

# Indice

## Capitolo 1 - ANALISI E RAPPRESENTAZIONE DEI DATI

1.1. Introduzione . . . . .	1
1.2. Ragioni del campionamento . . . . .	2
1.3. Statistiche descrittive dei campioni . . . . .	2
1.4. Parametri caratteristici di una distribuzione di frequenza. . . . .	14
<i>Esercizi</i> . . . . .	19
1.5. Dati osservati in coppie. . . . .	20
<i>Esercizio</i> . . . . .	23
1.6. Esercizi vari . . . . .	26

## Capitolo 2 - EVENTI, INSIEMI E PROBABILITA'

2.1. Esperimento casuale. . . . .	31
2.2. Spazio campione . . . . .	31
2.3. Evento . . . . .	32
2.4. Evento composto . . . . .	32
2.5. Eventi mutuamente esclusivi o incompatibili. . . . .	33
<i>Esempio</i> . . . . .	33
<i>Esercizio</i> . . . . .	34
2.6. Richiami di teoria degli insiemi . . . . .	36
<i>Esempio</i> . . . . .	40
<i>Esercizio</i> . . . . .	42
2.7. Definizione assiomatica di probabilità . . . . .	43
2.8. Teorema della probabilità totale. . . . .	44
2.9. Probabilità su spazi campioni discreti . . . . .	45
<i>Esempio</i> . . . . .	46
<i>Esercizi</i> . . . . .	47
2.10. Probabilità su spazi campionari continui . . . . .	51
<i>Esercizio</i> . . . . .	52
2.11. Criteri per assegnare la probabilità . . . . .	56
2.12. Probabilità condizionata ed eventi indipendenti. . . . .	57
<i>Esempio</i> . . . . .	61
<i>Esercizi</i> . . . . .	64
2.13. Considerazioni finali . . . . .	82

2.14. Esercizi vari . . . . .	85
-------------------------------	----

**Capitolo 3 - VARIABILE ALEATORIA E DISTRIBUZIONE DI PROBABILITA'**

3.1. Variabile aleatoria . . . . .	115
<i>Esempio</i> . . . . .	115
3.2. Distribuzione di probabilità discreta . . . . .	117
<i>Esempio</i> . . . . .	118
<i>Esercizio</i> . . . . .	118
3.3. Distribuzione continua . . . . .	120
3.4. Funzione di ripartizione . . . . .	123
<i>Esercizio</i> . . . . .	124
3.5. Osservazioni . . . . .	125
<i>Esercizio</i> . . . . .	126
3.6. Momenti di una variabile aleatoria continua . . . . .	132
<i>Esercizio</i> . . . . .	133
3.7. Variabile casuale standardizzata . . . . .	142
3.8. Indici sintetici di una distribuzione . . . . .	142
3.9. Considerazioni finali . . . . .	148
<i>Esercizi</i> . . . . .	152
3.10. Esercizi vari . . . . .	156

**Capitolo 4 - MODELLI TEORICI PER DISTRIBUZIONI UNIDIMENSIONALI**

4.1. Premessa . . . . .	167
4.2. Distribuzione normale . . . . .	168
<i>Esercizi</i> . . . . .	175
4.3. Modelli probabilistici diversi dalla distribuzione normale . . . . .	185
<i>Esercizi</i> . . . . .	186
4.4. Disuguaglianza di Tchebycheff . . . . .	199
<i>Esempio</i> . . . . .	201
4.5. Ulteriori considerazioni relative alle distribuzioni log-normale e normale . . . . .	202
4.6. Esercizi vari . . . . .	207

**Capitolo 5 - DISTRIBUZIONI MULTIPLE**

5.1. Generalità . . . . .	221
5.2. Variabile aleatoria continua bidimensionale . . . . .	223
5.3. Variabile aleatoria discreta bidimensionale . . . . .	227
<i>Esempio</i> . . . . .	229
5.4. Variabili casuali indipendenti . . . . .	232
5.5. Distribuzioni subordinate o condizionate . . . . .	233
<i>Esercizi</i> . . . . .	235
5.6. Valori caratteristici di una distribuzione bidimensionale o bivariata . . . . .	244
<i>Esercizi</i> . . . . .	246
5.7. Coefficiente di correlazione lineare . . . . .	254

<i>Esercizi</i> . . . . .	257
5.8. Media e varianza condizionate. Curva di regressione . . . . .	264
<i>Esercizi</i> . . . . .	268
5.9. Modelli teorici per distribuzioni bivariate . . . . .	271
<i>Esercizi</i> . . . . .	279
5.10. Cenni sulle distribuzioni multidimensionali . . . . .	283
5.11. Valori caratteristici di una distribuzione multidimensionale . . . . .	285
5.12. Esercizi vari . . . . .	289

**Capitolo 6 - DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' E DELLA DISTRIBUZIONE DI FUNZIONI DI VARIABILI ALEATORIE**

6.1. Funzione di variabile aleatoria . . . . .	309
6.2. Funzione invertibile di una sola variabile aleatoria . . . . .	310
<i>Esercizi</i> . . . . .	313
6.3. Distribuzione di probabilità di una generica funzione di una variabile aleatoria . . . . .	318
<i>Esercizi</i> . . . . .	321
6.4. Determinazione della funzione di ripartizione di una generica funzione di una sola variabile aleatoria . . . . .	325
<i>Esercizio</i> . . . . .	326
6.5. Determinazione congiunta della densità e della distribuzione di $Y = aX^2 + b$ . . . . .	326
<i>Esercizi</i> . . . . .	329
6.6. Densità di una funzione di due variabili aleatorie . . . . .	334
<i>Esercizi</i> . . . . .	337
6.7. Distribuzione di una funzione di due variabili aleatorie . . . . .	356
<i>Esercizi</i> . . . . .	357
6.8. Esercizi vari . . . . .	365

**Capitolo 7 - IL PROGETTO E LA VERIFICA DELLA SEZIONE IN TERMINI DI AFFIDABILITA' O DI PROBABILITA' DI CRISI**

7.1. Premessa . . . . .	387
7.2. Affidabilità e probabilità di crisi . . . . .	388
7.3. Progetto e verifica della sezione nel contesto probabilistico . . . . .	397
<i>Esercizi</i> . . . . .	400
7.4. Affidabilità e probabilità di crisi per variabile aleatoria bidimensionale. Caso generale . . . . .	408
<i>Esercizi</i> . . . . .	414
7.5. Considerazioni finali . . . . .	421

**Capitolo 8 - I CRITERI DI RESISTENZA**

8.1. Stato limite e coefficiente di sicurezza . . . . .	423
8.2. Superficie limite . . . . .	425
8.3. Le prove sui materiali . . . . .	425
8.4. Stati tensionali ugualmente pericolosi . . . . .	429
8.5. Criterio di Tresca . . . . .	430

8.6. Criterio di Huber-Hencky-Mises . . . . .	438
8.7. Criterio della massima tensione normale. . . . .	445

**Capitolo 9 - VALUTAZIONE APPROSSIMATA DELLA MEDIA E DELLA VARIANZA DI UNA FUNZIONE DI VARIABILI ALEATORIE**

9.1. Introduzione . . . . .	449
9.2. Funzione di una sola variabile casuale . . . . .	449
Esercizi . . . . .	452
9.3. Funzione di $n$ variabili aleatorie . . . . .	458
Esercizi . . . . .	461
9.4. Esercizi vari . . . . .	477

**Capitolo 10 - SFORZI E DEFORMAZIONI NELLE TRAVI**

10.1. Sforzo assiale . . . . .	487
Esercizi . . . . .	492
10.2. Sforzi in un tubo cilindrico . . . . .	508
Esercizi . . . . .	514
10.3. Flessione semplice . . . . .	517
Esercizi . . . . .	524
10.4. Sollecitazione di taglio e flessione . . . . .	540
Esercizi . . . . .	543
10.5. Torsione . . . . .	555
Esercizi . . . . .	571
10.6. Cenni di stabilità dell'equilibrio elastico . . . . .	579
Esercizi . . . . .	589
10.7. Esercizi vari . . . . .	603

**Capitolo 11 - I METODI DI VERIFICA DELLA SICUREZZA STRUTTURALE**

11.1. Premessa . . . . .	633
11.2. Il metodo della tensione ammissibile . . . . .	634
Esercizio . . . . .	639
11.3. Metodologie probabilistiche . . . . .	642
Esercizi . . . . .	656

**APPENDICI**

Appendice A . . . . .	673
Appendice B . . . . .	675
Appendice C . . . . .	677
Bibliografia . . . . .	691

# Analisi e rappresentazione dei dati

## 1.1. INTRODUZIONE

Anche se in origine il compito della statistica era quello di raccogliere dati demografici ed economici, si può affermare che la statistica si propone essenzialmente di pervenire a conclusioni valide per un ampio gruppo di individui od oggetti, detto *popolazione*, sulla base delle informazioni raccolte solo su una piccola parte della popolazione stessa, denominata *campione*. In breve, lo scopo principale della statistica è quello di dedurre le caratteristiche di una popolazione da quelle di un campione, ovvero di compiere un'inferenza circa l'intera popolazione a partire dal campione.

Si noti che spesso il termine popolazione è usato per denotare osservazioni o misurazioni, invece che individui od oggetti (1). Gli elementi della popolazione prendono anche il nome di *unità statistiche* e si dicono pure portatori di uno o più *caratteri* o *attributi*. Il procedimento mediante il quale si perviene a conclusioni relative all'intera popolazione esaminando solo una piccola parte di essa, prende il nome di *inferenza statistica*, oppure *induzione statistica*. Poiché l'inferenza dal campione alla popolazione non è certa, le conclusioni riguardanti l'intera popolazione saranno sempre affette

(1) Si definisce *popolazione* o *universo* o *collettività* un insieme ideale di elementi nominalmente omogenei aventi una o più caratteristiche in comune. Per *caratteristica*, detta anche *carattere* o *attributo*, s'intende una proprietà che serve a differenziare qualitativamente o quantitativamente gli elementi della popolazione

Con riferimento alla popolazione costituita dagli studenti iscritti alla Facoltà di Ingegneria di Bologna in un dato anno accademico, la caratteristica può essere il voto medio degli esami sostenuti dal singolo studente, oppure il colore dei suoi capelli e/o la sua altezza in cm, ecc. Se la popolazione è costituita da una partita di cubi di conglomerato oppure da un lotto di barre di armatura da cemento armato, allora la caratteristica che interessa rilevare può essere la tensione di rottura a compressione per i cubi, e la tensione di snervamento (eventualmente anche la tensione ultima) per le barre di armatura.