

# Statistica applicata alla sperimentazione scientifica

## Docenti:

Prof. Luigi Salmaso, Dip. di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali (Coordinatore)  
[luigi.salmaso@unipd.it](mailto:luigi.salmaso@unipd.it)

Dott. Livio Corain e Dott. Stefano Bonnini

Il corso è alla sua terza edizione e viene tenuto da docenti della Facoltà di Ingegneria. Tale corpo docente tiene da diversi anni corsi di Statistica applicata negli ambiti di interesse delle Scuole di Dottorato di Ingegneria Industriale, Ingegneria Gestionale ed Estimo, Scienze della Terra, Territorio, ambiente, risorse e salute e Scienze Veterinarie (si veda sito: <http://www.salmasoluigi.it/s2010.htm>).

Link al sito della Scuola:

[http://www.sdii.dimeg.unipd.it/index.php?option=com\\_fabrik&task=viewTableRowDetails&tableid=52&fabrik=34&rowid=129&Itemid=140&fabrik\\_cursor=22&fabrik\\_total=25](http://www.sdii.dimeg.unipd.it/index.php?option=com_fabrik&task=viewTableRowDetails&tableid=52&fabrik=34&rowid=129&Itemid=140&fabrik_cursor=22&fabrik_total=25)

## Calendario:

Aule M3, M4 e Sala riunioni grande III piano, Complesso di Ing. Meccanica, via G. Colombo 5, Padova

Aula Informatica: Polo Meccanico, Complesso di Ing. Meccanica, via G. Colombo 5, Padova

1. 5 maggio 2010 ore 14.00-18-00: Aula M3+ Aula Informatica
2. 10 maggio 2010 ore 14.00-18-00: Sala riunioni grande III piano + Aula Informatica
3. 12 maggio 2010 ore 14.00-18-00: Aula M3 +Aula Informatica
4. 19 maggio 2010 ore 14.00-18-00: Aula M3 +Aula Informatica
5. 24 maggio 2010 ore 14.00-18-00: Sala riunioni grande III piano + Aula Informatica
6. 28 maggio 2010 ore 14.00-18-00: Aula M4 +Aula Informatica
7. 31 maggio 2010 ore 14.00-18-00: Sala riunioni grande III piano + Aula Informatica
8. 4 giugno 2010 ore 14.00-18-00: Aula M4 + Aula Informatica

Totale: 32 ore

NB: PER PROBLEMI DI ENTRATA ALL'AULA INFORMATICA CONTATTARE IL SIG. ANTONIO: 049 8276828 (O IN CASO DI NECESSITA' 3289067039).

## Programma:

Il corso è un'introduzione ai metodi statistici più frequentemente utilizzati per la sperimentazione nell'ambito dell'Ingegneria Industriale. Sono previste sia lezioni frontali in aula che esercitazioni in laboratorio informatico, per una introduzione all'utilizzo dei seguenti software statistici:

- R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org))
- Minitab ([www.minitab.com](http://www.minitab.com))
- Statgraphics licenza gratuita di ateneo
- NPC TEST (<http://www.gest.unipd.it/~salmaso/npctest.zip>).

## Contenuti:

### 1. Richiami di statistica univariata e multivariata

*Elementi di statistica descrittiva:* la frequenza, gli indici di sintesi (di posizione, variabilità e forma) e le rappresentazioni grafiche (istogramma, boxplot, diagramma di dispersione).

*Elementi di calcolo delle probabilità:* le principali distribuzioni probabilità discrete e continue.

*Elementi di inferenza statistica:* distribuzioni campionarie, stima puntuale e intervallare, verifica di ipotesi, regressione lineare semplice e multipla.

## **2. Progettazione e analisi degli esperimenti**

Il modulo didattico proposto enfatizza il ruolo della statistica come scienza che si occupa di trarre delle conclusioni a partire dai dati sperimentali operando in modo che le informazioni contenute nel campione possano condurre a conclusioni valide in relazione al contesto più ampio al quale l'esperimento può essere riferito.

In molti contesti in cui il ricercatore si trova ad operare, risulta sovente di interesse trattare esperimenti complessi connessi a processi industriali oppure relativi ad indagini di tipo tecnico-tecnologico o infine a studi sui sistemi di preferenza degli individui. In questi esperimenti una serie di variabili di input vengono sottoposte ad opportuni cambiamenti in modo da poter identificare le ragioni delle variazioni osservate nell'output di risposta, che può a sua volta essere misurato in base a più variabile, spesso tra loro interconnesse.

Inoltre, un Dottore di Ricerca può trovarsi inserito in progetti in collaborazione con l'industria privata, per operare nella produzione o nella ricerca e sviluppo, in relazione ad esperimenti concernenti la progettazione, lo sviluppo e il miglioramento di un prodotto o in generale di un sistema produttivo.

Le finalità del corso si propongono di fornire al dottorando gli strumenti metodologici avanzati, supportati dal relativo software statistico, necessari a supportare tutte le diverse fasi di progettazione ed interpretazione statistica degli esperimenti per la ricerca, lo sviluppo e il monitoraggio di prodotti/processi. Tali fasi comprendono principalmente i) la scelta del piano sperimentale adeguato (DoE, Design of Experiment); ii) l'applicazione della specifica tecnica di analisi statistica inferenziale, iii) la corretta rappresentazione dei risultati finali, in relazione agli obiettivi della ricerca. Verranno anche illustrate le principali tecniche di controllo di qualità di processo e di prodotto.

## **3. Cluster Analysis**

Introduzione alla Cluster Analysis. Tipologie di clustering. Metriche. Diagrammi utili nelle analisi dei cluster. Clustering di variabili. Tecniche Gerarchiche. Tecniche Scissorie. Metodo delle K-medie. Valutazione dei risultati. Determinare il numero dei cluster. Analisi della composizione dei cluster. Effettuare lo scoring di nuove osservazioni.

## **4. Principal Component Analysis**

Introduzione alla regressione multivariata. Obiettivi dell'analisi delle componenti principali; Derivazione e proprietà delle componenti principali della popolazione e campionarie; Interpretazione geometrica; Scelta del numero di componenti; Analisi di diversi casi studio.

## **5. Factor Analysis**

Obiettivi dell'analisi fattoriale; Modello e relative proprietà; Stima dei parametri; Rotazione dei fattori; Verifica della bontà del modello.

## **6. Statistica non parametrica**

Nozioni introduttive. Test statistici parametrici e non parametrici. Verifica di ipotesi su una frequenza per un campione, per due campioni a dati appaiati e per due campioni indipendenti; il caso di più di due campioni

Verifica di ipotesi su un indice di posizione per un campione, per due campioni a dati appaiati e per due campioni indipendenti; il caso di più di due campioni. Analisi della varianza a una e due vie. Metodi di permutazione.

## **7. Controllo statistico della qualità**

Il controllo statistico in corso di produzione. Aspetti generali del controllo statistico di processo. Carte di controllo: carte di controllo per variabili; carte di controllo per attributi. Il ruolo della funzione di potenza e della funzione Average Run Length (ARL) nella progettazione delle carte di controllo.

Analisi di capacità di un processo produttivo. Aspetti generali. I principali indici di capacità: Cp, Cpk, Cpm. Uso e interpretazione degli indici di capacità.

Il controllo statistico di accettazione e collaudo. Il problema del campionamento in accettazione. I piani di campionamento per attributi. Il ruolo della curva operativa per la costruzione di un piano di campionamento. Piani di campionamento doppi. I piani di campionamento di Dodge-Roming. Tavole ISO per il controllo di accettazione o collaudo.

*Testi di riferimento*

1. Montgomery DC, Progettazione ed Analisi degli Esperimenti, 2005, McGraw-Hill.
2. Montgomery DC, Controllo Statistico della Qualità, 2006, McGraw-Hill.
3. Lattin J, Carroll JD, Green PE, Analyzing Multivariate Data, 2003, Duxbury Applied Series.
4. Johnson RA, Wichern DW, Applied Multivariate Statistical Analysis, 1998, Prentice Hall; 4th edition.
5. Hollander and Wolfe, Nonparametric Statistical Methods, 2nd edition, 1999, Wiley Series in Probability and Statistics.
6. Shumway RH, Stoffer DS, Time Series Analysis and Its Applications (With R Examples), 2nd Edition, 1998, Springer Texts in Statistics, New York.
7. Materiale didattico ad hoc preparato dai docenti

#### **Modalità di iscrizione:**

Gli studenti della Scuola di Dottorato in Ingegneria Industriale risultano automaticamente iscritti se previsto dai rispettivi Collegi di Indirizzo, sulla base di quanto comunicato dal Coordinatore di Indirizzo alla Segreteria della Scuola di Dottorato in Ingegneria Industriale almeno una settimana prima dell'inizio del corso. Per le altre persone interessate è necessario inviare una richiesta di iscrizione all'indirizzo [maria.spandri@unipd.it](mailto:maria.spandri@unipd.it) almeno una settimana prima dell'inizio del corso.

#### **Modalità di valutazione :**

Elaborato su caso studio reale di pertinenza delle specifiche tesi di dottorato. E' obbligatoria la frequenza di almeno 24 ore sul totale delle 32 di cui è composto il corso (avendo cura di seguire per intero alcune delle tematiche proposte nel programma).