



## Grafici e calcoli statistici

Questo capitolo descrive come immettere dati statistici nelle liste e come calcolare i valori medio e massimo ed altri valori statistici. Inoltre, spiega come eseguire calcoli di regressione.

- 6-1 Prima di eseguire calcoli statistici**
- 6-2 Calcolo e grafico di dati statistici a variabile singola**
- 6-3 Calcolo e grafico di dati statistici a due variabili**
- 6-4 Esecuzione di calcoli statistici**

### **Importante!**

- Questo capitolo contiene un numero di videate grafiche. Per ciascuno dei casi sono stati immessi nuovi valori dei dati per evidenziare le particolari caratteristiche del grafico disegnato. Si noti che quando si tenta di disegnare un grafico simile, il calcolatore utilizza i valori dei dati che sono stati immessi utilizzando la funzione Liste. Per questa ragione, i grafici che appaiono sul display durante un'operazione di disegno potrebbero essere diversi da quelli riportati in questo manuale.

## 6-1 Prima di eseguire calcoli statistici

Dal menu principale entrare nel modo STAT e visualizzare le liste dati statistici.

Utilizzare le liste dati statistici per immettere dati e per eseguire calcoli statistici.

Utilizzare  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$  e  $\rightarrow$  per spostarsi all'interno delle liste.

	List 1	List 2	List 3	List 4
1				
2				
3				
4				
5				

GRAPHICAL DEL DELA INS |  $\rightarrow$

Una volta immessi i dati, è possibile utilizzarli per produrre un grafico ed analizzare le tendenze. È inoltre possibile utilizzare diversi tipi di calcolo di regressione per analizzare i dati.

### ■ Immissione dei dati in liste



**Esempio** Immettere i seguenti due gruppi di dati

0.5, 1.2, 2.4, 4.0, 5.2,

-2.1, 0.3, 1.5, 2.0, 2.4

$\square$  0  $\cdot$   $\square$  5  $\square$  EXE  $\square$  1  $\cdot$   $\square$  2  $\square$  EXE  
 $\square$  2  $\cdot$   $\square$  4  $\square$  EXE  $\square$  4  $\cdot$   $\square$  5  $\cdot$   $\square$  2  $\square$  EXE  
 $\rightarrow$   
 $\leftarrow$   $\square$  2  $\cdot$   $\square$  1  $\square$  EXE  $\square$  0  $\cdot$   $\square$  3  $\square$  EXE  
 $\square$  1  $\cdot$   $\square$  5  $\square$  EXE  $\square$  2  $\cdot$   $\square$  2  $\cdot$   $\square$  4  $\square$  EXE

	List 1	List 2	List 3	List 4
2	1.2	0.3		
3	2.4	1.5		
4	4	2		
5	5.2	2.4		
6				

GRAPHICAL DEL DELA INS |  $\rightarrow$

Una volta immessi, i dati possono essere utilizzati per grafici e calcoli statistici.



\*1 Tranne che per i numeri complessi, i risultati dei calcoli possono essere immessi come dati statistici.

# È possibile utilizzare i tasti  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$  e  $\rightarrow$  per spostarsi in qualunque cella per l'immissione di dati.

## ■ Variazione dei parametri dei grafici

Utilizzare le seguenti procedure per specificare lo stato disegno/non-disegno, il tipo grafico, e altre impostazioni generali per ciascuno dei grafici nel menu grafici (GPH1, GPH2, GPH3).

Mentre la lista dati statistici è visualizzata, premere **[F1]** (GRPH) per visualizzare il menu grafici che contiene le seguenti voci.

- **{S-Gph1}/{S-Gph2}/{S-Gph3}** ... disegno grafico {1}/{2}/{3}<sup>1</sup>
- **{Select}** ... {selezione grafico simultaneo (GPH1, GPH2, GPH3)} (È possibile specificare i grafici multipli)
- **{Set}** ... {impostazioni grafico (tipo grafico, assegnazioni lista)}

## 1. Impostazioni grafiche generali

[GRPH]-[Set]

Questa sezione descrive come utilizzare la videata per le impostazioni grafiche generali per impostare le voci seguenti per ogni grafico (GPH1, GPH2, GPH3).

### • Tipo grafico

Il tipo di grafico impostato come default iniziale è il diagramma a dispersione. Per ogni grafico è possibile selezionare un tipo di grafico tra diversi tipi di grafici statistici.

### • Liste

I dati statistici iniziali di default sono inclusi nella lista 1 per i dati a variabile singola, e nelle liste 1 e 2 per i dati a due variabili. È possibile specificare quale lista di dati statistici si desidera utilizzare per i dati  $x$  e quale per i dati  $y$ .

### • Frequenza

Normalmente ogni dato o coppia di dati della lista dati statistici viene rappresentato in un grafico come punto. Tuttavia, quando si lavora con un gran numero di dati è possibile che si creino problemi a causa del numero di punti tracciato sul grafico. Quando questo accade, è possibile specificare una lista di frequenza che contiene valori indicanti il numero di istanze (la frequenza) di dati nelle celle corrispondenti delle liste che si stanno utilizzando per i dati  $x$  e  $y$ . Una volta effettuata questa operazione, viene disegnato solo un punto per i dati multipli per una maggiore facilità di lettura.



<sup>1</sup> L'impostazione iniziale di default per il tipo di grafico per tutti i grafici (da Graph 1 a Graph 3) è il diagramma a dispersione, ma è possibile sostituirlo con altri tipi di grafici.

# È possibile specificare lo stato disegno/non-disegno, il tipo, ed altre impostazioni generali per ognuno dei grafici nel menù grafici (GPH1, GPH2, GPH3).

- **Tipo di punto**

Questa impostazione permette di specificare la forma dei punti tracciato sul grafico.

- **Visualizzazione della videata generale impostazioni grafico** [GRPH]-[Set]

Premere **[F1]**(GRPH) **[5]**(Set) per visualizzare la videata generale impostazioni grafico.

```

StatGraph1
Graph Type :Scatter
XList      :List1
YList      :List2
Frequency  :1
Mark Type  :•
GPH1|GPH2|GPH3
  
```

- Le impostazioni qui riportate sono solamente esempi. Le impostazioni presenti sulla vostra videata generale impostazioni grafico potrebbero essere diverse.

- **StatGraph (specifica grafico statistico)**

- {GPH1}/{GPH2}/{GPH3} ... grafico {1}/{2}/{3}

- **Graph Type (specifica tipo grafico)**

- {Scat}/{xy}/{NPP} ... {diagramma a dispersione}/{grafico linea xy}/{grafico probabilità normale}
- {Hist}/{Box}/{ModB}/{N-Dis}/{Brkn} ... {istogramma}/{grafico di tipo Med box}/{grafico di tipo Modified box}/{curva distribuzione normale}/{grafico a linea}
- {X}/{Med}/{X^2}/{X^3}/{X^4} ... {grafico regressione lineare}/{grafico di tipo Med-Med}/{grafico regressione di secondo grado}/{grafico regressione di terzo grado}/{grafico regressione di quarto grado}
- {Log}/{Exp}/{Pwr}/{Sin}/{Lgst} ... {grafico regressione logaritmica}/{grafico regressione esponenziale}/{grafico regressione di potenza}/{grafico regressione sinusoidale}/{grafico regressione logistica}

- **XList (lista dati asse x)**

- {LIST} ... {da List 1 a List 20}

- **YList (lista dati asse y)**

- {LIST} ... {da List 1 a 20}

- **Frequency (numero di occorrenze di un valore)**

- {1} ... {Plot 1 a 1}
- {LIST} ... il contenuto di queste liste indica la frequenza dei dati XList e YList

- **Mark Type (tipo di punto Plot)**

- {□}/{x}/{•} ... punti Plot diagramma a dispersione

## 2. Stato disegno/non-disegno grafico

[GRPH]-[Select]

La seguente procedura può essere utilizzata per specificare nel menu grafici lo stato disegno (On)/non-disegno (Off) di ciascuno dei grafici.

### • Specifica dello stato disegno/non-disegno di un grafico

1. Premere **[F1]** (GRPH) **[4]** (Select) per visualizzare la videata On/Off grafici.

```
StatGraph1 :DrawOn
StatGraph2 :DrawOff
StatGraph3 :DrawOff
```

- Si noti che l'impostazione StatGraph1 è per il grafico 1 (GPH1 del menu grafici), StatGraph2 è per il grafico 2 e StatGraph3 è per il grafico 3.
- 2. Utilizzare i tasti cursore per spostarsi sui grafici dei quali si desidera variare lo stato, e premere il relativo tasto funzione per effettuare la variazione.
  - **{On}/{Off}** ... {attivo (disegno)}/{non attivo (non-disegno)}
  - **{DRAW}** ... {disegna tutti i grafici attivi}
- 3. Per tornare al menu grafici premere **[ESC]**.



# I parametri di V-Window sono normalmente impostati automaticamente per i grafici statistici. Se si desidera impostare manualmente i parametri di V-Window, è necessario impostare la voce Stat Wind su "Manual". Mentre la lista di dati statistici si trova sul display, effettuare la seguente procedura.

**[CTRL]** **[F3]** (SET UP) **[F2]** (Man)

**[ESC]** (Ritorna al menu precedente)

# Le impostazioni di default utilizzano automaticamente i dati della lista 1 come valori dell'asse  $x$ - (orizzontale) e i dati della lista 2 come valori dell'asse  $y$  (verticale). Ogni gruppo di dati  $x/y$  è rappresentato da un punto sul diagramma a dispersione.

# La pressione di **[CTRL]** **[0]** non nasconde il menu mentre un diagramma statistico è visualizzato sul display.



## 6-2 Calcolo e grafico di dati statistici a variabile singola

I dati a variabile singola contengono solamente una variabile. Se si calcola l'altezza media dei membri di una classe, per esempio, si considera solamente una variabile (l'altezza).

Le statistiche a variabile singola includono la distribuzione e la somma. Per le statistiche a variabile singola sono disponibili i seguenti tipi di grafici.

È anche possibile utilizzare le procedure del paragrafo "Variazione dei parametri dei grafici" a pagina 6-1-2 per regolare le impostazioni come desiderato prima di disegnare ogni grafico.

### ■ Grafico probabilità normale (NPP)

Questo grafico di tipo Plot mette a confronto il rapporto cumulativo dei dati con il rapporto cumulativo della distribuzione normale. XList specifica la lista nella quale sono presenti i dati, e Mark Type viene utilizzato per selezionare il tipo di punto desiderato tra  $\{\square / \times / \bullet\}$ .



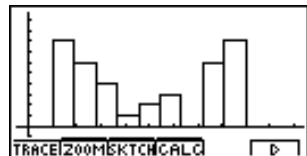
Premere **ESC** o **SHIFT** **ESC** (QUIT) per tornare alla lista dati statistici.

### ■ Istogramma (grafico a barre) (Hist)

XList specifica la lista nella quale sono presenti i dati, mentre Freq specifica la lista nella quale è presente la frequenza dei dati. Quando la frequenza non viene specificata manualmente, il valore di default è 1.



⇒  
**EXE** (Draw)

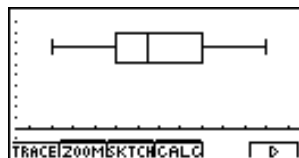


La videata riportata qui sopra appare prima che il grafico venga disegnato. A questo punto, è possibile variare i valori Start e pitch.

## ■ Grafico Med-box (Box)

Questo tipo di grafico permette di vedere in che modo un consistente numero di dati è raggruppato all'interno di un intervallo specifico. Un riquadro racchiude tutti i dati in un'area dal 25° al 75° percentile, con una linea tracciata al 50° percentile. Le linee (chiamate "baffi") si estendono da un lato del riquadro fino al minimo e al massimo del dato.

XList specifica la lista nella quale sono presenti i dati, mentre Freq specifica la lista nella quale è presente la frequenza dei dati. Quando la frequenza non viene specificata manualmente, il valore di default è 1.

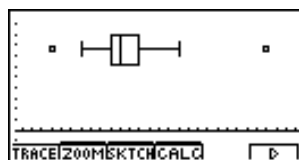


## ■ Grafico riquadro modificato (ModB)

Il grafico riquadro modificato omette tutti i dati che si trovano nell'intervallo dopo  $1.5 \times \text{IQR}$  ( $\text{IQR} = Q3 - Q1$ ,  $Q3 = 3^\circ$  quartile,  $Q1 = 1^\circ$  quartile) dal 4° quartile del Med-box e disegna i "baffi".

I valori erratici vengono visualizzati come punti Plot.

XList specifica la lista nella quale sono presenti i dati, mentre Freq specifica la lista nella quale è presente la frequenza dei dati. Quando la frequenza non viene specificata manualmente, il valore di default è 1.



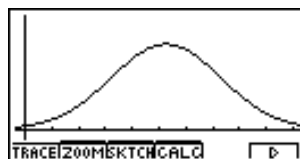
# Immettere un valore intero positivo per la frequenza. Altri tipi di valore (decimali, ecc.) causano errori.

## ■ Curva di distribuzione normale (N • Dis)

La curva di distribuzione normale viene disegnata utilizzando la seguente funzione di distribuzione normale.

$$y = \frac{1}{\sqrt{(2\pi) x \sigma_n}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2x\sigma_n^2}}$$

XList specifica la lista nella quale sono presenti i dati, mentre Freq specifica la lista nella quale è presente la frequenza dei dati. Quando la frequenza non viene specificata manualmente, il valore di default è 1.



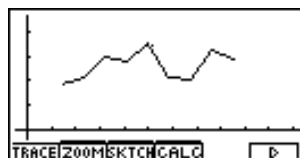
## ■ Grafico a linea (Brkn)

Le linee connettono i punti centrali di barre di istogrammi.

XList specifica la lista nella quale sono presenti i dati, mentre Freq specifica la lista nella quale è presente la frequenza dei dati. Quando la frequenza non viene specificata manualmente, il valore di default è 1.



⇒  
[EXE] (Draw)



La videata riportata qui sopra appare prima che il grafico venga disegnato. A questo punto, è possibile variare i valori Start e pitch.


## ■ Visualizzazione risultati dei calcoli di un grafico a variabile singola

Le statistiche a variabile singola possono essere espresse in forma grafica o in valori parametrici. Quando questi grafici vengono visualizzati, i risultati del calcolo a variabile singola appaiono come segue premendo **[F4]** (CALC) **[1]** (1VAR).

```

1-Variable
Σx      =154.8
Σx²     =1548
Σx²     =239722
xσn     =3.02654919
xσn-1   =3.19026296
n       =10
  
```

↓  
DRAW

- Utilizzare  per scorrere la lista in modo da poter visualizzare le voci in fondo alla videata.

Quanto segue descrive il significato di ciascuno dei parametri

$\bar{x}$  ..... media  
 $\Sigma x$  ..... somma  
 $\Sigma x^2$  ..... somma di quadrati  
 $x\sigma_n$  ..... deviazione standard popolazione  
 $x\sigma_{n-1}$  ..... deviazione standard campione  
 $n$  ..... numero di dati  
 $\min X$  ..... minimo  
 $Q1$  ..... primo quartile  
 $Med$  ..... mediana  
 $Q3$  ..... terzo quartile  
 $\max X$  ..... massimo  
 $Mod$  ..... modo  
 $Mod : n$  ... numero di voci modo dati  
 $Mod : F$  ... frequenza modo dati

- Premere **[F6]** (DRAW) per tornare al grafico statistico originale a variabile singola.



# Quando Mod presenta soluzioni multiple, ognuna di queste viene visualizzata.

## 6-3 Calcolo e grafico di dati statistici a due variabili

### ■ Disegno di un diagramma a dispersione e di un grafico a linea $xy$

#### Descrizione

La seguente procedura disegna un diagramma a dispersione e connette i punti Plot per produrre un grafico a linea  $xy$ .

#### Impostazione

1. Dal menu principale entrare nel modo STAT.

#### Esecuzione

2. Immettere i dati in una lista.
3. Specificare Scat (diagramma a dispersione) o  $xy$  (grafico a linea  $xy$ ) come tipo grafico, quindi eseguire l'operazione di disegno.

Premere **ESC** o **SHIFT** **ESC** (QUIT) per tornare alla lista dati statistici.





**Esempio** Immettere i due gruppi di dati riportati di seguito. Quindi, rappresentare graficamente i dati in un diagramma a dispersione e connettere i punti Plot per produrre un grafico a linea  $xy$ .

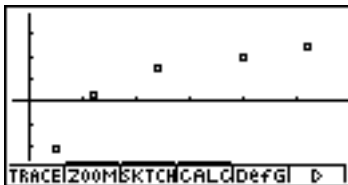
0.5, 1.2, 2.4, 4.0, 5.2,

-2.1, 0.3, 1.5, 2.0, 2.4

### Procedura

- ① **MENU** STAT
- ② **0** **.** **5** **EXE** **1** **.** **2** **EXE**  
**2** **.** **4** **EXE** **4** **EXE** **5** **.** **2** **EXE**  
**▶**  
**(←)** **2** **.** **1** **EXE** **0** **.** **3** **EXE**  
**1** **.** **5** **EXE** **2** **EXE** **2** **.** **4** **EXE**
- ③ (Diagramma a dispersione) **F1** (GRPH) **5** (Set) **▼** **F1** (Scat) **ESC**  
**F1** (GRPH) **1** (S-Gph1)
- ③ (Grafico a linea  $xy$ ) **F1** (GRPH) **5** (Set) **▼** **F2** ( $xy$ ) **ESC**  
**F1** (GRPH) **1** (S-Gph1)

### Videata risultante



(Diagramma a dispersione)



(Grafico a linea  $xy$ )

## ■ Disegno di un grafico di regressione

### Descrizione

Utilizzare la seguente procedura per immettere dati statistici a due variabili, eseguire un calcolo di regressione utilizzando i dati e quindi rappresentare graficamente i risultati.

### Impostazione

1. Dal menu principale entrare nel modo STAT.

### Esecuzione

2. Immettere i dati in una lista e disegnare il diagramma a dispersione.
3. Selezionare il tipo di regressione, eseguire il calcolo e visualizzare i parametri di regressione.
4. Disegnare il grafico di regressione.



# È possibile eseguire il comando Trace su un grafico di regressione.

Non è possibile eseguire uno scorrimento con Trace.



**Esempio** Immettere i due gruppi di dati riportati di seguito ed effettuare una rappresentazione grafica con un diagramma a dispersione. Quindi effettuare una regressione logaritmica sui dati per visualizzare i parametri di regressione e disegnare il corrispondente grafico di regressione.

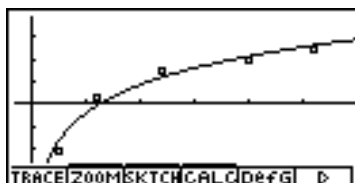
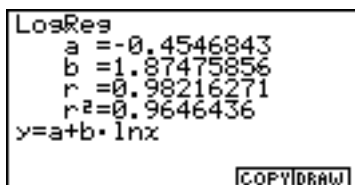
0.5, 1.2, 2.4, 4.0, 5.2,

-2.1, 0.3, 1.5, 2.0, 2.4

### Procedura

- ① **MENU** STAT
- ② **0** **.** **5** **EXE** **1** **.** **2** **EXE**  
**2** **.** **4** **EXE** **4** **EXE** **5** **.** **2** **EXE**  
**▶**  
**(←)** **2** **.** **1** **EXE** **0** **.** **3** **EXE**  
**1** **.** **5** **EXE** **2** **EXE** **2** **.** **4** **EXE**  
**F1**(GRPH) **5**(Set) **▼** **F1**(Scat) **ESC**  
**F1**(GRPH) **1**(S-Gph1)
- ③ **F4**(CALC) **7**(Log)
- ④ **F6**(DRAW)

### Videata risultante



## ■ Selezione del tipo di regressione

Dopo aver rappresentato graficamente dati statistici a due variabili, premere **F4** (CALC). Quindi è possibile utilizzare il menu funzioni nella parte inferiore del display per selezionare tipi diversi di regressione.

- **{2VAR}** ... {risultati statistici a due variabili}
- **{Linear}**/**{MedMed}**/**{Quad}**/**{Cubic}**/**{Quart}**/**{Log}**/**{Exp}**/**{Power}**/**{Sin}**/**{Lgstic}**  
... calcolo e grafico di {regressione lineare}/**{Med-Med}**{regressione di secondo grado}/**{regressione di terzo grado}**/**{regressione di quarto grado}**/**{regressione logaritmica}**/**{regressione esponenziale}**/**{regressione di potenza}**/**{regressione sinusoidale}**/**{regressione logistica}**

## ■ Visualizzazione dei risultati di calcoli statistici

Ogni volta che viene effettuato un calcolo di regressione, i risultati del calcolo del parametro della formula di regressione (come  $a$  e  $b$  nella regressione lineare  $y = ax + b$ ) appaiono sul display. È possibile utilizzare questi risultati per ottenere risultati di calcoli statistici.

I parametri di regressione vengono calcolati alla pressione del tasto funzione per selezionare un tipo di regressione mentre un grafico viene visualizzato sul display.

## ■ Disegno dei risultati di calcoli statistici

Mentre il risultato di un calcolo di parametro è visualizzato sul display, è possibile rappresentare graficamente la formula di regressione visualizzata premendo **F6** (DRAW).



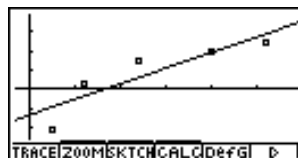
## ■ Grafico di regressione lineare

La regressione lineare utilizza il metodo dei minimi quadrati per disegnare una retta che passa vicino al maggior numero di punti dati possibile, e restituisce valori per l'inclinazione e l'intercetta  $y$  (coordinata  $y$  quando  $x = 0$ ).

La rappresentazione grafica è la formula modello della regressione lineare.

**F4** (CALC) **2** (Linear)

**F6** (DRAW)



Quanto segue è la formula modello del grafico di regressione lineare.

$$y = ax + b$$

$a$  ..... coefficiente di regressione (inclinazione)

$b$  ..... termine costante regressione (intercetta)

$r$  ..... coefficiente correlazione

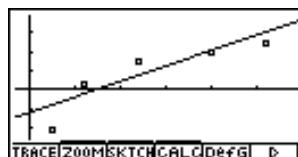
$r^2$  ..... coefficiente di determinazione

## ■ Grafico Med-Med

Quando si suppone che vi siano diversi valori estremi, può essere utilizzato un grafico Med-Med anziché il metodo dei minimi quadrati. Questo è simile alla regressione lineare, ma minimizza gli effetti dei valori estremi.

**F4** (CALC) **3** (MedMed)

**F6** (DRAW)



Quanto segue è la formula modello del grafico Med-Med.

$$y = ax + b$$

$a$  ..... inclinazione grafico Med-Med

$b$  ..... intercetta grafico Med-Med



# Immettere un intero positivo per la frequenza.  
Altri tipi di valori (decimali, ecc.) causano un errore.

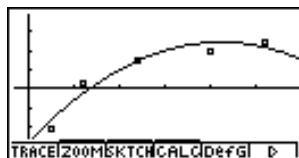
## ■ Grafico di regressione di secondo/terzo/quarto grado

Un grafico di regressione di secondo/terzo/quarto grado rappresenta la connessione dei punti di un diagramma a dispersione. Esso utilizza il metodo dei minimi quadrati per disegnare una curva che passa vicino al maggior numero di punti dati possibile. La formula che rappresenta questo grafico è la regressione di secondo/terzo/quarto grado.

Esempio: regressione di secondo grado

**F4** (CALC) **4** (Quad)

**F6** (DRAW)



### Regressione di secondo grado

Formula modello ..  $y = ax^2 + bx + c$

$a$  ..... secondo coefficiente di regressione

$b$  ..... primo coefficiente di regressione

$c$  ..... termine costante di regressione (intercetta)

### Regressione di terzo grado

Formula modello ..  $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$

$a$  ..... terzo coefficiente di regressione

$b$  ..... secondo coefficiente di regressione

$c$  ..... primo coefficiente di regressione

$d$  ..... termine costante di regressione (intercetta)

### Regressione di quarto grado

Formula modello ..  $y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$

$a$  ..... quarto coefficiente di regressione

$b$  ..... terzo coefficiente di regressione

$c$  ..... secondo coefficiente di regressione

$d$  ..... primo coefficiente di regressione

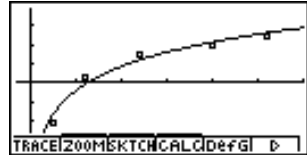
$e$  ..... termine costante di regressione (intercetta)

## ■ Grafico di regressione logaritmica

La regressione logaritmica esprime  $y$  come funzione logaritmica di  $x$ . La formula di regressione logaritmica standard è  $y = a + b \times \ln x$ . Quindi, se poniamo  $X = \ln x$ , la formula corrisponde alla formula di regressione lineare  $y = a + bX$ .

**F4** (CALC) **7** (Log)

**F6** (DRAW)



Quanto segue è il modello della formula di regressione logaritmica.

$$y = a + b \cdot \ln x$$

$a$  ..... termine costante di regressione

$b$  ..... coefficiente di regressione

$r$  ..... coefficiente di correlazione

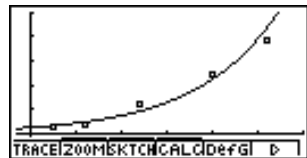
$r^2$  ..... coefficiente di determinazione

## ■ Grafico di regressione esponenziale

La regressione esponenziale esprime  $y$  come proporzione della funzione esponenziale  $x$ . La formula di regressione esponenziale standard è  $y = a \times e^{bx}$ , quindi se prendiamo in considerazione i logaritmi di entrambe le parti otteniamo  $\ln y = \ln a + bx$ . Inoltre, se poniamo  $Y = \ln y$  e  $a = \ln a$ , formula corrisponde alla formula di regressione lineare  $Y = a + bx$ .

**F4** (CALC) **8** (Exp)

**F6** (DRAW)



Quanto segue è il modello della formula di regressione esponenziale.

$$y = a \cdot e^{bx}$$

$a$  ..... coefficiente di regressione

$b$  ..... termine costante di regressione

$r$  ..... coefficiente di correlazione

$r^2$  ..... coefficiente di determinazione

## ■ Grafico di regressione di potenza

La regressione di potenza esprime  $y$  come proporzione della potenza di  $x$ . La formula di regressione di potenza standard è  $y = a \times x^b$ , quindi se prendiamo in considerazione i logaritmi di entrambe le parti otteniamo  $\ln y = \ln a + b \times \ln x$ . Inoltre, se poniamo  $X = \ln x$ ,  $Y = \ln y$  e  $a = \ln a$ , la formula corrisponde alla formula di regressione lineare  $Y = a + bX$ .

**F4** (CALC) **9** (Power)

**F6** (DRAW)

Quanto segue è il modello della formula di regressione di potenza.

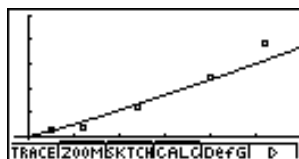
$$y = a \cdot x^b$$

$a$  ..... coefficiente di regressione

$b$  ..... potenza di regressione

$r$  ..... coefficiente di correlazione

$r^2$  ..... coefficiente di determinazione



## ■ Grafico di regressione sinusoidale

La regressione sinusoidale è maggiormente adatta ai dati ciclici.

Quanto segue è il modello della formula di regressione sinusoidale.

$$y = a \cdot \sin(bx + c) + d$$

Mentre la lista dati statistici è visualizzata sul display, effettuare le seguenti operazioni.

**F4** (CALC) **X,071** (Sin)

**F6** (DRAW)



Il disegno di una regressione sinusoidale causa la variazione automatica dell'impostazione dell'unità angolo del calcolatore in Rad (radianti). L'unità angolo non varia quando si esegue il calcolo di una regressione sinusoidale senza disegnare il grafico.

- Per il calcolo di alcuni tipi di dati è possibile che sia necessario un tempo considerevole. Questo fatto non indica un malfunzionamento del calcolatore.

## ■ Grafico di regressione logistica

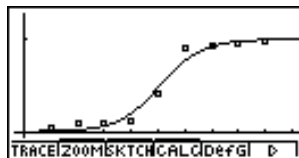
La regressione logistica è maggiormente adatta ai fenomeni basati sui tempo nei quali è presente un aumento continuo fino al raggiungimento di un punto di saturazione.

Quarto segue è il modello della formula di regressione logistica.

$$y = \frac{c}{1 + ae^{-bx}}$$

**F4**(CALC) **log**(Lgstic)

**F6**(DRAW)



- Per il calcolo di alcuni tipi di dati è possibile che sia necessario un tempo considerevole. Questo fatto non indica un malfunzionamento del calcolatore.

## ■ Calcolo residuo

I punti reali di tipo Plot (coordinata  $y$ ) e la distanza del modello di regressione possono essere calcolati durante il calcolo della regressione.

Mentre la lista dati statistici è visualizzata sul display, richiamare la videata SET UP per specificare LIST (da List 1 a List 20) per la voce "Resid List". I dati residui calcolati vengono memorizzati nella lista specificata.

La distanza verticale dai punti al modello di regressione verrà memorizzata nella lista.

I punti che sono superiori al modello di regressione sono positivi, mentre quelli che sono inferiori sono negativi.

Il calcolo residuo può essere eseguito e salvato per tutti i modelli di regressione.




# Qualsiasi dato esistente nella lista selezionata viene cancellato. Il residuo di ogni punto viene memorizzato nello stesso ordine di precedenza dei dati utilizzati come modello.

## ■ Visualizzazione dei risultati di calcolo di un grafico a due variabili

Le statistiche a due variabili possono essere espresse in valori grafici e parametrici. Quando questi grafici sono visualizzati, i risultati dei calcoli a due variabili appaiono come indicato di seguito premendo **[F4]** (CALC) **[1]** (2VAR).

```

2-Variable
Σx =2.66
Σx =13.3
Σx² =50.49
xσn =1.7385051
xσn-1=1.94370779
n =5
DRAW
  
```

- Utilizzare  per scorrere la lista in modo da poter vedere le voci che si trovano in fondo alla videata.

$\bar{x}$ .....	media dei dati memorizzati in $xList$	$\Sigma y^2$ .....	somma dei quadrati dei dati memorizzati in $yList$
$\Sigma x$ .....	somma dei dati memorizzati in $xList$	$y\sigma_n$ .....	deviazione standard popolazione dei dati memorizzati in $yList$
$\Sigma x^2$ .....	somma dei quadrati dei dati memorizzati in $xList$	$y\sigma_{n-1}$ .....	deviazione standard campione dei dati memorizzati in $yList$
$x\sigma_n$ .....	deviazione standard popolazione dei dati memorizzati in $xList$	$\Sigma xy$ .....	somma dei dati memorizzati in $xList$ e $yList$
$x\sigma_{n-1}$ .....	deviazione standard campione dei dati memorizzati in $xList$	minX ...	minimo dei dati memorizzati in $xList$
$n$ .....	numero di dati	maxX ..	massimo dei dati memorizzati in $xList$
$\bar{y}$ .....	media dei dati memorizzati in $yList$	minY ...	minimo dei dati memorizzati in $yList$
$\Sigma y$ .....	somma dei dati memorizzati in $yList$	maxY ..	massimo dei dati memorizzati in $yList$

## ■ Copia del grafico di una formula di regressione nel modo GRPH • TBL

È possibile copiare, salvare e comparare i risultati del calcolo di una formula di regressione nell'area formule grafiche del modo GRPH • TBL.

1. Premere **[F5]** (COPY) per copiare la formula di regressione che ha prodotto i dati visualizzati nell'area formule grafiche del modo GRPH • TBL \*1.
2. Premere **[EXE]** per salvare la formula grafica copiata e tornare alla precedente videata riportante il risultato del calcolo di regressione.



\*1 Non è possibile editare formule di regressione nel modo GRPH • TBL.

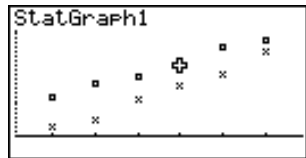
## ■ Grafici multipli

È possibile disegnare più di un grafico sulla stessa videata utilizzando la procedura indicata in "Variazione dei parametri dei grafici" per impostare il grafico sullo stato della voce disegno (On)/non-disegno (Off) di due o di tutti e tre i grafici e premendo **F6** (DRAW) (fare riferimento a pagina 6-1-4). Dopo aver disegnato i grafici, è possibile selezionare la formula grafica da utilizzare nell'esecuzione di calcoli statistici a variabile singola o calcoli di regressione.

```
StatGraph1 :DrawOn
StatGraph2 :DrawOff
StatGraph3 :DrawOn
```

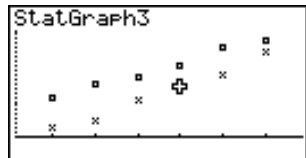
**F4** (CALC)

**2** (Linear)



- Il testo nella parte superiore del display indica la selezione corrente (StatGraph1 = grafico 1, StatGraph2 = grafico 2, StatGraph3 = grafico 3).

1. Premere **▼**. Eseguendo questa operazione il nome del grafico nella parte superiore del display varia.



2. Quando è selezionato il grafico che si vuole utilizzare, premere **EXE**.

```
LinearReg
a = 3.38571428
b = -2.1
r = 0.98898975
r² = 0.97810074
y = ax + b
```

Ora è possibile utilizzare la procedura descritta in "Visualizzazione dei risultati di calcolo di un grafico a due variabili" a pagina 6-3-11 per eseguire calcoli statistici.

---

## ■ Sovrapposizione di un grafico di funzione ad un grafico statistico

### Descrizione

È possibile sovrapporre un grafico statistico a due variabili con qualsiasi tipo di grafico di funzione desiderato.

---

### Impostazione

- 1. Dal menu principale entrare nel modo STAT.

### Esecuzione

- 2. Immettere i dati in una lista e disegnare il grafico statistico.
- 3. Visualizzare il menu funzioni grafiche ed immettere la funzione che si desidera sovrapporre al grafico statistico.
- 4. Disegnare la funzione.






**Esempio** Immettere i due gruppi di dati riportati di seguito, quindi rappresentare graficamente i dati in un diagramma a dispersione con punti Plot e sovrapporre il grafico della funzione  $y = 2\ln x$ .

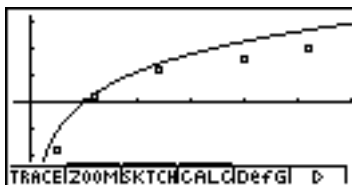
0.5, 1.2, 2.4, 4.0, 5.2,

-2.1, 0.3, 1.5, 2.0, 2.4

### Procedura

- ① **MENU** STAT
- ② **0** **.** **5** **EXE** **1** **.** **2** **EXE**  
**2** **.** **4** **EXE** **4** **EXE** **5** **.** **2** **EXE**  
  
**(←)** **2** **.** **1** **EXE** **0** **.** **3** **EXE**  
**1** **.** **5** **EXE** **2** **EXE** **2** **.** **4** **EXE**  
**F1** (GRPH) **1** (S-Gph1)
- ③ **F5** (DefG)  
**2** **In** **0.7** **EXE** (Registrare  $Y1 = 2\ln x$ )
- ④ **F6** (DRAW)

### Videata risultante



# È possibile anche eseguire i comandi Trace, ecc. per i grafici di funzione disegnati.

# Grafici di tipo diverso rispetto ai grafici con coordinate cartesiane non possono essere disegnati.

# La pressione di **ESC** durante l'immissione di una funzione causa il ritorno all'espressione precedente all'operazione di immissione. La pressione di **SHIFT** **ESC** (QUIT) cancella l'espressione immessa e provoca il ritorno alla lista dati statistici.

## 6-4 Esecuzione di calcoli statistici

Tutti i calcoli statistici fin qui presentati sono stati eseguiti dopo aver visualizzato un grafico. Le seguenti procedure possono essere utilizzate per eseguire i soli calcoli.

### ● Specifica delle liste dati per calcoli statistici

Per il calcolo che si desidera eseguire è necessario immettere i dati statistici e specificarne la posizione prima di iniziarlo. Visualizzare i dati statistici e quindi premere

**[F2]**(CALC) **[4]**(Set).

```

1Var XList :List1
1Var Freq  :1
2Var XList :List1
2Var YList :List2
2Var Freq  :1

LIST1
  
```

Di seguito è riportato il significato di ciascuna voce.

- 1Var XList ..... posizione dei valori statistici  $x$  a variabile singola (XList)
- 1Var Freq ..... posizione dei valori di frequenza a variabile singola (Frequency)
- 2Var XList ..... posizione dei valori statistici  $x$  a due variabili (XList)
- 2Var YList ..... posizione dei valori statistici  $y$  a due variabili (YList)
- 2Var Freq ..... posizione dei valori di frequenza a due variabili (Frequency)

- I calcoli riportati in questa sezione vengono eseguiti sulla base di quanto specificato sopra.

## ■ Calcoli statistici a variabile singola

Nei precedenti esempi riportati nei paragrafi da “Grafico probabilità normale” a “Istogramma (grafico a barre)” e “Grafico a linea”, i risultati dei calcoli statistici sono stati visualizzati dopo che il grafico era stato disegnato. Questi erano espressioni numeriche delle caratteristiche delle variabili utilizzate nella videata grafica.

Questi valori possono anche essere ottenuti direttamente visualizzando la lista dati statistici e premendo **F2**(CALC) **F1**(1VAR).

```

1-Variable
 $\bar{x}$  =154.8
 $\Sigma x$  =1548
 $\Sigma x^2$  =239722
 $x\sigma n$  =3.02654919
 $x\sigma n-1$  =3.19026296
n =10
  
```

Dopo aver eseguito questa operazione, premere **▲** o **▼** per scorrere la videata con il risultato del calcolo statistico in modo da poter visualizzare le caratteristiche della variabile.

Per dettagli sui significati di questi valori statistici, fare riferimento a “Visualizzazione risultati dei calcoli di un grafico a variabile singola” (pagina 6-2-4).

## ■ Calcoli statistici a due variabili

Nei precedenti esempi riportati nei paragrafi da “Grafico di regressione lineare” a “Grafico di regressione logistica”, i risultati dei calcoli statistici sono stati visualizzati dopo che il grafico era stato disegnato. Questi erano espressioni numeriche delle caratteristiche delle variabili utilizzate nella videata grafica.

Questi valori possono anche essere ottenuti direttamente visualizzando la lista dati statistici e premendo **F2**(CALC) **F2**(2VAR).

```

2-Variable
 $\bar{x}$  =20
 $\Sigma x$  =100
 $\Sigma x^2$  =2250
 $x\sigma n$  =7.07106781
 $x\sigma n-1$  =7.90569415
n =5
  
```

Dopo aver eseguito questa operazione, premere **▲** o **▼** per scorrere la videata con il risultato del calcolo statistico in modo da poter visualizzare le caratteristiche della variabile.

Per dettagli sui significati di questi valori statistici, fare riferimento a “Visualizzazione dei risultati di calcolo di un grafico a due variabili” (pagina 6-3-11).

## ■ Calcolo di regressione

Nelle spiegazioni riportate nei paragrafi da “Grafico di regressione lineare” a “Grafico di regressione logistica”, i calcoli di regressione sono stati visualizzati dopo che il grafico era stato disegnato. In questo esempio, ogni valore di coefficiente della linea e della curva di regressione è espresso in forma numerica.

È possibile determinare direttamente la stessa espressione dalla videata immissione dati.

Premere **F2** (CALC) **3** (REG) per visualizzare il menu a comparsa che contiene le seguenti voci.

- **{Linear}/{MedMed}/{Quad}/{Cubic}/{Quart}/{Log}/{Exp}/{Power}/{Sin}/{Lgstic}** ...  
parametri {regressione lineare}/{Med-Med}/{regressione di secondo grado}/{regressione di terzo grado}/{regressione di quarto grado}/{regressione logaritmica}/{regressione esponenziale}/{regressione di potenza}/{regressione sinusoidale}/{regressione logistica}



**Esempio** Visualizzare i parametri di una regressione a variabile singola

**F2** (CALC) **3** (REG) **1** (Linear)

```
LinearReg
a =0.56
b =997.4
r =0.98260736
r²=0.96551724
y=ax+b
```

Il significato dei parametri che appaiono su questa videata sono gli stessi di quelli riportati nei paragrafi da “Grafico di regressione lineare” a “Grafico di regressione logistica”.

## ■ Calcolo valore stimato ( $\hat{x}$ , $\hat{y}$ )

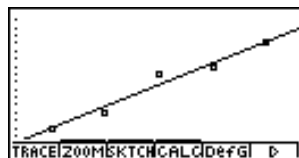
Dopo aver disegnato un grafico di regressione nel modo **STAT**, è possibile utilizzare il modo **RUN·MAT** per calcolare valori stimati per i parametri  $x$  e  $y$  del grafico di regressione.



**Esempio** Eseguire una regressione di potenza utilizzando i dati riportati qui accanto e stimare i valori di  $\hat{y}$  e  $\hat{x}$  per  $x_i = 20$  e  $y_i = 1000$

$x_i$	$y_i$
10	1003
15	1005
20	1010
25	1011
30	1014

1. Dal menu principale entrare nel modo STAT.
2. Immettere i dati nella lista e disegnare il grafico di regressione lineare.



3. Dal menu principale entrare nel modo RUN·MAT.
4. Premere i tasti nel modo seguente.

**2** **0** (valore di  $x_i$ )  
**OPTN** **F6** ( $\triangleright$ ) **F4** (STAT) **2** ( $\hat{y}$ ) **EXE**

20.0 1008.6

Il valore stimato  $\hat{y}$  viene visualizzato per  $x_i = 20$ .

**1** **0** **0** **0** (valore di  $y_i$ )  
**F4** (STAT) **1** ( $\hat{x}$ ) **EXE**

20.0 1008.6  
1000.0 4.642857143

Il valore stimato  $\hat{x}$  viene visualizzato per  $y_i = 1000$ .



# Non è possibile ottenere valori stimati per grafici Med-Med, grafici di regressioni di

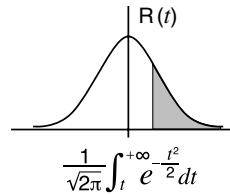
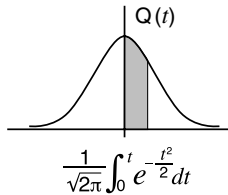
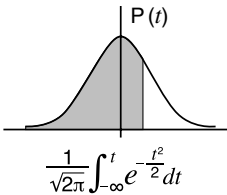
secondo grado, di terzo grado, di quarto grado, sinusoidali o logistiche.

## ■ Calcolo della distribuzione della probabilità

È possibile calcolare le distribuzioni della probabilità per statistiche a variabile singola nel modo RUN•MAT.

Premere **OPTN** **F6** ( $\triangleright$ ) **F1** (PROB) per visualizzare un menu funzioni che contiene le seguenti voci.

- **{P()} / {Q()} / {R()}** ... ottiene valore probabilità  $\{P(t)\} / \{Q(t)\} / \{R(t)\}$
- **{t()}** ... {ottiene valore variata normalizzata  $t(x)$ }
- La probabilità  $P(t)$ ,  $Q(t)$ , e  $R(t)$ , e la variata normalizzata  $t(x)$  vengono calcolate utilizzando le seguenti formule.



$$t(x)$$

$$t = \frac{x - \bar{x}}{x\sigma n}$$

● ● ● ● ●

**Esempio**

La seguente tabella contiene i risultati delle misurazioni dell'altezza di 20 studenti. Determinare quale percentuale degli studenti rientra nell'intervallo compreso tra 160.5 e 175.5 cm. Inoltre stabilire in quale percentile rientrano gli studenti alti 175.5 cm.

N. classe	Altezza (cm)	Frequenza
1	158.5	1
2	160.5	1
3	163.3	2
4	167.5	2
5	170.2	3
6	173.3	4
7	175.5	2
8	178.6	2
9	180.4	2
10	186.7	1

1. Immettere il dato altezza nella lista 1 e i dati frequenza nella lista 2.

2. Eseguire i calcoli statistici a variabile singola.\*1

**F2** (CALC) **4** (Set)

**F2** (LIST) **2** **EXE** **ESC**

**F2** (CALC) **1** (1VAR)

```

1-Variable
Σx      =172.005
Σx²     =3440.1
Σx²     =592706.09
x̄σn     =7.04162445
x̄σn-1   =7.22455425
n       =20
↓

```

3. Premere **MENU**, selezionare il modo RUN•MAT, premere **OPTN** **F6** (>) **F1** (PROB) e richiamare il menu calcolo probabilità (PROB).

**F1** (PROB) **8** (t) **1** **6** **0** **.** **5** **)** **EXE**

(Variata normalizzata  $t$  per 160.5 cm)

Risultato: -1.633855948

( $\approx$  -1.634)

**F1** (PROB) **8** (t) **1** **7** **5** **.** **5** **)** **EXE**

(Variata normalizzata  $t$  per 175.5cm)

Risultato: 0.4963343361

( $\approx$  0.496)

**F1** (PROB) **5** (P) **0** **.** **4** **9** **6** **)** **=**

**F1** (PROB) **5** (P) **(←)** **1** **.** **6** **3** **4** **)** **EXE**

(Percentuale del totale)

Risultato: 0.638921

(63.9% del totale)

**F1** (PROB) **7** (R) **0** **.** **4** **9** **6** **)** **EXE**

(Percentile)

Risultato: 0.30995

(31.0 percentile)



\*1 È possibile ottenere la variata normalizzata solamente immediatamente dopo aver eseguito calcoli statistici a variabile singola.

---

## ■ Disegno di un grafico della distribuzione della probabilità

### Descrizione

È possibile disegnare un grafico della distribuzione della probabilità utilizzando la funzione di disegno manuale nel modo RUN • MAT.

---

### Impostazione

- 1. Dal menu principale entrare nel modo RUN • MAT.

### Esecuzione

- 2. Immettere i comandi per disegnare un grafico con coordinate cartesiane.
- 3. Immettere il valore della probabilità





**Esempio** Disegnare un grafico per la probabilità P (0.5)

---

### Procedura

- ① **MENU** RUN•MAT
- ② **OPTN** **F6** (>) **F6** (>) **F2** (SKTCH) **1** (Cls) **EXE**  
**F2** (SKTCH) **4** (GRPH) **1** (Y=)
- ③ **OPTN** **F6** (>) **F1** (PROB) **5** (P()) **0** **□** **5** **EXE**

---

### Videata risultante

