



Università degli Studi di Salerno
Dipartimento di Informatica
Corso di Laurea Triennale in Informatica

Progetto Calcolo Probabilità Statistica Matematica
(CPSM)

Indagine Statistica sulle Morti in incidenti stradali

Tozza Gennaro Carmine
Matricola: 0512120382

Anno Accademico 2024-2025

Indice

1	Introduzione	2
1.1	Problematica	2
1.2	Scopo del progetto	2
2	Tabelle delle frequenze	4
3	Rappresentazione dei dati mediante grafici	6
4	Indici di posizione	11
4.1	Media campionaria	11
4.2	Mediana campionaria	12
4.3	Moda campionaria	12
5	Indici di variabilità	13
5.1	Varianza campionaria	13
5.2	Deviazione standard campionaria	13
5.3	Scarto medio assoluto	14
5.4	Ampiezza del campo di variazione	14
5.5	Coefficiente di variazione	15
6	Indici di forma	16
6.1	Indice di asimmetria	16
6.2	Indice di curtosi	18

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Problematica

Gli **incidenti stradali** costituiscono una delle principali emergenze di sanità pubblica, in quanto responsabili ogni anno di un elevato numero di decessi, in particolare tra i giovani, e di gravi conseguenze in termini di disabilità temporanee e permanenti, oltre al drammatico impatto umano e psicologico sulle vittime e sulle loro famiglie.

1.2 Scopo del progetto

Il progetto consiste nel realizzare un'indagine statistica ¹sugli incidenti stradali verificatisi sulla rete stradale del territorio nazionale, tra il 2010 e il 2023 verbalizzati da un'autorità di Polizia o dai Carabinieri, avvenuti su una strada aperta alla circolazione pubblica e che hanno causato morti (entro il 30° giorno) con il coinvolgimento di almeno un veicolo.

La rilevazione è condotta correntemente dall'Istat, con la compartecipazione dell'ACI e di numerosi Enti pubblici istituzionali, è a carattere totale e a cadenza mensile (inserita tra le rilevazioni di interesse pubblico nel Programma Statistico Nazionale - PSN - IST00142).

Per l'analisi dei dati è stato scelto l'ambiente di calcolo statistico **R**.

R fornisce un'ampia varietà di tecniche statistiche (modellazione lineare e non lineare, test statistici classici, analisi delle serie temporali, classificazione, ...) e grafiche ed è altamente estensibile.

Uno dei punti di forza di R è la facilità con cui possono essere prodotti grafici ben progettati e di qualità per la pubblicazione, compresi simboli matematici e

¹<https://siqua.istat.it/SIQual/visualizza.do?id=7777778&refresh=true&language=IT>

formule se necessario.

Per semplificare l'analisi, si è scelto di lavorare non sull'intero dataset, ma su un sottoinsieme filtrato di dati, relativo alle morti per incidenti stradali che riguardano solo i conducenti di età compresa tra i 21 e i 24 anni.

Per approfondire l'analisi con dati dettagliati e specifici, è possibile consultare il dataset direttamente sul sito dell'ISTAT al seguente link: https://esploradati.istat.it/databrowser/#/it/dw/categories/IT1,Z0810HEA,1.0/HEA_ROAD/IT1,41_270_DF_DCIS_MORTIFERITISTR1_1,1.0

Il dataset in formato CSV(Comma-Separated Values) è stato ottenuto dalla fonte ISTAT tramite il link indicato, assicurando così l'affidabilità dei dati.

Il formato scelto (CSV) permette un'agevole manipolazione dei dati, essendo compatibile con la maggior parte dei software statistici e dei fogli di calcolo, ottimizzando l'analisi e la visualizzazione delle informazioni.

Intersezione	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
Incrocio	55	45	42	23	34	24	28	25	23	13	15	16	21	10
Rotatoria	7	4	2	5	5	1	5	3	1	2	1	2	–	3
Rettilineo	92	102	89	82	96	95	66	70	60	72	66	69	69	74
Curva	58	51	48	46	45	44	41	36	38	42	23	40	27	38
Dosso/Pend.	2	7	2	4	2	3	5	1	2	3	2	4	3	1
Galleria	1	1	1	1	–	1	1	1	–	–	3	1	–	–
Totale	215	210	184	161	182	168	146	136	124	132	110	132	120	126

Capitolo 2

Tabelle delle frequenze

```
1 # inclusione librerie
2 library("tidyverse")
3 require("tidyverse")
4 library("dplyr")
5
6 # viene caricato il dataset
7 dati <- read.csv("dati_istat.csv")
8
9 # filtraggio dati
10 dati <- dati %>% select(Intersezione, TIME_PERIOD,
11   Osservazione)
12 dati <- dati %>%
13   filter(Intersezione != "Totale")
14
15 # 1. Frequenze assolute per intersezione dell'incidente
16 freq_assolute <- aggregate(Osservazione ~ Intersezione, data
17   =dati, sum)
18 colnames(freq_assolute) <- c("Intersezione", "Frequenza_
19   Assoluta")
20 print(freq_assolute)
21
22 # 2. Frequenze relative per intersezione dell'incidente
23 totale <- sum(freq_assolute$Frequenza_Assoluta)
24 freq_assolute$Frequenza_Relativa <- freq_assolute$Frequenza_
25   Assoluta / totale
26 print(freq_assolute)
27
28 # 3. Frequenze cumulate assolute
29 freq_assolute <- freq_assolute[order(-freq_assolute$
30   Frequenza_Assoluta),]
31 freq_assolute$Frequenza_Cumulata_Assoluta <- cumsum(freq_
32   assolute$Frequenza_Assoluta)
33 print(freq_assolute)
```

```

28
29 # 4. Frequenze cumulate relative
30 freq_assolute$Frequenza_Cumulata_Relativa <- freq_assolute$
    Frequenza_Cumulata_Assoluta / totale
31 print(freq_assolute)

```

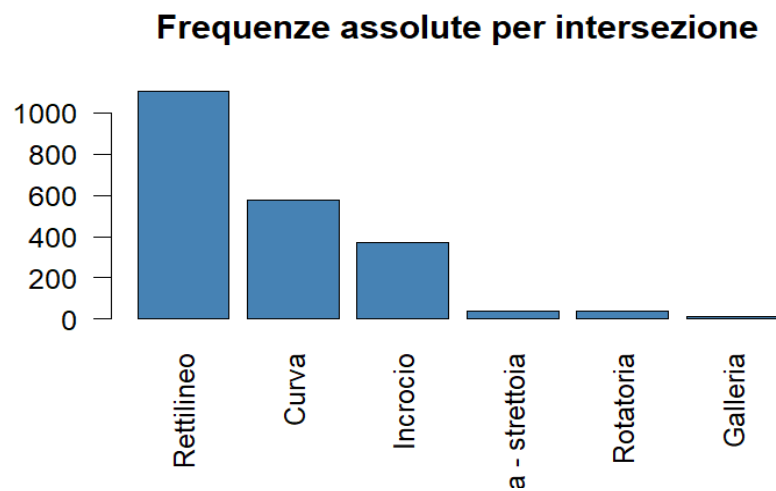
L'output generato dal codice R riportato è sintetizzato nella seguente tabella:

Tipo intersezione	Freq. Assoluta	Freq. Relativa	Freq. Cum. Assoluta	Freq. Cum. Relativa
Rettilineo	1102	0.5135	1102	0.5135
Curva	577	0.2689	1679	0.7824
Incrocio	374	0.1743	2053	0.9567
Dosso/Pendenza/Strettoia	41	0.0191	2094	0.9758
Rotatoria	41	0.0191	2135	0.9949
Galleria	11	0.0051	2146	1.0000

Capitolo 3

Rappresentazione dei dati mediante grafici

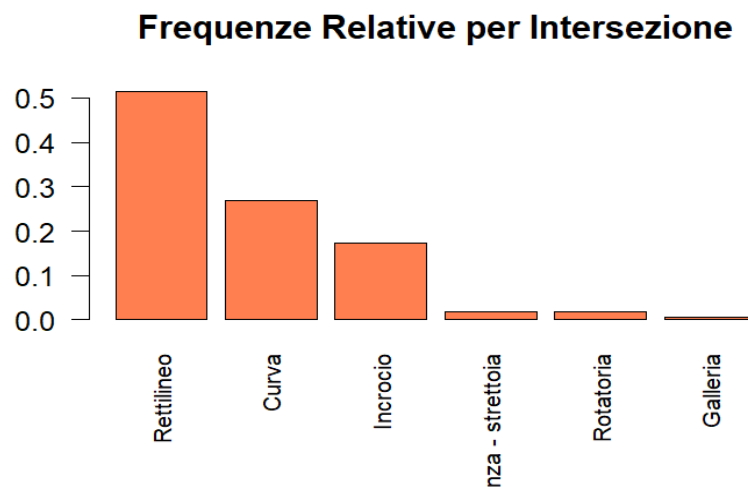
```
1 # 1. Grafico frequenza absolute
2 barplot(freq_assolute$Frequenza_Assoluta,
3         names.arg = freq_assolute$Intersezione,
4         main = "Frequenze assolute per intersezione",
5         xlab = "",
6         ylab = "",
7         col = "steelblue",
8         las = 2) # Etichette verticali
```



```

1 # 2. Grafico frequenze relative
2 barplot(freq_assolute$Frequenza_Relativa,
3         names.arg = freq_assolute$Intersezione,
4         main = "Frequenze_Relative_per_Intersezione",
5         xlab = "",
6         ylab = "",
7         col = "coral",
8         las = 2,
9         cex.names = 0.8)

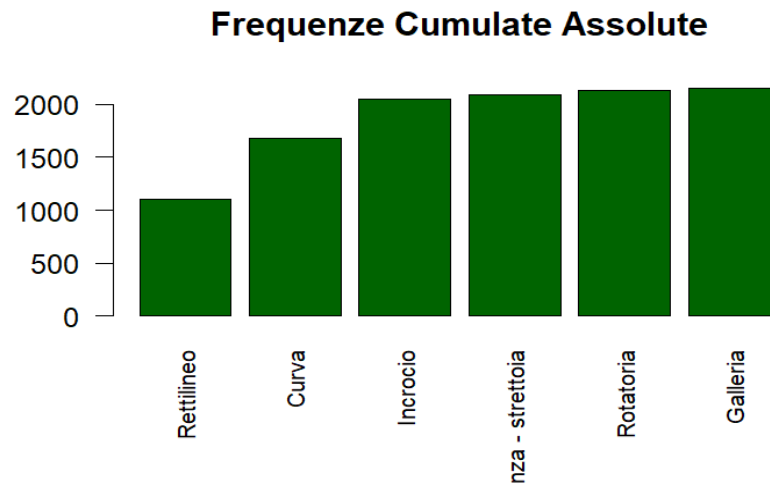
```



```

1 # 3. Grafico frequenze cumulate assolute
2 barplot(freq_assolute$Frequenza_Cumulata_Assoluta,
3         names.arg = freq_assolute$Intersezione,
4         main = "Frequenze_Cumulate_Assolute",
5         xlab = "",
6         ylab = "",
7         col = "darkgreen",
8         las = 2,
9         cex.names = 0.8)

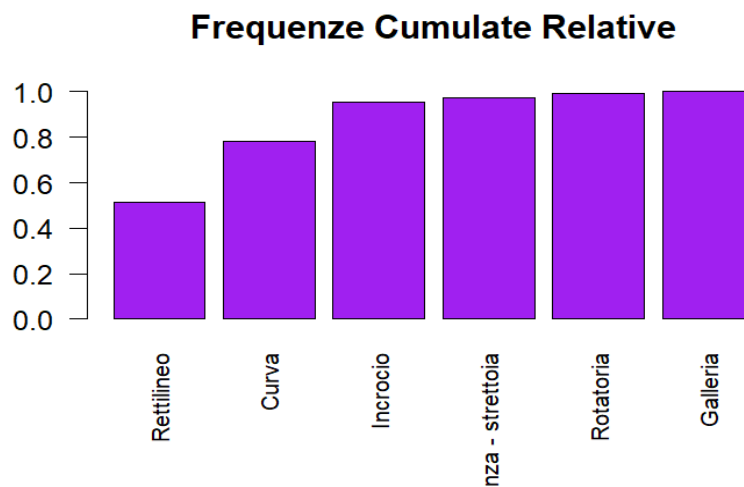
```



```

1 # 4. Grafico frequenze cumulate relative
2 barplot(freq_assolute$Frequenza_Cumulata_Relativa,
3         names.arg = freq_assolute$Intersezione,
4         main = "Frequenze_Cumulate_Relative",
5         xlab = "",
6         ylab = "",
7         col = "purple",
8         las = 2,
9         cex.names = 0.8)

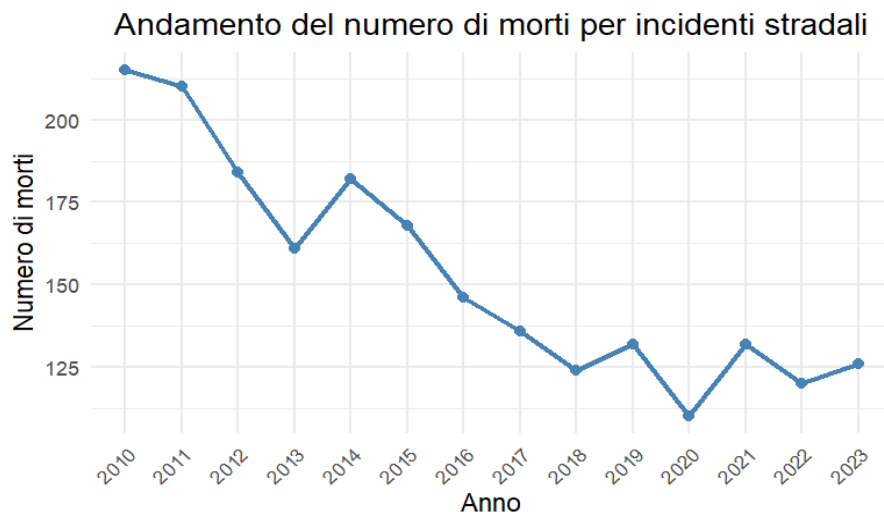
```



```

1 # Converti TIME_PERIOD in fattore per mantenere l'ordine
  originale
2 dati$TIME_PERIOD <- factor(dati$TIME_PERIOD, levels = unique
  (dati$TIME_PERIOD))
3
4 # Calcola il numero totale di morti per anno
5 morti_per_anno <- dati %>%
6   group_by(TIME_PERIOD) %>%
7   summarise(Totale_Morti = sum(Osservazione, na.rm = TRUE))
8
9 # Crea il grafico a linee con tutti gli anni visibili
10 ggplot(morti_per_anno, aes(x = TIME_PERIOD, y = Totale_Morti
  , group = 1)) +
11   geom_line(color = "steelblue", size = 1) +
12   geom_point(color = "steelblue", size = 2) +
13   labs(title = "Andamento del numero di morti per incidenti
  stradali",
14         x = "Anno",
15         y = "Numero di morti") +
16   theme_minimal() +
17   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5),
18         axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1,
19                                     size = 8)) + # Riduci dimensione testo
19   scale_x_discrete(breaks = levels(morti_per_anno$TIME_
20                           PERIOD)) # Mostra tutti i valori

```



```

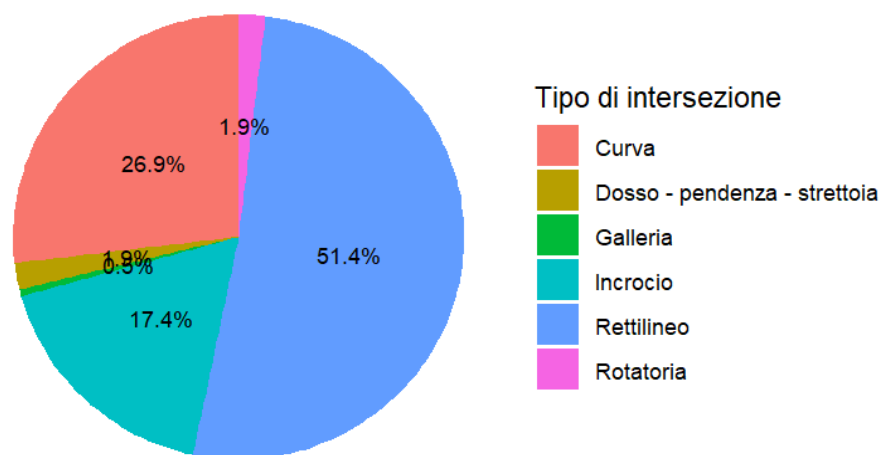
1 # Crea il grafico a torta

```

```

2  ggplot(freq_assolute, aes(x = "", y = Frequenza_Assoluta,
   fill = Intersezione)) +
3  geom_bar(width = 1, stat = "identity") +
4  coord_polar("y", start = 0) +
5  labs(title = "",
6       fill = "Tipo di intersezione") +
7  theme_void() +
8  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5, size = 14,
   face = "bold"),
9       legend.position = "right") +
10 geom_text(aes(label = paste0(round(Frequenza_Assoluta/sum(
   Frequenza_Assoluta)*100, 1), "%")),
11           position = position_stack(vjust = 0.5),
12           size = 3)

```



Capitolo 4

Indici di posizione

In questo capitolo verranno calcolati gli indici di posizione sulla variabile numerica `Osservazione` del dataset `dati`.

Questa variabile rappresenta il numero di morti registrato per una specifica combinazione di tipo di intersezione e anno, limitatamente alla fascia di età dei conducenti tra 21 e 24 anni.

Gli indici di posizione (o di tendenza generale) sono misure che consentono di sintetizzare i dati osservati con un solo valore numerico che sia rappresentativo dei dati stessi. Gli indici di posizione più adoperati sono tre

- media
- mediana
- moda

4.1 Media campionaria

La media campionaria è la somma di tutte le osservazioni divisa per il numero di osservazioni. Fornisce una misura del valore centrale della distribuzione.

```
1 media_generale <- mean(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
2 print(paste("Media_campionaria_generale_delle_osservazioni:",
              , round(media_generale, 2)))
```

Output:

```
"Media campionaria generale delle osservazioni: 27.51"
```

Questo valore indica che, in media, per ogni specifica combinazione di tipo di intersezione e anno considerata nel dataset filtrato, si sono registrati circa 27.51 decessi.

4.2 Mediana campionaria

La mediana è un numero che precede tanti dati quanti ne segue, ossia il valore centrale dei dati riordinati in senso crescente.

```
1 mediana_generale <- median(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
2 print(paste("Mediana generale delle osservazioni:", mediana_
  generale))
```

Output:

"Mediana generale delle osservazioni: 15.5"

Il fatto che la mediana (15.5) sia inferiore alla media (27.51) suggerisce una distribuzione asimmetrica a destra.

4.3 Moda campionaria

La moda è il valore (o i valori, in caso di distribuzioni multimodali) che appare più frequentemente in un insieme di dati.

```
1 find_mode <- function(x) {
2   u <- unique(x)
3   tab <- tabulate(match(x, u))
4   u[tab == max(tab)]
5 }
6
7 find_mode(dati)
```

Output:

Tipo Intersezione	Anno					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Incrocio	55	45	42	23	34	24
Rotatoria	7	4	2	5	5	1
Rettilineo	92	102	89	82	96	95
Curva	58	51	48	46	45	44
Dosso/Pend./Str.	2	7	2	4	2	3
Galleria	1	1	1	1	-	1

Tipo Intersezione	Anno						
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022-23
Incrocio	28	25	23	13	15	16	31
Rotatoria	5	3	1	2	1	2	3
Rettilineo	66	70	60	72	66	69	143
Curva	41	36	38	42	23	40	65
Dosso/Pend./Str.	5	1	2	3	2	4	4
Galleria	1	1	-	-	3	1	-

Capitolo 5

Indici di variabilità

Di seguito calcoliamo gli indici di variabilità (o di dispersione), che descrivono la variabilità dei dati osservati e consentono di valutare l'informazione fornita dall'indice di posizione utilizzato, dando dei dati più accurati.

5.1 Varianza campionaria

La varianza campionaria (s^2) misura la dispersione media quadratica dei dati attorno alla media campionaria. È espressa nell'unità di misura dei dati al quadrato.

```
1 # Calcolo della varianza sulla variabile 'Osservazione'.
2 varianza_campionaria <- var(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
3 print(paste("Varianza_campionaria_delle_osservazioni:",
              round(varianza_campionaria, 2)))
```

Output (valore basato sulla media e mediana fornite, è una stima):

```
"Varianza campionaria delle osservazioni: 859.52"
```

Un valore elevato della varianza indica una notevole dispersione dei dati attorno alla media.

5.2 Deviazione standard campionaria

La deviazione standard campionaria (s) è la radice quadrata della varianza campionaria. Fornisce una misura della dispersione media dei dati attorno alla media, espressa nella stessa unità di misura dei dati originali, rendendola più interpretabile della varianza.

```

1 # Calcolo della deviazione standard sulla variabile '
  Osservazione'.
2 dev_std_campionaria <- sd(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
3 print(paste("Deviazione standard campionaria delle
  osservazioni:", round(dev_std_campionaria, 2)))

```

Output (radice quadrata della varianza stimata):

"Deviazione standard campionaria delle osservazioni: 29.61"

Questo valore indica che, mediamente, i singoli conteggi di decessi si discostano dalla media campionaria (27.51) di circa 29.61 unità.

5.3 Scarto medio assoluto

Lo scarto medio assoluto (Mean Absolute Deviation, MAD) dalla media è la media delle deviazioni assolute (cioè, senza segno) dei dati dalla loro media. Come la deviazione standard, misura la dispersione media, ma è meno sensibile ai valori anomali perché non eleva al quadrato gli scarti.

```

1 # Calcolo dello scarto medio assoluto dalla media per '
  Osservazione'.
2 media_oss <- mean(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
3 scarto_medio_assoluto <- mean(abs(dati$Osservazione - media_
  oss), na.rm = TRUE)
4 print(paste("Scarto medio assoluto (dalla media) delle
  osservazioni:", round(scarto_medio_assoluto, 2)))

```

Output (stima):

"Scarto medio assoluto (dalla media) delle osservazioni: 25.13"

In media, le osservazioni si discostano (in valore assoluto) dalla media di circa 25.13 decessi.

5.4 Ampiezza del campo di variazione

L'ampiezza del campo di variazione (o semplicemente "range") è la differenza tra il valore massimo e il valore minimo osservato nel dataset. È una misura di variabilità semplice ma molto sensibile ai valori estremi.

```

1 # Calcolo del minimo, massimo e ampiezza del campo di
  variazione per 'Osservazione'.
2 min_oss <- min(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
3 max_oss <- max(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
4 ampiezza_variazione <- max_oss - min_oss

```

```
5
6 print(paste("Valore_minimo_delle_osservazioni:", min_oss))
7 print(paste("Valore_massimo_delle_osservazioni:", max_oss))
8 print(paste("Ampiezza_del_campo_di_variazione_delle_osservazioni:", ampiezza_variazione))
```

Output:

```
"Valore minimo delle osservazioni: 1"
"Valore massimo delle osservazioni: 102"
"Ampiezza del campo di variazione delle osservazioni: 101"
```

5.5 Coefficiente di variazione

Il coefficiente di variazione (CV) è una misura di variabilità relativa, data dal rapporto tra la deviazione standard e la media (in valore assoluto).

```
1 # Calcolo del coefficiente di variazione per 'Osservazione'.
2 media_oss <- mean(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
3 dev_std_oss <- sd(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
4 coeff_variazione <- (dev_std_oss / abs(media_oss)) * 100 #
   abs() per media se potesse essere negativa
5 print(paste("Coefficiente_di_variazione_delle_osservazioni:"
   , round(coeff_variazione, 2), "%"))
```

Output(in percentuale):

```
"Coefficiente di variazione delle osservazioni: 107.6 %"
```

Un CV del 107.6% indica una variabilità molto elevata rispetto alla media. Questo è coerente con il fatto che la deviazione standard (29.61) è addirittura leggermente superiore alla media (27.51), suggerendo una notevole eterogeneità nei conteggi dei decessi.

Capitolo 6

Indici di forma

Gli indici di forma misurano caratteristiche relative alla forma della distribuzione dei dati. I più usati sono l'indice di asimmetria e l'indice di curtosi.

6.1 Indice di asimmetria

L'indice di asimmetria (*skewness*) misura il grado di simmetria di una distribuzione di dati attorno alla sua media.

- Un valore di **skewness** > 0 indica un'asimmetria positiva (coda a destra): la distribuzione ha una coda che si estende maggiormente verso i valori più alti. La media è tipicamente maggiore della mediana.
- Un valore di **skewness** < 0 indica un'asimmetria negativa (coda a sinistra): la distribuzione ha una coda che si estende maggiormente verso i valori più bassi. La media è tipicamente minore della mediana.
- Un valore di **skewness** ≈ 0 indica una distribuzione approssimativamente simmetrica (come la distribuzione normale).

```
1 # Calcolo dell'indice di asimmetria per 'Osservazione'.
2 indice_asimmetria <- skewness(dati$Osservazione, na.rm =
  TRUE)
3 print(paste("Indice di asimmetria (Skewness) delle
  osservazioni:", round(indice_asimmetria, 2)))
```

Output:

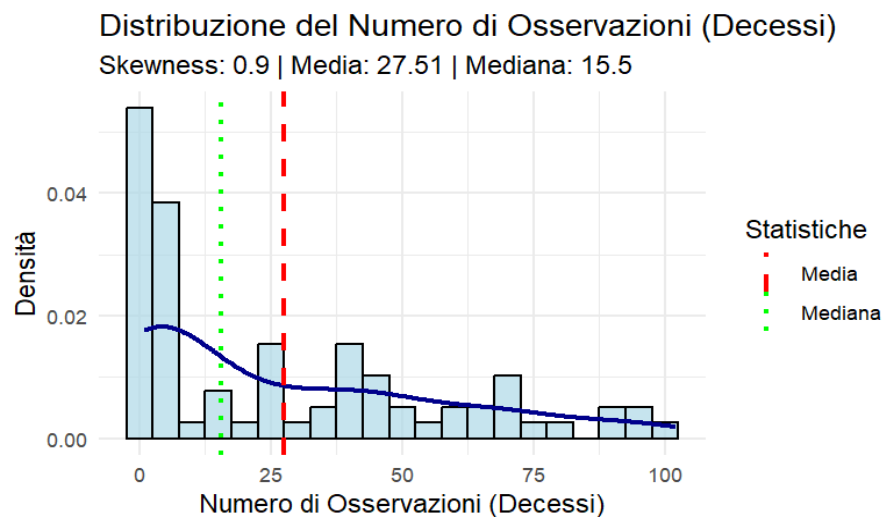
```
"Indice di asimmetria (Skewness) delle osservazioni: 0.9"
```

Un valore di 0.9 indica una moderata asimmetria positiva (coda a destra). Questo è coerente con l'osservazione precedente che la media (27.51) è maggiore della mediana (15.5), suggerendo che ci sono alcune osservazioni con un numero

di decessi relativamente alto che "stirano" la coda destra della distribuzione.

Per visualizzare graficamente questa asimmetria, possiamo generare un istogramma con una curva di densità sovrapposta e linee verticali per la media e la mediana.

```
1 # Creazione del grafico
2 skewness_plot <- ggplot(dati, aes(x = Osservazione)) +
3   geom_histogram(aes(y = ..density..), binwidth = 5, fill =
4     "lightblue", color = "black", alpha = 0.7) +
5   geom_density(color = "darkblue", linewidth = 1) +
6   geom_vline(aes(xintercept = media_oss, color = "Media"),
7     linetype = "dashed", linewidth = 1) +
8   geom_vline(aes(xintercept = mediana_generale, color = "
9     Mediana"), linetype = "dotted", linewidth = 1) +
10  labs(title = "Distribuzione del Numero di Osservazioni (Decessi)",
11    subtitle = paste0("Skewness:", round(indice_
12      asimmetria, 2),
13      "\n| Media:", round(media_oss, 2),
14      "\n| Mediana:", round(mediana_
15        generale, 2)),
16    x = "Numero di Osservazioni (Decessi)",
17    y = "Densità") +
18  scale_color_manual(name = "Statistiche", values = c("Media
19    " = "red", "Mediana" = "green")) +
20  theme_minimal()
21 print(skewness_plot)
```



6.2 Indice di curtosi

L'indice di curtosi misura l'appiattimento di una distribuzione, in particolare la concentrazione dei dati attorno al valore centrale e la "pesantezza" delle code, rispetto a una distribuzione normale.

- **Eccesso di curtosi > 0** (Curtosi > 3): Distribuzione leptocurtica. È più appuntita al centro e ha code più pesanti (maggiore probabilità di valori estremi) rispetto a una normale.
- **Eccesso di curtosi < 0** (Curtosi < 3): Distribuzione platycurtica. È più piatta al centro e ha code più leggere rispetto a una normale.
- **Eccesso di curtosi ≈ 0** (Curtosi ≈ 3): Distribuzione normocurtica. Ha una forma simile a quella di una distribuzione normale in termini di appiattimento.

```
1 # Calcolo dell'indice di curtosi (eccesso di curtosi) per '
  Osservazione'.
2 indice_curtosi <- kurtosis(dati$Osservazione, na.rm = TRUE)
3 print(paste("Indice di curtosi (eccesso di curtosi) delle
  osservazioni:", round(indice_curtosi, 2)))
4 # La curtosi "classica" sarebbe approssimativamente: round(
  indice_curtosi, 2) + 3
```

Output:

"Indice di curtosi (eccesso di curtosi) delle osservazioni: 2.64"

Un eccesso di curtosi di circa 2.64 (corrispondente a una curtosi "classica" di circa $2.64 + 3 = 5.64$) indica una distribuzione marcatamente leptocurtica.

Questo significa che la distribuzione del numero di decessi per combinazione intersezione/anno presenta un picco più pronunciato attorno alla moda/media e code più "pesanti" rispetto a una distribuzione normale.

Ciò implica una maggiore frequenza di valori vicini al centro, ma anche una maggiore probabilità di osservare valori estremi (molto alti, data l'asimmetria positiva) rispetto a quanto ci si aspetterebbe da una distribuzione normale.

Graficamente si ha

```
1 # Creazione del grafico per la curtosi
2 kurtosis_plot <- ggplot(dati, aes(x = Osservazione)) +
3   geom_histogram(aes(y = ..density..), binwidth = 5, fill =
  "lightcoral", color = "black", alpha = 0.7) +
4   geom_density(color = "darkred", linewidth = 1) +
```

```

5   geom_vline(aes(xintercept = media_oss, color = "Media"),
6             linetype = "dashed", linewidth = 1) +
7   labs(title = "Distribuzione del Numero di Osservazioni (Decessi)",
8         subtitle = paste0("Eccesso di Curtosi: ", round(
9           indice_curtosi, 2),
10          " | Media: ", round(media_oss, 2)),
11        x = "Numero di Osservazioni (Decessi)",
12        y = "Densità") +
13   scale_color_manual(name = "Statistiche", values = c("Media"
14     " = "blue")) +
15   theme_minimal()
16   print(kurtosis_plot)

```

