

# Appendice A

## Esercizi

## A.2 Statistica Descrittiva

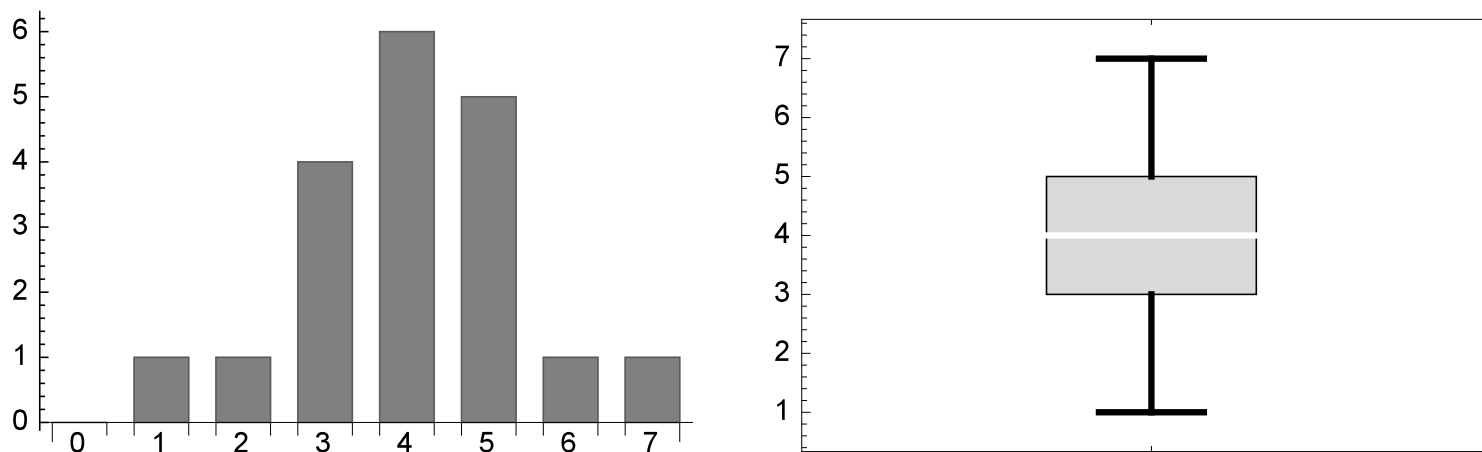
**Esercizio A.2.1.** *Sia dato il seguente campione composto di  $n = 19$  numeri interi:*

5, 4, 5, 4, 4, 1, 5, 6, 5, 4, 2, 3, 7, 5, 3, 3, 4, 3, 4.

*Calcolare: la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la deviazione standard  $s$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , la media armonica  $m_A$ , la media quadratica  $m_Q$  e la media geometrica  $m_G$ . Costruire la tabella delle frequenze assolute e relative, tracciare il diagramma a barre e il boxplot, e determinare la moda (o le mode)*

**Soluzione:** Quando, come in questo caso, il campione non è già ordinato, conviene prima di tutto riordinarlo:

1, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 7

Figura A.2: Diagramma a barre e *boxplot* dell'Esercizio A.2.1

Il valore della media si ottiene facilmente

$$m = \frac{77}{19} \simeq 4.05$$

Dalla Definizione 6.31 le medie armonica, quadratica e geometrica sono

$$m_A = \frac{266}{79} \simeq 3.37 \qquad m_Q = \sqrt{\frac{347}{19}} \simeq 4.27 \qquad m_G \simeq 3.77$$

Per la varianza (e la deviazione standard) conviene prendere la media del quadrato dei dati (già usata per la media quadratica) e sottrarre il quadrato della media:

$$s^2 = \frac{347}{19} - \left(\frac{77}{19}\right)^2 = \frac{664}{361} \simeq 1.84 \quad s = \sqrt{\frac{664}{361}} \simeq 1.36$$

Tenendo conto del campione ordinato, il range è ovviamente

$$\Delta = 7 - 1 = 6$$

mentre per i quantili si calcolano prima le loro posizioni

$$\text{mediana } \frac{n+1}{2} = 10 \quad 1^{\circ} \text{ e } 3^{\circ} \text{ quartile } \frac{n+1}{4} = 5, \quad 3 \frac{n+1}{4} = 15$$

e poi si cercano il 10° il 5° e il 15° elemento del campione

$$q_{1/2} = 4 \quad q_{1/4} = 3 \quad q_{3/4} = 5$$

Le modalità  $w_k$  sono gli interi  $k = 1, 2, \dots, 7$  e la tabella delle frequenze è

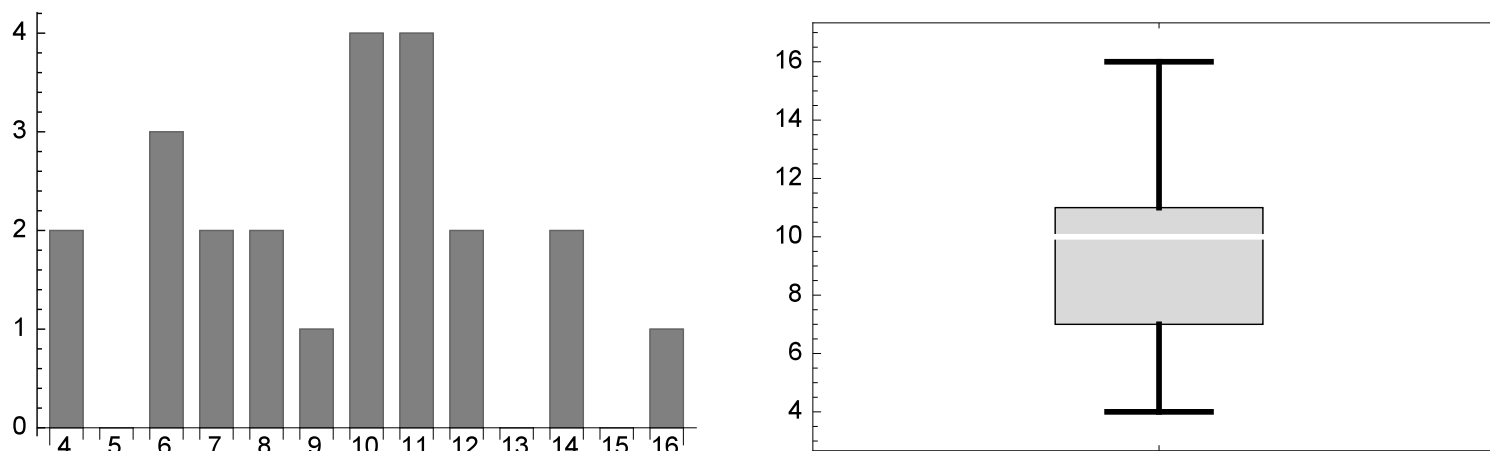
$k$	1	2	3	4	5	6	7
$N_k$	1	1	4	6	5	1	1
$F_k$	1	2	6	12	17	18	19
$p_k$	0.05	0.05	0.21	0.32	0.26	0.05	0.05
$f_k$	0.05	0.11	0.32	0.63	0.89	0.95	1.00

Sulla base di questi risultati si disegnano facilmente il diagramma a barre (delle frequenze assolute) e il *boxplot* rappresentati in Figura A.2: la moda è 4 □

**Esercizio A.2.2.** *Nella fascia oraria fra le 12:00 e le 13:00 di ogni giorno un centralino telefonico riceve un numero aleatorio  $X$  di chiamate. Il valore di  $X$  è stato registrato in 23 giorni diversi ottenendo i seguenti risultati:*

10, 14, 11, 10, 11, 10, 8, 6, 12, 7,  
16, 10, 11, 6, 8, 4, 9, 12, 7, 6, 14, 4, 11

*Calcolare: la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la deviazione standard  $s$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , la media armonica  $m_A$ , la media quadratica  $m_Q$  e la media geometrica  $m_G$ . Costruire la tabella delle frequenze assolute e relative, tracciare il diagramma a barre e il boxplot, e determinare la moda (o le mode)*

Figura A.3: Diagramma a barre e *boxplot* dell'Esercizio A.2.2

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{217}{23} \simeq 9.43 & s^2 &= \frac{5\,052}{529} \simeq 9.55 & s &= \sqrt{\frac{5\,052}{529}} \simeq 3.09 \\
 \Delta &= 12 & q_{1/2} &= 10 & q_{1/4} &= 7 & q_{3/4} &= 11 \\
 m_A &= \frac{55\,540}{6\,707} \simeq 8.27 & m_Q &= \sqrt{\frac{2\,267}{23}} \simeq 9.93 & m_G &\simeq 8.88
 \end{aligned}$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* sono rappresentati in Figura A.3. Strettamente parlando le mode sono molte, ma la loro significatività statistica è piuttosto modesta: quelle principali sono 6, 10 e 11       $\square$



**Esercizio A.2.3.** *Il numero di particelle  $\alpha$  emesso da un campione radioattivo in ogni periodo di 10 secondi è una v-a  $X$ : supponendo che in 31 misurazioni (di 10 secondi l'una) le frequenze  $N_k$  dei valori  $k$  di  $X$  siano state:*

$$\begin{array}{cccccccc} k & = & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ N_k & = & 3 & 7 & 10 & 8 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array}$$

*calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il boxplot, e determinare la moda (o le mode)*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{ccccccc} m \simeq 2.16 & s^2 = \frac{5052}{529} \simeq 2.07 & & & & & \\ \Delta = 12 & q_{1/2} = 2 & q_{1/4} = 1 & q_{3/4} = 3 & & & \end{array}$$

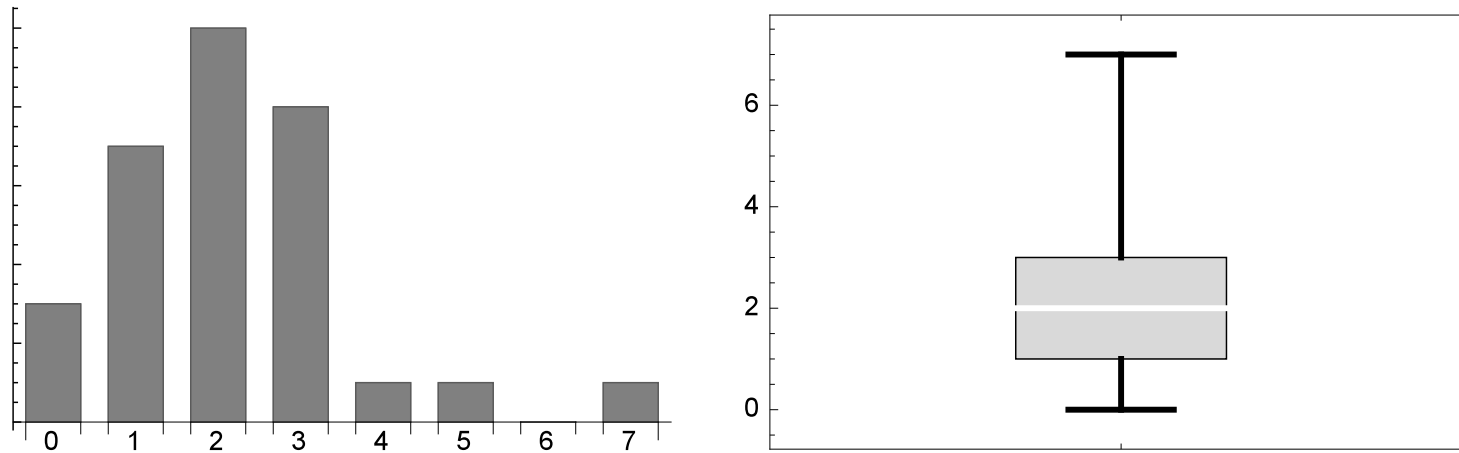


Figura A.4: Diagramma a barre e *boxplot* dell'Esercizio A.2.3

Il diagramma a barre e il *boxplot* sono rappresentati in Figura A.4, e la moda è 2 (il massimo isolato in 7 non è significativo) □

**Esercizio A.2.4.**  $n = 100$  giocatori di roulette partono con un capitale di 5\$ ciascuno, e alla fine del gioco hanno perduto tutto. Si registrano i valori massimi del capitale raggiunto da ogni giocatore durante il gioco ottenendo la seguente tabella

25	9	5	5	5	9	6	5	15	45	35	6	5	6	24	21	16	5	8	7
7	5	5	35	13	9	5	18	6	10	19	16	21	8	13	5	9	10	10	6
23	8	5	10	15	7	5	5	24	9	11	34	12	11	17	11	16	5	15	5
12	6	5	5	7	6	17	20	7	8	8	6	10	11	6	7	5	12	11	18
6	21	6	5	24	7	16	21	23	15	11	8	6	8	14	11	6	9	6	10

Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il boxplot, e determinare la moda (o le mode)

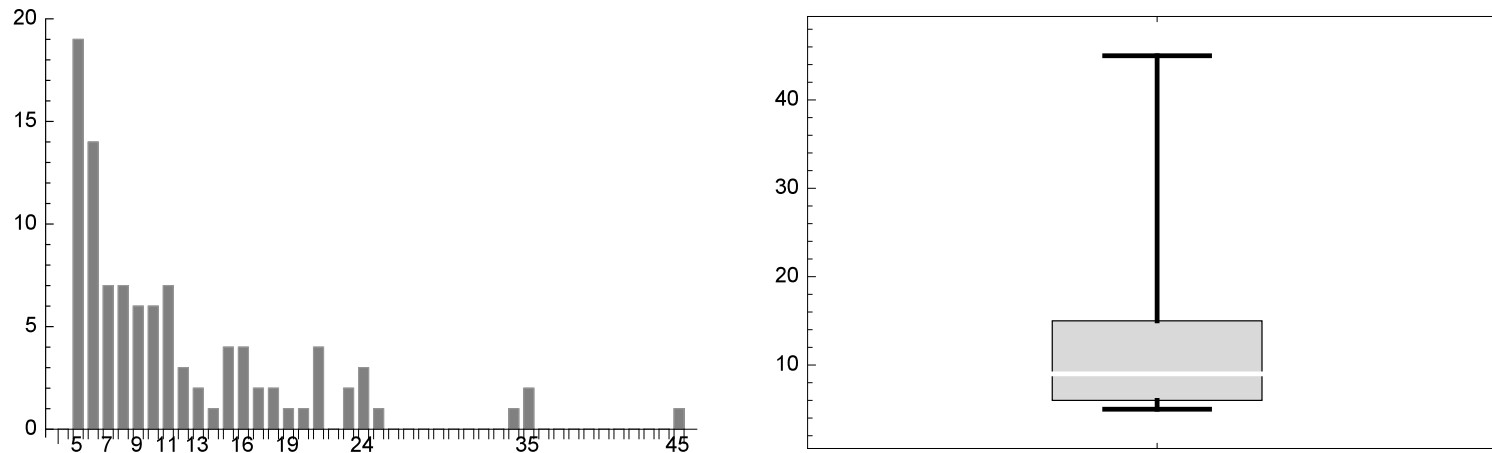


Figura A.5: Diagramma a barre e *boxplot* dell'Esercizio A.2.4

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m = \frac{58}{5} \simeq 11.60 \quad s^2 = \frac{593}{10} = 59.30$$

$$\Delta = 40 \quad q_{1/2} = 9 \quad q_{1/4} = 6 \quad q_{3/4} = 15$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* sono rappresentati in Figura A.5, e la moda è 5 (gli altri massimi non sono significativi)  $\square$

**Esercizio A.2.5.** *Il numero  $k$  di clienti che si presentano ad uno sportello bancario fra le 12:00 e le 13:00 viene registrato in  $n = 100$  giorni lavorativi ottenendo i risultati riportati nella seguente tabella di frequenze assolute  $N_k$ :*

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 k = & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 \\
 N_k = & 2 & 11 & 15 & 18 & 20 & 14 & 10 & 5 & 2 & 2 & 1
 \end{array}$$

*Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la deviazione standard  $s$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il *boxplot*, e determinare la moda (o le mode)*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{llll}
 m \simeq 4.84 & s^2 \simeq 4.23 & s \simeq 2.06 & \\
 \Delta = 10 & q_{1/2} = 5 & q_{1/4} = 3 & q_{3/4} = 6
 \end{array}$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* non sono riportati per brevità: la moda è 5 □

**Esercizio A.2.6.** *Si misura  $n = 230$  volte il numero  $k$  di particelle  $\alpha$  emesse in un periodo di 10 secondi da un campione radioattivo, e si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella delle frequenze assolute  $N_k$ :*

$k =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$N_k =$	1	7	15	24	32	48	32	24	23	13	5	2	2	1	1

*Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la deviazione standard  $s$ , il coefficiente di variazione  $\delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il boxplot, e determinare la moda (o le mode)*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{llll}
 m \simeq 5.48 & s^2 \simeq 5.78 & s \simeq 2.40 & \delta \simeq 0.44 \\
 \Delta = 14 & q_{1/2} = 5 & q_{1/4} = 4 & q_{3/4} = 7
 \end{array}$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* non sono riportati per brevità: la moda è 5 □

**Esercizio A.2.7.** *Si misura il numero  $k$  di clienti che telefonano ad un centralino tra le 11:00 e le 12:00 in  $n = 50$  giornate lavorative tipiche, e si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella delle frequenze assolute  $N_k$ :*

$$\begin{array}{cccccccc} k = & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ N_k = & 3 & 8 & 10 & 12 & 6 & 6 & 4 & 1 \end{array}$$

*Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la media geometrica  $m_G$ , la media armonica  $m_A$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il *boxplot*, e determinare la moda (o le mode)*

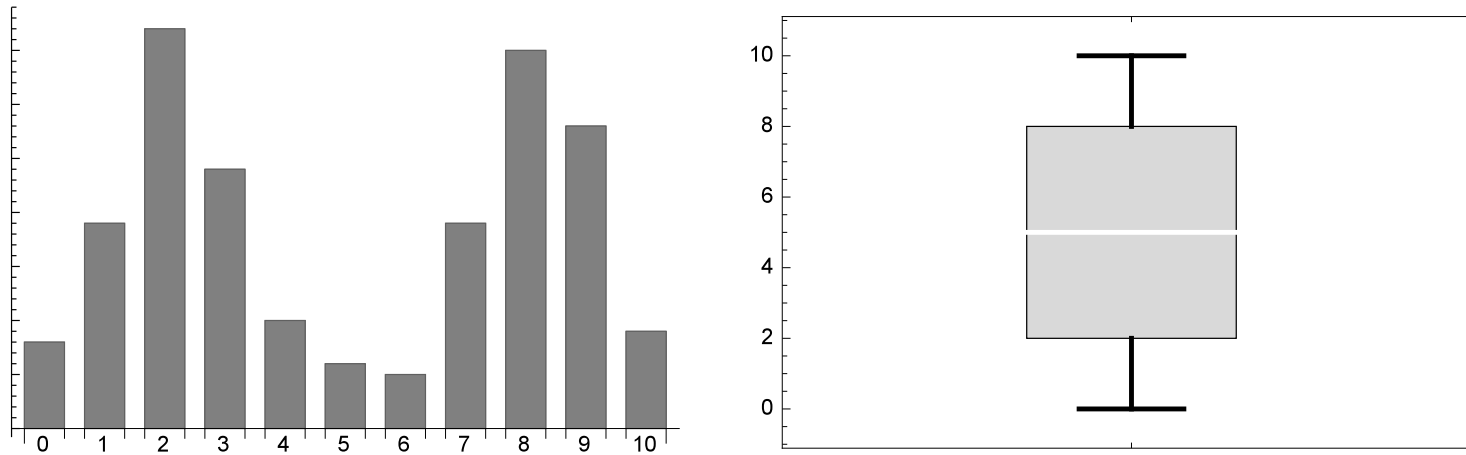


Figura A.6: Diagramma a barre e *boxplot* dell'Esercizio A.2.8

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 3.98 \quad s^2 \simeq 3.02 \quad m_G \simeq 3.56 \quad m_A \simeq 3.08$$

$$q_{1/2} = 4 \quad q_{1/4} = 3 \quad q_{3/4} = 5$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* non sono riportati per brevità: la moda è 4 □



**Esercizio A.2.8.** *Si rileva il numero  $k$  di telefonate pervenute ad un centralino in un periodo di 2 ore in  $n = 200$  giornate, e si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella delle frequenze assolute  $N_k$ :*

$k =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_k =$	8	19	37	24	10	6	5	19	35	28	9

*Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la deviazione standard  $s$ , il coefficiente di variazione  $\delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il boxplot, e determinare la moda (o le mode)*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{llll}
 m \simeq 5.10 & s^2 \simeq 10.05 & s \simeq 3.17 & \delta \simeq 0.62 \\
 q_{1/2} = 5 & q_{1/4} = 2 & q_{3/4} = 8 & 
 \end{array}$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* sono riportati in Figura A.6; le mode sono 2 e 8 □

**Esercizio A.2.9.** *Si misura il numero  $k$  di clienti che telefonano ad un centralino tra le 11:00 e le 12:00 in  $n = 47$  giornate lavorative tipiche, e si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella delle frequenze assolute  $N_k$ :*

$$\begin{array}{ccccccc} k = & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ N_k = & 2 & 10 & 12 & 11 & 7 & 4 & 1 \end{array}$$

*Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la media geometrica  $m_G$ , la media armonica  $m_A$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il *boxplot*, e determinare la moda (o le mode)*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 3.57 \quad s^2 \simeq 1.99 \quad m_G \simeq 3.27 \quad m_A \simeq 2.94$$

$$q_{1/2} = 3 \quad q_{1/4} = 2 \quad q_{3/4} = 5$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* non sono riportati per brevità: la moda è 3 □

**Esercizio A.2.10.** *Si misura  $n = 200$  volte il numero  $k$  di particelle  $\alpha$  emesse in un periodo di 10 secondi da un campione radioattivo, e si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella delle frequenze assolute  $N_k$ :*

$$\begin{array}{cccccccccccccc} k = & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 \\ N_k = & 4 & 7 & 34 & 38 & 36 & 21 & 27 & 14 & 10 & 6 & 2 & 1 \end{array}$$

*Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la deviazione standard  $s$ , il coefficiente di variazione  $\delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili*

$q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il *boxplot*, e determinare la moda (o le mode)

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{cccc} m \simeq 5.32 & s^2 \simeq 4.84 & s \simeq 2.20 & \delta \simeq 0.41 \\ q_{1/2} = 5 & q_{1/4} = 4 & q_{3/4} = 7 & \end{array}$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* non sono riportati; le mode sono 3 e 6 □

**Esercizio A.2.11.** *Si misura il numero  $k$  di clienti che telefonano ad un centralino tra le 11:00 e le 12:00 in  $n = 50$  giornate lavorative tipiche, e si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella delle frequenze assolute  $N_k$ :*

$$\begin{array}{cccccccc} k = & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ N_k = & 1 & 2 & 6 & 14 & 13 & 6 & 7 & 1 \end{array}$$

*Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la media geometrica  $m_G$ , la media armonica  $m_A$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il *boxplot*, e determinare la moda (o le mode)*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{llll} m \simeq 4.74 & s^2 \simeq 2.23 & m_G \simeq 4.46 & m_A \simeq 4.09 \\ q_{1/2} = 5 & q_{1/4} = 4 & q_{3/4} = 6 & \end{array}$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* non sono riportati; le mode sono 4 e 7 □

**Esercizio A.2.12.** *Si misura  $n = 50$  volte il numero  $k$  di particelle  $\alpha$  emesse da un campione radioattivo in un periodo di 10 secondi ottenendo i risultati riportati nella seguente tabella delle*

*frequenze assolute  $N_k$ :*

$$\begin{array}{cccccccc} k & = & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ N_k & = & 1 & 5 & 15 & 10 & 9 & 6 & 3 & 1 \end{array}$$

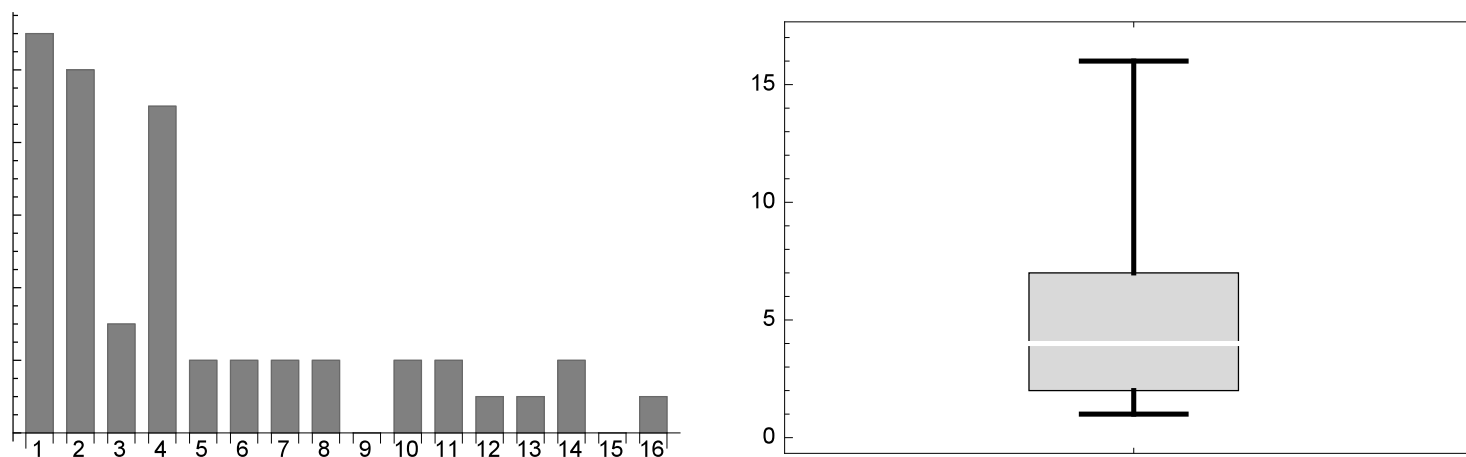
*Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la media geometrica  $m_G$ , la media armonica  $m_A$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il *boxplot*, e determinare la moda (o le mode)*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{cccc} m \simeq 4.12 & s^2 \simeq 2.39 & m_G \simeq 3.82 & m_A \simeq 3.48 \\ q_{1/2} = 4 & q_{1/4} = 3 & q_{3/4} = 5 & \end{array}$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* non sono riportati; la moda è 3  $\square$

**Esercizio A.2.13.** *Il numero  $k$  di clienti che si presentano ad uno sportello bancario fra le 12:00 e le 13:00 viene registrato*

Figura A.7: Diagramma a barre e *boxplot* dell'Esercizio A.2.14

in  $n = 50$  giorni lavorativi ottenendo i risultati riportati nella seguente tabella di frequenze assolute:

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 k = & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 \\
 N_k = & 2 & 3 & 10 & 8 & 7 & 4 & 4 & 5 & 5 & 1 & 1
 \end{array}$$

Calcolare la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la deviazione standard  $s$ , il coefficiente di variazione  $\delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili

$q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ ; tracciare il diagramma a barre e il *boxplot*, e determinare la moda (o le mode)

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 5.26 \quad s^2 \simeq 6.19 \quad s \simeq 2.49 \quad \delta \simeq 0.47$$

$$q_{1/2} = 5 \quad q_{1/4} = 3 \quad q_{3/4} = \frac{15}{2} = 7.50$$

Il diagramma a barre e il *boxplot* non sono riportati; le mode sono 3, 8 e 9 □

**Esercizio A.2.14.** *Il numero di lanci di dado necessari per ottenere per la prima volta il risultato “6” è aleatorio: si ripete l’esperimento 50 volte ottenendo i seguenti risultati*

4 4 3 14 7 4 5 11 2 8 2 4 13 1 2 6 7 2 1 2  
 3 4 2 2 16 1 12 3 2 5 2 4 1 11 1 1 1 10 10 4  
 4 6 8 2 1 1 4 14 1 1



*Calcolare: la media  $m$ , la varianza  $s^2$ , la deviazione standard  $s$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , la media armonica  $m_A$ , la media quadratica  $m_Q$  e la media geometrica  $m_G$ . Costruire la tabella delle frequenze assolute e relative, tracciare il diagramma a barre e il *boxplot*, e determinare la moda (o le mode)*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{239}{50} \simeq 4.78 & s^2 &= \frac{41\,529}{2\,500} \simeq 16,61 & s &= \sqrt{\frac{41\,529}{2\,500}} \simeq 4.08 \\
 \Delta &= 15 & q_{1/2} &= 4 & q_{1/4} &= 2 & q_{3/4} &= 7 \\
 m_A &\simeq 2.35 & m_Q &\simeq 6.28 & m_G &\simeq 3.32
 \end{aligned}$$

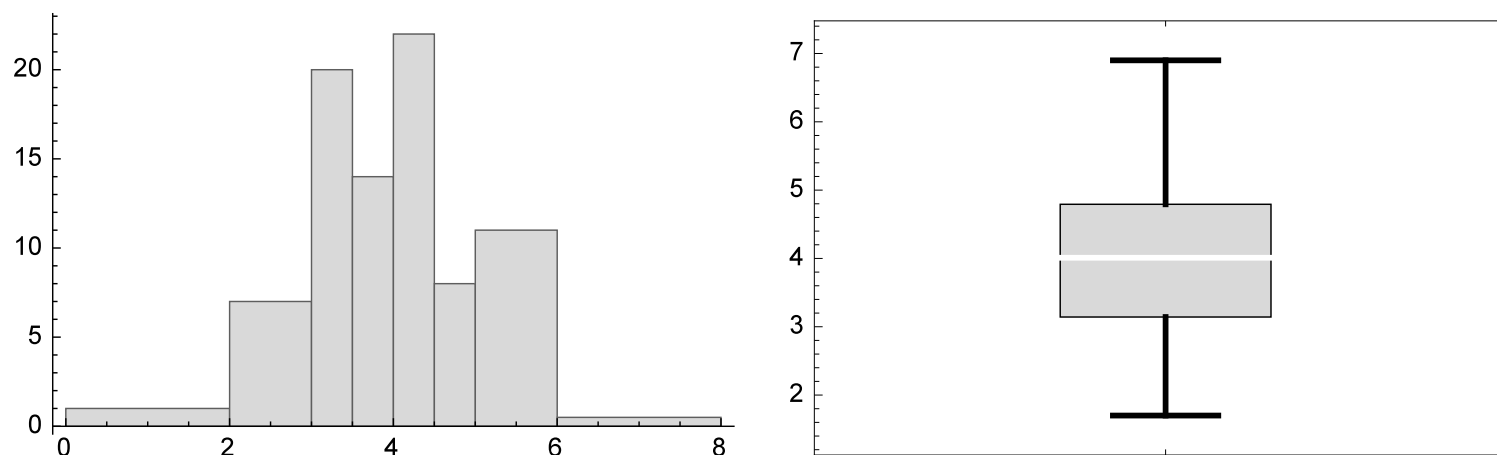
Il diagramma a barre e il *boxplot* sono rappresentati in Figura A.7. Le mode sono molte, ma le più significative sono 1, 2 e 4 □

**Esercizio A.2.15.**  $n = 53$  misure di una quantità aleatoria forniscono i seguenti risultati riportati in ordine crescente:

1.70 1.93 2.42 2.52 2.59 2.66 2.72 2.76 2.88 3.01  
3.05 3.12 3.12 3.15 3.15 3.17 3.32 3.36 3.40 3.54  
3.63 3.71 3.71 3.72 3.81 3.95 4.01 4.01 4.04 4.04  
4.07 4.07 4.15 4.17 4.42 4.43 4.46 4.52 4.56 4.78  
4.83 5.13 5.15 5.15 5.30 5.33 5.33 5.39 5.44 5.61  
5.66 5.83 6.90

Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati nei seguenti 8 intervalli di ampiezze differenti

$[0.0, 2.0]$	$(2.0, 3.0]$	$(3.0, 3.5]$	$(3.5, 4.0]$
$(4.0, 4.5]$	$(4.5, 5.0]$	$(5.0, 6.0]$	$(6.0, 8.0]$

Figura A.8: Istogramma e *boxplot* dell'Esercizio A.2.15

*disegnare l'istogramma e determinare la class modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Soluzione:** Per campioni di caratteri continui, come quelli di questo esercizio, conviene stilare una tabella di frequenze (per semplicità omettiamo quelle cumulate) completata con le ampiezze  $b_k - a_k$  delle classi, le altezze  $H_k$  dell'istogramma delle frequenze assolute, i valori

centrali  $\hat{w}_k$ , e alcuni elementi necessari per il calcolo delle medie e varianze per dati raggruppati:

$[a_k, b_k]$	$N_k$	$p_k$	$b_k - a_k$	$H_k$	$\hat{w}_k$	$p_k \hat{w}_k$	$p_k \hat{w}_k^2$
$[0.0, 2.0]$	2	0.038	2.0	1.0	1.00	0.038	0.038
$[2.0, 3.0]$	7	0.132	1.0	7.0	2.50	0.330	0.825
$[3.0, 3.4]$	10	0.189	0.5	20.0	3.25	0.613	1.993
$[3.5, 4.0]$	7	0.132	0.5	14.0	3.75	0.495	1.857
$[4.0, 4.5]$	11	0.208	0.5	22.0	4.25	0.882	3.749
$[4.5, 5.0]$	4	0.075	0.5	8.0	4.75	0.358	1.703
$[5.0, 6.0]$	11	0.208	1.0	11.0	5.50	1.142	6.278
$[6.0, 8.0]$	1	0.019	2.0	0.5	7.00	0.132	0.925
						3.990	17.368

Innanzitutto si calcola facilmente la media aritmetica del campione

$$m \simeq 3.98$$

Poi si determinano il range

$$\Delta = 6.90 - 1.70 = 5.20$$

e le posizioni dei quantili

$$\text{mediana } \frac{n+1}{2} = 27 \quad 1^{\circ} \text{ e } 3^{\circ} \text{ quartile } \frac{n+1}{4} = 13.5, \quad 3 \frac{n+1}{4} = 40.5$$

Pertanto la mediana è il 27° elemento del campione ordinato, mentre per i due quartili bisogna calcolare la media aritmetica del 13° e 14° elemento, e del 40° e 41° elemento: si ottiene così

$$q_{1/2} = 4.01 \quad q_{1/4} = 3.135 \quad q_{3/4} = 4.805$$

In fondo alle ultime due colonne sono state riportate le loro somme che corrispondono rispettivamente alla media e alla media dei quadrati dei valori centrali delle classi ( $\hat{w}_k$ ): da essi è possibile calcolare facilmente la media (6.9) e la varianza (6.14) per dati raggruppati

$$\hat{m} \simeq 3.99 \quad \hat{s}^2 \simeq 1.44$$

Infine sempre dai dati della tabella delle frequenze è facile tracciare l'istogramma e il *boxplot* che sono riportati in Figura A.8; le classi modali sono  $(3.0, 3.5]$ ,  $(4.0, 4.5]$  e  $(5.0, 6.0]$   $\square$

**Esercizio A.2.16.**  $n = 40$  misure di una quantità aleatoria forniscono i seguenti risultati:

0.12 0.13 0.18 0.18 0.21 0.25 0.30 0.35 0.46 0.54  
 0.87 0.92 1.10 1.19 1.43 1.45 1.47 1.67 1.79 1.84  
 1.89 1.90 1.91 1.91 1.97 1.98 2.09 2.26 2.35 2.70  
 2.75 3.39 3.58 3.62 3.89 4.20 5.50 6.43 6.96 8.48

Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati nei seguenti intervalli di ampiezze differenti

$[0, 1]$     $(1, 2]$     $(2, 3]$     $(3, 4]$     $(4, 9]$

disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati

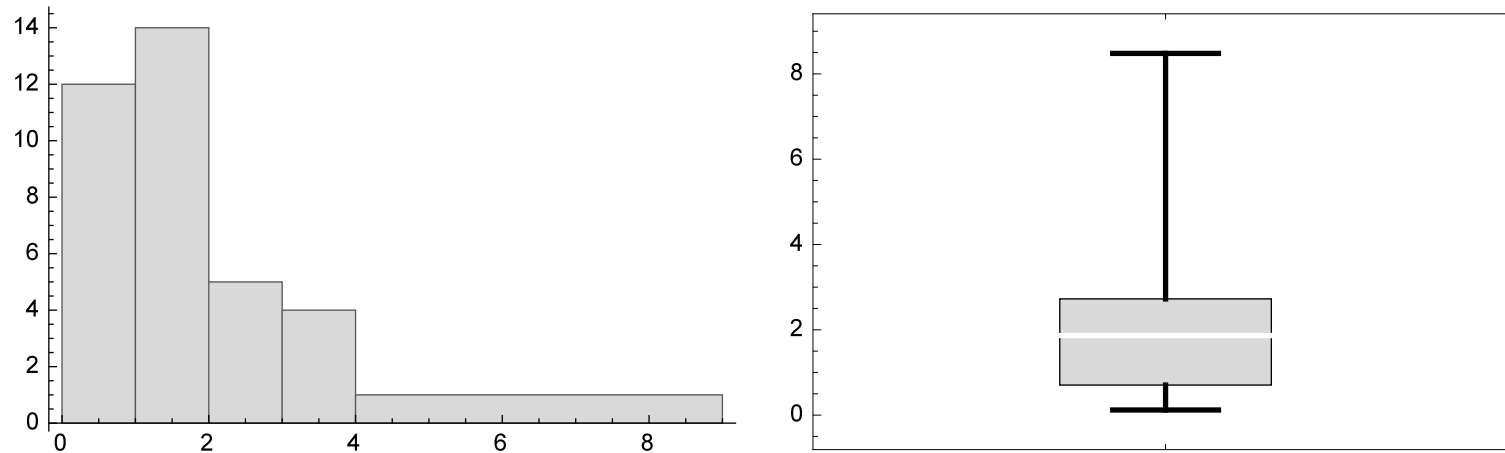


Figura A.9: Istogramma e *boxplot* dell'Esercizio A.2.16

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 2.16 \quad \Delta = 8.36 \quad q_{1/2} = 1.865 \quad q_{1/4} = 0.705 \quad q_{3/4} = 2.725$$

$$\hat{m} \simeq 2.15 \quad \hat{s}^2 \simeq 3.53$$

L'istogramma e il *boxplot* sono riportati in Figura A.9 e la classe modale è  $(1, 2]$   $\square$



**Esercizio A.2.17.**  $n = 40$  misure di una quantità aleatoria forniscono i seguenti risultati:

0.04 0.12 0.23 0.37 0.47 0.59 0.64 0.76 0.80 0.97  
0.99 1.01 1.08 1.11 1.22 1.33 1.53 1.61 1.63 1.98  
2.03 2.19 2.25 2.36 2.77 2.96 3.05 3.10 3.34 3.79  
3.85 4.56 5.27 5.79 5.82 6.41 7.88 7.99 8.16 9.87

Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati nei seguenti intervalli

$[0, 1]$     $(1, 2]$     $(2, 3]$     $(3, 4]$     $(4, 6]$     $(6, 8]$     $(8, 10]$

disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati

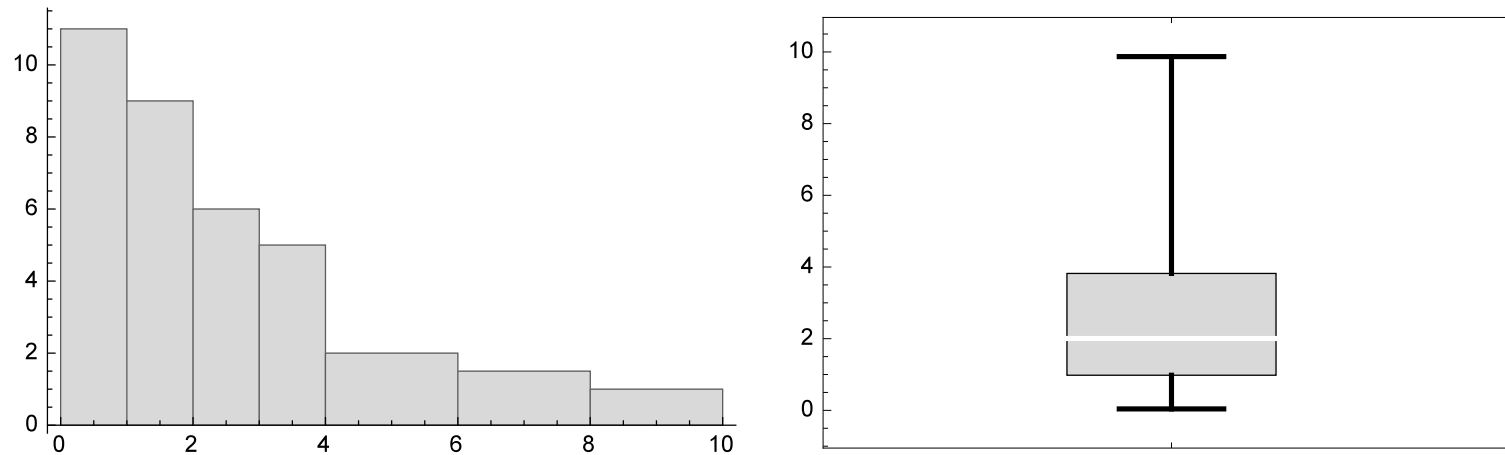


Figura A.10: Istogramma e *boxplot* dell'Esercizio A.2.17

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 2.80 \quad \Delta = 9.83 \quad q_{1/2} = 2.005 \quad q_{1/4} = 0.98 \quad q_{3/4} = 3.82$$

$$\hat{m} \simeq 2.76 \quad \hat{s}^2 \simeq 5.64$$

L'istogramma e il *boxplot* sono riportati in Figura A.10; la classe modale è  $(0, 1]$  □

**Esercizio A.2.18.**  $n = 40$  misure di velocità del vento in una stazione meteorologica forniscono i seguenti risultati:

0.12 0.23 0.24 0.50 0.50 0.56 0.77 1.01 1.03 1.10  
 1.40 1.45 1.64 1.68 1.72 1.72 1.81 1.83 1.84 2.14  
 2.28 2.31 2.34 2.43 2.55 2.91 3.00 3.12 3.53 3.59  
 3.94 4.17 4.70 4.73 5.02 5.07 6.73 6.97 7.09 9.74

Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati nei seguenti intervalli

$[0, 2]$        $(2, 4]$        $(4, 6]$        $(6, 8]$        $(8, 10]$

disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{llllll} m \simeq 2.74 & \Delta = 9.62 & q_{1/2} = 2.21 & q_{1/4} = 1.25 & q_{3/4} = 3.765 \\ \hat{m} \simeq 2.75 & \hat{s}^2 \simeq 4.44 & & & \end{array}$$

Istogramma e *boxplot* non sono riportati; la classe modale è  $(0, 2]$   $\square$

**Esercizio A.2.19.** *Un'azienda vuol condurre un'indagine sulla propria clientela misurando i consumi di un determinato prodotto in 90 famiglie. Si ottenengono i seguenti risultati:*

1.69	1.71	1.72	1.92	1.99	2.01	2.04	2.06	2.09	2.50
2.52	2.53	2.55	2.66	2.81	2.82	2.93	2.98	3.04	3.36
3.48	3.54	3.64	3.71	3.75	3.82	3.85	3.91	4.01	4.11
4.23	4.23	4.23	4.36	4.38	4.54	4.55	4.59	4.76	4.83
5.10	5.19	5.29	5.29	5.61	5.69	5.71	5.78	5.91	5.92
5.93	6.08	6.22	6.38	6.70	6.85	6.89	7.00	7.06	7.09
7.23	7.42	7.45	7.55	7.66	7.80	7.81	7.94	7.96	7.99
8.77	8.88	9.10	9.20	9.38	9.41	9.75	10.02	10.07	10.41
11.28	11.38	11.82	11.86	12.37	12.53	13.54	14.22	15.80	18.37

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli in-*

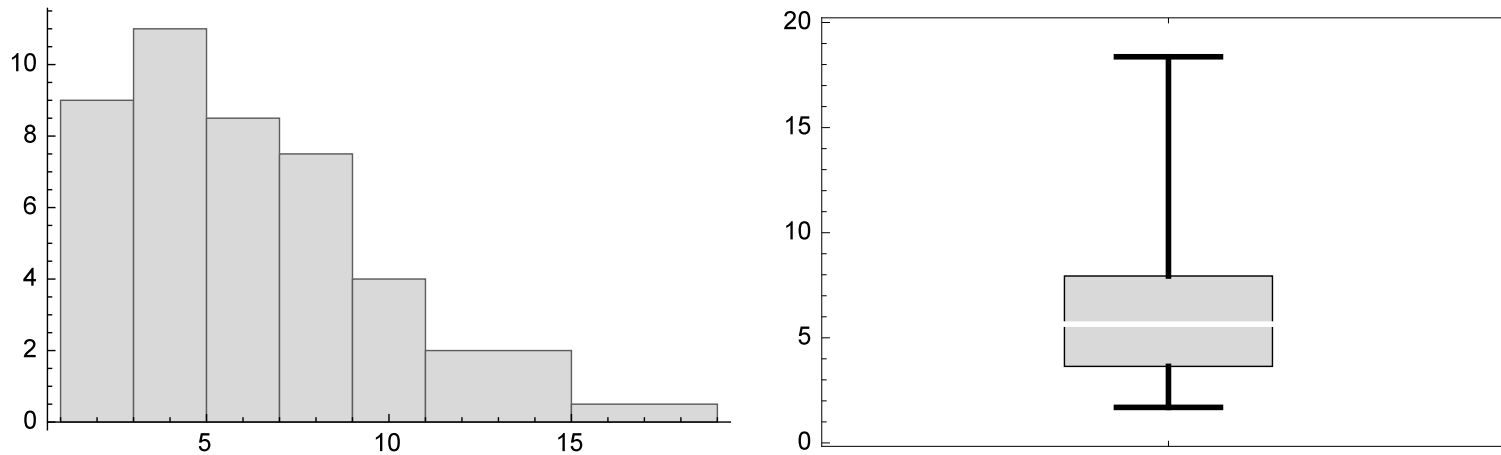


Figura A.11: Istogramma e *boxplot* dell'Esercizio A.2.19

*tervalli delimitati dai punti 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15, 19, disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 6.19 \quad \Delta = 16.68 \quad q_{1/2} = 5.65 \quad q_{1/4} = 3.59 \quad q_{3/4} = 7.95$$

$$\hat{m} \simeq 6.27 \quad \hat{s}^2 \simeq 13.24$$

L'istogramma e il *boxplot* sono riportati in Figura A.11; la classe modale è  $(3, 5]$   $\square$

**Esercizio A.2.20.** *La seguente tabella contiene i pesi in grammi di 40 prodotti:*

21.3	21.6	21.8	21.8	22.1	22.2	22.2	22.2	22.4	22.4
22.5	22.5	22.5	22.6	22.6	22.8	22.8	22.8	22.9	23.0
23.0	23.0	23.1	23.2	23.2	23.4	23.5	23.5	23.5	23.6
23.8	23.8	23.9	23.9	24.0	24.0	24.3	24.6	24.6	24.9

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il *boxplot*. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati in 8 classi*

*di ampiezza 0.5 partendo dall'intervallo  $[20.95, 21.45]$ , disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{aligned} m &\simeq 23.0 & \Delta &= 3.6 & q_{1/2} &= 23.0 & q_{1/4} &= 22.5 & q_{3/4} &= 23.7 \\ \hat{m} &\simeq 23.1 & \hat{s}^2 &\simeq 0.75 \end{aligned}$$

L'istogramma e il *boxplot* non sono riportati; le classi modali sono  $[22.45, 22.95]$  e  $[23.45, 23.95]$   $\square$

**Esercizio A.2.21.**  $n = 28$  misure di una quantità aleatoria forniscono i seguenti risultati (non ordinati):

14.00 5.99 26.35 35.95 15.95 24.95 19.95 32.95 59.00 9.95  
69.95 61.35 14.95 12.95 16.95 10.95 57.35 29.95 5.95 41.95  
66.95 19.85 11.95 15.95 50.25 74.65 68.00 69.95



*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il *boxplot*. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati in 7 classi di ampiezza 10 partendo dall'intervallo  $[5.455, 15.455]$ , disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 33.75 \quad \Delta = 68.70 \quad q_{1/2} = 25.65 \quad q_{1/4} = 14.475 \quad q_{3/4} = 58.175$$

$$\hat{m} \simeq 34.38 \quad \hat{s}^2 \simeq 523.85$$

L'istogramma e il *boxplot* sono riportati in Figura A.12; le classi modali sono  $[5.455, 15.455]$  e  $[65.455, 75.455]$   $\square$

**Esercizio A.2.22.** *Vengono eseguite  $n = 50$  misure di una quantità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine*

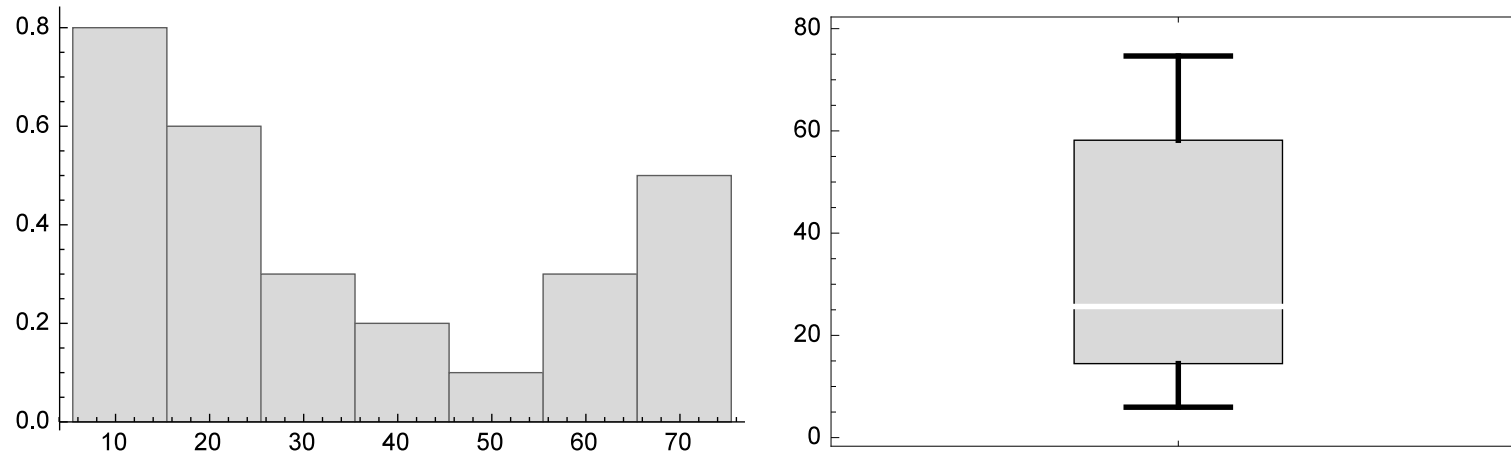


Figura A.12: Istogramma e *boxplot* dell'Esercizio A.2.21

*crescente:*

0.04 0.04 0.07 0.11 0.11 0.14 0.17 0.19 0.19 0.20  
 0.25 0.32 0.36 0.43 0.52 0.55 0.62 0.64 0.67 0.88  
 0.88 0.97 1.04 1.09 1.10 1.16 1.20 1.22 1.22 1.32  
 1.49 1.62 1.67 1.87 1.89 1.99 2.17 2.21 2.53 2.60  
 2.65 2.68 2.90 3.18 3.50 4.57 5.03 5.91 7.56 9.20

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili*

$q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il *boxplot*. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti 0, 1, 2, 3, 5, 10, disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 1.70 \quad \Delta = 9.16 \quad q_{1/2} = 1.13 \quad q_{1/4} = 0.34 \quad q_{3/4} = 2.37$$

$$\hat{m} \simeq 1.83 \quad \hat{s}^2 \simeq 3.73$$

L'istogramma e il *boxplot* non sono riportati; la classe modale è  $[0, 1]$   
 $\square$

**Esercizio A.2.23.** Vengono eseguite  $n = 42$  misure di una quantità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine

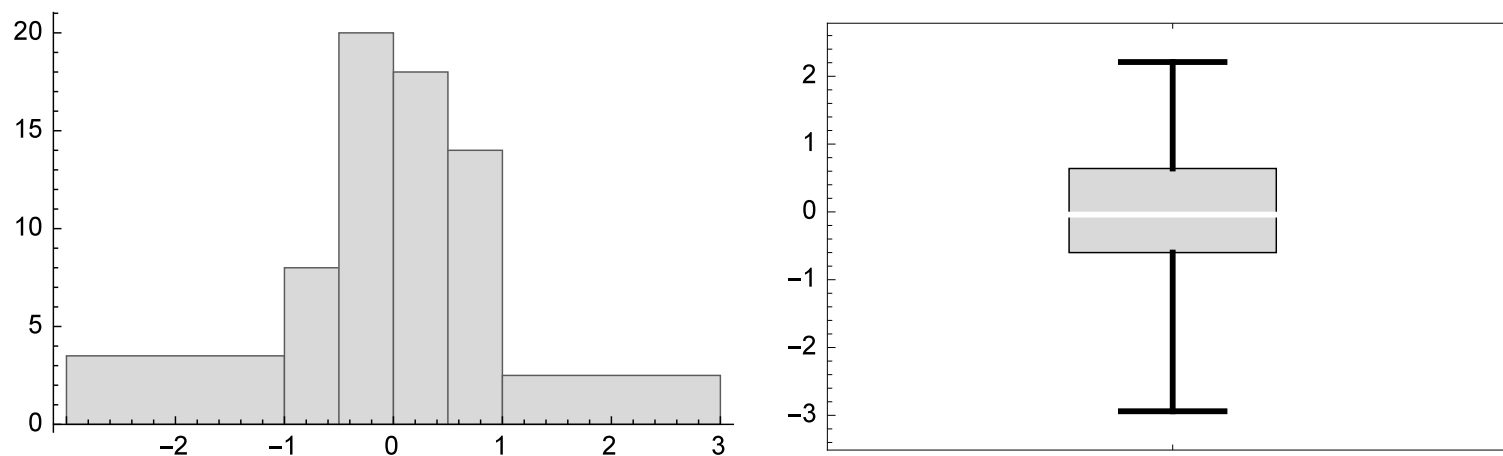
*crescente:*

−2.94	−1.62	−1.48	−1.41	−1.04	−1.02	−1.01	−0.86	−0.78	−0.64
−0.60	−0.46	−0.43	−0.40	−0.40	−0.30	−0.29	−0.28	−0.24	−0.22
−0.10	0.02	0.07	0.15	0.15	0.15	0.17	0.18	0.23	0.38
0.61	0.64	0.89	0.90	0.93	0.98	0.99	1.24	1.30	1.48
1.57	2.21								

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti*

−3.0	−1.0	−0.5	0.0	0.5	1.0	3.0
------	------	------	-----	-----	-----	-----

*disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

Figura A.13: Istogramma e *boxplot* dell'Esercizio A.2.23

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq -0.03 \quad \Delta = 5.15 \quad q_{1/2} = -0.04 \quad q_{1/4} = -0.62 \quad q_{3/4} = 0.765$$

$$\hat{m} \simeq -0.05 \quad \hat{s}^2 \simeq 1.32$$

L'istogramma e il *boxplot* sono riportati in Figura A.13; la classe modale è  $(-0.5, 0.0]$  □

**Esercizio A.2.24.** Vengono eseguite  $n = 50$  misure di una quan-

*tità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine crescente:*

0.02	0.04	0.10	0.16	0.17	0.23	0.28	0.34	0.35	0.36
0.43	0.56	0.56	0.64	0.64	0.80	0.83	0.85	0.87	0.91
0.96	1.05	1.07	1.19	1.21	1.23	1.38	1.68	1.74	1.77
1.81	1.86	1.87	1.95	2.18	2.32	2.52	2.59	2.59	2.68
2.93	3.31	3.80	3.97	4.12	4.46	5.05	6.44	6.69	9.82

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 1.91 \quad \Delta = 9.80 \quad q_{1/2} = 1.22 \quad q_{1/4} = 0.56 \quad q_{3/4} = 2.59$$

$$\hat{m} \simeq 1.94 \quad \hat{s}^2 \simeq 3.85$$

L'istogramma e il *boxplot* non sono riportati; la classe modale è  $[0, 1]$   
 $\square$

**Esercizio A.2.25.** *Vengono eseguite  $n = 38$  misure di una quantità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine crescente:*

1.61 1.86 2.42 2.72 2.83 2.84 2.87 2.98 3.06 3.07  
 3.22 3.33 3.33 3.40 3.40 3.70 3.77 3.78 3.81 3.84  
 3.85 3.95 3.95 4.14 4.17 4.36 4.36 4.43 4.52 4.57  
 4.59 4.70 4.75 4.81 5.05 5.06 5.46 5.86

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il *boxplot*. Costruire la tabella del-*

*le frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti*

1.0      2.5      3.0      3.5      4.0      4.5      6.0

*disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 3.80 \quad \Delta = 4.25 \quad q_{1/2} = 3.825 \quad q_{1/4} = 3.065 \quad q_{3/4} = 4.545$$
$$\hat{m} \simeq 3.83 \quad \hat{s}^2 \simeq 1.11$$

L'istogramma e il *boxplot* non sono riportati; la classe modale è  $(3.5, 4.0]$  □

**Esercizio A.2.26.** *Vengono eseguite  $n = 39$  misure di una quantità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine*



*crescente:*

0.04	0.16	0.26	0.29	0.30	0.32	0.32	0.36	0.39	0.42
0.43	0.47	0.48	0.51	0.51	0.51	0.53	0.53	0.54	0.60
0.61	0.63	0.66	0.66	0.70	0.70	0.75	0.78	0.78	0.79
0.79	0.83	0.88	0.89	0.89	0.89	0.90	0.94	0.96	

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti*

0.005	0.305	0.505	0.605	0.705	0.805	1.005
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

*disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 0.59 \quad \Delta = 0.92 \quad q_{1/2} = 0.60 \quad q_{1/4} = 0.42 \quad q_{3/4} = 0.79$$

$$\hat{m} \simeq 0.59 \quad \hat{s}^2 \simeq 0.06$$

L'istogramma e il *boxplot* non sono riportati; la classe modale è  $(0.505, 0.605]$   $\square$

**Esercizio A.2.27.** *Vengono eseguite  $n = 45$  misure di una quantità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine crescente:*

0.67 1.19 1.25 1.56 1.59 1.83 1.85 2.03 2.20 2.21  
 2.25 2.37 2.41 2.44 2.45 2.45 2.48 2.48 2.52 2.63  
 2.66 2.72 2.81 2.81 2.84 2.89 2.91 2.92 3.07 3.12  
 3.20 3.26 3.27 3.32 3.34 3.37 3.46 3.48 3.55 3.58  
 3.66 3.66 3.76 3.78 3.82

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti*

0.0      1.0      2.0      2.5      3.0      3.5      4.0

*disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 2.71 \quad \Delta = 3.15 \quad q_{1/2} = 2.91 \quad q_{1/4} = 2.31 \quad q_{3/4} = 3.33$$

$$\hat{m} \simeq 2.68 \quad \hat{s}^2 \simeq 0.59$$

Istogramma e *boxplot* sono riportati in Figura A.14; la classe modale è  $(2.0, 2.5]$  □

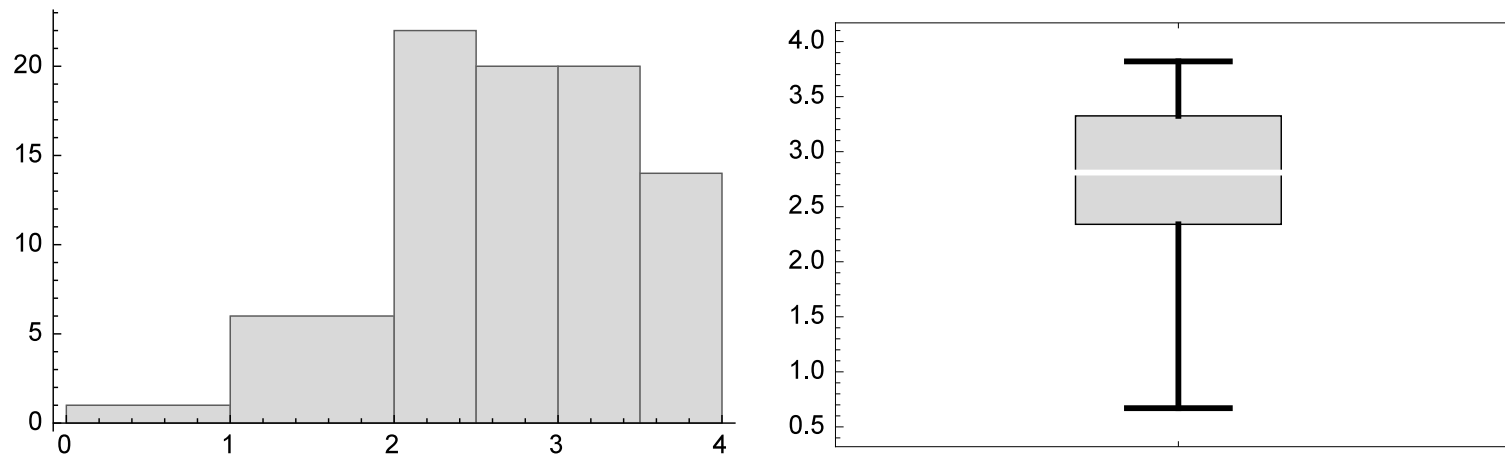


Figura A.14: Istogramma e *boxplot* dell'Esercizio A.2.27

**Esercizio A.2.28.** *Vengono eseguite  $n = 40$  misure di una quantità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine crescente:*

-1.64	-1.63	-1.62	-1.62	-1.43	-1.33	-1.14	-1.13	-1.08	-0.87
-0.81	-0.63	-0.57	-0.51	-0.44	-0.39	-0.27	-0.26	-0.23	-0.21
-0.20	-0.18	-0.13	-0.05	0.03	0.09	0.13	0.18	0.22	0.39
0.41	0.53	0.71	0.73	1.01	1.08	1.10	1.12	1.57	2.27

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti*

−3.0      − 1.0      − 0.5      0.0      0.5      1.0      3.0

*disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq -0.17 \quad \Delta = 3.91 \quad q_{1/2} = -0.205 \quad q_{1/4} = -0.84 \quad q_{3/4} = 0.40$$

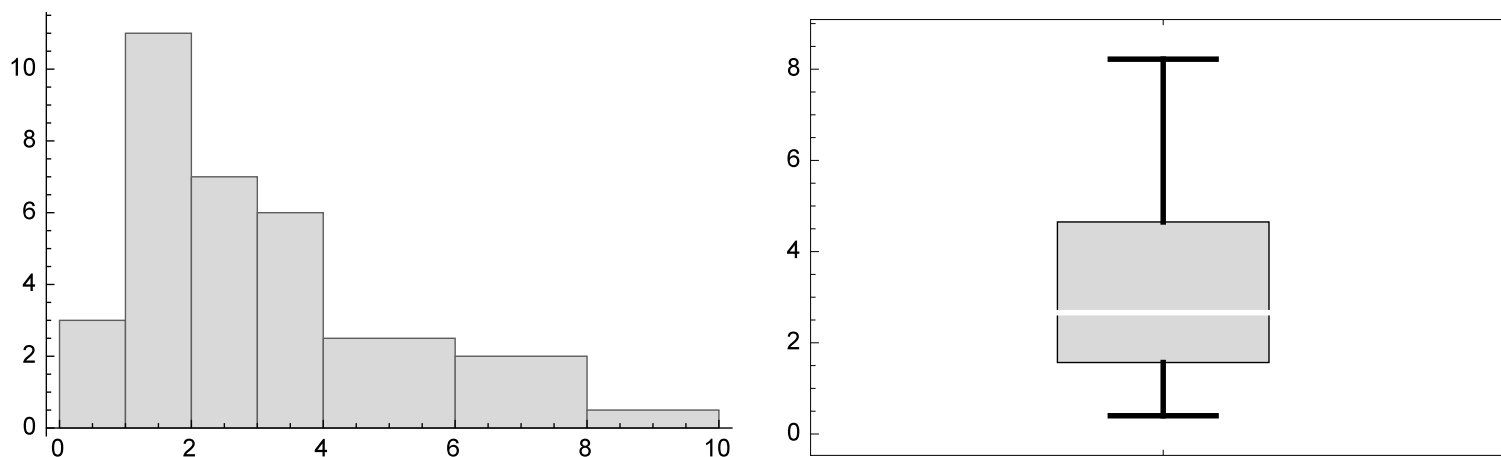
$$\hat{m} \simeq 0.21 \quad \hat{s}^2 \simeq 1.60$$

L'istogramma e il *boxplot* non sono riportati; la classe modale è  $(-0.5, 0.0]$  □

**Esercizio A.2.29.** *Vengono eseguite  $n = 37$  misure di una quantità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine crescente:*

0.40 0.78 0.91 1.06 1.25 1.31 1.33 1.40 1.53 1.58  
1.65 1.77 1.85 1.92 2.03 2.07 2.15 2.39 2.66 2.87  
2.98 3.14 3.15 3.16 3.66 3.71 3.82 4.59 4.83 5.67  
5.78 5.99 6.39 6.59 6.81 7.93 8.22

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

Figura A.15: Istogramma e *boxplot* dell'Esercizio A.2.29

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 3,23 \quad \Delta = 7,82 \quad q_{1/2} = 2.66 \quad q_{1/4} = 1.555 \quad q_{3/4} = 4.71$$

$$\hat{m} \simeq 3.20 \quad \hat{s}^2 \simeq 4.47$$

Istogramma e *boxplot* sono riportati in Figura A.15; la classe modale è  $(1, 2]$  □

**Esercizio A.2.30.** *Vengono eseguite  $n = 41$  misure di una quan-*

*tità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine crescente:*

0.78 1.53 1.53 1.65 1.66 1.72 1.80 1.93 1.94 2.02  
 2.07 2.26 2.27 2.34 2.44 2.54 2.64 2.67 2.76 2.80  
 2.84 2.88 2.93 2.94 2.95 2.96 3.06 3.17 3.18 3.29  
 3.38 3.42 3.43 3.45 3.46 3.52 3.58 3.65 3.71 3.76 3.95

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti*

0.0      1.0      2.0      2.5      3.0      3.5      4.0

*disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*



**Risposta:** I risultati numerici sono

$$m \simeq 2.70 \quad \Delta = 3.17 \quad q_{1/2} = 2.84 \quad q_{1/4} = 2.045 \quad q_{3/4} = 3.40$$

$$\hat{m} \simeq 2.63 \quad \hat{s}^2 \simeq 0.65$$

L'istogramma e il *boxplot* non sono riportati; la classe modale è  $(2.5, 3.0]$   $\square$

**Esercizio A.2.31.** *Vengono eseguite  $n = 43$  misure di una quantità aleatoria ottenendo i seguenti risultati riportati in ordine crescente:*

0.08 0.11 0.20 0.22 0.34 0.45 0.53 0.58 0.70 0.75  
 0.78 0.81 0.86 1.12 1.15 1.18 1.19 1.22 1.25 1.28  
 1.34 1.35 1.40 1.42 1.43 1.44 1.51 1.51 1.52 1.54  
 1.59 1.59 1.61 1.64 1.71 1.72 1.76 1.9 2.07 2.09  
 2.15 2.60 2.80

*Calcolare la media  $m$ , il range  $\Delta$ , la mediana  $q_{1/2}$ , i due quartili  $q_{1/4}$ ,  $q_{3/4}$ , e disegnare il boxplot. Costruire la tabella delle frequenze (assolute e relative) dei ritrovamenti dei dati negli intervalli delimitati dai punti*

0       $1/2$       1       $4/3$        $5/3$       2       $5/2$       3

*disegnare l'istogramma e determinare la classe modale (o le classi modali). Usando poi la tabella delle frequenze relative, calcolare la media  $\hat{m}$  e la varianza  $\hat{s}^2$  approssimate per dati raggruppati*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{aligned} m &\simeq 1.27 & \Delta &= 2.72 & q_{1/2} &= 1.35 & q_{1/4} &= 0.78 & q_{3/4} &= 1.61 \\ \hat{m} &\simeq 1.29 & \hat{s}^2 &\simeq 0.41 \end{aligned}$$

L'istogramma e il *boxplot* non sono riportati; la classe modale è  $(4/3, 5/3]$  □

**Esercizio A.2.32.** <sup>\*</sup>  $n = 20$  misure di due caratteri  $X$  e  $Y$  forniscono i seguenti risultati

$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$
0.02	-0.13	0.36	-0.34	0.58	0.62	0.82	2.62
0.03	0.82	0.37	0.38	0.63	0.05	0.84	1.44
0.16	-0.96	0.52	-0.37	0.66	-0.13	0.87	0.43
0.23	-0.57	0.54	0.26	0.67	0.22	0.89	0.61
0.27	1.59	0.57	0.84	0.72	1.59	0.96	-0.38

Calcolare le medie  $m_X, m_Y$  e le varianze  $s_X^2, s_Y^2$  di  $X$  e  $Y$ , la covarianza  $s_{XY}$ , il coefficiente di correlazione  $r_{XY}$  e i coefficienti  $a$  e  $b$  della retta di regressione

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{llll}
 m_X \simeq 0.54 & m_Y \simeq 0.43 & s_X^2 \simeq 0.08 & s_Y^2 \simeq 0.73 \\
 s_{XY} \simeq 0.08 & r_{XY} \simeq 0.32 & a \simeq 0.98 & b \simeq -0.09
 \end{array}$$

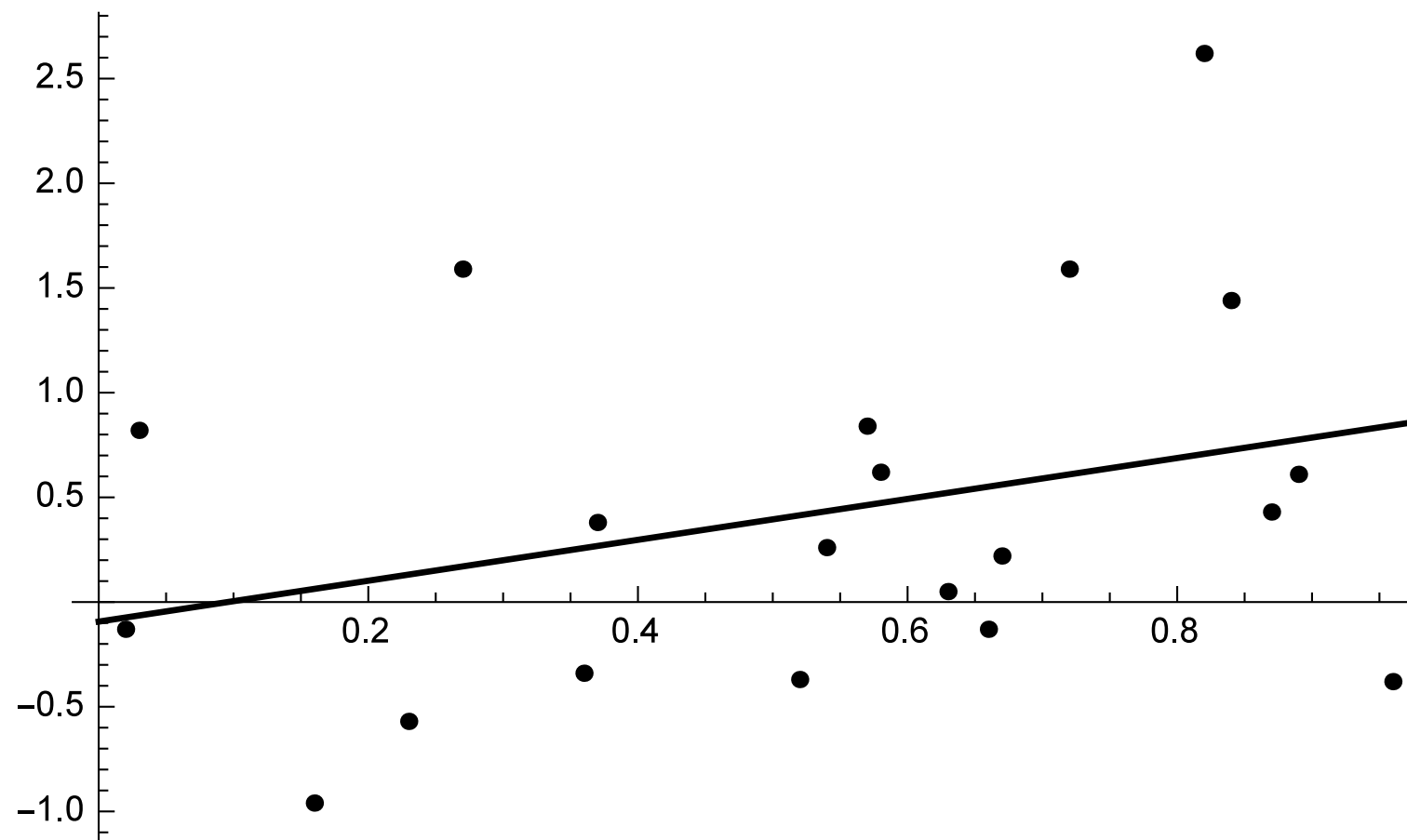


Figura A.16: *Scatterplot* e retta di regressione dell'Esercizio A.2.32

Lo *scatterplot* dei dati e la retta di regressione sono riportati a scopo illustrativo nella Figura A.16 □

**Esercizio A.2.33.** <sup>\*</sup>  $n = 28$  misure di due caratteri  $X$  e  $Y$  forniscono i seguenti risultati

$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$
0.04	1.41	0.28	0.53	0.45	1.05	0.65	0.26
0.07	-0.31	0.29	0.39	0.45	1.23	0.65	1.08
0.18	-1.18	0.30	-0.89	0.51	0.40	0.83	1.88
0.18	-1.01	0.30	1.20	0.55	1.04	0.88	0.48
0.21	-0.15	0.39	-0.52	0.57	-0.91	0.88	1.42
0.22	-0.31	0.42	1.79	0.58	-1.33	0.89	0.36
0.22	0.32	0.45	0.74	0.62	1.73	0.97	-0.37

Calcolare le medie  $m_X, m_Y$  e le varianze  $s_X^2, s_Y^2$  di  $X$  e  $Y$ , la covarianza  $s_{XY}$ , il coefficiente di correlazione  $r_{XY}$  e i coefficienti

*a e b della retta di regressione*

**Risposta:** I risultati numerici sono

$$\begin{array}{cccc} m_X \simeq 0.47 & m_Y \simeq 0.37 & s_X^2 \simeq 0.07 & s_Y^2 \simeq 0.87 \\ s_{XY} \simeq 0.06 & r_{XY} \simeq 0.25 & a \simeq 0.91 & b \simeq -0.06 \end{array}$$

Lo *scatterplot* dei dati e la retta di regressione non sono riportati  $\square$