

# Indice

<b>Prefazione</b>	<b>xiii</b>
<b>Introduzione</b>	<b>xv</b>
Informazioni su R . . . . .	xvi
<b>1 La formalizzazione dei problemi: l'informatica</b>	<b>1</b>
1.1 Dal problema alla soluzione . . . . .	1
1.2 Il linguaggio . . . . .	3
1.3 Il linguaggio naturale . . . . .	5
1.4 Il linguaggio macchina . . . . .	8
1.4.1 L'architettura di Von Neumann . . . . .	8
1.5 Il linguaggio di programmazione e il linguaggio informatico . . . . .	12
1.5.1 Il codice sorgente . . . . .	14
1.5.2 Compilazione o interpretazione di un codice sorgente . . . . .	14
1.5.3 Paradigmi di programmazione . . . . .	15
1.6 Algoritmo . . . . .	16
1.6.1 Il diagramma di flusso . . . . .	19
1.7 Lo Pseudocodice . . . . .	24
1.8 Il programma: un'analogia . . . . .	26
1.9 Verso l'infinito... e oltre! . . . . .	31
<b>2 Per iniziare con R</b>	<b>35</b>
2.1 Operazioni aritmetiche elementari . . . . .	36
2.2 Assegnazioni, creazione di oggetti e area di lavoro . . . . .	37
2.2.1 Assegnazioni . . . . .	38
2.2.2 Gestione degli errori . . . . .	40
2.2.3 Area di lavoro . . . . .	41
2.3 I dati . . . . .	42
2.3.1 Gli arrotondamenti . . . . .	43
2.4 Le strutture di dati . . . . .	46
2.5 I vettori . . . . .	46
2.5.1 Estrazione di valori da un vettore . . . . .	47
2.5.2 L'aritmetica nei vettori numerici . . . . .	49
2.5.3 Funzioni aritmetiche . . . . .	50
2.5.4 Creazione di sequenze di dati . . . . .	53

2.5.5	Manipolazione di vettori . . . . .	55
2.5.6	I vettori logici . . . . .	58
2.5.7	Vettori di tipi diversi e il comando <code>paste</code> . . . . .	59
2.6	Dati mancanti . . . . .	61
2.7	Le operazioni logiche . . . . .	62
2.7.1	Gli operatori logici . . . . .	64
2.8	Le matrici . . . . .	64
2.8.1	Operazioni tra matrici . . . . .	66
2.9	Gli array . . . . .	71
2.10	I dataframe . . . . .	73
2.11	Caratteristiche di array ed estrazioni di valori . . . . .	74
2.11.1	Definire le caratteristiche di matrici e dataframe . . . . .	77
2.12	Le liste . . . . .	78
2.12.1	Selezionare elementi di una lista . . . . .	79
2.13	Variabili qualitative . . . . .	79
2.14	Pacchetti . . . . .	82
2.15	Aiuto . . . . .	82
2.16	Operazioni di I/O e file di dati . . . . .	84
2.16.1	Caricare file di dati interno . . . . .	84
2.16.2	Lettura di un dataset esterno . . . . .	85
2.16.3	Alcuni comandi per i dataframe . . . . .	86
2.16.4	Scrittura di dataframe su file . . . . .	88
2.16.5	Directory . . . . .	89
<b>3</b>	<b>Introduzione alla programmazione</b>	<b>91</b>
3.1	La struttura essenziale di un programma in <i>R</i> . . . . .	92
3.2	Hello world! . . . . .	93
3.2.1	Diagramma di flusso . . . . .	93
3.2.2	Pseudocodice . . . . .	94
3.2.3	Codice <i>R</i> . . . . .	94
3.2.4	Comandi usati . . . . .	95
3.2.5	Varianti al programma in <i>R</i> . . . . .	95
3.3	Stampare un testo inserito come input . . . . .	97
3.3.1	Diagramma di flusso . . . . .	97
3.3.2	Pseudocodice . . . . .	97
3.3.3	Codice . . . . .	98
3.3.4	Comandi usati . . . . .	98
3.4	Inserisci, trasforma e stampa . . . . .	99
3.4.1	Diagramma di flusso . . . . .	99
3.4.2	Pseudocodice . . . . .	99
3.4.3	Codice . . . . .	101
3.5	Somma di due numeri . . . . .	102
3.5.1	Diagramma di flusso . . . . .	102
3.5.2	Pseudocodice . . . . .	102
3.5.3	Codice . . . . .	103

3.6	Negativo o positivo? . . . . .	105
3.6.1	Diagramma di flusso . . . . .	108
3.6.2	Codice . . . . .	108
3.7	Che confusione! Riordiniamo . . . . .	110
3.7.1	Diagramma di flusso . . . . .	111
3.7.2	Pseudocodice . . . . .	113
3.7.3	Codice . . . . .	113
<b>4</b>	<b>Dalla teoria matematica all'applicazione numerica</b>	<b>117</b>
4.1	Una costante interessante: $\pi$ . . . . .	117
4.1.1	Presentazione del problema . . . . .	118
4.1.2	Dalla teoria alla pratica . . . . .	118
4.1.3	Algoritmo . . . . .	119
4.1.4	Pseudocodice . . . . .	119
4.1.5	Diagramma di flusso . . . . .	121
4.1.6	Codice . . . . .	121
4.1.7	Funzione Riemann: Miglioramento 1 . . . . .	124
4.1.8	Funzione Riemann: Miglioramento 2 . . . . .	127
4.2	Problema: Numero pari o dispari . . . . .	128
4.2.1	Algoritmo . . . . .	129
4.2.2	Pseudocodice . . . . .	129
4.2.3	Codice . . . . .	129
4.2.4	Miglioramento . . . . .	130
4.3	Problema: Conversione Binario Decimale . . . . .	132
4.3.1	Versione 1: Algoritmo . . . . .	132
4.3.2	Versione 1: Pseudocodice . . . . .	133
4.3.3	Versione 1: Codice . . . . .	134
4.3.4	Versione 2: Pseudocodice . . . . .	135
4.3.5	Versione 2: Codice . . . . .	135
4.4	Problema: Conversione Decimale Binario . . . . .	136
4.4.1	Algoritmo . . . . .	137
4.4.2	Pseudocodice . . . . .	137
4.4.3	Diagramma di flusso . . . . .	138
4.4.4	Codice . . . . .	138
<b>5</b>	<b>Applicazioni dalla geometria all'analisi</b>	<b>141</b>
5.1	Problema: Cerchio . . . . .	141
5.1.1	Pseudocodice . . . . .	142
5.1.2	Codice . . . . .	143
5.2	Problema: Triangolo isoscele . . . . .	144
5.2.1	Diagramma di flusso . . . . .	145
5.2.2	Codice . . . . .	145
5.3	Problema: Equazione lineare di secondo grado . . . . .	147
5.3.1	Pseudocodice . . . . .	147
5.3.2	Codice . . . . .	148

5.4	Problema: Soluzione di un sistema di equazioni lineari . . . . .	149
5.4.1	Codice . . . . .	150
5.5	Problema: Definizione di funzioni algebriche . . . . .	152
5.5.1	Codice . . . . .	152
5.5.2	Pseudocodice . . . . .	154
5.5.3	Codice . . . . .	155
5.5.4	Problema: rappresentazione grafica di una funzione . . . . .	156
5.5.5	Codice . . . . .	158
5.6	Problema: Retta che passa per due punti . . . . .	159
5.6.1	Espressione di una retta che passa per due punti . . . . .	160
5.6.2	Codice . . . . .	161
5.7	Problema: Integrazione numerica . . . . .	164
5.7.1	Codice . . . . .	167
<b>6</b>	<b>Applicazioni in ambito economico</b>	<b>169</b>
6.1	Problema: La capitalizzazione semplice e composta . . . . .	169
6.1.1	Capitalizzazione semplice . . . . .	170
6.1.2	Pseudocodice: capitalizzazione semplice . . . . .	170
6.1.3	Codice 1: capitalizzazione semplice con tasso di interesse costante .	171
6.1.4	Codice 2: capitalizzazione semplice con tasso di interesse variabile .	172
6.1.5	Codice 3: capitalizzazione semplice con tasso di interesse variabile, ver. 2 . . . . .	172
6.1.6	Capitalizzazione Composta . . . . .	173
6.1.7	Codice 1: capitalizzazione composta con tasso d'interesse costante .	174
6.1.8	Codice 2: capitalizzazione composta con tasso di interesse variabile .	175
6.1.9	Codice 3: capitalizzazione composta con tasso di interesse variabile, ver. 2 . . . . .	175
6.2	Problema: Valore attuale . . . . .	177
6.2.1	Codice 4: calcolo del valore attuale di un capitale . . . . .	177
6.3	Problema: Valore attuale di una rendita finanziaria . . . . .	178
6.3.1	Codice: Versione 1 . . . . .	180
6.3.2	Codice: Versione 2 . . . . .	180
6.4	Problema: Tasso di rendimento e/o sconto . . . . .	181
6.5	Problema: Calcolo del Break Even Point . . . . .	182
6.5.1	Pseudocodice . . . . .	183
6.5.2	Diagramma di flusso . . . . .	184
6.5.3	Codice: BEP ver.1 . . . . .	185
6.5.4	Codice: BEP ver.2 . . . . .	185
6.5.5	Codice: BEP grafico . . . . .	188
6.5.6	Codice: BEP+grafico . . . . .	189
6.6	Problema: Calcolo IRPEF . . . . .	190
6.6.1	Pseudocodice . . . . .	192
6.6.2	Codice . . . . .	193
<b>7</b>	<b>Esercizi</b>	<b>195</b>

---

<b>A</b>	<b>Installare R e RStudio</b>	<b>201</b>
A.1	Installare R . . . . .	201
A.1.1	R console . . . . .	203
A.1.2	Installare <i>RStudio</i> . . . . .	205
<b>B</b>	<b>Algebra dei calcolatori</b>	<b>207</b>
B.1	Funzione booleana . . . . .	208
B.2	Tabella delle verità . . . . .	209
B.3	Operatore NOT (negazione o complementazione) . . . . .	210
B.3.1	La tabella di verità per l'operatore NOT . . . . .	210
B.4	Operatore OR (somma logica) . . . . .	210
B.4.1	La tabella di verità per l'operatore OR . . . . .	211
B.5	Operatore AND (prodotto logico) . . . . .	212
B.5.1	La tabella di verità per l'operatore AND . . . . .	212
B.6	Operatore XOR (OR esclusivo) . . . . .	212
B.6.1	La tabella di verità per l'operatore XOR . . . . .	213
B.7	Altri operatori logici . . . . .	213
B.8	Gerarchia degli operatori booleani . . . . .	213
B.9	Definizione formale . . . . .	215
B.9.1	Commutativa . . . . .	215
B.9.2	Associativa . . . . .	216
B.9.3	Assorbimento . . . . .	216
B.9.4	Distributiva . . . . .	217
B.9.5	Idempotenza . . . . .	217
B.9.6	Esistenza di minimo e massimo . . . . .	217
B.9.7	Esistenza del complemento . . . . .	217
B.10	Confronti logici in R . . . . .	218
<b>C</b>	<b>Soluzione Esercizi</b>	<b>219</b>
C.1	Soluzioni Capitolo 2 . . . . .	219
C.2	Soluzioni Capitolo 3 . . . . .	230
C.3	Soluzioni Capitolo 4 . . . . .	233
C.4	Soluzioni Capitolo 5 . . . . .	237
C.5	Soluzioni Capitolo 6 . . . . .	241
	<b>Indice di comandi e funzioni</b>	<b>247</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>251</b>