UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI VERONA

LABORATORIO DI PROBABILITA' E STATISTICA

Docente: Bruno Gobbi

4 – ESERCIZI RIEPILOGATIVI PRIME 3 LEZIONI

1 - STATISTICA DESCRITTIVA – VENDITE PC

ESERCIZIO 1: La seguente tabella riporta i volumi di vendita (in migliaia di pezzi) dei principali produttori di computer nel 2012.

Creare una tabella in R che riporti i volumi di vendita in migliaia di pezzi e in percentuale. Alla fine creare un grafico a istogramma per i volumi di vendita in migliaia e uno a torta per le percentuali.

MARCHIO	VENDITE
Dell	9.000
HP	14.800
Lenovo	14.000
Acer	8.700
Asus	6.500
Apple Mac	4.000

1 - STATISTICA DESCRITTIVA – VENDITE PC

```
> marchio=c("Dell", "HP", "Lenovo", "Acer", "ASUS", "Apple Mac")
> vendite=c(9000, 14800, 14000, 8700, 6500, 4000)
> venditepc=data.frame(marchio, vendite)
> venditepc
     marchio vendite
1       Dell    9000
2         HP   14800
3     Lenovo   14000
4       Acer    8700
5       ASUS    6500
6 Apple Mac    4000
```

1 - STATISTICA DESCRITTIVA – VENDITE PC

 # CREIAMO LA COLONNA DELLE PERCENTUALI DI VENDITA

```
> tot_vendite=sum(vendite)
> tot_vendite
[1] 57000
> perc=vendite/tot_vendite
> perc
[1] 0.15789474 0.25964912 0.24561404 0.15263158 0.11403509
0.07017544
```

 # SE VOLESSIMO LE PERCENTUALI FORMATTATE CON IL %

```
> sprintf("%1.2f%%", 100*perc)
[1] "15.79%" "25.96%" "24.56%" "15.26%" "11.40%" "7.02%"
```

1 - STATISTICA DESCRITTIVA – VENDITE PC

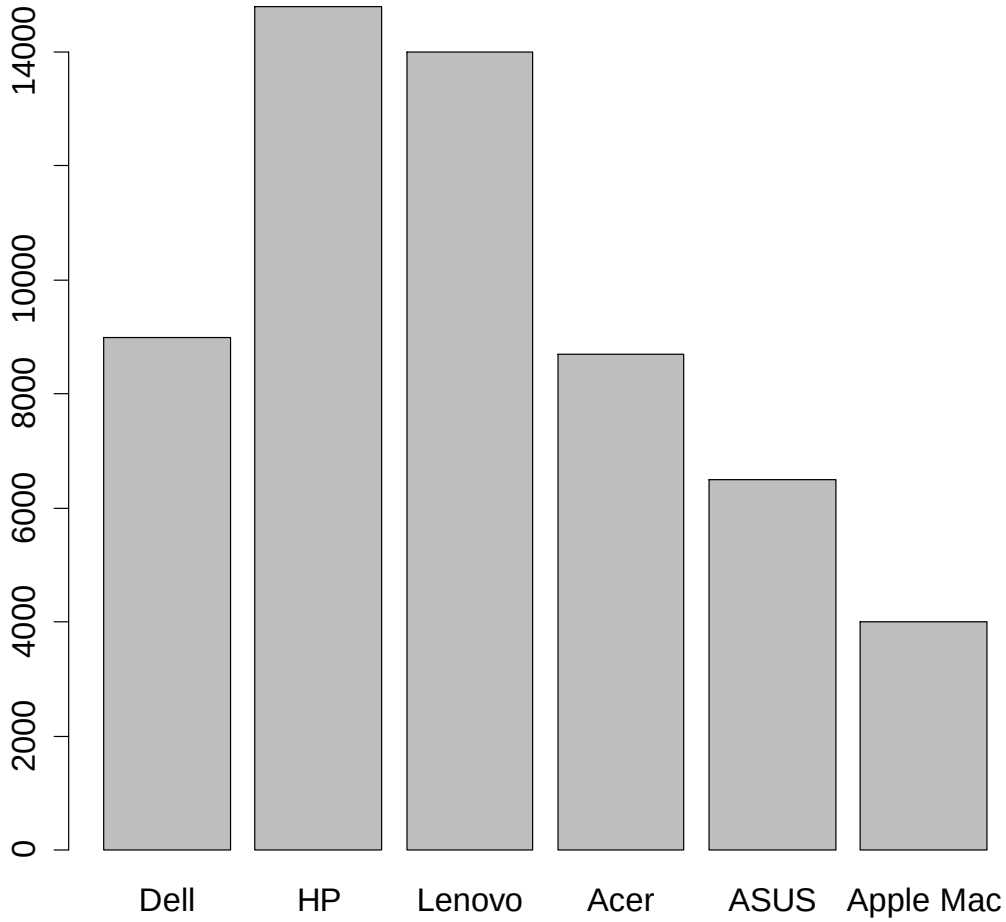
 # CREIAMO LA COLONNA DELLE PERCENTUALI DI VENDITA

```
> venditepc=data.frame(venditepc, perc)
> venditepc
    marchio vendite       perc
1      Dell    9000 0.15789474
2        HP   14800 0.25964912
3    Lenovo   14000 0.24561404
4      Acer    8700 0.15263158
5      ASUS    6500 0.11403509
6 Apple Mac    4000 0.07017544
```

1 - STATISTICA DESCRITTIVA – VENDITE PC

GRAFICO DEI VOLUMI DI VENDITA

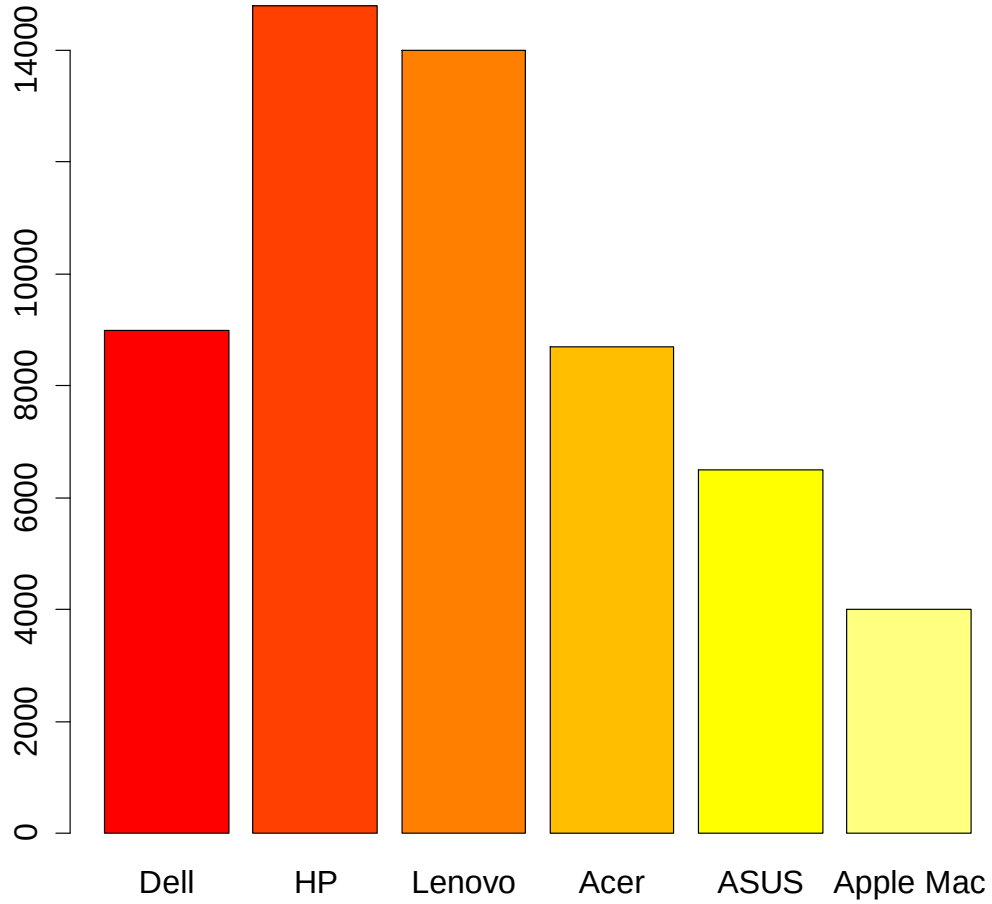
```
> barplot(vendite, names.arg=marchio)
```



1 - STATISTICA DESCRITTIVA – VENDITE PC

 # GRAFICO DEI VOLUMI DI VENDITA

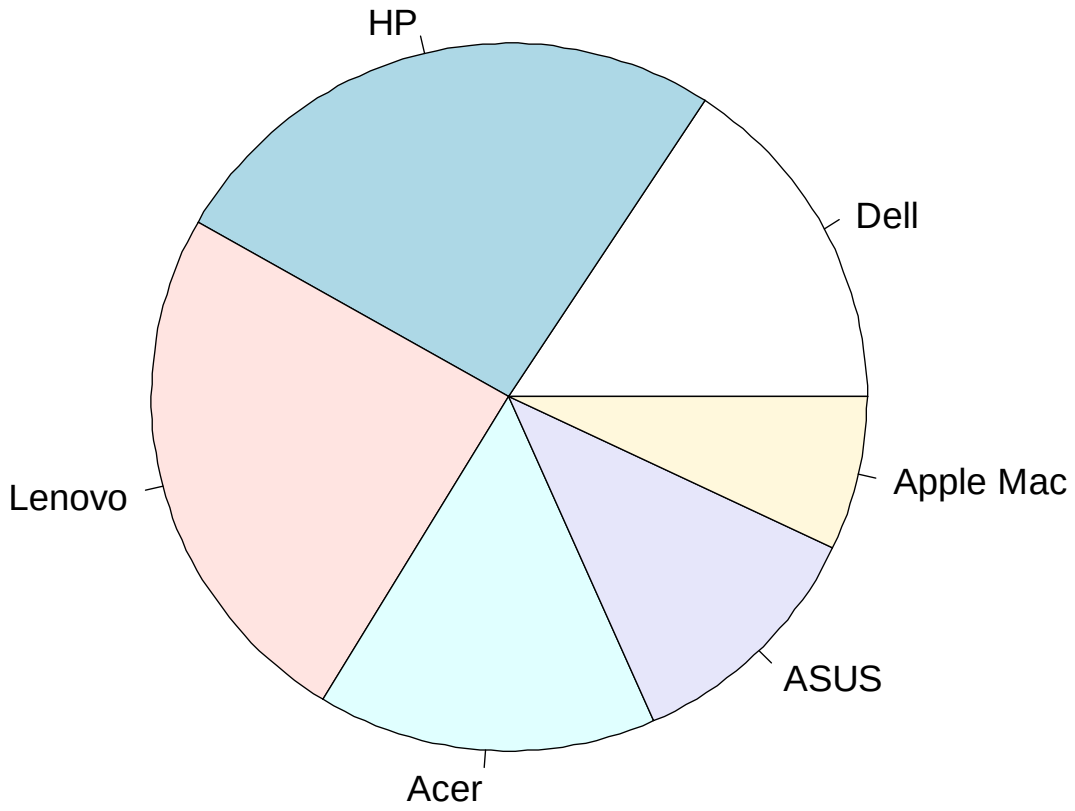
```
> barplot(vendite, names.arg=marchio, col=heat.colors(6))
```



1 - STATISTICA DESCRITTIVA – VENDITE PC

 # GRAFICO A TORTA DELLE PERCENTUALI DI VENDITA

> pie(perc, labels=marchio)



2 – CURTOSI E APPIATTIMENTO – VENDITE PC

ESERCIZIO 2: Sui dati della tabella precedente calcolare la simmetria e l'appiattimento della distribuzione delle vendite in migliaia utilizzando degli opportuni indici.

MARCHIO	VENDITE
Dell	9.000
HP	14.800
Lenovo	14.000
Acer	8.700
Asus	6.500
Apple Mac	4.000

INDICE DI SIMMETRIA γ (gamma) DI FISHER

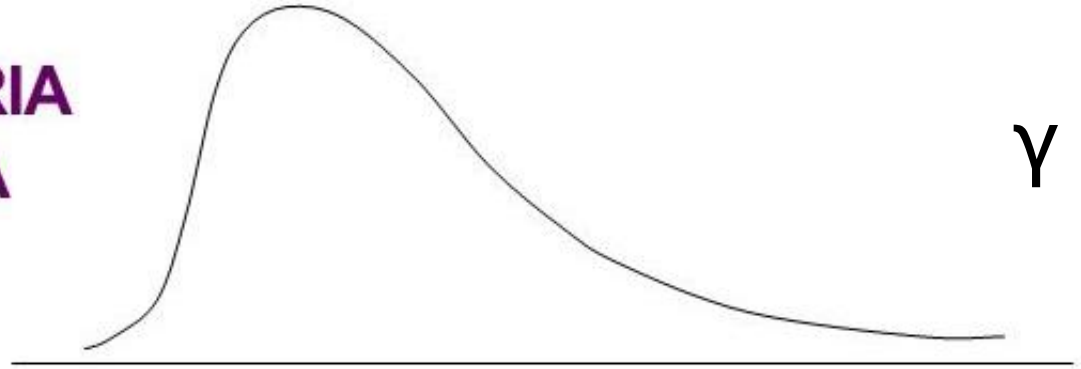
$$\gamma = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)^3$$

Se γ = 0 → allora la distribuzione è simmetrica

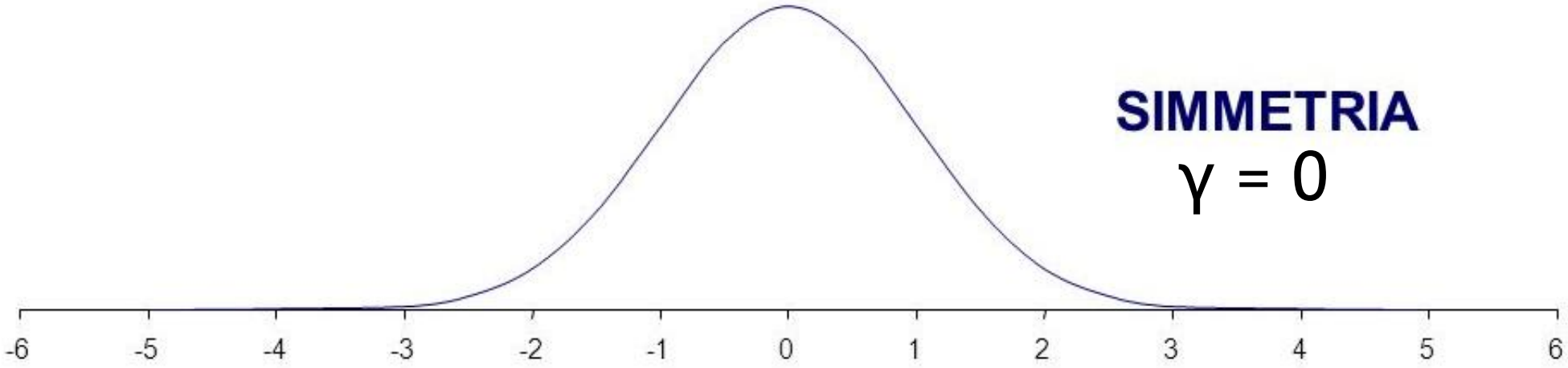
Se γ < 0 → allora la distribuzione è asimmetrica negativa

Se γ > 0 → allora la distribuzione è asimmetrica positiva

ASIMMETRIA POSITIVA



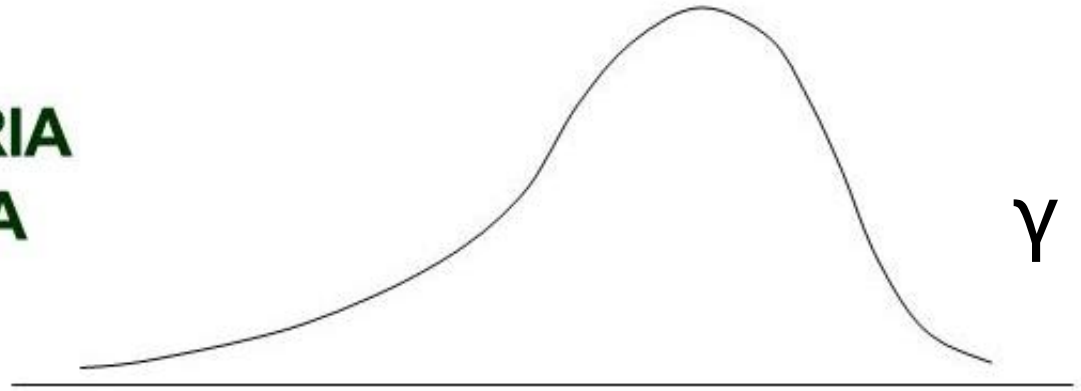
$\gamma > 0$



SIMMETRIA

$\gamma = 0$

ASIMMETRIA NEGATIVA



$\gamma < 0$

CREAZIONE DI UNA FUNZIONE PER GAMMA

$$\gamma = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)^3$$

```
gamma =  function(x) {
m3 = mean((x-mean(x))^3)
skew = m3/(sd(x)^3)
skew
}
```

{ = AltGr + 7
} = AltGr + 0
NO tastiera numerica

2 – CURTOSI E APPIATTIMENTO – VENDITE PC

> gamma(x) = 0.1029673

C’È UN’ASIMMETRIA POSITIVA, LA DISTRIBUZIONE PRESENTA UNA CODA PIÙ LUNGA A DESTRA.

INDICE DI CURTOSI β (beta) DI PEARSON

$$\beta = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)^4$$

Se $\beta = 3$ → allora la distribuzione è MESOCURTICA

Se $\beta < 3$ → allora la distribuzione è PLATICURTICA

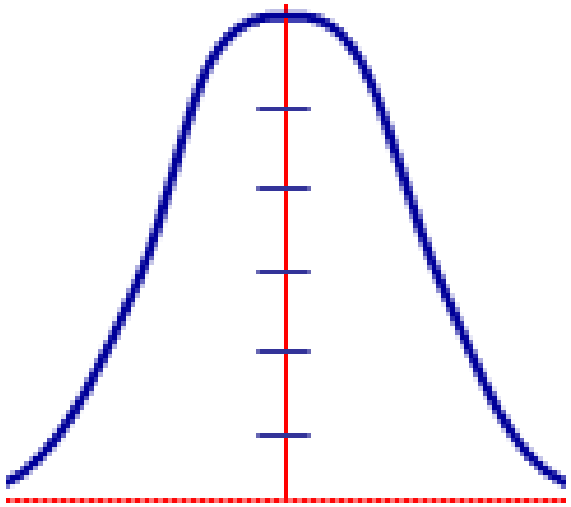
Se $\beta > 3$ → allora la distribuzione è LEPTOCURTICA

INDICE DI CURTOSI γ_2 (gamma2) DI FISHER

$$\gamma_2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)^4 - 3$$

Se $\gamma_2 = 0$ → allora la distribuzione è MESOCURTICA
Se $\gamma_2 < 0$ → allora la distribuzione è PLATICURTICA
Se $\gamma_2 > 0$ → allora la distribuzione è LEPTOCURTICA

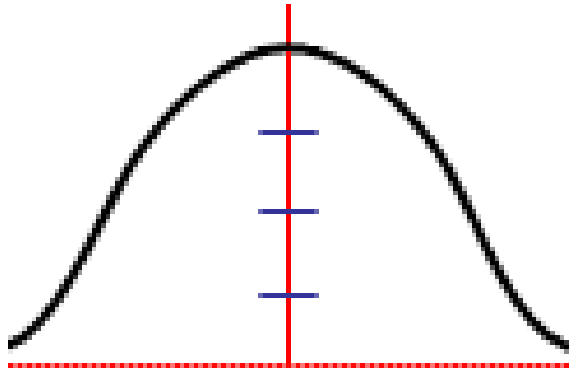
INDICI DI APPIATTIMENTO (CURTOSI)



Leptocurtica

$\beta > 3$

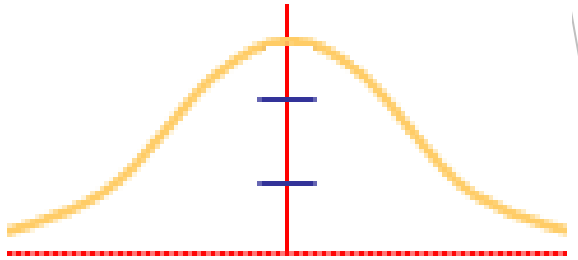
$\gamma_2 > 0$



Mesocurtica

$\beta = 3$

$\gamma_2 = 0$



Platicurtica

$\beta < 3$

$\gamma_2 < 0$

CREAZIONE DI UNA FUNZIONE PER BETA

$$\beta = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{x_i - \mu}{\sigma}\right)^4$$

```
beta =  function(x) {
m4 = mean((x-mean(x))^4)
curt = m4/(sd(x)^4)
curt
}
```

2 – CURTOSI E APPIATTIMENTO – VENDITE PC

```
> beta(vendite)
[1] 1.168586

# LA DISTRIBUZIONE APPARE SCHIACCIATA, PLATICURTICA

> beta(vendite)-3
[1] -1.831414
```

3 – STATISTICHE E BOXPLOT - LAGO HURON

ESERCIZIO 3: Utilizzando la base dati già presente in R relativamente ai livelli del Lago Huron fra il 1875 e il 1972 (nome del database: ‘’LakeHuron”), calcolare:

- Media
- Mediana
- Primo e terzo quartile
- Minimo e Massimo
- Varianza campionaria
- Numero di elementi del database

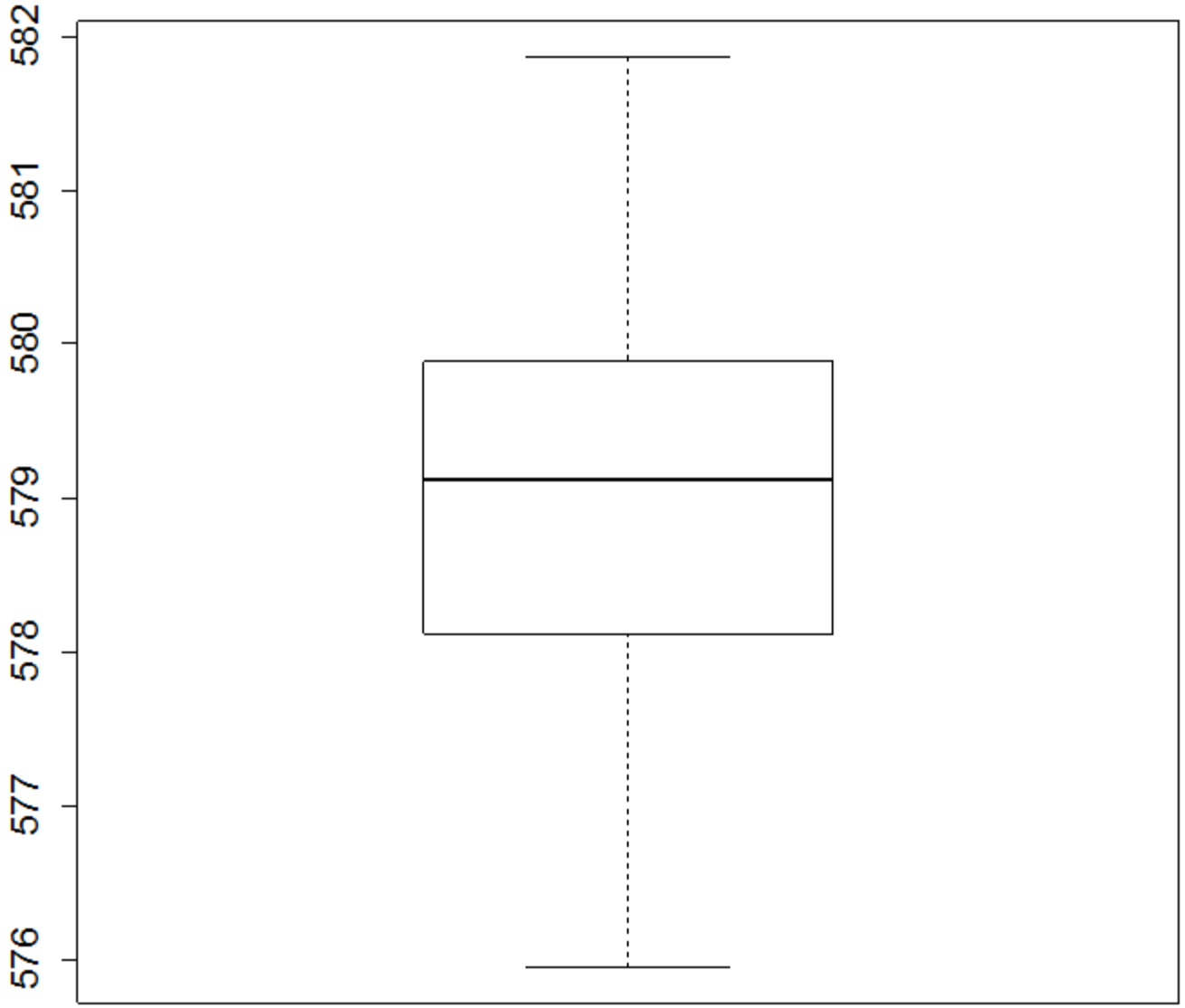
Infine disegnare il grafico boxplot della serie storica.

3 – STATISTICHE E BOXPLOT - LAGO HURON

```
> summary(LakeHuron)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max. 
  576.0   578.1   579.1   579.0   579.9   581.9 

> var(LakeHuron)
[1] 1.737911

> length(LakeHuron)
[1] 98
```

3 – STATISTICHE E BOXPLOT - LAGO HURON

```
> boxplot(LakeHuron)
```



ESEMPIO DI TABELLA A DOPPIA ENTRATA

		CAPELLI	
		BIONDI	NERI
OCCHI	AZZURRI	25	10
	SCURI	15	60

TABELLE DOPPIE E CONNESSIONE

- Per valutare la relazione fra due fenomeni espressi sotto forma di tabelle a doppia entrata si utilizza il test del chi-quadrato, che mette a confronto le seguenti due ipotesi:

- **ipotesi nulla H0**: afferma che c'è indipendenza fra i due fenomeni;

- **ipotesi alternativa H1**: che invece dice che c'è una connessione fra i caratteri.

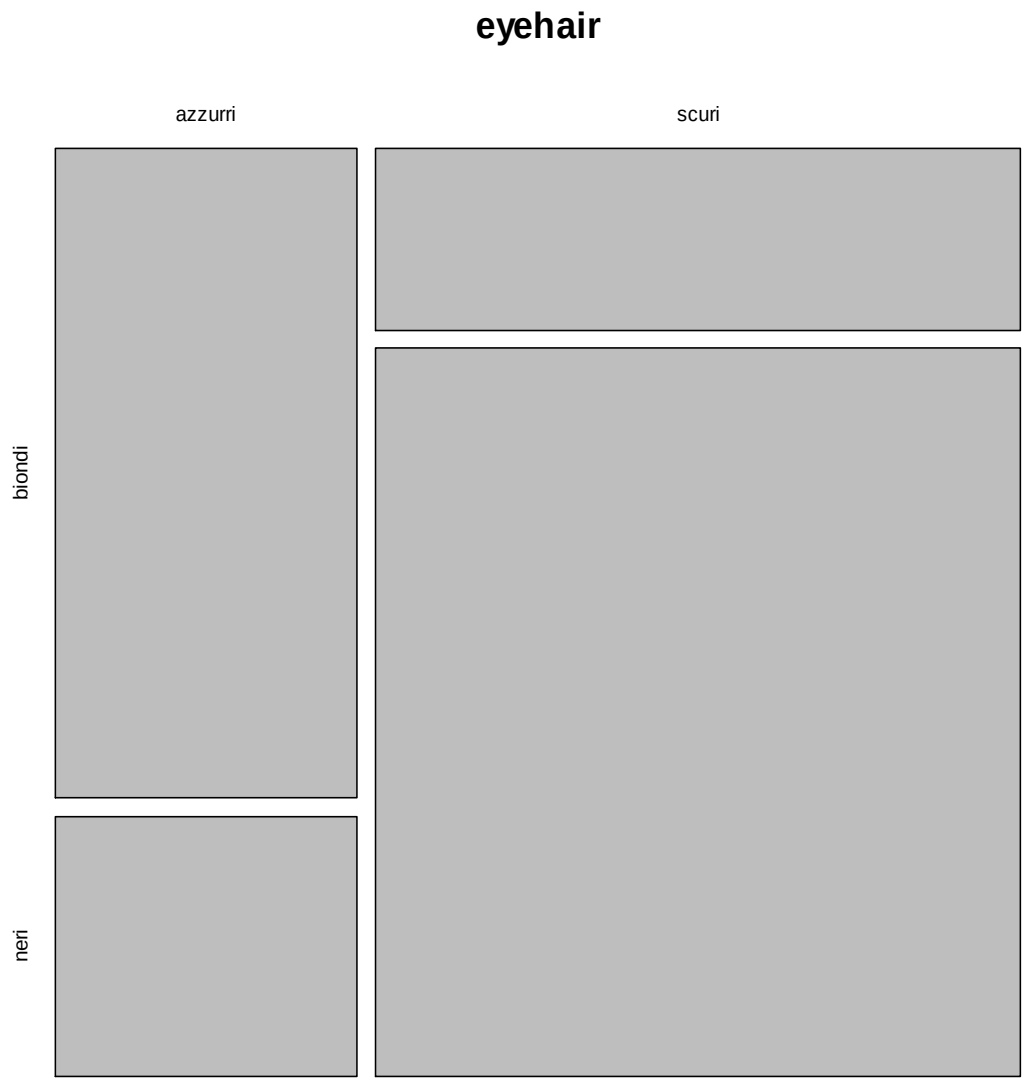
TABELLE DOPPIE E CONNESSIONE

 # CREIAMO LA TABELLA

```
> eyehair=matrix(c(25, 10, 15, 60), nrow=2, byrow=TRUE)
> eye=c("azzurri", "scuri")
> hair=c("biondi", "neri")
> dimnames(eyehair)=list(eye, hair)
> eyehair
        biondi neri
azzurri     25   10
scuri       15   60
```

TABELLE DOPPIE E CONNESSIONE

DISEGNAMO IL GRAFICO A MOSAICO



CALCOLO DEL CHI-QUADRATO

- In R il test del chi-quadrato viene condotto molto semplicemente con il comando: **chisq.test**

```
> testchiq=chisq.test(eyehair)
> testchiq

        Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

X-squared = 25.0983, df = 1, p-value = 5.448e-07
```

- "**X-squared**" è il chi-quadrato calcolato
- "**df**" sono i degrees of freedom, i gradi di libertà, dati dal prodotto: df=(n. Righe-1)*(n. Colonne-1)
- "**p-value**" è il livello di significatività. Questo valore deve essere inferiore al 5% (ovvero 0,05) per considerare valido il risultato trovato con il test.

CALCOLO DEL CHI-QUADRATO

- Nel caso di tabelle 2x2, il **chisq.test** applica una correzione, quella di Yates. Se si desidera non usarla, occorre specificare l'opzione `correct=FALSE`

```
> testchiq=chisq.test(colore, correct=FALSE)
> testchiq
```

CONFRONTO DEL CHI-QUADRATO CALCOLATO CON LA SOGLIA TEORICA

- Il valore del chi quadrato (X-squared) così calcolato va confrontato con un valore teorico per poter accettare o meno l'ipotesi nulla H0.
- In particolare le soglie critiche del chi-quadrato con 1 g.d.l. (grado di libertà) sono:
  - **3.84** per un livello di significatività del **5%**
  - **6.64** per un livello di significatività dell'**1%**
- Questi valori sono le soglie oltre le quali si rifiuta l'ipotesi nulla sbagliando rispettivamente al massimo nel 5% dei casi o solo nell'1%.

TAVOLA DEL CHI-QUADRATO

	alpha (significatività)	
g.d.l.	**1%**	**5%**
1	6,64	3,84
2	9,21	5,99
3	11,35	7,82
4	13,28	9,49
5	15,09	11,07
6	16,81	12,59
7	18,48	14,07
8	20,09	15,51
9	21,67	16,92
10	23,21	18,31

CONFRONTO DEL CHI-QUADRATO CALCOLATO CON LA SOGLIA TEORICA

- **3.84** per un livello di significatività del **5%** e 1 g.d.l.
- **6.64** per un livello di significatività dell'**1%** e 1 g.d.l.

- In questo caso abbiamo 25.0983, che è abbondantemente superiore non solo a 3.84, che è la soglia critica per sbagliare al massimo nel 5% dei casi, ma addirittura a 6.64, che è la soglia critica oltre la quale si rifiuta l'ipotesi nulla di indipendenza sbagliando solo nell'1% dei casi.

- Quindi **il test rifiuta l'ipotesi nulla H0 e conferma che al 99% c'è una connessione fra i fenomeni.**

CALCOLO DEL "V" DI CRAMER

- Una volta che abbiamo rilevato che c'è una connessione fra i 2 fenomeni, possiamo misurare quanto sono connessi fra di loro con un opportuno indice, il **V di Cramer**.

- Questo indicatore assume:
  - valore 0 nel caso di **perfetta indipendenza**;
  - valore 1 quando invece c'è la **massima connessione** fra i due fenomeni.

CALCOLO DEL "V" DI CRAMER

- Per calcolare il V di Cramer bisogna usare la seguente formula:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{\mathrm{N} * (\min(righe, colonne) - 1)}}$$

- χ^2= valore della variabile chi-quadrato ricavato dal test chi quadrato (**$statistic**)
- N = numero totale di casi (**N=sum(eyehair)**)
- min(*righe*, *colonne*) - 1 = si sceglie il minore fra il numero delle righe e delle colonne; quindi si sottrae 1 (ES. tab. 2 righe e 3 colonne: si sceglie 2, quindi si toglie 1: 2-1=1)

ES. PRECIPITAZIONI INVERNALI E TEMPERATURE ESTIVE

ESERCIZIO 4: La tabella riporta la distribuzione delle precipitazioni medie nei mesi invernali dal 1950 in 10 città italiane e le temperature medie nelle estati seguenti. Giudicare se esiste una connessione fra la quantità di pioggia caduta d'inverno e le temperature delle estati seguenti.

	TEMPERATURE MEDIE ESTIVE		
PRECIPITAZIONI INVERNALI (IN MM)	Da 26 a 27	Da 27 a 28	Oltre 28
Da 40 a 50	50	53	49
Da 50 a 60	35	65	60
Da 60 a 70	40	56	50
Oltre 70	32	60	50

	alpha (significatività)	
g.d.l.	1%	5%
1	6,64	3,84
2	9,21	5,99
3	11,35	7,82
4	13,28	9,49
5	15,09	11,07
6	16,81	12,59
7	18,48	14,07
8	20,09	15,51
9	21,67	16,92
10	23,21	18,31

ES. PRECIPITAZIONI INVERNALI E TEMPERATURE ESTIVE

```
> meteo=matrix(c(50, 53, 49, 35, 65, 60, 40, 56, 50, 32, 60,
50), nrow=4, byrow=TRUE)
> pioggia=c("Da 40 a 50", "Da 50 a 60", "Da 60 a 70", "Oltre 70")
> temp=c("Da 26 a 27", "Da 27 a 28", "Oltre 28")
> dimnames(meteo)=list(pioggia, temp)
> meteo
          Da 26 a 27 Da 27 a 28 Oltre 28
Da 40 a 50         50         53       49
Da 50 a 60         35         65       60
Da 60 a 70         40         56       50
Oltre 70           32         60       50
> mosaicplot(meteo)
```

ES. PRECIPITAZIONI INVERNALI E TEMPERATURE ESTIVE

```
> testchiq=chisq.test(meteo)
> testchiq
        Pearson's Chi-squared test
 data:  meteo
X-squared = 6.3715, df = 6, p-value = 0.3829
```

 # I GRADI DI LIBERTA' SONO 6 PERCHE' DATI DA (r-1)*(c*1)=(4-1)*(3-1)
POICHE' IL VALORE CALCOLATO DEL CHI-QUADRATO E' 6.3715, INFERIORE ALLA SOGLIA CRITICA DI 16,81 VALIDO ALL'1% PER 6 G.D.L., SI ACCETTA L'IPOTESI NULLA DI INDIPENDENZA A LIVELLO DELL'1%. LA STESSA COSA VALE PER LA SOGLIA PER IL LIVELLO DI SIGNIFICATIVITA' DEL 5% E 6 G.D.L., IN QUANTO IL CHI-QUADRATO CALCOLATO E' SUPERIORE A 12,59
PROVIAMO COMUNQUE A CALCOLARE IL V DI CRAMER

	alpha (significatività)	
g.d.l.	**1%**	**5%**
1	6,64	3,84
2	9,21	5,99
3	11,35	7,82
4	13,28	9,49
5	15,09	11,07
6	16,81	12,59
7	18,48	14,07
8	20,09	15,51
9	21,67	16,92
10	23,21	18,31

ES. PRECIPITAZIONI INVERNALI E TEMPERATURE ESTIVE

 # CALCOLIAMO IL VALORE DELLA STATISTICA V DI CRAMER

```
> chiquadrato= testchiq$statistic
> chiquadrato
X-squared
6.371519
```

 # IL TOTALE DI ELEMENTI PRESENTI SI OTTIENE IN QUESTO MODO:

```
> N = sum(meteo)
> N
[1] 600
```

 # SI SCEGLIE IL MINORE FRA IL NUMERO DI RIGHE E DI COLONNE E SI SOTTRAE 1

```
> V=sqrt( chiquadrato / (N*(3-1)) )
> V
X-squared
0.07286699
```

 # IL RISULTATO PORTA AD AFFERMARE CHE C'È UNA BASSISSIMA CONNESSIONE FRA I DUE FENOMENI. IN ALTRE PAROLE NON SEMBRA ESSERCI UN LEGAME FRA LA QUANTITA' DI PIOGGIA CHE CADE IN INVERNO E LE TEMPERATURE MEDIE DELLE ESTATI SUCCESSIVE.

ES. STAGE E ASSUNZIONE (CASO NORMALE)

ESERCIZIO 7 A: Si vuole verificare se esiste una relazione fra il fatto di svolgere uno stage presso un importante istituto di credito e la successiva eventuale assunzione. Sono stati così presi in considerazione 200 ragazzi così distribuiti:

		ASSUNZIONE?		
		SI'	NO	Totale
STAGE?	SI'	80	20	100
	NO	25	75	100
	Totale	105	95	200

	alpha (significatività)	
g.d.l.	1%	5%
1	6,64	3,84
2	9,21	5,99
3	11,35	7,82
4	13,28	9,49
5	15,09	11,07
6	16,81	12,59
7	18,48	14,07
8	20,09	15,51
9	21,67	16,92
10	23,21	18,31

ES. STAGE E ASSUNZIONE (**CASO NORMALE**)

```
> stage_lavoro=matrix(c(80, 20, 25, 75), nrow=2,
byrow=TRUE)
> stage=c("sì stage", "no stage")
> lavoro=c("Sì assunzione", "No assunzione")
> dimnames(stage_lavoro)=list(stage, lavoro)
> stage_lavoro
         Sì assunzione No assunzione
sì stage            80            20
no stage            25            75

> mosaicplot(stage_lavoro)
```

ES. STAGE E ASSUNZIONE (**CASO NORMALE**)

```
> testchiq=chisq.test(stage_lavoro)
> testchiq

        Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data:  stage_lavoro
X-squared = 58.4662, df = 1, p-value = 2.068e-14
```

 # POICHE' IL VALORE CALCOLATO DEL CHI-QUADRATO E' 58.4662, BEN SUPERIORE ALLA SOGLIA CRITICA DI 6.64 VALIDO ALL'1%, SI RIFIUTA L'IPOTESI NULLA DI INDIPENDENZA E SI CONFERMA LA CONNESSIONE FRA I FENOMENI, OVVERO FARE UNO STAGE COMPORTA MAGGIORI PROBABILITA' DI ESSERE ASSUNTI. I GRADI DI LIBERTA' SONO 1 PERCHE' DATI DA (r-1)*(c*1)=(2-1)*(2-1)

	alpha (significatività)	
g.d.l.	**1%**	**5%**
1	6,64	3,84
2	9,21	5,99
3	11,35	7,82
4	13,28	9,49
5	15,09	11,07
6	16,81	12,59
7	18,48	14,07
8	20,09	15,51
9	21,67	16,92
10	23,21	18,31

ES. STAGE E ASSUNZIONE (**CASO NORMALE**)

 # CALCOLIAMO IL VALORE DELLA STATISTICA V DI CRAMER

```
> chiquadrato=testchiq$statistic
> chiquadrato
X-squared
 58.46617
```

 # IL TOTALE DI ELEMENTI PRESENTI SI OTTIENE IN QUESTO MODO:

```
> N = sum(stage_lavoro)
> N
[1] 200
```

 # SI SCEGLIE IL MINORE FRA IL NUMERO DI RIGHE E DI COLONNE E SI SOTTRAE 1

```
> V=sqrt( chiquadrato / (N*(2-1)) )
> V
X-squared
0.5406763
```

 # IL RISULTATO PORTA AD AFFERMARE CHE C'È UNA BUONA CONNESSIONE FRA I DUE FENOMENI

ES. STAGE E ASSUNZIONE (CASO LIMITE 1)

ESERCIZIO 7 B: Si vuole verificare se esiste una relazione fra il fatto di svolgere uno stage presso un importante istituto di credito e la successiva eventuale assunzione. Sono stati così presi in considerazione 200 ragazzi così distribuiti:

		ASSUNZIONE?		
		SI'	NO	Totale
STAGE?	SI'	100	0	**100**
	NO	0	100	**100**
	Totale	**100**	**100**	**200**

	alpha (significatività)	
g.d.l.	1%	5%
1	6,64	3,84
2	9,21	5,99
3	11,35	7,82
4	13,28	9,49
5	15,09	11,07
6	16,81	12,59
7	18,48	14,07
8	20,09	15,51
9	21,67	16,92
10	23,21	18,31

ES. STAGE E ASSUNZIONE (CASO LIMITE 1)

```
> stage_lavoro=matrix(c(100, 0, 0, 100), nrow=2, byrow=TRUE)
> dimnames(stage_lavoro)=list(stage, lavoro)
> testchiq=chisq.test(stage_lavoro)
> testchiq
data:  stage_lavoro
X-squared = 196.02, df = 1, p-value < 2.2e-16

> chiquadrato=testchiq$statistic
> V=sqrt( chiquadrato / (N*(2-1)) )
> V
0.99
```

 # QUI C'E' LA MASSIMA CONNESSIONE, NEL SENSO CHE QUANDO UNO STUDENTE FA LO STAGE, VIENE SEMPRE ASSUNTO E VICEVERSA.

IL CHI-QUADRATO E' MOLTO ALTO (196.02) E DI CONSEGUENZA IL V DI CRAMER E' VICINISSIMO A 1 (0.99)

ES. STAGE E ASSUNZIONE (CASO LIMITE 2)

ESERCIZIO 7 C: Si vuole verificare se esiste una relazione fra il fatto di svolgere uno stage presso un importante istituto di credito e la successiva eventuale assunzione. Sono stati così presi in considerazione 200 ragazzi così distribuiti:

		ASSUNZIONE?		
		SI'	NO	**Totale**
STAGE?	SI'	50	50	**100**
	NO	50	50	**100**
	Totale	**100**	**100**	**200**

	alpha (significatività)	
g.d.l.	**1%**	**5%**
1	6,64	3,84
2	9,21	5,99
3	11,35	7,82
4	13,28	9,49
5	15,09	11,07
6	16,81	12,59
7	18,48	14,07
8	20,09	15,51
9	21,67	16,92
10	23,21	18,31

ES. STAGE E ASSUNZIONE (CASO LIMITE 2)

```
> stage_lavoro=matrix(c(50, 50, 50, 50), nrow=2, byrow=TRUE)
> dimnames(stage_lavoro)=list(stage, lavoro)
> testchiq=chisq.test(stage_lavoro)
> testchiq
data:  stage_lavoro
X-squared = 0, df = 1, p-value = 1

> chiquadrato=testchiq$statistic
> V=sqrt( chiquadrato / (N*(2-1)) )
> V
0
```

 # NEL CASO DI EQUIDISTRIBUZIONE, NON C'E' NESSUNA CONNESSIONE, NEL SENSO CHE I DUE FENOMENI NON SEMBRANO AVERE ALCUN EFFETTO L'UNO SULL'ALTRO. CHE UNO STUDENTE FACCIA O MENO LO STAGE, NON SEMBRA CAMBIARE LE SUE POSSIBILITA' DI ESSERE ASSUNTO. IL CHI-QUADRATO E' PARI A ZERO E DI CONSEGUENZA LO E' ANCHE IL V DI CRAMER.

REGRESSIONE LINEARE: SPORT - COLESTEROLO

ESERCIZIO 8: La tabella seguente riporta i risultati di uno studio su 8 persone, per le quali si sono misurati il numero dedicate allo sport settimanalmente e il livello di colesterolo.
Analizzare la relazione fra i due fenomeni utilizzando la regressione lineare, disegnando il grafico, calcolando i parametri della retta interpolante, i residui con grafico, il coefficiente di correlazione lineare e giudicandone la bontà di accostamento.

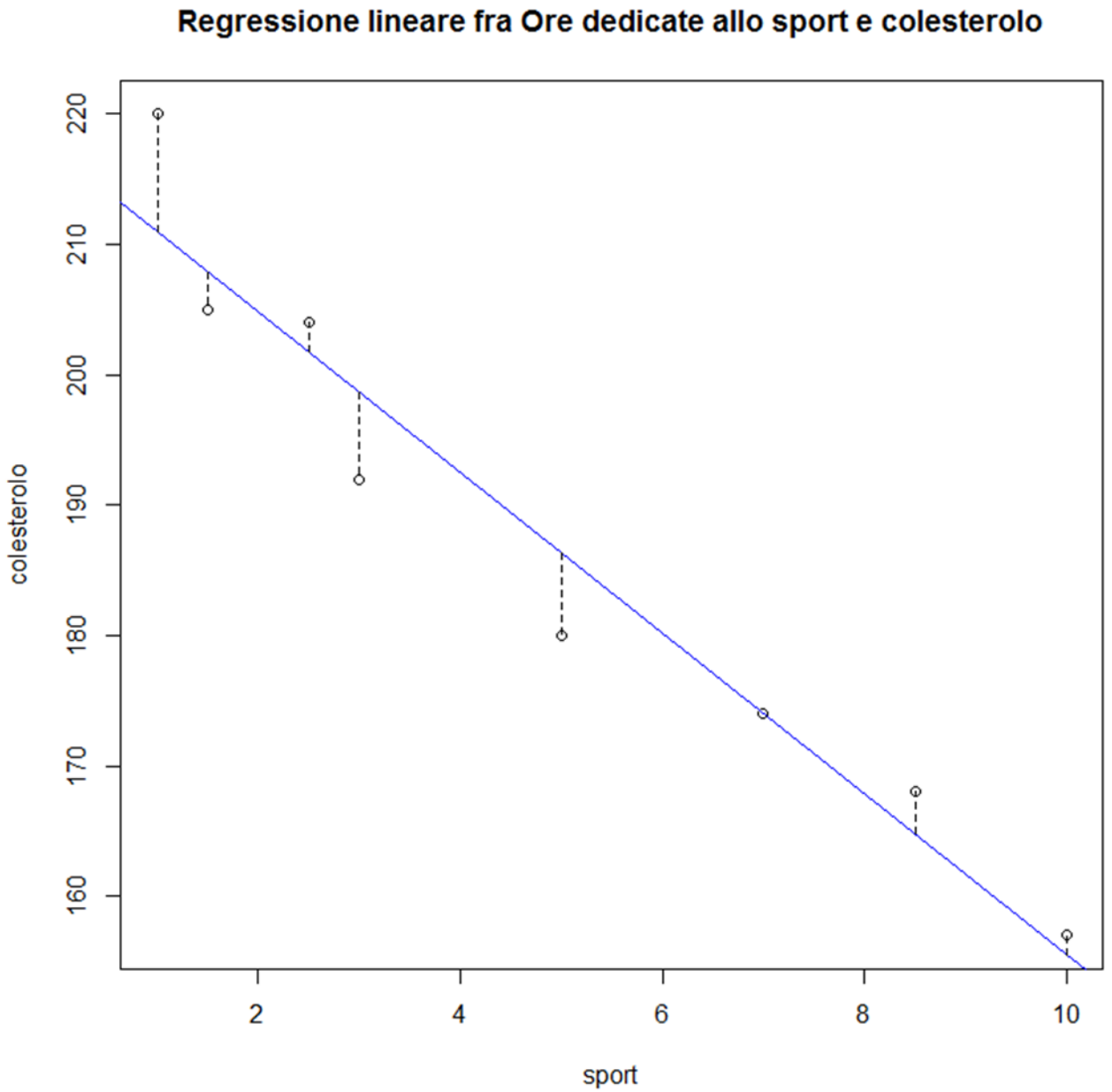
N. ore sport sett.	Livello colesterolo
1,5	205
10	157
8,5	168
7	174
1	220
3	192
5	180
2,5	204

ES. STUDIO RELAZIONE ORE DI SPORT - COLESTEROLO

```
> sport=c(1.5, 10, 8.5, 7, 1, 3, 5, 2.5)
> colesterolo=c(205, 157, 168, 174, 220, 192, 180, 204)
> plot(sport, colesterolo)
> rettasport=lm(colesterolo~sport)
> abline(rettasport, col="blue")
> segments(sport, fitted(rettasport), sport, colesterolo, lty=2)
> title(main="Regressione lineare fra Ore dedicate allo sport e
colesterolo")
```

Per scrivere la tilde ~ in Ubuntu premere:
ALT GR + ì

ES. STUDIO RELAZIONE ORE DI SPORT - COLESTEROLO



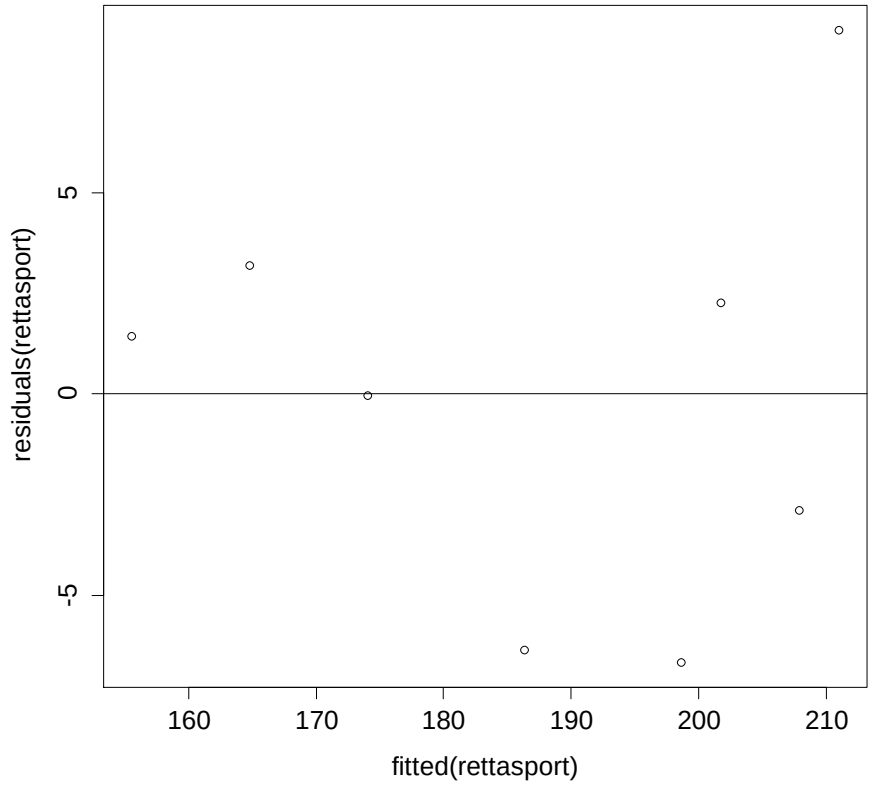
ES. STUDIO RELAZIONE ORE DI SPORT - COLESTEROLO

```
> summary (rettasport)

Call:
lm(formula = colesterolo ~ sport)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-6.6587 -3.7565  0.7021  2.4978  9.0283

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 217.1282     3.6498  59.490 1.52e-09 ***
sport        -6.1565     0.6344  -9.704 6.87e-05 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 5.656 on 6 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9401,      Adjusted R-squared:  0.9301
F-statistic: 94.16 on 1 and 6 DF,  p-value: 6.874e-05
```

ES. STUDIO RELAZIONE ORE DI SPORT - COLESTEROLO

 # I PARAMETRI TROVATI SONO a=217.1282 E b=-6.1565
QUINDI IL MODELLO TEORICO SARA':
Y'=217.1282-6.1565 *sport

 # EFFETTUIAMO L'ANALISI DEI RESIDUI
> plot(fitted(rettasport), residuals(rettasport))
> abline(0, 0)



L'analisi dei residui conferma che questi si distribuiscono in maniera uniforme e apparentemente casuale attorno all'asse zero, quindi si può confermare l'ipotesi di distribuzione casuale degli stessi, con media nulla e incorrelazione.

ES. STUDIO RELAZIONE ORE DI SPORT - COLESTEROLO

 # CALCOLIAMO IL COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE LINEARE:

```
> R=cor(sport, colesterolo)
> R
[1] -0.9695861
```

 # POICHE' R E' MOLTO VICINO A -1 POSSIAMO AFFERMARE CHE C'E' UNA FORTE RELAZIONE LINEARE INDIRETTA FRA LE DUE VARIABILI

 # CALCOLIAMO IL COEFFICIENTE DI DETERMINAZIONE FACENDO IL QUADRATO DI R PER GIUDICARE LA BONTA' DI ACCOSTAMENTO:

```
> R2=R^2
> R2
[1] 0.9400972
```

 # DATO CHE R2 E' QUASI UGUALE A 1, DICIAMO CHE IL MODELLO TEORICO USATO SI ADATTA MOLTO BENE AI VALORI OSSERVATI

REGRESSIONE LINEARE: carotene - eritema

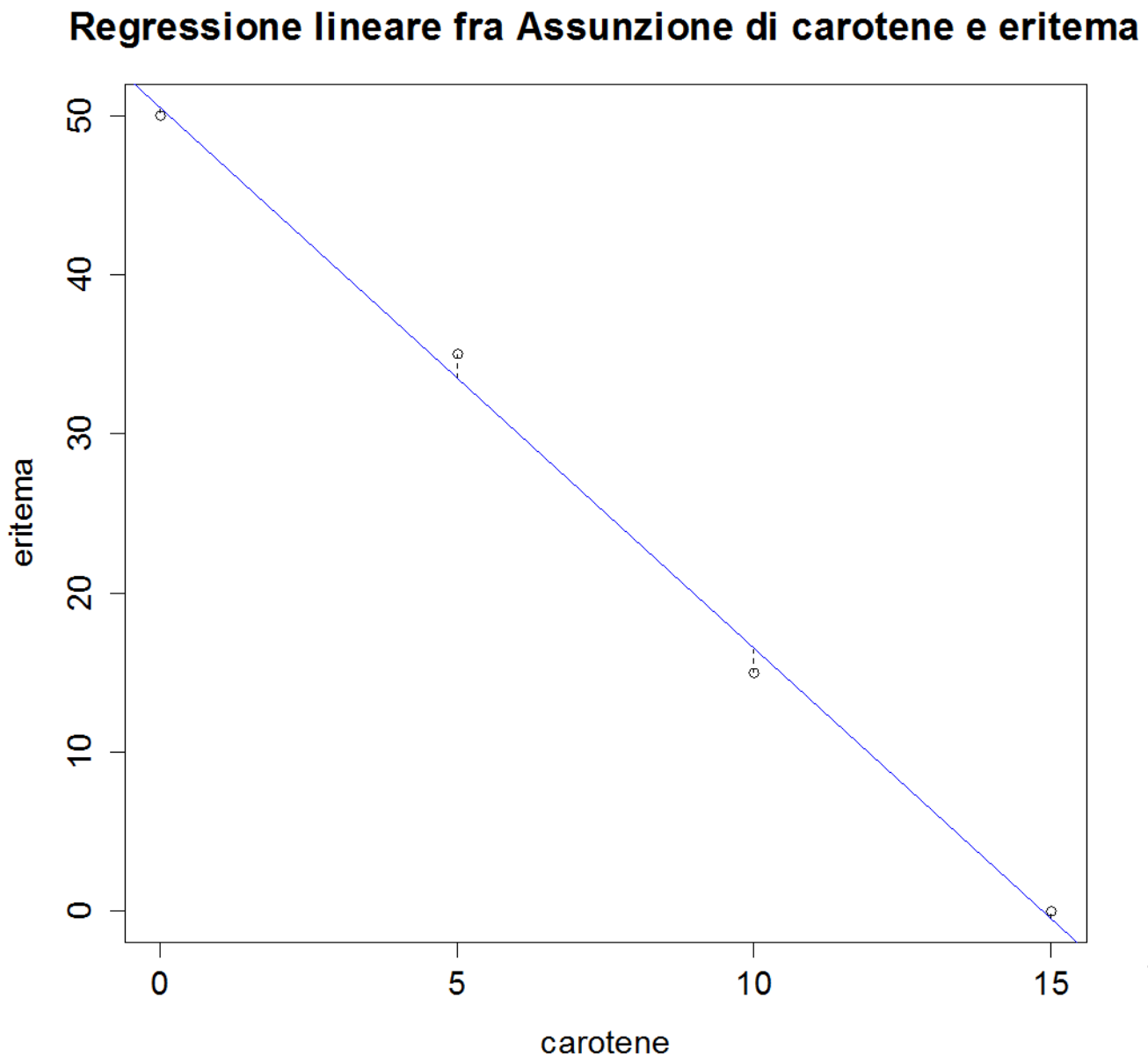
ESERCIZIO 9: Una ricerca sulla relazione fra quantità assunta di un integratore a base di beta carotene e il rischio di subire un eritema solare ha dato i risultati presenti in tabella.
Analizzare la relazione fra i due fenomeni utilizzando la regressione lineare, disegnando il grafico, calcolando i parametri della retta interpolante, i residui con grafico, il coefficiente di correlazione lineare e giudicandone la bontà di accostamento.

Quantità beta carotene	Rischio eritema
0	50
10	15
5	35
15	0

ES. STUDIO RELAZIONE carotene - eritema

```
> carotene=c(0, 10, 5, 15)
> eritema=c(50, 15, 35, 0)
> plot(carotene, eritema)
> rettascott=lm(eritema~carotene)
> abline(rettascott, col="blue")
> segments(carotene, fitted(rettascott), carotene, eritema, lty=2)
> title(main="Regressione lineare fra Assunzione di carotene e
eritema")
```

ES. STUDIO RELAZIONE carotene - eritema



ES. STUDIO RELAZIONE carotene - eritema

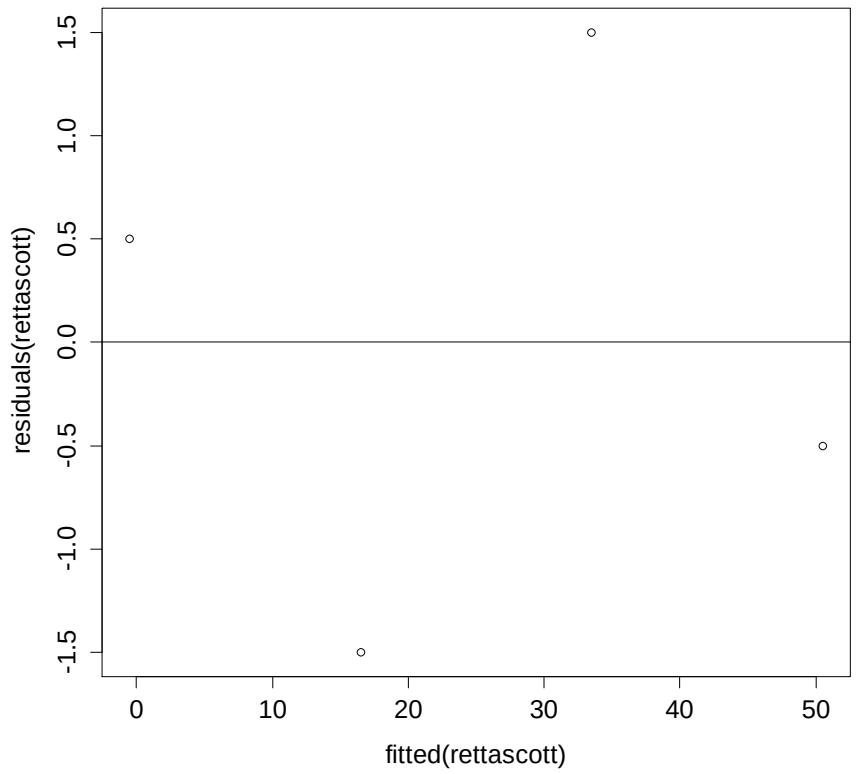
```
> summary (rettascott)

Call:
lm(formula = eritema ~ carotene)

Residuals:
   1    2    3    4
-0.5 -1.5  1.5  0.5

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  50.5000     1.3229   38.17 0.000686 ***
carotene     -3.4000     0.1414  -24.04 0.001726 **
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 1.581 on 2 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9966,      Adjusted R-squared:  0.9948
F-statistic:   578 on 1 and 2 DF,  p-value: 0.001726
```

ES. STUDIO RELAZIONE carotene - eritema

 # I PARAMETRI TROVATI SONO a=50.5 E b=-3.4
QUINDI IL MODELLO TEORICO SARA':
Y'=50.5-3.4 *carotene

 # EFFETTUIAMO L'ANALISI DEI RESIDUI

```
> plot(fitted(rettascott), residuals(rettascott))
> abline(0, 0)
```



L'analisi dei residui conferma che questi si distribuiscono in maniera uniforme e apparentemente casuale attorno all'asse zero, quindi si può confermare l'ipotesi di distribuzione casuale degli stessi, con media nulla e incorrelazione.

ES. STUDIO RELAZIONE carotene - eritema

 # CALCOLIAMO IL COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE LINEARE:

```
> R=cor(carotene, eritema)
> R
[1] -1.1872454
```

 # POICHE' R E' NEGATIVO, POSSIAMO AFFERMARE CHE C'E' UNA FORTE RELAZIONE LINEARE INDIRETTA FRA LE DUE VARIABILI

ES. STUDIO RELAZIONE carotene - eritema

 # CALCOLIAMO IL COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE LINEARE:

```
> R=cor(carotene, eritema)
> R
[1] -0.9982744
```

 # POICHE' R E' MOLTO VICINO A -1 POSSIAMO AFFERMARE CHE C'E' UNA FORTE RELAZIONE LINEARE INDIRETTA FRA LE DUE VARIABILI

ES. STUDIO RELAZIONE carotene - eritema

 # CALCOLIAMO IL COEFFICIENTE DI DETERMINAZIONE FACENDO IL QUADRATO DI R PER GIUDICARE LA BONTA' DI ACCOSTAMENTO:

```
> R2=R^2
> R2
[1] 0.9965517
```

 # DATO CHE R2 E' QUASI UGUALE A 1, IL MODELLO TEORICO USATO SI ADATTA MOLTO BENE AI VALORI OSSERVATI