova scritta, una prova di programmazione al calcolatore ed una prova orale.

Criteri di valutazione :

Competenza acquisita, correttezza dell'elaborato, valutazione da 0 a 30.

Testi di riferimento :

Ceri, Stefano; Mandrioli, Dino, Informatica: arte e mestiere Stefano Ceri, Dino Mandrioli, Licia Sbattella. Milano [etc.]: McGrawHill, 2004

SISTEMI DI ELABORAZIONE 1

(Titolare: Prof. NICOLA ZINGIRIAN)

Periodo: I anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 66A+18L; 12,00 CFU

Prerequisiti :

Nessuno

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso di Sistemi di Elaborazione I ha come obiettivo quello di fornire allo studente del primo anno, gli strumenti di base delle metodologie costruttive per la risoluzione dei problemi e la conoscenza dei principi costruttivi delle moderne macchine di calcolo. Lo studente dovrà acquisire una buona conoscenza relativamente al progetto di algoritmi e strutture dati elementari, e dovrà dimostrare una sufficiente conoscenza della

struttura hardware del calcolatore, con particolare riferimento alla rappresentazione delle informazioni di base.

Il corso prevede delle esercitazioni di programmazione che hanno lo scopo di permettere allo studente di verificare la sua capacità operativa nel risolvere esercizi e problemi direttamente legati agli argomenti proposti a lezione.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed esercitazione al calcolatore.

Contenuti :

Architetture dei Sistemi di Elaborazione:

organizzazione di massima della CPU, Bus, Memoria Primaria e Secondaria, I/O.

Architetture dei Sistemi di Elaborazione: Organizzazione dei moderni sistemi operativi. Scheduling dei processi. Principi di funzionamento di un sistema multitasking. Il File System.

Rappresentazione dei dati in un sistema di elaborazione.

Algebra di Boole e logica proposizionale. Operatori logici. Tabelle di verità`.

La programmazione. Il concetto di problema, di algoritmo e di macchina di calcolo. Il progetto di algoritmi. Valutazione asintotica delle prestazioni. Upper bound e lower bound.

Strutture dati elementari: vettori, liste, sequenze, insiemi, pile, code.

Algoritmi di ricerca, Algoritmi di ordinamento.

Linguaggi di programmazione. Il linguaggio C. Compilazione ed esecuzione di programmi.

Modalita' di esame :

L'esame prevede una prova scritta, una prova di programmazione al calcolatore ed una prova orale.

Criteri di valutazione :

Competenza acquisita, correttezza dell'elaborato, valutazione da 0 a 30.

Testi di riferimento :

Ceri, Stefano; Mandrioli, Dino, Informatica: arte e mestiere Stefano Ceri, Dino Mandrioli, Licia Sbattella. Milano [etc.]: McGrawHill, 2004

STATISTICA 1

(Titolare: Prof.ssa ALESSANDRA DALLA VALLE) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 34A+20E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

conoscenze di base di matematica

Conoscenze e abilita' da acquisire :

L'insegnamento mira a fornire le idee chiave della disciplina e gli strumenti tecnici di base utili per lo studio di uno o più¹ fenomeni reali in un'ottica cognitiva e predittiva.

Attraverso l'analisi di dati reali, anche raccolti durante lo svolgimento del corso, lo studente acquisirà le tecniche elementari dell'analisi empirica volte alla descrizione, sintesi e rappresentazione grafica dei dati.

L'approccio si fonda sulle metodologie moderne della statistica descrittiva.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed esercitazioni guidate.

Contenuti :

- Popolazione; unit  statistiche; caratteri e variabili; modalit  .
- Tabelle semplici; frequenze assolute, relative e cumulate.
- Istogrammi e rappresentazioni grafiche.
- Misure di posizione: le medie; quartili e quantili. Diagrammi a scatola con baffi.
- Funzione di ripartizione empirica.
- Misure di variabilit  e mutabilit  .
- Cenni su asimmetria e curtosi.
- Media e varianza di una trasformazione lineare dei dati. Standardizzazione dei dati.
- Scomposizione della media aritmetica e della varianza per sottopopolazioni.
- Tabelle a doppia entrata; distribuzioni marginali e condizionate; frequenze assolute e relative.
- Relazioni bivariate (variabili qualitative/quantitative): associazione, covariazione, concordanza, correlazione.
- Dipendenza in distribuzione. Dipendenza in media. Dipendenza lineare: regressione e correlazione semplice.

Modalit  di esame :

Prova scritta. Il docente potr  eventualmente richiedere un'integrazione orale.

Criteri di valutazione :

Gli esercizi che costituiscono la prova scritta hanno lo scopo principale di verificare l'acquisizione dei contenuti del corso, la comprensione delle nozioni di base e la capacit  di usarle in applicazioni concrete.

Testi di riferimento :

Cicchitelli, G., Statistica: principi e metodi.. Milano-Torino: Pearson Italia, 2012

Pace, L., Salvan, A., Introduzione alla Statistica: Statistica descrittiva.. Padova: CEDAM, 1996

STATISTICA 1

(Titolare: Prof.ssa MONICA CHIOGNA) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 34A+20E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze di base di matematica

Conoscenze e abilit  da acquisire :

L'insegnamento mira a fornire le idee chiave della disciplina e gli strumenti tecnici di base utili per lo studio di uno o pi  fenomeni reali in un'ottica cognitiva e predittiva.

Attraverso l'analisi di dati reali, anche raccolti durante lo svolgimento del corso, lo studente acquisir  le tecniche elementari dell'analisi empirica volte alla descrizione, sintesi e rappresentazione grafica dei dati.

L'approccio si fonda sulle metodologie moderne della statistica descrittiva.

Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed esercitazioni guidate.

Contenuti :

- Popolazione; unit  statistiche; caratteri e variabili; modalit  .
- Tabelle semplici; frequenze assolute, relative e cumulate.
- Istogrammi e rappresentazioni grafiche.
- Misure di posizione: le medie; quartili e quantili. Diagrammi a scatola con baffi.
- Funzione di ripartizione empirica.
- Misure di variabilit  e mutabilit  .
- Cenni sulla asimmetria e curtosi.
- Media e varianza di una trasformazione lineare dei dati. Standardizzazione dei dati.
- Scomposizione della media aritmetica e della varianza per sottopopolazioni.
- Tabelle a doppia entrata; distribuzioni marginali e condizionate; frequenze assolute e relative.
- Relazioni bivariate (variabili qualitative/numeriche): associazione, covariazione, concordanza, correlazione.
- Dipendenza in distribuzione. Dipendenza in media. Dipendenza lineare: regressione e correlazione.

Modalit  di esame :

Prova scritta. Il docente potr  eventualmente richiedere un'integrazione orale.

Criteri di valutazione :

Gli esercizi che costituiscono la prova scritta hanno lo scopo principale di verificare l'acquisizione dei contenuti del corso, la comprensione delle nozioni di base e la capacit  di usarle in applicazioni concrete.

Testi di riferimento :

Cicchitelli, Giuseppe, Statisticaprincipi e metodiGiuseppe Cicchitelli. Milano: Pearson, 2012

Pace, L., Salvan, A., Introduzione alla Statistica: Statistica Descrittiva.. Padova: Cedam, 1996

STATISTICA 2

(Titolare: Prof. GIANFRANCO ADIMARI)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 80A+28E; 12,00 CFU

Prerequisiti :

Istituzioni di Analisi Matematica; Algebra Lineare;

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso mira a far acquisire abilità autonome nell'analisi inferenziale dei dati. Si studiano i modelli statistici e i principali metodi di inferenza. Si acquisiscono le basi dell'inferenza basata sulla verosimiglianza, come strumento generale per l'analisi dei dati.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali e esercitazioni a gruppi.

Contenuti :

- Inferenza statistica: idee e problemi di base.
- Popolazione, campione, dati campionari e inferenza. Modelli statistici e loro specificazione. Controllo empirico del modello statistico. Funzioni di ripartizione empirica e quantile.
- Principali modelli statistici parametrici.
- Modelli statistici discreti: binomiale, binomiale negativa, Poisson, multinomiale.
- Modelli statistici continui: esponenziale, gamma, normale, normale multivariata.
- Distribuzioni campionarie collegate, esatte e approssimate: chi-quadrato, t , F , Wishart e approssimazioni basate su teorema del limite centrale.
- Le procedure dell'inferenza statistica
- Stima puntuale. Parametro, stima, stimatore, errore di stima. Stima secondo il metodo dei momenti e dei minimi quadrati. Criteri di valutazione degli stimatori: distorsione, errore quadratico medio, consistenza.
- Intervalli e regioni di confidenza. Quantità pivotali. Intervalli e regioni di confidenza esatti e approssimati.
- Verifica delle ipotesi. Test statistico, livello di significatività, livello di significatività osservato, funzione di potenza. Test esatti e approssimati. Relazione tra test e intervalli di confidenza.
- Inferenza basata sulla verosimiglianza.
- La funzione di verosimiglianza. Rapporto di verosimiglianza.
- Verosimiglianze equivalenti e statistiche sufficienti. Riparametrazioni.
- Stima di massima verosimiglianza. Aspetti computazionali. Informazione osservata e attesa. Proprietà degli stimatori di massima verosimiglianza e loro distribuzione approssimata.
- Test e regioni di confidenza basati sulla verosimiglianza. Test e regioni di Wald, score e basati sul rapporto di verosimiglianza: casi monparametrico, multiparametrico e di interesse parziale. Versioni unilaterali.
- Esempificazioni notevoli
- Problemi sulle proporzioni: inferenza sulla singola proporzione; confronto tra due proporzioni. Problemi sulle medie e su funzioni di medie: inferenza sulla singola media; confronto tra due medie; dati appaiati. Problemi sulle varianze: inferenza sulla varianza nel modello normale. Inferenza sulla multinomiale. Test di indipendenza in tabelle di contingenza. Test di bontà di adattamento.

Modalità di esame :

Prova scritta (con eventuale integrazione orale) o prova scritta e orale.

Criteri di valutazione :

Lo studente dovrà dimostrare di aver compreso gli argomenti svolti, acquisito i concetti e le metodologie presentate, e essere in grado di applicare le tecniche inferenziali correttamente.

Testi di riferimento :

- Pace, L., Salvan, A., *Introduzione alla Statistica: Il Inferenza, verosimiglianza, modelli..* : Cedam, Padova, 2001
Azzalini, A., *Inferenza statistica, una presentazione basata sul concetto di verosimiglianza..* : Springer Verlag, 2001
Cicchitelli, G., *Statistica: principi e metodi..* : Pearson, 2012
Piccolo, D., *Statistica.* : Il Mulino, 2010

STATISTICA 2

(Titolare: Prof. GIANFRANCO ADIMARI)

- Periodo:** Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 80A+28E; 12,00 CFU

Prerequisiti :

Istituzioni di Analisi Matematica; Algebra Lineare; Istituzioni di Probabilità ; Statistica 1.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso mira a far acquisire abilità autonome nell'analisi inferenziale dei dati. Si studiano i modelli statistici ed i principali metodi di inferenza. Si acquisiscono le basi dell'inferenza basata sulla verosimiglianza, come strumento generale per l'analisi dei dati.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed esercitazioni a gruppi.

Contenuti :

- Inferenza statistica: idee e problemi di base.
- Popolazione, campione, dati campionari e inferenza. Modelli statistici e loro specificazione. Controllo empirico del modello statistico. Funzioni di ripartizione empirica e quantile.
- Principali modelli statistici parametrici.

- Modelli statistici discreti: binomiale, binomiale negativa, Poisson, multinomiale.
- Modelli statistici continui: esponenziale, gamma, normale, normale multivariata.
- Distribuzioni campionarie collegate, esatte ed approssimate: chi quadrato, t, F, Wishart e approssimazioni basate sul teorema del limite centrale.
- Le procedure dell'inferenza statistica.
- Stima puntuale. Parametro, stima, stimatore, errore di stima. Stima secondo il metodo dei momenti e dei minimi quadrati. Criteri di valutazione degli stimatori: distorsione, errore quadratico medio, consistenza.
- Intervalli e regioni di confidenza. Quantità pivotali. Intervalli e regioni di confidenza esatti ed approssimati.
- Verifica delle ipotesi. Test statistico, livello di significatività, livello di significatività osservato, funzione di potenza. Test esatti e approssimati. Relazione tra test e intervalli di confidenza.
- Inferenza basata sulla verosimiglianza.
- La funzione di verosimiglianza. Rapporto di verosimiglianza. Verosimiglianze equivalenti e statistiche sufficienti. Riparametrizzazioni.
- Stima di massima verosimiglianza. Aspetti computazionali. Informazione osservata e attesa. Proprietà degli stimatori di massima verosimiglianza e loro distribuzione approssimata.
- Test e regioni di confidenza basati sulla verosimiglianza. Test e regioni di Wald, score e basati sul rapporto di verosimiglianza: casi monparametrico, multiparametrico e di interesse parziale. Versioni unilaterali.
- Esempificazioni notevoli.
- Problemi sulle proporzioni: inferenza sulla singola proporzione; confronto tra due proporzioni.
- Problemi sulle medie e su funzioni di medie: inferenza sulla singola media; confronto tra due medie; dati appaiati.
- Problemi sulle varianze: inferenza sulla varianza nel modello normale.
- Inferenza sulla multinomiale. Test di indipendenza in tabelle di contingenza. Test di bontà di adattamento.

Modalità di esame :

Prova scritta (con eventuale integrazione orale) o prova scritta e orale.

Criteri di valutazione :

Lo studente dovrà dimostrare di aver compreso gli argomenti svolti, acquisito i concetti e le metodologie presentate ed essere in grado di applicare le tecniche inferenziali correttamente.

Testi di riferimento :

Azzalini, A., *Inferenza statistica, una presentazione basata sul concetto di verosimiglianza*. Milano: Springer, 2001

Pace, L. e Salvan, A., *Introduzione alla Statistica: II Inferenza, verosimiglianza, modelli*. Padova: CEDAM, 2001

Cicchitelli, G., *Statistica: principi e metodi*. Milano: Pearson, 2012

Piccolo, D., *Statistica*. Bologna: Il Mulino, 2010

STATISTICA COMPUTAZIONALE

(Titolare: Dott. PAOLO GIRARDI)

Periodo:	Il anno, 2 semestre
Indirizzo formativo:	Corsi comuni
Tipologie didattiche:	42A+22L; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Statistica 1 e 2, modelli statistici 1.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Comprensione dell'utilità, specialmente con obiettivi inferenziali, di strumenti computazionali "intensivi" dal punto di vista del calcolo. Capacità di applicare i metodi studiati usando funzioni disponibili in R, e capacità di programmazione tali da permettere di sviluppare nuove funzioni.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni di teoria e lezioni in laboratorio informatico.

Contenuti :

Tecniche di simulazione e applicazioni in statistica. Introduzione alla simulazione: cenno alla generazione di variabili casuali uniformi, algoritmo di inversione, algoritmo accetto-rifiuto, campionamento per importanza, Rao-Blackwell, l'idea delle variabili antitetiche. Applicazioni: calcolo di integrali multidimensionali, valutazione dell'efficienza e robustezza di un metodo statistico, calcolo dei valori critici di una statistica test in situazioni "complicate".

Inferenza via bootstrap. L'idea del bootstrap, bootstrap parametrico e non parametrico, esempi di applicazioni (quantili, modello lineare).

Stima non parametrica. Funzione di densità: il metodo del nucleo, l'importanza della scelta del grado di liscio, criteri automatici (validazione incrociata, Sheather-Jones). Funzione di regressione: regressione polinomiale locale, splines, idea dei gradi di libertà equivalenti, scelta degli stessi usando AICc e GCV, valutazione della precisione via bootstrap. Applicazioni a dati reali.

Esplorazione numerica della funzione di verosimiglianza. Introduzione agli algoritmi di ottimizzazione e differenziazione numerica in R, loro uso per calcolare le stime di massima verosimiglianza, costruzione di intervalli o regioni di confidenza basati sulla verosimiglianza profilo o su una valutazione numerica della matrice di informazione osservata.

Modalità di esame :

Prova pratica in laboratorio informatico.

Criteri di valutazione :

La valutazione si baserà sul livello di comprensione di strumenti teorici e pratici forniti e sulla capacità di creare un legame tra le applicazioni ed i modelli necessari a metterle in atto.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Le dispense del corso, rese disponibili in rete, costituiscono il materiale di riferimento.

TEORIA E TECNICA DELL'INDAGINE STATISTICA E DEL CAMPIONAMENTO

(Titolare: Prof.ssa GIOVANNA BOCCUZZO) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

Periodo: Il anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 54A+10L; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Statistica 1, Statistica 2, Istituzioni di Calcolo delle Probabilità

Conoscenze e abilità da acquisire :

1. Comprendere potenzialità e limiti dell'indagine statistica e, in modo particolare, di quella campionaria
2. Acquisire o rinforzare nozioni teoriche di base:
 - o Sulla gestione totale dell'indagine
 - o Per la progettazione di questionari elettronici
 - o Per progettare campioni statistici
3. Sviluppare capacità tecniche di:
 - o Progettazione di una indagine statistica applicando i metodi di rilevazione più idonei per la ricerca in esame;
 - o Scelta mirata del criterio di ottenimento delle risposte (questionario elettronico vs. cartaceo, autosomministrato vs. somministrato da intervistatori, distinto per canale di comunicazione);
 - o Predisposizione di un questionario elettronico per un sistema di rilevazione computer-assisted mirato;
 - o Selezione di campioni probabilistici e valutazione dell'ammissibilità di campioni non probabilistici;
 - o Determinazione della numerosità ottimale del campione;
 - o Predisposizione di un progetto di ricerca e di un report volto a descrivere i risultati della ricerca, con un linguaggio adeguato ai destinatari della ricerca.
4. Sviluppare sensibilità, linguaggio e spirito critico relativamente ai metodi di rilevazione di dati statistici nelle realtà operative tipiche di uno statistico professionale

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

La maggior parte del corso è composta di lezioni di tipo tradizionale, anche se il metodo didattico, nei limiti della dimensione della classe, è partecipato con gli studenti.

Le esercitazioni del corso (10 ore) mirano a sviluppare la capacità dello studente a realizzare un questionario elettronico.

Il docente che svilupperà le esercitazioni sarà definito prima dell'avvio dei corsi.

Contenuti :

1. Metodologia dell'indagine statistica

- L'indagine statistica per la ricerca sociale; il piano dell'indagine.
- I metodi per la rilevazione di dati (faccia a faccia, telefonica, postale, con diari); la rilevazione di dati assistita da computer.

2. Metodologia del campionamento statistico

- Campionamento probabilistico e per quote
- Probabilità di selezione costanti e variabili; selezione casuale e sistematica; campioni autoponderanti; campionamento da liste carenti o multiple.
- Campionamento casuale semplice: stima della media; errore nelle stime, proprietà di uno stimatore.
- Campionamento stratificato: piano proporzionale, piano ottimale, selezione implicita.
- Campionamento su più stadi: piano PPS, campionamento di aree, controllo della correlazione intraclasse.
- Campionamento ruotato per indagini basate su panel.
- I costi delle indagini: costi fissi e costi variabili

- Esempi di campionamenti complessi: Il campionamento dell'indagine sulle Forze di Lavoro dell'Istat e il piano di campionamento CPS della Current Population Survey del US Bureau of the Census.

3. Metodologia del questionario elettronico

- Metodologia del questionario: struttura del questionario mediante grafo, formulazione dei quesiti, ordine delle domande e scelta delle modalità di risposta.
- Metodologia della costruzione di questionari per rilevazioni computer-assisted.

Modalità di esame :

L'esame è scritto e pratico.

La prova scritta consisterà in 4 quesiti a risposta aperta. Alla prova scritta sono ammessi gli studenti che superano un test di ammissione basato su quiz multi-risposta in aula informatica.

La parte pratica consisterà

- a) Nel costruire un breve questionario elettronico per una indagine statistica assistita da computer;
- b) Nel produrre, eventualmente insieme ad altri studenti (massimo: quattro), un rapporto scritto concernente un progetto di indagine su un argomento concordato con il docente.

Criteri di valutazione :

Il voto d'esame si ottiene sommando:

- il voto ottenuto nella prova scritta (max 25/30),
- la valutazione ottenuta nella costruzione del questionario elettronico (max 3/30),
- la valutazione ottenuta nella prova pratica (max 4/30).

Lo studente che ottiene la massima valutazione nelle tre prove, ottiene la lode.

Le valutazioni delle prove sostenute (sia la parte scritta, sia le prove pratiche) mantengono la loro validità per 12 mesi.

Testi di riferimento :

Fabbris, Luigi, L'indagine campionaria. Metodi, disegni e tecniche di campionamento. Roma: NIS, 1989

Lohr, Sharon L., *Sampling. Design and analysis*. Boston: Brooks/Cole, 0
ISTAT, *Manuali di tecniche d'indagine*. Roma: ISTAT, 1989
Eventuali indicazioni sui materiali di studio :
Dispense fornite dal docente e testi indicati di seguito

TEORIA E TECNICA DELL'INDAGINE STATISTICA E DEL CAMPIONAMENTO

(Titolare: Prof. LUIGI FABBRIS)

Periodo: Il anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 54A+10L; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Statistica 1, Statistica 2, Istituzioni di calcolo delle probabilità

Conoscenze e abilità da acquisire :

1. Comprendere potenzialità e limiti dell'indagine statistica e, in modo particolare, di quella campionaria

2. Acquisire o rinforzare nozioni teoriche di base:

- o Sulla gestione totale dell'indagine
- o Per la progettazione di questionari elettronici
- o Per progettare campioni statistici

3. Sviluppare capacità tecniche di:

- o Progettazione di una indagine statistica applicando i metodi di rilevazione più idonei per la ricerca in esame
- o Scelta mirata del criterio di ottenimento delle risposte (questionario elettronico vs. cartaceo, autosomministrato vs. somministrato da intervistatori, distinto per canale di comunicazione)
- o Predisposizione di un questionario elettronico per un sistema di rilevazione computer-assisted mirato
- o Selezione di campioni probabilistici e valutazione dell'ammissibilità di campioni non probabilistici
- o Determinazione della numerosità ottimale del campione
- o Predisposizione di un progetto di ricerca e di un report volto a descrivere i risultati della ricerca, con un linguaggio adeguato ai destinatari della ricerca.

4. Sviluppare sensibilità, linguaggio e spirito critico relativamente ai metodi di rilevazione di dati statistici nelle realtà operative tipiche di uno statistico professionale

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

La maggior parte del corso è composta di lezioni di tipo tradizionale, anche se il metodo didattico, nei limiti della dimensione della classe, è partecipato con gli studenti.

Le esercitazioni del corso (10 ore) mirano a sviluppare la capacità dello studente di realizzare un questionario elettronico. Il docente che svilupperà le esercitazioni sarà il definito prima dell'avvio dei corsi.

Contenuti :

1. Metodologia dell'indagine statistica

- L'indagine statistica per la ricerca sociale; il piano d'indagine.
- I metodi per la rilevazione di dati (faccia a faccia, telefonica, postale, con diari); la rilevazione di dati assistita da computer.

2. Metodologia del campionamento statistico

- Campionamento probabilistico e per quote
- Probabilità di selezione costanti e variabili; selezione casuale e sistematica; campioni autoponderanti; campionamento da liste carenti o multiple.
- Campionamento casuale semplice: stima della media; errore nelle stime, proprietà di uno stimatore.
- Campionamento stratificato: piano proporzionale, piano ottimale, selezione implicita.
- Campionamento su più stadi: piano PPS e PPES, campionamento di aree, controllo della correlazione intraclasse.
- Campionamento ruotato per indagini basate su panel.
- I costi delle indagini: costi fissi e costi variabili
- Esempi di campionamenti complessi: Il campionamento dell'indagine sulle Forze di Lavoro dell'Istat e il piano di campionamento CPS della Current Population Survey del US Bureau of the Census.

3. Metodologia del questionario elettronico

- Metodologia del questionario: struttura del questionario mediante grafo, formulazione dei quesiti, ordine delle domande e scelta delle modalità di risposta.
- Metodologia della costruzione di questionari per rilevazioni computer-assisted.

Modalità di esame :

L'esame è scritto e pratico.

La prova scritta consisterà in 4 quesiti a risposta aperta. Alla prova scritta sono ammessi gli studenti che superano un test di ammissione basato su quiz multi-risposta in aula informatica.

La parte pratica consisterà

- a) Nel costruire un breve questionario elettronico per una indagine statistica assistita da computer;
- b) Nel produrre, eventualmente insieme ad altri studenti (massimo: quattro), un rapporto scritto concernente un progetto di indagine su un argomento concordato con il docente.

Criteria di valutazione :

Il voto dell'esame si ottiene sommando:

- il voto ottenuto nella prova scritta (max 25/30),
- la valutazione ottenuta nella costruzione del questionario elettronico (max 3/30),
- la valutazione ottenuta nella prova pratica (max 4/30).

Lo studente che ottiene la massima valutazione nelle tre prove, ottiene la lode.

Le valutazioni delle prove sostenute (sia la parte scritta, sia le prove pratiche) mantengono la loro validità per 12 mesi.

Testi di riferimento :

Iohr, S.L., *Sampling: Design and Analysis*, Second ed.. Pacific Grove, CA: Duxbury Press, Brooks/Cole Publishing, 1999

Fabbris L., *L'indagine campionaria. Metodi, disegni e tecniche di campionamento*. Roma: NIS, 1989

ISTAT, *Manuali di tecniche d'indagine*. Roma: Istat, 1989

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Lucidi delle lezioni e altro materiale reso disponibile sul sito del Dipartimento.