



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**SCUOLA DI SCIENZE**

**Bollettino Notiziario**

Anno Accademico 2016/2017

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

---

## Curriculum: Corsi comuni

---

### ALGEBRA LINEARE

---

(Titolare: da definire) - 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.

---

### 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 abilita' 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.

### **Attivita' 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 propriet  . Molteplicit  algebriche e geometriche degli autovalori. Diagonalizzazione e   triangularizzazione di matrici. Matrici normali e teorema spettrale.

### **Modalita' di esame :**

Esame solamente scritto, della durata di tre ore.

Vengono proposti quattro esercizi.

Non   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   completamente coperto dal libro di testo di E. Gregorio e L. Salce: "Algebra Lineare", Ed. Libreria Progetto, Padova, 2012(3^ 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.

## **ANALISI DEI DATI MULTIDIMENSIONALI**

(Titolare: Dott. LIVIO FINOS)

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

### **Prerequisiti :**

Algebra lineare

Statistica I

### **Conoscenze e abilita' 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   data anche alla definizione di tecniche di analisi dei gruppi (clustering gerarchico e non gerarchico).

L'acquisizione della capacit  di applicazione dei metodi tramite software (R)   una finalit  non secondaria del corso.

### **Attivita' 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

**Modalita' di esame :**

Prova scritta e prova in laboratorio (con R).

**Criteri di valutazione :**

Capacità di risolvere gli esercizi e di rispondere alle domande.

**Testi di riferimento :**

Johnson, Richard Arnold; Wichern, Dean W., Applied Multivariate Statistical Analysis Richard Johnson, Dean Wichern. Edinburgh: Pearson Education Limited, 2014

Mardia, Kantilal Varichand; Kent, John T., Multivariate analysis K. V. Mardia, J. T. Kent, J. M. Bibby. London [etc.]: Academic press, 1979  
 Everitt, Brian S.; Hothorn, Torsten, <<An>> introduction to applied multivariate analysis with R Brian Everitt, Torsten Hothorn. New York [etc.]: Springer, 2011

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Appunti delle lezioni e materiale su moodle.

---

## ANALISI DEI DATI MULTIDIMENSIONALI

(Titolare: Dott.ssa MANUELA CATTELAN)

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

**Prerequisiti :**

Algebra lineare  
 Statistica I

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

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

Vengono affrontati alcuni metodi inferenziali classici e i principali metodi esplorativi di riduzione dei dati.

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

**Modalita' di esame :**

Prova scritta.

**Criteri di valutazione :**

Capacità di rispondere alle domande e interpretare l'analisi dei dati.

**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

Everitt, B., Hothorn, T., An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R. : Springer, 2011

**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 abilita' da acquisire :**

Saranno trattati il calcolo differenziale e il calcolo integrale in pi<sup>n</sup> variabili, le successioni e le serie di funzioni, le equazioni differenziali ordinarie. Gli studenti acquisiranno, oltre ai fondamenti teorici, anche le abilita' pratiche di calcolo che permetteranno loro risolvere problemi applicativi.

**Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Sono impartite 82 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 continuita' 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. Derivabilita' 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  $\int$ -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.

**Modalita' di esame :**

L'esame e' scritto.

**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 e' necessaria una password che vera' comunicata dal docente.

## BASI DI DATI 1

(Titolare: Prof. MASSIMO MELUCCI)

**Periodo:** I anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

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

**Prerequisiti :**

Non e' richiesta una conoscenza preliminare delle basi di dati, ma e' importante conoscere i concetti elementari dell'architettura e del sistema operativo di un calcolatore illustrati in Sistemi di elaborazione 1.

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

S'intende formare una figura professionale in grado di descrivere, raccogliere, organizzare e gestire grandi moli di dati mediante rigorose metodologie informatiche. A questo scopo, s'intende promuovere la conoscenza dei principali metodi e strumenti di gestione delle basi di dati, con speciale attenzione alla progettazione e interrogazione di una base di dati. S'intendono poi delineare - anche solo per via d'accenno - i concetti relativi ai sistemi informativi automatizzati e le problematiche di natura informatica derivanti dalla gestione di grandi moli dati.

**Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

L'attivita' di apprendimento principale si svolge in aula in forma di lezioni frontali tenute in italiano con l'ausilio della lavagna e del video proiettore. Attivita' altrettanto importante e' lo studio individuale e in particolare lo svolgimento di temi d'esame e la soluzione di problemi posti a lezione, autonomamente o in gruppo. Si raccomanda di approfittare del ricevimento per presentare al docente gli esercizi svolti e ottenere suggerimenti utili alla preparazione per l'esame.

Sebbene la frequenza delle lezioni sia facoltativa, si consiglia di partecipare alle lezioni comunque. Nel caso in cui si decida di prepararsi autonomamente, si consiglia di svolgere i temi d'esame e risolvere i problemi posti a lezione. In particolare, nel caso in cui si decida malauguratamente di non partecipare alle lezioni di laboratorio, si suggerisce di installare e utilizzare sul proprio calcolatore un SGBD relazionale come, ad esempio, MySQL o MariaDB; va bene anche PostgreSQL, ma si faccia attenzione alle differenze di sintassi di SQL e dei comandi di gestione del server.

## **Contenuti :**

S'introduurranno i concetti principali dei sistemi informativi: definizione di sistema informativo, informazione, dato, dato atomico, metadato, dato nullo per assenza, ignoranza o inapplicabilita' dell'informazione.

Si presenteranno le definizioni fondamentali della rappresentazione dei dati, cioe' quelle di proprieta', attributo come campo o derivato da una funzione, meccanismo di classificazione, insieme, estensione ed intensione, identita' di un elemento di un insieme. Si procedera' poi ad illustrare i meccanismi di aggregazione, generalizzazione, riuso top-down o bottom-up.

Si introdurrà il concetto generale di modello di dati da quello di realta' d'interesse per poi definire quello di schema e di catalogo dei metadati. Si vedranno i tre tipi di modello: concettuale, logico e fisico. Si dara' un cenno al sottoschema (view, vista) materializzato o no.

Si presentera' in modo rigoroso il concetto di base di dati e di sistema di gestione di basi di dati (SGBD).

Si affrontera' il tema delle operazioni: lettura (interrogazione), scrittura (inserimento, modifica, cancellazione), operazione interattiva e operazione batch con attenzione alla dimensione dei dati, all'efficienza e alla scalabilita' delle operazioni che fanno parte di un'applicazione di basi di dati.

S'introduurranno i concetti di utente, tipo di utente e linguaggio di gestione dei dati per passare poi alle caratteristiche di un SGBD: natura autodescrittiva, viste multiple, condivisione, gestione dei conflitti, controllo della ridondanza, indipendenza fisica, indipendenza logica, sicurezza, controllo degli accessi, privilegi, ripristino, backup, mirroring, log file.

A partire dai requisiti e dai vincoli che costituiscono la realta' d'interesse, s'introdurrà la progettazione di una base di dati articolata nelle sue fasi: raccolta dei requisiti, analisi dei requisiti, glossario dei termini, lista delle operazioni, definizione del costo computazionale e costo economico.

S'illustrerà il modello Entita'-Associazione (Entity-Relationship, ER) e i suoi costrutti: entita', associazione, attributo. Si approfondiranno il grado di un'associazione, le regole di redazione degli schemi ER, il rapporto di cardinalita', l'attributo identificatore, la generalizzazione / specializzazione, l'ereditarieta', le generalizzazioni parziale, totale, esclusiva, sovrapposta.

Si utilizzeranno gli schemi ER per valutare il costo computazionale di un'operazione in termini di numero di accessi, spazio di memoria e il trade-off tra essi. A tal scopo, si utilizzerà la matrice CRUD.

Cio' permettera' di passare alla ristrutturazione dello schema per arrivare poi allo schema logico. Durante la ristrutturazione, si individueranno i dati ridondanti e si utilizzeranno partizionamenti e accorpamenti. Le eventuali generalizzazioni saranno sostituite mediante appositi metodi di sostituzione: accorpamento in entita' generale, accorpamento in entita' specifica, traduzione in associazione.

Si presentera' il modello logico e i concetti di campo, tupla, tabella, chiave, chiave esterna, vincolo di integrita' referenziale. Si presenteranno i meccanismi di traduzione delle entita' e delle associazioni con riferimento al costo computazionale e al rapporto di cardinalita'. Saranno trattati anche i casi di associazione ternaria e d'identificatore esterno.

L'attivitá di laboratorio sara' dedicata all'acquisizione degli strumenti principali di SQL che sono necessari alla gestione delle tabelle e dei dati contenuti in esse con attenzione alla logica dell'interrogazione, affinche' lo studente possa formulare qualsiasi interrogazioni per basi di dati di qualsiasi complessita'.

### **Modalita' di esame :**

L'esame consiste di una prova scritta e di una prova pratica. La prova scritta verte sulla progettazione di una base di dati di cui sono forniti i requisiti nel tema della prova e potrà includere quesiti su qualsiasi argomento del programma.

La prova pratica e' svolta in laboratorio, al calcolatore e in modo autonomo. Essa consiste nella realizzazione, popolamento e interrogazione, mediante Structured Query Language (SQL) ed un sistema di gestione di basi di dati (SGBD), di una base di dati il cui schema e' fornito nel tema della prova.

### **Criteri di valutazione :**

Per la prova scritta, si valuterà innanzitutto la capacita' di produrre schemi di basi di dati di cui sono stati forniti i requisiti. Oltre all'utilizzo corretto della grammatica del modello ER, si considererà importante la rispondenza esatta ai requisiti, cioe', che lo schema rispetti tutti e solo i requisiti dati. Si terra' conto anche della calligrafia e dell'ordine di tenuta del foglio d'esame.

Per la prova pratica, si valuterà innanzitutto la correttezza logica e sintattica delle istruzioni SQL. Si terra' conto della capacita' d'uso del calcolatore e di produrre autonomamente i file richiesti dal tema della prova.

L'esame e' superato solo se si supera ciascuna prova con un voto sufficiente. Il voto finale d'esame e' una media ponderata dei voti delle due prove superate; il peso della prova scritta e' 70%. E' possibile rifiutare il voto di una prova senza dover rifiutare il voto dell'altra prova. Una prova puo' essere sostenuta in un appello diverso da quello dell'altra prova. Il voto di una prova rimane valido fino all'ultimo appello previsto per l'anno accademico in cui si e' sostenuta la prova.

### **Testi di riferimento :**

Melucci, Massimo, Basi di dati. Bologna: Esculapio, 2013

Atzeni, Paolo et al, Basi di dati. Milano: McGraw-Hill, 2014

MySQL AB, MySQL guida ufficiale. Milano: Mondadori informatica, 2006

### **Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Prima dell'inizio delle lezioni sara' resa disponibile una dispensa con i contenuti delle lezioni e alcuni temi d'esame svolti.

Per il laboratorio, ci sono molte guide su SQL e sull'implementazione di MySQL, MariaDB e PostgreSQL. Si suggerisce di far riferimento alla documentazione disponibile sui siti WWW di questi SGBD.

# BASI DI DATI 1

(Titolare: Prof. MASSIMO MELUCCI)

**Periodo:** 1 anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 34A+8L; 6,00 CFU

## **Prerequisiti :**

Non e' richiesta la conoscenza dei concetti di basi di dati, ma e' importante conoscere i concetti elementari dell'architettura e del sistema operativo di un calcolatore illustrati in Sistemi di elaborazione 1.

## **Conoscenze e abilita' da acquisire :**

S'intende formare una figura professionale in grado di descrivere, raccogliere, organizzare e gestire grandi moli di dati mediante rigorose metodologie informatiche. A questo scopo, s'intende promuovere la conoscenza dei principali metodi e strumenti di gestione delle basi di dati, con speciale attenzione alla progettazione e interrogazione di una base di dati. S'intendono poi delineare - anche solo per via d'accenno - i concetti relativi ai sistemi informativi automatizzati e le problematiche di natura informatica derivanti dalla gestione di grandi moli di dati.

## **Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

L'attivita' di apprendimento principale si svolge in aula in forma di lezioni frontali tenute in italiano con l'ausilio della lavagna e del video proiettore. Attivita' altrettanto importante e' lo studio individuale e in particolare lo svolgimento di temi d'esame e la soluzione di problemi posti a lezione, autonomamente o in gruppo. Si raccomanda di approfittare del ricevimento per presentare al docente gli esercizi svolti e ottenere suggerimenti utili alla preparazione per l'esame.

Sebbene la frequenza delle lezioni sia facoltativa, si consiglia di partecipare alle lezioni comunque. Nel caso in cui si decida di prepararsi autonomamente, si consiglia di svolgere i temi d'esame e risolvere i problemi posti a lezione. In particolare, nel caso in cui si decida malauguratamente di non partecipare alle lezioni di laboratorio, si suggerisce di installare e utilizzare sul proprio calcolatore un SGBD relazionale come, ad esempio, MySQL o MariaDB; va bene anche PostgreSQL, ma si faccia attenzione alle differenze di sintassi di SQL e dei comandi di gestione del server.

## **Contenuti :**

S'introduurranno i concetti principali dei sistemi informativi: definizione di sistema informativo, informazione, dato, dato atomico, metadato, dato nullo per assenza, ignoranza o inapplicabilita' dell'informazione.

Si presenteranno le definizioni fondamentali della rappresentazione dei dati, cioe' quelle di proprieta', attributo come campo o derivato da una funzione, meccanismo di classificazione, insieme, estensione ed intensione, identita' di un elemento di un insieme. Si procedera' poi ad illustrare i meccanismi di aggregazione, generalizzazione, riuso top-down o bottom-up.

Si introdurrà il concetto generale di modello di dati da quello di realta' d'interesse per poi definire quello di schema e di catalogo dei metadati. Si vedranno i tre tipi di modello: concettuale, logico e fisico. Si dara' un cenno al sottoschema (view, vista) materializzato o no.

Si presentera' in modo rigoroso il concetto di base di dati e di sistema di gestione di basi di dati (SGBD).

Si affrontera' il tema delle operazioni: lettura (interrogazione), scrittura (inserimento, modifica, cancellazione), operazione interattiva e operazione batch con attenzione alla dimensione dei dati, all'efficienza e alla scalabilita' delle operazioni che fanno parte di un'applicazione di basi di dati.

S'introduurranno i concetti di utente, tipo di utente e linguaggio di gestione dei dati per passare poi alle caratteristiche di un SGBD: natura autodescrittiva, viste multiple, condivisione, gestione dei conflitti, controllo della ridondanza, indipendenza fisica, indipendenza logica, sicurezza, controllo degli accessi, privilegi, ripristino, backup, mirroring, log file.

A partire dai requisiti e dai vincoli che costituiscono la realta' d'interesse, s'introdurrà la progettazione di una base di dati articolata nelle sue fasi: raccolta dei requisiti, analisi dei requisiti, glossario dei termini, lista delle operazioni, definizione del costo computazionale e costo economico.

S'illustrerà il modello Entita'-Associazione (Entity-Relationship, ER) e i suoi costrutti: entita', associazione, attributo. Si approfondiranno il grado di un'associazione, le regole di redazione degli schemi ER, il rapporto di cardinalita', l'attributo identificatore, la generalizzazione / specializzazione, l'ereditarieta', le generalizzazioni parziale, totale, esclusiva, sovrapposta.

Si utilizzeranno gli schemi ER per valutare il costo computazionale di un'operazione in termini di numero di accessi, spazio di memoria e il trade-off tra essi. A tal scopo, si utilizzerà la matrice CRUD.

Cio' permettera' di passare alla ristrutturazione dello schema per arrivare poi allo schema logico. Durante la ristrutturazione, si individueranno i dati ridondanti e si utilizzeranno partizionamenti e accorpamenti. Le eventuali generalizzazioni saranno sostituite mediante appositi metodi di sostituzione: accorpamento in entita' generale, accorpamento in entita' specifica, traduzione in associazione.

Si presentera' il modello logico e i concetti di campo, tupla, tabella, chiave, chiave esterna, vincolo di integrita' referenziale. Si presenteranno i meccanismi di traduzione delle entita' e delle associazioni con riferimento al costo computazionale e al rapporto di cardinalita'. Saranno trattati anche i casi di associazione ternaria e d'identificatore esterno.

L'attivita' di laboratorio sara' dedicata all'acquisizione degli strumenti principali di SQL che sono necessari alla gestione delle tabelle e dei dati contenuti in esse con attenzione alla logica dell'interrogazione, affinche' lo studente possa formulare qualsiasi interrogazioni per basi di dati di qualsiasi complessita'.

## **Modalita' di esame :**

L'esame consiste di una prova scritta e di una prova pratica. La prova scritta verte sulla progettazione di una base di dati di cui sono

forniti i requisiti nel tema della prova e potrà includere quesiti su qualsiasi argomento del programma.

La prova pratica e' svolta in laboratorio, al calcolatore e in modo autonomo. Essa consiste nella realizzazione, popolamento e interrogazione, mediante Structured Query Language (SQL) ed un sistema di gestione di basi di dati (SGBD), di una base di dati il cui schema e' fornito nel tema della prova.

**Criteri di valutazione :**

Per la prova scritta, si valuterà innanzitutto la capacità di produrre schemi di basi di dati di cui sono stati forniti i requisiti. Oltre all'utilizzo corretto della grammatica del modello ER, si considererà importante la rispondenza esatta ai requisiti, cioè, che lo schema rispetti tutti e solo i requisiti dati. Si terrà conto anche della calligrafia e dell'ordine di tenuta del foglio d'esame.

Per la prova pratica, si valuterà innanzitutto la correttezza logica e sintattica delle istruzioni SQL. Si terrà conto della capacità d'uso del calcolatore e di produrre autonomamente i file richiesti dal tema della prova.

L'esame e' superato solo se si supera ciascuna prova con un voto sufficiente. Il voto finale d'esame e' una media ponderata dei voti delle due prove superate; il peso della prova scritta e' 70%. E' possibile rifiutare il voto di una prova senza dover rifiutare il voto dell'altra prova. Una prova può essere sostenuta in un appello diverso da quello dell'altra prova. Il voto di una prova rimane valido fino all'ultimo appello previsto per l'anno accademico in cui si e' sostenuta la prova.

**Testi di riferimento :**

Melucci, Massimo, Basi di dati. Bologna: Esculapio, 2013  
Atzeni, Paolo et al, Basi di dati. Milano: McGraw-Hill, 2014  
MySQL AB, MySQL guida ufficiale. Milano: Mondadori informatica, 2006

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Prima dell'inizio delle lezioni sarà resa disponibile una dispensa con i contenuti delle lezioni e alcuni temi d'esame svolti.

Per il laboratorio, ci sono molte guide su SQL e sull'implementazione di MySQL, MariaDB e PostgreSQL. Si suggerisce di far riferimento alla documentazione disponibile sui siti WWW di questi SGBD.

---

## **BASI DI DATI 2**

(Titolare: Prof. MASSIMO MELUCCI)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 52A+12L; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

E' richiesta la conoscenza dei concetti di Basi di Dati 1, dell'architettura e del sistema operativo di un calcolatore e della programmazione illustrati in Sistemi di elaborazione 1.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

S'intende formare una figura professionale in grado di descrivere, raccogliere, organizzare, gestire e analizzare grandi moli di dati eterogenei mediante rigorose metodologie informatiche. A questo scopo, s'intende promuovere la conoscenza dei principali metodi e strumenti di gestione di dati strutturati, semi-strutturati e non strutturati, con speciale attenzione all'estrazione e all'analisi di basi di dati anche di grandi dimensioni. S'intendono poi delineare i concetti principali relativi ai sistemi informativi automatizzati mediante il World Wide Web (WWW) e le problematiche di natura informatica derivanti dalla gestione di enormi moli di dati (big data).

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

L'attività di apprendimento principale si svolge in aula in forma di lezioni frontali tenute in italiano con l'ausilio della lavagna e del video proiettore. Sebbene la frequenza delle lezioni sia facoltativa, si consiglia di partecipare alle lezioni comunque, specialmente a quelle di laboratorio.

Attività altrettanto importante e' lo studio individuale e in particolare lo svolgimento di esercitazioni proposte alle lezioni di laboratorio da svolgere in modo individuale o in coppia. Ogni esercitazione dovrà essere consegnata appena dopo la lezione in cui e' stata proposta e comunque prima della lezione di laboratorio successiva. Lo svolgimento regolare delle esercitazioni facilita quello della prova pratica d'esame. Si raccomanda di approfittare del ricevimento per presentare le esercitazioni in via di svolgimento e ottenere suggerimenti dal docente.

Durante l'attività di laboratorio, si affronteranno le problematiche dell'accesso a basi di dati mediante il WWW mediante linguaggi di scripting come ad esempio PHP e Javascript.

**Contenuti :**

I contenuti dell'insegnamento vertono su tre tipi di dato fondamentali: strutturato, semi-strutturato e non-strutturato, come illustrato di seguito.

S'introduurranno le problematiche e le metodologie di analisi di basi di dati strutturati, anche di grandi dimensioni, con particolare attenzione all'efficienza. Si vedrà come Structured Query Language (SQL) può essere utilizzato per estrarre, riassumere e analizzare dati organizzati in tabelle, specialmente quando gli strumenti di analisi statistica non sono in grado di far fronte all'enorme massa delle basi di dati reali.

Si introduurranno gli elementi essenziali dell'organizzazione dei dati in memoria di massa e delle strutture per gli indici e si vedrà come la scelta degli indici ha effetto sull'efficienza dell'analisi dei dati. Si presenteranno - anche se solo in via d'accenno - i concetti e i risultati principali della teoria relazionale allo scopo di mostrare la logica con cui un SGBD ottimizza le proprie prestazioni.

S'introduurranno le problematiche e le metodologie di analisi di basi di dati semi-strutturati, sia quelli relazionali ad oggetti che quelli ad albero. Per i primi, si riprenderanno i concetti di classe ed ereditarietà introdotti con il modello ER e s'introduurrà SQL-3. Per i secondi, si presenteranno i concetti generali dei dati semi-strutturati ad albero e le tecnologie eXtended Markup Language (XML), XPath e XQuery.



S'introduurranno le problematiche e le metodologie di analisi di collezioni di dati non strutturati (Information Retrieval, IR) che stanno alla base dei motori di ricerca. Si presenteranno inoltre i metodi principali di indicizzazione, reperimento e ordinamento. Si darà cenno ai principali modelli teorici di reperimento. S'illustreranno le metodologie di valutazione dei sistemi di IR. Si accennerà alla tecnologia di tipo NoSQL.

L'attività di laboratorio verterà su tutti gli argomenti trattati in aula durante le lezioni frontali oltre che gli argomenti relativi alle tecnologie d'accesso a basi di dati mediante WWW.

**Modalità di esame :**

L'esame consiste di una prova scritta e di una prova pratica che, nel caso dei non frequentanti o comunque in appelli successivi al primo, è integrata da una prova orale. La prova scritta verte sui metodi di progettazione e accesso a basi di dati strutturati, semi-strutturati e non strutturati trattati durante l'insegnamento.

Per i frequentanti, la prova pratica del primo appello è svolta in laboratorio, al computer e in modo autonomo. Essa consiste nella realizzazione di semplici applicazioni di basi di dati strutturati, semi-strutturati e non strutturati, simili alle esercitazioni svolte durante le lezioni.

I non frequentanti o comunque coloro, anche frequentanti, che svolgono la prova in appelli successivi al primo, devono contattare il docente con un certo anticipo rispetto all'orale per concordare il tema della prova pratica che sarà realizzata in modo autonomo e discussa oralmente in sede d'esame. Il colloquio è parte integrante della prova pratica.

**Criteri di valutazione :**

Per la prova scritta, si valuterà innanzitutto la completezza, la competenza e la precisione di risposta ai quesiti. Si terrà conto anche della calligrafia e dell'ordine di tenuta del foglio d'esame.

Per la prova pratica, si valuterà innanzitutto l'utilizzo appropriato dei metodi e degli strumenti informatici. Si terrà conto della capacità d'uso del computer e di produrre autonomamente i file richiesti dal tema della prova. Nel caso di colloquio orale, si valuteranno anche le conoscenze generali dei contenuti dell'insegnamento oltre a quelle specifiche della prova pratica.

L'esame è superato solo se si supera ciascuna prova con un voto sufficiente. Il voto finale d'esame è la media dei voti delle due prove superate. È possibile rifiutare il voto di una prova senza dover rifiutare il voto dell'altra prova. Una prova può essere sostenuta in un appello diverso da quello dell'altra prova. Il voto di una prova rimane valido fino all'ultimo appello previsto per l'anno accademico in cui si è sostenuta la prova.

**Testi di riferimento :**

Linoff, Gordon S., *Data Analysis Using SQL and Excel*. Indianapolis, IN, USA: Wiley, 2008

Melucci, Massimo, *Basi di dati*. Bologna: Esculapio, 2013

Melucci, Massimo, *Information Retrieval: metodi e modelli per motori di ricerca*. Milano: Franco Angeli, 2013

Atzeni, Paolo et al, *Basi di dati*. Milano: McGraw-Hill, 2014

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Prima dell'inizio delle lezioni sarà resa disponibile una dispensa con i contenuti delle lezioni. Il materiale delle esercitazioni di laboratorio sarà reso disponibile man mano che si procede l'insegnamento.

## BIODEMOGRAFIA

(Titolare: Prof. STEFANO MAZZUCO)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 52A+12L; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

Istituzioni di Calcolo delle Probabilità, Statistica 2

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso affronta i concetti ed i metodi alla base degli studi biodemografici con particolare interesse agli aspetti della riproduzione e della sopravvivenza. Il corso intende fornire agli studenti una comprensione generale delle leggi di mortalità e riproduttività delle popolazioni, dei meccanismi di crescita e dell'evoluzione della struttura per sesso ed età.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Il corso si avvale di lezioni frontali, esercitazioni e laboratori in aula informatica. L'attività di laboratorio accompagnerà le lezioni frontali per dare un maggiore comprensione dei meccanismi che regolano i processi di riproduzione e sopravvivenza in una popolazione.

**Contenuti :**

1. Fecondità e riproduzione [3 CFU]

- Misure della fecondità, studio per coorte e per contemporanei, effetto cadenza ed effetto intensità, modello di Bongaarts e Feeney
- Le determinanti prossime biologiche e comportamentali della fecondità. Fertilità, sterilità, fecondabilità; problemi di stima. Il modello di Bongaarts
- Leggi di fecondità (Coale-McNeill, Peristera-Kostaki, Hadwiger).

2. Sopravvivenza e mortalità [4 CFU]

- Metodi di base per lo studio della mortalità: la tavola di mortalità e le sue funzioni, approccio di coorte e di periodo, indicatori di mortalità. Estensione delle tavole di mortalità alla stima della sopravvivenza in buona salute
- Aspetti della mortalità umana: transizione sanitaria ed epidemiologica, orizzontalizzazione, verticalizzazione, estensione della longevità
- Leggi di mortalità: tavole tipo empiriche, legge di Gompertz, funzioni matematiche (Siler, Heligman-Pollard). Applicazioni delle leggi per previsioni di mortalità.

- Studi sulla longevità estrema. Tavole di mortalità per età avanzate
- Cause di morte e metodi per la loro analisi. Tavole di mortalità a decremento multiplo e distinte per causa

### 3. Evoluzione delle popolazioni [2 CFU]

- Misure e modelli di crescita della popolazione (tassi di accrescimento, curva logistica)
- Struttura per sesso ed età di una popolazione. Sua evoluzione, matrice di Leslie, equazione di Lotka. Popolazioni stabili e stazionarie. Rapporto dei sessi alla nascita e alle diverse età.

#### Modalità di esame :

Esame scritto e orale

#### 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 :

Caselli G., Vallin J., Wunsch G., *Analisi Demografica. Nuovi approcci: dall'omogeneità all'eterogeneità delle popolazioni.* : Carocci, 2001  
 Preston S.H., Heuveline P., Guillot M., *Demography. Measuring and Modeling Population Processes.* : Blackwell Publishing, 2001  
 Caselli G., Vallin J., Wunsch G., *Demografia. La dinamica delle popolazioni.* : Carocci, 2001

## CONTROLLO STATISTICO DELLA QUALITÀ

(Titolare: Prof.ssa GIOVANNA CAPIZZI)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A+16L; 9,00 CFU

#### Prerequisiti :

Nessuno

#### Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso intende presentare i principali metodi di controllo statistico della qualità ed il loro utilizzo in diversi contesti applicativi. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di valutare la stabilità nel tempo della distribuzione di una e più caratteristiche di qualità e di studiare ed analizzare la capacità di un sistema di produrre unità conformi rispetto alle specifiche di qualità richieste dal mercato.

#### Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso prevede delle lezioni frontali ed un consistente numero di lezioni ed esercitazioni in aula informatica. Durante tali esercitazioni si propone l'analisi di casi studio provenienti da diversi contesti applicativi.

#### Contenuti :

- 1) Strategie per il controllo statistico (univariato) della qualità di un prodotto e/o servizio.
  - a) Disegno di campionamento da un processo produttivo.
  - b) Elementi di base del controllo di accettazione;
  - c) Caratterizzazione delle fonti di variabilità (comuni e speciali) di un processo.
- 2) Carte di controllo parametriche univariate.
  - a) Carte di controllo di tipo Shewhart, CUSUM ed EWMA per variabili e per attributi;
  - b) Misure di efficienza e disegno ottimale delle carte di controllo (ARL, curve CO, FAP, calcolo esatto e via simulazione);
  - c) Il caso di parametri noti e stimati (Fase I e Fase II del disegno);
  - d) Caratterizzazione di patterns nei dati casuali e non casuali.
- 3) Analisi della Capacità di un processo produttivo.
  - a) Misura di capacità e di performance di un processo produttivo (inferenza per misure di capacità univariate);
  - b) Introduzione alle tecniche del Six-sigma System e del Lean Quality System;
  - c) Integrazione tra Controllo Statistico della Qualità e Analisi della Capacità.
- 4) Strategie per il miglioramento della qualità di un processo stabile.
  - a) Diagramma di Pareto, Procedura Failure Mode and Effective Analysis (FMEA);
  - b) Elementi dell'analisi DOE (disegno degli esperimenti, nested ANOVA per l'identificazione di fonti significative della variabilità e per la determinazione delle opportunità di miglioramento).

#### Modalità di esame :

L'esame viene svolto in aula informatica. Lo studente dovrà rispondere ad un insieme di domande aperte e a risposta multipla concernenti l'analisi di un insieme di dati. L'analisi dei dati sarà svolta usando R.

#### 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 in modo autonomo e consapevole.

#### Testi di riferimento :

Montgomery D. C., *Controllo statistico della qualità* 2/ed.: McGraw-Hill., 2006  
 Qiu, Peihua., *Introduction to statistical process control.* : CRC Press, 2013

#### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Durante il corso saranno messi in distribuzione i lucidi delle lezioni e le analisi dei casi studio trattati in aula informatica.

## INGEGNERIA DELLA QUALITÀ

(Titolare: Prof. MATTEO BERTOCCO) - Mutuato da:

**Periodo:** II anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A+16E; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

nessuno

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

- Fornire una comprensione delle norme della famiglia ISO 9000 e delle corrispondenti implicazioni; in particolare verranno evidenziate le azioni necessarie sia in ambito aziendale per ottenere la certificazione corrispondente, sia in ambito personale per conseguire la patente europea della qualità .

- Fornire una comprensione dei modelli di qualità totale e delle corrispondenti azioni necessarie per il perseguimento del miglioramento continuo.

- Fornire i modelli e gli strumenti statistici necessari per l'applicazione dei principi connessi alla qualità totale.

- Tenuto conto delle conoscenze degli allievi in ingegneria del settore informazione, fornire nozioni di base sull'organizzazione di imprese ai fini della gestione in regime di qualità totale.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

- Lezioni frontali, in aula di lezione

- esercitazioni guidate,

- Lavori di approfondimento individuale (tesine). Le tesine sono concordate nel corso dello svolgimento delle lezioni nei tempi e contenuti. Sono inoltre facoltative per gli studenti dei corsi di laurea in ingegneria e invece permettono di integrare i 3CFU aggiuntivi previsti per i corsi di laurea in statistica.

**Contenuti :**

- Qualità Normativa: norme di riferimento, norma ISO 9001, requisiti, realizzazione del prodotto, analisi e miglioramento; percorso per la certificazione.

- Qualità totale: modelli per la qualità totale, miglioramento continuo, governo dei processi.

- Strumenti per la qualità : processi, strumenti statistici, metodo PDCA, Quality Function Deployment, metodo Toyota, metodologie "sei sigma", modello EFQM e autovalutazione.

**Modalità di esame :**

prova orale.

**Criteri di valutazione :**

La valutazione si baserà sulla comprensione dei temi trattati, della capacità di discuterli criticamente ed applicarli in modo autonomo in casi di studio.

**Testi di riferimento :**

M.Bertocco, P.Callegaro, D.De Antoni Migliorati, *Ingegneria della qualità* . Novara: De Agostini Scuola S.p.A., 2006

M.Bertocco, P.Callegaro, D.De Antoni Migliorati, *Strumenti per la qualità totale (terza ediz.)*. Morrisville, NC 27560: lulu enterprises inc., 2013

## INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA

(Titolare: Dott. LIBERO VITIELLO) - Mutuato da: Laurea magistrale in Scienze Statistiche (Ord. 2014)

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 64A; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

Nessuno

**Conoscenze e abilita' da acquisire :**

Obiettivo del corso e' trasmettere le conoscenze di base di biologia e genetica necessarie ai laureati in scienze statistiche, necessarie per poter in seguito applicare le loro competenze a ricerche nel campo delle scienze della vita.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Lezioni frontali, a fine corso una o più lezioni seminariali su uso della statistica in vari campi della biologia (a seconda degli interessi espressi dagli studenti durante il corso)

**Contenuti :**

INTRODUZIONE

Atomi e molecole: cenni sulla chimica dei viventi

L'acqua come solvente delle reazioni biologiche

Le principali classi di molecole biologiche

La teoria cellulare

L'organizzazione dei viventi, cenni di sistematica

Le caratteristiche principali di batteri, virus e cellule eucarioti.

STRUTTURA E FUNZIONE DELLA CELLULA

La membrana plasmatica, proprietà e funzioni

Gli apparati membranosi

I mitocondri, struttura in rapporto alla funzione; il metabolismo energetico

Il citoscheletro

Il compartimento nucleare

I processi di endocitosi e secrezione

La trasduzione del segnale recettoriale

La divisione cellulare

BASI MOLECOLARI DELL'INFORMAZIONE EREDITARIA

Composizione e struttura chimica del DNA e degli RNA  
Il codice genetico e sue proprietà  
La replicazione del DNA  
L'organizzazione del genoma negli eucarioti e nei procarioti  
I cromosomi umani  
Trascrizione e maturazione del RNA  
La regolazione dell'espressione genica  
La sintesi proteica

#### GENETICA E GENOMICA UMANA

I differenti tipi di trasmissione dei caratteri ereditari (AD, AR, XD, XR, eccezioni alla trasmissione mendeliana).  
I caratteri quantitativi e multifattoriali; la variabilità genetica  
Le conseguenze patologiche delle mutazioni  
Le principali tecniche di analisi del DNA (PCR, sequenziamento)  
Il progetto genoma umano e l'era della genomica  
Definizione dei diversi progetti "omici" (trascrittoma, proteoma, metaboloma)

#### Modalità di esame :

Esame scritto, con possibilità di frazionare le prove durante il corso.

#### Criteri di valutazione :

Alla fine del corso gli studenti dovranno essere in grado di:

Descrivere le basi chimico-fisiche che regolano il funzionamento delle macromolecole biologiche;  
Descrivere le caratteristiche generali delle macromolecole biologiche (carboidrati, lipidi, proteine, acidi nucleici);  
Descrivere le caratteristiche principali dei vari tipi di organismi viventi e le relazioni evolutive che li collegano;  
Illustrare l'organizzazione della cellula ed in particolare riconoscere le diverse strutture cellulari;  
Illustrare la funzione della cellula e descriverne i processi fondamentali (replicazione, trascrizione e traduzione del materiale genetico; mitosi e meiosi);  
Descrivere i vari modi nei quali l'informazione genetica si riflette sulle caratteristiche dei singoli individui e sulla insorgenza di patologie.  
Descrivere le differenze tra analisi genetica ed analisi genomica ed avere familiarità con le metodologie di base di entrambe.

#### Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

#### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

I file delle lezioni ed eventuali altri materiali didattici utilizzati in aula saranno messi a disposizione degli studenti, ma non precedentemente alle lezioni stesse.

Il corso non ha un testo di riferimento specifico; durante la prima lezione saranno illustrate le varie possibilità tra le quali scegliere.

## ISTITUZIONI DI ANALISI MATEMATICA

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

**Periodo:** 1 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*. : 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: Prof.ssa PAOLA MANNUCCI) - Mutuato da: Laurea in Statistica per le Tecnologie e le Scienze (Ord. 2014)

**Periodo:** 1 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 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 PROBABILITÀ

(Titolare: Dott. SILVANO FIORIN)

**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

## ISTITUZIONI DI PROBABILITÀ

(Titolare: Prof. PAOLO DAI PRA)

**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, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 30A; 3,00 CFU

---

## METODI STATISTICI PER BIG DATA

(Titolare: Prof. BRUNO SCARPA)

**Periodo:** III anno, 2 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 34A+30L; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

Algebra Lineare, Sistemi di elaborazione, Statistica 2, Modelli Statistici 1, Modelli

Statistici 2, Statistica Computazionale

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

I metodi di analisi dei dati in statistica e machine learning giocano ormai un ruolo centrale nelle realtà aziendali, industriali e scientifiche. La crescita del web e lo sviluppo di strumenti tecnologici che raccolgono e salvano enormi quantità di dati e informazioni hanno portato ad un rapido incremento nella dimensione dei dati e nella complessità delle analisi e della modellazione statistica. Sorgono inoltre nuove forme di dati non direttamente riportabili alla classica matrice dei dati statistica, ma a strutture più complesse come funzioni, grafi e reti. Queste moderne ed emergenti applicazioni in ambito aziendale, industriale e tecnologico spiegano la necessità di introdurre modelli statistici e algoritmi (scalabili, paralleli, ricorsivi e dinamici) che possano essere adattati a queste grandi masse di dati. Il corso si propone di fornire, a livello di laurea triennale, gli strumenti statistici di base per affrontare questi problemi, ponendosi in continuità rispetto al corso di Analisi di dati multidimensionali. In particolare, il nuovo corso si propone di approfondire alcuni argomenti (quali quelli legati ai metodi di riduzione della dimensionalità, analisi dei fattori, metodi di raggruppamento), caratterizzandone l'applicazione al contesto dei "Big Data", introducendone alcuni completamente nuovi, quali quelli legati all'analisi di dati funzionali, di reti sociali e all'analisi di un numero elevato di variabili rispetto ad un numero esiguo di osservazioni.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Lezioni frontali. Esercitazioni in laboratorio

**Contenuti :**

- Metodi di visualizzazione dei dati e di big data.

- Metodi di riduzione della dimensionalità (independent component analysis, principal curves, principal surfaces, projection pursuit)

- Metodi di estrazione di fattori: esempi di modelli di analisi fattoriale confermativa (e.g. Partial Least Squares)

- Metodi di raggruppamento basati su modelli parametrici e non parametrici

- *Metodi di analisi in presenza di un numero elevato di variabili e un esiguo numero di osservazioni: metodi di stima penalizzata, lasso e lars e relative modifiche. Altri algoritmi efficienti.*

- *Introduzione all'analisi dei dati funzionali*

- *Metodi di analisi di dati raccolti da reti (e reti sociali): struttura dei dati, modelli grafici e semplici modelli statistici (e.g. logistico, di Erdos-Renyi, ERGM) ; modelli per dati da social networks (e.g. Hopkins and King).*

- *Aspetti di statistica computazionale: algoritmi statistici di calcolo parallelo, ricorsivo e dinamico. Stime ricorsive per modelli lineari e modelli lineari dinamici (algoritmo per stima ricorsiva, filtro di Kalman).*

**Modalità di esame :**

prova scritta e/o prova pratica

**Criteri di valutazione :**

Correttezza e qualità delle prove d'esame.

**Testi di riferimento :**

Scarpa, B., *Materiale didattico via web per l'insegnamento di Big Data.* ; ,

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Materiale didattico disponibile sulla pagina web del corso. Lo strumento di calcolo primario adottato per questo corso è l'ambiente di programmazione R; questo può essere prelevato, assieme alla relativa documentazione, da una postazione CRAN.

## **METODI STATISTICI PER L'EPIDEMIOLOGIA**

(Titolare: Prof.ssa ALESSANDRA ROSALBA BRAZZALE)

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 36A+28L; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

Conoscenza di base di SAS.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso consente di impadronirsi delle definizioni, dei modelli e dei metodi statistici fondamentali utilizzati in epidemiologia. In particolare, al termine del corso, lo studente avrà acquisito la padronanza:

i) dei tipi di studio epidemiologico e delle relative misure di occorrenza e di effetto.

ii) dei concetti di causalità, confondente e modificatore d'effetto e degli strumenti per trattarli.

iii) della costruzione di un campione adeguato per la conduzione di uno studio epidemiologico.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Il corso si avvale di lezioni frontali, esercitazioni carta e penna, laboratori SAS in aula informatica e gruppi di lettura. Sono inoltre previste delle conferenze didattiche tenute da esperti del settore.

**Contenuti :**

- Definizione e obiettivi dell'epidemiologia.

- Il concetto di causalità e tipi di relazioni causali. Diagrammi causali. Confondente e modificatore d'effetto.

- Tipi di studi epidemiologici: studi sperimentali (clinical trials, field trials, community intervention trials) e non sperimentali (di coorte, caso-controllo, trasversali, di mortalità proporzionale, ecologici).

- Misure di occorrenza di malattia e mortalità: incidenza puntuale, cumulata, prevalenza. Relazione fra incidenza e prevalenza. Rappresentazioni grafiche (mappe) di indicatori di morbosità e mortalità nel territorio.

- Analisi del rischio di malattia in funzione di un fattore di esposizione. Effetti assoluti e relativi. Rischio relativo, rischio attribuibile, odds-ratio. Relazione fra rischio relativo e odds ratio.

- Inferenza su incidenza, prevalenza, rischio relativo e odds-ratio. Errore di primo e secondo tipo, calcolo della numerosità campionaria.

- Metodi per depurare dall'effetto di confondenti: randomizzazione (studi sperimentali), stratificazione, standardizzazione, appaiamento (qualsiasi studio).

- Inferenza sull'odds ratio in presenza di stratificazione (Mantel-Haenszel, logit, massima verosimiglianza) e appaiamento (test di McNemar).

- Regressione logistica per studi di coorte, studi caso-controllo e caso-controllo con appaiamento 1:1.

- Altre fonti di distorsione delle stime: selection bias (auto-selezione, distorsione, diagnostica), misclassificazione (differenziale e non differenziale), problemi di rappresentatività e generalizzabilità.

- Le principali fonti di dati in ambito sanitario ed epidemiologico e loro potenzialità informative: le rilevazioni

tramite schede di dimissione ospedaliera, certificati di assistenza al parto, cause di morte, sistema informativo del Ministero della Salute, registri di patologia. Definizione e trattamento dei dati sensibili.

- Programmazione e valutazione dei servizi socio-sanitari: il Servizio Sanitario nazionale, il Piano Sanitario Nazionale, i Piani Sanitari regionali e i Piani di zona. I livelli essenziali di assistenza (LEA). Bisogni di salute e offerta di servizi.

- Il processo di valutazione dei servizi socio-sanitari: indicatori di risorse, di processo, di prodotto. Definizione di benchmark. Analisi dell'efficacia dei servizi. Sintesi degli indicatori. I sistemi informativi socio-sanitari.

**Modalità di esame :**

Prova pratica in aula informatica (SAS) e esame orale con discussione di un'esercitazione finale. L'esercitazione finale, sviluppata singolarmente o a coppie, verte sullo studio di un problema basato sull'analisi di dati reali. Il tema è concordato col docente. Alla prova pratica e successivo esame orale sono ammessi gli studenti che superano un test di ammissione basato su quiz multi-risposta in aula informatica.

**Criteri di valutazione :**

La valutazione si basa sulle conoscenze e abilità manifestate durante la prova pratica (1/5) e durante l'esame orale (2/5), e sull'esercitazione finale (2/5). Il giudizio finale è una media ponderata dei voti assegnati alle tre prove.

**Testi di riferimento :**

Kenneth J. Rothman, Sander Greenland, Timothy L. Lash, *Modern Epidemiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**



- Dispense fornite dal docente (che non sostituiscono i testi di riferimento).
- Vineis P., Duca P. e Pasquini P. (1987). *Manuale di metodologia epidemiologica*. Numero speciale di *Epidemiologia e Prevenzione* n.32-33.
- Hosmer D.W. and Lemeshow S. (2000). *Applied Logistic Regression*. Wiley, New York. Capp. 6 e 7. (3 copie in biblioteca: vanno bene anche le edizioni precedenti al 2000)

## MODELLI STATISTICI 1

(Titolare: Prof.ssa LAURA VENTURA)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 42A+22L; 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 Ã 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 :

PAGE 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.

## MODELLI STATISTICI 1

(Titolare: Prof. MATTEO GRIGOLETTO)

**Periodo:** Il anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 42A+22L; 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 Ã 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 :**

CONTENUTO NON PRESENTE

**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 2

(Titolare: Prof.ssa ALESSANDRA SALVAN)

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A+16L; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

Istituzioni di Analisi Matematica

Algebra Lineare

Istituzioni di Probabilità

Statistica 1 e 2

Modelli Statistici 1

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Il corso mira ad approfondire teoria e applicazioni dei modelli di regressione con particolare riferimento ai modelli lineari generalizzati. Sono trattati modelli per dati continui, binari, categoriali e di conteggio. Sono forniti alcuni elementi introduttivi ai modelli per dati correlati. Il corso tratta inoltre gli strumenti necessari per l'analisi dei dati utilizzando modelli di regressione, tramite il software statistico R.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Il corso verrà erogato per mezzo di lezioni di teoria ed esercitazioni in laboratorio informatico.

**Contenuti :**

I modelli lineari generalizzati (Generalized Linear Models, GLM)

- Famiglie esponenziali, di dispersione esponenziali e GLM: modelli, momenti, funzione di legame e verosimiglianza.
- Inferenza sui parametri di un GLM (stima puntuale, verifica d'ipotesi e regioni di confidenza)
- Adeguatezza dei modelli: devianza e residui.
- Casi notevoli: regressione binomiale, Poisson e gamma.
- Sovradispersione e quasi-verosimiglianza.
- Tabelle di frequenza: modelli log-lineari.
- Modelli multinomiali per risposte nominali o ordinali.
- Elementi introduttivi ai modelli per dati correlati (modelli marginali, modelli lineari generalizzati misti, equazioni di stima generalizzate).

**Modalità di esame :**

Esame scritto in aula informatica (si richiederà l'uso di R per lo svolgimento di alcuni calcoli).

**Criteri di valutazione :**

Si valuteranno la preparazione dello studente sui contenuti oggetto del corso, la sua capacità di analizzare le caratteristiche dei modelli e di interpretare e valutare criticamente i risultati delle analisi svolte.

**Testi di riferimento :**

Agresti, A., *Foundations of Linear and Generalized Linear Models*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc, 2015

Madsen, H. and Thyregod, P., *Introduction to General and Generalized Linear Models*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC, 2010

Azzalini, A., *Inferenza Statistica: una Presentazione basata sul Concetto di Verosimiglianza*. Milano: Springer-Italia, 2001

Pace, L., Salvan, A., *Teoria della Statistica: Metodi, Modelli, Approssimazioni Asintotiche*. Padova: Cedam, 1996

Pace, L., Salvan, A., *Introduzione alla Statistica - II. Inferenza, Verosimiglianza, Modelli*. Padova: Cedam, 2001

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

Dobson, A. and Barnett, A., *An Introduction to Generalized Linear Models, Third Edition*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC, 2008

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

## MODELLI STATISTICI APPLICATI

(Titolare: Prof.ssa GIULIANA CORTESE)

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 64A; 9,00 CFU

### Prerequisiti :

Istituzioni di analisi matematica, Istituzioni di probabilit  , Statistica II, Modelli statistici I.

### Conoscenze e abilita' da acquisire :

I fenomeni ambientali e territoriali richiedono spesso lo studio di una componente spaziale, mentre gli studi biomedici coinvolgono spesso la componente temporale.

L'obiettivo del corso   fornire agli studenti una conoscenza introduttiva degli strumenti statistici per descrivere ed analizzare fenomeni specifici in ambito ambientale, territoriale e biomedico. Inoltre, in ambito di progettazione degli esperimenti, lo scopo del corso consiste nel fornire un'introduzione ragionata ai disegni di base.

Il corso si propone inoltre di rendere gli studenti capaci di scegliere ed applicare la tecnica ed il modello statistico appropriato per l'elaborazione delle diverse tipologie di dati ambientali e biomedici, grazie all'uso di specifici pacchetti del software statistico R. A tale scopo, verranno discussi ed analizzati diversi casi studio di interesse attuale.

### Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio con l'uso del software R.

Sono eventualmente previste attivit  in itinere con esercizi da risolvere in gruppo utilizzando il software R. Il corso prevede eventuali attivit  di seminari da parte di esperti esterni, volte ad illustrare casi reali di applicazioni nelle tecnologie e nelle scienze.

### Contenuti :

Il corso si propone di fornire alcuni strumenti statistici legati a specifiche applicazioni in ambito tecnologico, ambientale e biomedico, ed   sviluppato in tre moduli distinti come segue:

**Modulo I: disegno degli esperimenti.**

Un problema introduttivo: Il problema di Hoetteling o problema delle pesate, Stimatori ottimali.

Definizione di esperimento, casualizzazione, piano completamente casualizzato. Stima e test di un dispositivo completamente randomizzato ad un fattore. Teorema di Cochran.

Dispositivi a blocchi incompleti e casualizzazione. Modello associato e sua analisi statistica. Funzioni stimabili e connessioni.

Dispositivi con  $p > 1$  fattori sotto controllo: quadrati latini e greco latini. Dispositivi fattoriali e non (cenni).

**Modulo II: modelli per l'analisi dei dati di sopravvivenza.**

I dati relativi al tempo di attesa fino al verificarsi di un evento prendono generalmente il nome di dati di sopravvivenza.

Introduzione ai dati di sopravvivenza e loro peculiarit  : dati incompleti, censura a destra, troncamento a sinistra, schemi di censura.

Funzione di rischio, funzione di sopravvivenza, relative stime non parametriche e test per il confronto fra  $p > 1$  popolazioni.

Modelli parametrici per dati di sopravvivenza. Modello semi-parametrico di Cox.

Verifica delle assunzioni sottostanti ai modelli per dati di sopravvivenza, selezione del modello.

**Modulo III: modelli per l'analisi di fenomeni ambientali.**

Introduzione alle tipologie di dati spaziali, come ad esempio dati ambientali e geostatistici.

Analisi esplorativa e visualizzazione grafica di dati spaziali.

Misure di dipendenza spaziale, variogramma, kriging.

Modelli statistici per dati spaziali.

 

### Modalit  di esame :

L'esame consiste in una prova scritta riguardante sia la parte teorica che la parte pratica del corso, ha quindi lo scopo di accertare sia le conoscenze sulla teoria metodologica, sia la capacit  di applicare tale conoscenze a dati reali ed interpretarne i risultati.

La prova scritta potr  eventualmente essere divisa in due parti per il Modulo I e per i Moduli II-III.   possibile un eventuale integrazione con esame orale su richiesta del docente.

### Criteri di valutazione :

Completezza, precisione ed esattezza delle risposte alle domande, e nello svolgimento degli esercizi; capacit  di applicare le tecniche statistiche studiate in modo autonomo e consapevole; capacit  di analisi critica ed interpretazione dei risultati ottenuti dalle applicazioni.

### Testi di riferimento :

Graeme D. Ruxton , Nick Colegrave., *Experimental design for the life sciences..* : Oxford University Press (third edition), 2010

John P. Klein, Melvin L. Moeschberger., *Survival analysis: Techniques for Censored and Truncated data..* US: New York: Springer-Verlag (2nd edition), 2003

Roger S. Bivand, Edzer J. Pebesma, Virgilio G mez-Rubio., *Applied Spatial Data Analysis with R..* US: New York: Springer, 2008

Peter J. Diggle, Paulo J. Ribeiro Jr., *Model-based Geostatistics..* US: New York: Springer, 2007

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Durante il corso saranno resi disponibili eventuali appunti e lucidi delle lezioni, ed il codice R usato nei laboratori. In aggiunta, dove necessario, ulteriore materiale didattico e dispense saranno reperibili nel sito accessibile agli studenti.

## 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 Simplex.

**Modalità di esame :**

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

**Criteri di valutazione :**

Valutazione della comprensione degli argomenti svolti a lezione.

**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.

## PROGRAMMAZIONE DEGLI ESPERIMENTI

(Titolare: Prof. GIORGIO CELANT)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 64A; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

Conoscenze elementari di algebra lineare, analisi e statistica inferente.

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

L'obiettivo del corso è quello di dare allo studente un quadro rigoroso degli strumenti base della pianificazione sperimentale per affrontare problematiche complesse.

Nell'ambito progettuale, si verificano situazioni in cui più parametri di un apparato devono essere ottimizzati contemporaneamente. In un approccio tradizionale, spesso basato sull'esperienza, dopo una prima soluzione sono analizzate le prestazioni, apportate le modifiche ed esaminata la nuova configurazione. Il rischio principale a cui si va incontro è che non si disponga di abbastanza tempo per vagliare tutte le possibilità in modo esaustivo.

In questi problemi di ottimizzazioni complesse, il tempo speso per la simulazione di una configurazione può essere notevole. Per ridurre i tempi di calcolo possiamo estrapolare alcuni valori della funzione da ottimizzare. Da qui il ricorso a modelli che approssimano la funzione obiettivo. In questa ottica il corso propone lo studio di due tipi di modelli. Le superfici di risposta (parte centrale del corso) e le regressioni (dal punto di vista dei disegni sperimentali) di Chebyshev canonici (cenni e idee generali). La teoria sarà esposta tramite vari esempi in ambito ingegneristico (principalmente in ingegneria chimica). Le dimostrazioni dei risultati teorici necessari per sviluppare gli argomenti saranno limitati alla conoscenza dell'algebra lineare e dell'analisi elementare. Qualora la dimostrazione risulti troppo complessa quest'ultima sarà sostituita con un ragionamento euristico.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Lezioni frontali e esposizione di una relazione su un argomento del corso.

**Contenuti :**

Alcune definizioni: fattore, risposta, superficie di risposta, piano sperimentale, regione sperimentale, matrice dell'esperimento. Alcuni esempi di piani sperimentali: piani screening, piani fattoriali, piani miscuglio, ecc.

Nozione di piano mal condizionato. Perdita e recupero dell'informazione. Cenni e uso delle matrici non invertibili per il calcolo degli effetti dei fattori in questo contesto. Un esempio che descrive una reazione chimica nel caso che i punti di osservazione siano scelti poco distanti tra loro.

Criteri di scelta del piano: Matrice di informazione, piani isovarianti, piani a varianza minima, A,D,G e c criteri. Il teorema di equivalenza

(una dimostrazione euristica). Esempi dell'uso del teorema di equivalenza in alcune situazioni concrete. Studio delle relazioni di secondo grado. Definizione e significato del modello statistico che descrive una superficie di risposta. Analisi canonica e suo uso per semplificare il modello di secondo grado e interpretare i parametri. Piani sperimentali e ottimizzazione di una superficie di risposta. Piani di Box-Behnken, Piani compositi, piani di Doehlert, Piani di Roquemore, Piani D ottimali a quattro fattori. Cenno ai piani di interpolazione ed estrapolazione e al risultato di Elfving per il calcolo dei piani c- ottimali. Il corso sarà sviluppato usando vari esempi relativi all'ambito industriale.

#### **Modalità di esame :**

Si richiede una relazione su un argomento relativo alle superfici e una prova orale su quanto svolto durante il corso.

#### **Criteri di valutazione :**

Alla relazione viene assegnato un terzo del voto finale. Alla prova orale due terzi.

#### **Testi di riferimento :**

Khuri A.I., Cornell J.A, Response surfaces. Design and Analyses. New York, : , 1996

G.Celant, M.Broniatowski, Interpolation and Extrapolation Optimal Designs 1. London: ISTE Wiley, 2016

#### **Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Il materiale di base per lo studio sono i testi di riferimento.

---

## **PROVA FINALE**

(Titolare: da definire)

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

---

## **SERIE STORICHE**

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

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A+16L; 9,00 CFU

#### **Prerequisiti :**

Statistica I, Modelli I

#### **Conoscenze e abilità da acquisire :**

Lo scopo del corso è di introdurre gli studenti alla comprensione delle principali caratteristiche delle serie storiche e di guidarli alla costruzione e all'uso di semplici modelli per questo tipo di dati.

#### **Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Il corso verrà erogato per mezzo di lezioni frontali e lezioni in aula didattica dove verranno illustrate, su insiemi di dati (serie storiche) reali, le tecniche descritte a lezione. La frequenza alle lezioni, seppure non obbligatoria, è vivamente consigliata.

#### **Contenuti :**

1. Presentazione e discussione delle principali caratteristiche di serie storiche principalmente attraverso analisi esplorative di esempi reali.

2. Le componenti delle serie storiche: trend, ciclo, stagionalità e componente accidentale. Identificazione, stima mediante funzioni matematiche, analisi ed interpretazione delle componenti.

3. Destagionalizzazione: procedure di destagionalizzazione basate su medie mobili e modelli di regressione.

4. Processi stocastici, concetti di base:

- processi stocastici
- stazionarietà, invertibilità
- media, autocovarianza, autocorrelazione

5. Modelli lineari stazionari:

- processi autoregressivi a media mobile, ARMA(p,q)
- procedura di Box-Jenkins (identificazione, stima, analisi dei residui)
- criteri di informazione automatica per la selezione del modello (AIC, BIC, HIC)

6. Modelli non stazionari e stagionali:

- non stazionarietà in media: trend deterministici e stocastici
- processi a radici unitarie ARIMA(p,d,q)
- test per radici unitarie
- processi stagionali SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)

7. Previsione:

- criterio dell'errore quadratico medio di previsione
- calcolo delle previsioni per modelli ARMA e ARIMA
- valutazione della bontà di previsione

#### **Modalità di esame :**

L'esame consiste di una prova pratica e di una prova scritta. La prova pratica consiste nell'analisi di una o più serie storiche in laboratorio. La prova scritta consiste di esercizi e domande.

Una eventuale prova orale è a discrezione del docente.

**Criteri di valutazione :**

Tramite le due prove in cui si articola l'esame si valuteranno la comprensione degli argomenti trattati nel corso e la capacità di analizzare serie reali.

**Testi di riferimento :**

Di Fonzo T., Lisi F., *Serie storiche economiche: analisi statistiche e applicazioni*. Roma: Carocci, 2005

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Slide messe a disposizione dal docente

## SERIE STORICHE

---

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

**Periodo:** III anno, 1 semestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 48A+16L; 9,00 CFU

**Prerequisiti :**

Statistica I, Modelli I

**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Lo scopo del corso è di introdurre gli studenti alla comprensione delle principali caratteristiche delle serie storiche e di guidarli alla costruzione e all'uso di semplici modelli per questo tipo di dati.

**Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Il corso verrà erogato per mezzo di lezioni frontali e lezioni in aula didattica dove verranno illustrate, su insiemi di dati (serie storiche) reali, le tecniche descritte a lezione. La frequenza alle lezioni, seppure non obbligatoria, è vivamente consigliata.

**Contenuti :**

1. Presentazione e discussione delle principali caratteristiche di serie storiche principalmente attraverso analisi esplorative di esempi reali.

2. Le componenti delle serie storiche: trend, ciclo, stagionalità e componente accidentale. Identificazione, stima mediante funzioni matematiche, analisi ed interpretazione delle componenti.

3. Destagionalizzazione: procedure di destagionalizzazione basate su medie mobili e modelli di regressione.

4. Processi stocastici, concetti di base:

- processi stocastici
- stazionarietà, invertibilità
- media, autocovarianza, autocorrelazione

5. Modelli lineari stazionari:

- processi autoregressivi a media mobile, ARMA(p,q)
- procedura di Box-Jenkins (identificazione, stima, analisi dei residui)
- criteri di informazione automatica per la selezione del modello (AIC, BIC, HIC)

6. Modelli non stazionari e stagionali:

- non stazionarietà in media: trend deterministici e stocastici
- processi a radici unitarie ARIMA(p,d,q)
- test per radici unitarie
- processi stagionali SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)

7. Previsione:

- criterio dell'errore quadratico medio di previsione
- calcolo delle previsioni per modelli ARMA e ARIMA
- valutazione della bontà di previsione

**Modalità di esame :**

L'esame consiste di una prova pratica e di una prova scritta. La prova pratica consiste nell'analisi di una o più serie storiche in laboratorio. La prova scritta consiste di esercizi e domande.

Una eventuale prova orale è a discrezione del docente.

**Criteri di valutazione :**

Tramite le due prove in cui si articola l'esame si valuteranno la comprensione degli argomenti trattati nel corso e la capacità di analizzare serie reali.

**Testi di riferimento :**

Di Fonzo T., Lisi F., *Serie storiche economiche: analisi statistiche e applicazioni*. Roma: Carocci, 2005

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Slide messe a disposizione dal docente

## SISTEMI DI ELABORAZIONE 1

---

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

**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 metodologici di base per la risoluzione dei problemi e la conoscenza dei principi costruttivi dei moderni sistemi di elaborazione in rete.

Lo studente dovr  essere in grado di progettare algoritmi che utilizzano strutture dati elementari e realizzarli in forma modulare utilizzando diverse piattaforme.

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

**Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Lezioni frontali ed esercitazione al calcolatore.

**Contenuti :**

Rappresentazione dei dati in un sistema di elaborazione. Algebra di Boole e operatori logici per la sintesi di reti combinatorie e sequenziali.

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

Il sistema operativo. Principi di funzionamento di un sistema multitasking. Il File System.

Il concetto di problema, di algoritmo e di macchina di calcolo. Il progetto di algoritmi.

Strutture dati elementari. Algoritmi numerici di interesse per la statistica. Algoritmi di ricerca e di ordinamento.

Il linguaggio C. Realizzazione di funzioni in C. Compilazione ed esecuzione di programmi.

Linguaggi per il Web. Progetto e realizzazione di pagine Web dinamiche.

**Modalita' di esame :**

L'esame prevede una prova al calcolatore ed una eventuale prova orale.

**Criteri di valutazione :**

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

**Testi di riferimento :**

D. Mandrioli, L. Sbattella, P. Cremonesi e G. Cugola, *Informatica: arte e mestiere 4.* : McGraw-Hill, 2014

J. G. Brookshear, S.G. Kochan, *Fondamenti di Informatica e Programmazione in C.* : Pearson, 2014

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Appunti dalle lezioni e materiale ausiliario indicato dai docenti

---

## 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 metodologici di base per la risoluzione dei problemi e la conoscenza dei principi costruttivi dei moderni sistemi di elaborazione in rete.

Lo studente dovr  essere in grado di progettare algoritmi che utilizzano strutture dati elementari e realizzarli in forma modulare utilizzando diverse piattaforme.

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

**Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :**

Lezioni frontali ed esercitazione al calcolatore.

**Contenuti :**

Rappresentazione dei dati in un sistema di elaborazione. Algebra di Boole e operatori logici per la sintesi di reti combinatorie e sequenziali.

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

Il sistema operativo. Principi di funzionamento di un sistema multitasking. Il File System.

Il concetto di problema, di algoritmo e di macchina di calcolo. Il progetto di algoritmi.

Strutture dati elementari. Algoritmi numerici di interesse per la statistica. Algoritmi di ricerca e di ordinamento.

Il linguaggio C. Realizzazione di funzioni in C. Compilazione ed esecuzione di programmi.

Linguaggi per il Web. Progetto e realizzazione di pagine Web dinamiche.

**Modalita' di esame :**

Una prova al calcolatore ed una eventuale prova orale.

**Criteri di valutazione :**

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

**Testi di riferimento :**

D. Mandrioli, L. Sbattella, P. Cremonesi e G. Cugola, *Informatica: arte e mestiere 4.* Milano [etc.]: McGrawHill, 2014

J. G. Brookshear, S.G. Kochan, *Fondamenti di Informatica e Programmazione in C.* Milano: Pearson, 2014

## SISTEMI DI ELABORAZIONE 2

(Titolare: da definire) - Mutuato da: Laurea in Matematica

**Periodo:** III anno, 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 32A+32L; 9,00 CFU

### Prerequisiti :

Conoscenze informatiche di base acquisite nel corso di *Introduzione alla Programmazione*. Conoscenze matematiche di base del livello acquisito alle scuole superiori.

### Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso introduce i fondamentali metodologici degli algoritmi e della programmazione, con un' enfasi particolare alla programmazione scientifica. Al termine del corso lo studente dovrebbe aver acquisito le competenze di base e le capacità operative necessarie al fine di progettare, organizzare e formalizzare programmi di piccole dimensioni, sviluppati secondo i paradigmi funzionale e orientato agli oggetti del linguaggio Python. Dovrebbe inoltre essere in grado di analizzare la struttura logica di un programma al fine di verificarne la correttezza in relazione alle specifiche date.

### Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso ha una durata di 64 ore totali.

32 ore in Aula con l'ausilio di PC (lucidi ed esempi di programmazione) e lavagna

32 ore in Laboratorio. Ogni studente ha a disposizione un PC. La lezione consiste in una serie di esercitazioni proposte agli studenti che verranno seguiti da 2 o più docenti o personale di supporto.

### Contenuti :

Il corso ha i seguenti capitoli:

- 1) Concetti fondamentali. Nozione di algoritmo, computabilità e complessità, programma.
- 2) Introduzione al linguaggio Python. Programmazione funzionale ed orientata agli oggetti.
- 3) Strutture dati e algoritmi. Strutture dati più complesse di quelle offerte dal linguaggio Python. Alberi e Grafi, Code, Pile.
- 4) Applicazioni scientifiche e giochi.

### Modalità di esame :

Esame: Scritto, Orale (opzionale). Il compito da svolgere prevede due parti. La prima parte riguardante la sintassi del linguaggio Python, la teoria della programmazione, e l'analisi/implementazione di semplici programmi; la seconda parte riguarda l'analisi e l'implementazione di algoritmi più complessi.

### Criteri di valutazione :

Lo studente viene valutato sulla capacità acquisita di analisi di un problema di natura scientifica da risolvere, progettazione di algoritmi adeguati e la loro soluzione con un programma in Python.

### Testi di riferimento :

Downey, J. Elkner, C. Meyers, *Pensare da Informatico, Imparare con Python.* ; ,  
Fabio Aiolfi, *Appunti di programmazione (scientifica) in Python.* : Esculapio, 2013

### Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il materiale di studio consiste in: programmi svolti a lezione e lucidi presentati a lezione e in laboratorio.

## STAGE

(Titolare: Prof.ssa LAURA VENTURA)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** ; 6,00 CFU

## 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 abilità 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 più 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; unità statistiche; caratteri e variabili; modalità .
- 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 variabilità e mutabilità .
- 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.

**Modalità di esame :**

Prova scritta. Il docente potrà 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 capacità di usarle in applicazioni concrete.

**Testi di riferimento :**

Cicchitelli, Giuseppe, *Statisticaprincipi e metodi* Giuseppe Cicchitelli. Milano: Pearson, 2012  
 Pace, L., Salvan, A., *Introduzione alla Statistica: Statistica Descrittiva..* Padova: Cedam, 1996

## 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 abilità 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 più 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; unità statistiche; caratteri e variabili; modalità .
- 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 variabilità e mutabilità .
- 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.

**Modalità di esame :**

Prova scritta. Il docente potrà 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 capacità 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 2

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

**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 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. Quantili 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. 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 monoparametrico, 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.ssa GIOVANNA MENARDI) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

**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 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. 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 monoparametrico, 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 :**

Pace, Luigi; Salvan, Alessandra, *Introduzione alla statistica* Luigi Pace, Alessandra Salvan. Padova: , 0  
 Azzalini, Adelchi, *Inferenza statistica una presentazione basata sul concetto di verosimiglianza* A. Azzalini. Milano: Springer, 0  
 Cicchitelli, Giuseppe, *Statistiche principi e metodi* Giuseppe Cicchitelli. Milano: Pearson, 2012  
 Piccolo, Domenico, *Statistica*. Bologna: Il mulino, 2010

## **STATISTICA COMPUTAZIONALE**

(Titolare: Prof. MATTEO GRIGOLETTO)

**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.

# STATISTICA MEDICA

(Titolare: Prof.ssa LAURA VENTURA)

**Periodo:** III 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 :

Abilità da acquisire: analisi di dati in problemi di statistica medica.

Nel corso vengono introdotte le principali problematiche concernenti l'analisi dei dati in ambito medico. Obiettivo del corso Ã, attraverso la discussione di casi di studio, accrescere la sensibilitÃ e la criticitÃ gli studenti all'uso di metodi statistici con riguardo agli studi di tipo sperimentale (tipicamente le prove cliniche).

## AttivitÃ 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 :

- Studi clinici randomizzati (clinical trials)
- Tipi di disegno di studio: studi fra pazienti (disegno a gruppi paralleli, disegno fattoriale), studi entro pazienti (disegno cross-over, disegno a quadrati latini)
- Studi di potenza (determinazione della numerositÃ campionaria)
- Analisi esplorative e test di adattamento.
- Confronti tra due o piÃ¹ gruppi: Metodi parametrici e non parametrici
- Metodi post-hoc per confronti multipli
- Anova per misure ripetute: metodi parametrici e non parametrici
- Indici di affidabilitÃ di risposte cliniche: test diagnostici, curva Roc e modello  $P(X < Y)$ , ripetibilitÃ, riproducibilitÃ
- Curve dose-risposta: modelli non-lineari
- Discussione critica di casi di studio attraverso strumenti giÃ acquisiti in corsi precedenti (ANCOVA, dati di sopravvivenza, regressione logistica, regressione non normale, ....)

## ModalitÃ di esame :

Esame scritto e/o orale.

## Criteri di valutazione :

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

## Testi di riferimento :

Wayne, Biostatistica. Napoli: EdiSES, 2000

Signorelli, Elementi di metodologia epidemiologica. Roma: Soc. Edit. Universo, 2000

Armitage e Berry, Statistica medica: metodi statistici per la ricerca in medicina. Milano: McGraw-Hill, 1996

## Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Materiale didattico disponibile in rete.

# 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 ProbabilitÃ

## Conoscenze e abilitÃ da acquisire :

1. Comprendere potenzialitÃ 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 capacitÃ tecniche di:
  - o Progettazione di una indagine statistica applicando i metodi di rilevazione piÃ¹ idonei per la ricerca in esame;
  - o Scelta mirata del criterio di contatto del rispondente (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'ammisibilitÃ di campioni non probabilistici;
  - o Determinazione della numerositÃ 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 sensibilitÃ, linguaggio e spirito critico relativamente ai metodi di rilevazione di dati statistici nelle realtÃ operative tipiche di uno statistico professionale

## AttivitÃ di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso Ã composto da lezioni frontali e da lavori di gruppo.

Le esercitazioni in aula informatica (10 ore) mirano a sviluppare la capacitÃ dello studente a realizzare un questionario elettronico.

### **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.
- Analisi della qualità dei dati
- Stesura di un report

#### **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: stimatori; errore nelle stime, proprietà di uno stimatore.
- Campionamento stratificato: piano proporzionale, piano ottimale, selezione implicita.
- Campionamento su più stadi: piano PPS, controllo della correlazione intraclasse, campionamento di aree
- 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.
- Le indagini qualitative: focus groups, Delphi, testimoni privilegiati.

#### **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 :

- Nel costruire un breve questionario elettronico per una indagine statistica assistita da computer;
- 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 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, otterrà 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 dell'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) - Mutuato da: Laurea in Statistica per l'Economia e l'Impresa (Ord. 2014)

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

### **Prerequisiti :**

Statistica 1, Statistica 2, Istituzioni di Calcolo delle Probabilità

### **Conoscenze e abilità da acquisire :**

- Comprendere potenzialità e limiti dell'indagine statistica e, in modo particolare, di quella campionaria
- 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
- 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 contatto del rispondente (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'ammmissibilità 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.
- 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 :**

Il corso Ã" composto da lezioni frontali e da lavori di gruppo.

Le esercitazioni in aula informatica (10 ore) mirano a sviluppare la capacitÃ dello studente a realizzare un questionario elettronico.

**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.
- Analisi della qualitÃ dei dati
- Stesura di un report

**2. Metodologia del campionamento statistico**

- Campionamento probabilistico e per quote
- ProbabilitÃ di selezione costanti e variabili; selezione casuale e sistematica; campioni autoponderanti; campionamento da liste carenti o multiple.
- Campionamento casuale semplice: stimatori; errore nelle stime, proprietÃ di uno stimatore.
- Campionamento stratificato: piano proporzionale, piano ottimale, selezione implicita.
- Campionamento su piÃ¹ stadi: piano PPS, controllo della correlazione intraclasse, campionamento di aree
- 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.
- Le indagini qualitative: focus groups, Delphi, testimoni privilegiati.

**3. Metodologia del questionario elettronico**

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

**ModalitÃ di esame :**

L'esame Ã" scritto e pratico.

La prova scritta consistetÃ 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 consistetÃ :

- Nel costruire un breve questionario elettronico per una indagine statistica assistita da computer;
- 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, otterrÃ la lode.

Le valutazioni delle prove sostenute (sia la parte scritta, sia le prove pratiche) mantengono la loro validitÃ 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, 2010

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

**Eventuali indicazioni sui materiali di studio :**

Dispense fornite dal docente e testi indicati di seguito

---

**TIROCINIO FORMATIVO**

(Titolare: Prof.ssa LAURA VENTURA)

**Periodo:** III anno, 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** ; 6,00 CFU