Elementi di Psicometria

E1-Trattamento dei dati
vers. 1.2 (6 dicembre 2011)
versione per stampa

Germano Rossi[1]
germano.rossi@unimib.it

[1] Dipartimento di Psicologia, Università di Milano-Bicocca

2011-2012

Trattamento dei dati

- Prima di effettuare qualunque analisi dei dati (statistiche descrittive, statistiche inferenziali...) è bene verificare che i dati siano corretti e adeguati per quella tecnica
- Fra le cose da controllare ci sono:

Tipo di controllo	*valido per*
Errori di immissione	tutte le variabili
Coerenza dei dati	
Valori mancanti	
Valori poco frequenti	variabili qualitative
Normalità	variabili quantitative
Valori anomali	

Errori di immissione

- Nell'inserire i dati di un questionario si possono fare errori di immissione
- Prima di iniziare l'analisi dei dati è meglio fare un controllo
- Un primo controllo andrebbe effettuato a mano, prendendo casualmente un 10% dei questionari e controllando domanda per domanda.
- Per ogni questionario con un errore di immissione, si controlla un questionario aggiuntivo
- Se i dati sono stati inseriti tramite Excel, controllare che il tipo dei dati sia coerente (numeri=numeri, testo=stringa)

Errori di immissione

- Una seconda possibilità (spesso usata per prima) è di controllare i valori minimi e massimi delle variabili
- Gli errori di immissione più frequenti (soprattutto con le scale Likert) sono la doppia pressione di un tasto
- Come conseguenza della doppia pressione potrebbe esserci un valore mancante in fondo allo strumento

Statistiche descrittive

	N	Minimo	Massimo	Media	Deviazione std.
ATG1	454	1	7	3.84	1.938
ATG2	453	1	22	3.43	2.238
ATG3	452	1	7	3.41	1.922
ATG4	451	0	7	2.52	1.729
ATG5	455	1	11	2.00	1.532
ATG6	447	1	7	4.33	1.999

Coerenza dei dati

- La coerenza delle risposte è importante!
- Se ci sono domande del tipo “Se hai risposto... allora...”, bisognerebbe controllare che non siano state date risposte incoerenti
- Con questionari lunghi possono esserci effetti di stanchezza che portano ad usare il *response-set*, cioè i rispondenti possono aver risposto in modo più o meno casuale oppure aver indicato lo stesso valore per molti item
- Se il questionario conteneva scale con item pro- e contro-tratto, bisogna verificare che le risposte siano coerenti fra di loro
- Alcuni di questi controlli sono fattibili direttamente in SPSS

Errori di immissione e coerenza dei dati

- Per verificare i principali errori di immissione si possono chiedere i valori minino e massimo di tutte le variabili:

```
DESCRIPTIVES VARIABLES=ALL
  /STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.
```

- Per identificare i casi con valori balordi, si seleziona temporaneamente il campione per controllare il codice-caso:

```
TEMPORARY.
SELECT IF Eta=1.
list VARIABLES=cod eta.
```

Errori di immissione e coerenza dei dati

- Si possono trovare i casi che violano i pro/contro:

```
COMPUTE sdG=SD(G1 TO G7).
EXECUTE.
```

- E si possono azzerare i valori (o ricodificarli come “mancanti”):

```
DO IF (sdG=0).
RECODE G1 TO G7 (ELSE=SYSMIS).
END IF.
EXECUTE.
```

oppure

```
RECODE G1 TO G7 (ELSE=0).
MISSING VALUES G1 TO G7 (0).
```

Normalità

- La distribuzione normale di una variabile (univariata) permette di avere una serie di informazioni sulla distribuzione della variabile stessa
- Media, mediana e moda coincidono
- La deviazione standard coincide con i punti di flesso
- Fra -1 e +1 dev. st. abbiamo il 68% (circa) dei dati
- Fra -2 e +2 dev. st. abbiamo il 95% (circa) dei dati
- Se una variabile da noi misurata si distribuisse in modo “normale” avremmo molte informazioni a partire dalla sola indicazione di media e dev.st.
- Inoltre molte statistiche inferenziali assumono che le variabili quantitative si distribuiscano normalmente (ad es. il t-test)

Verificare la normalità

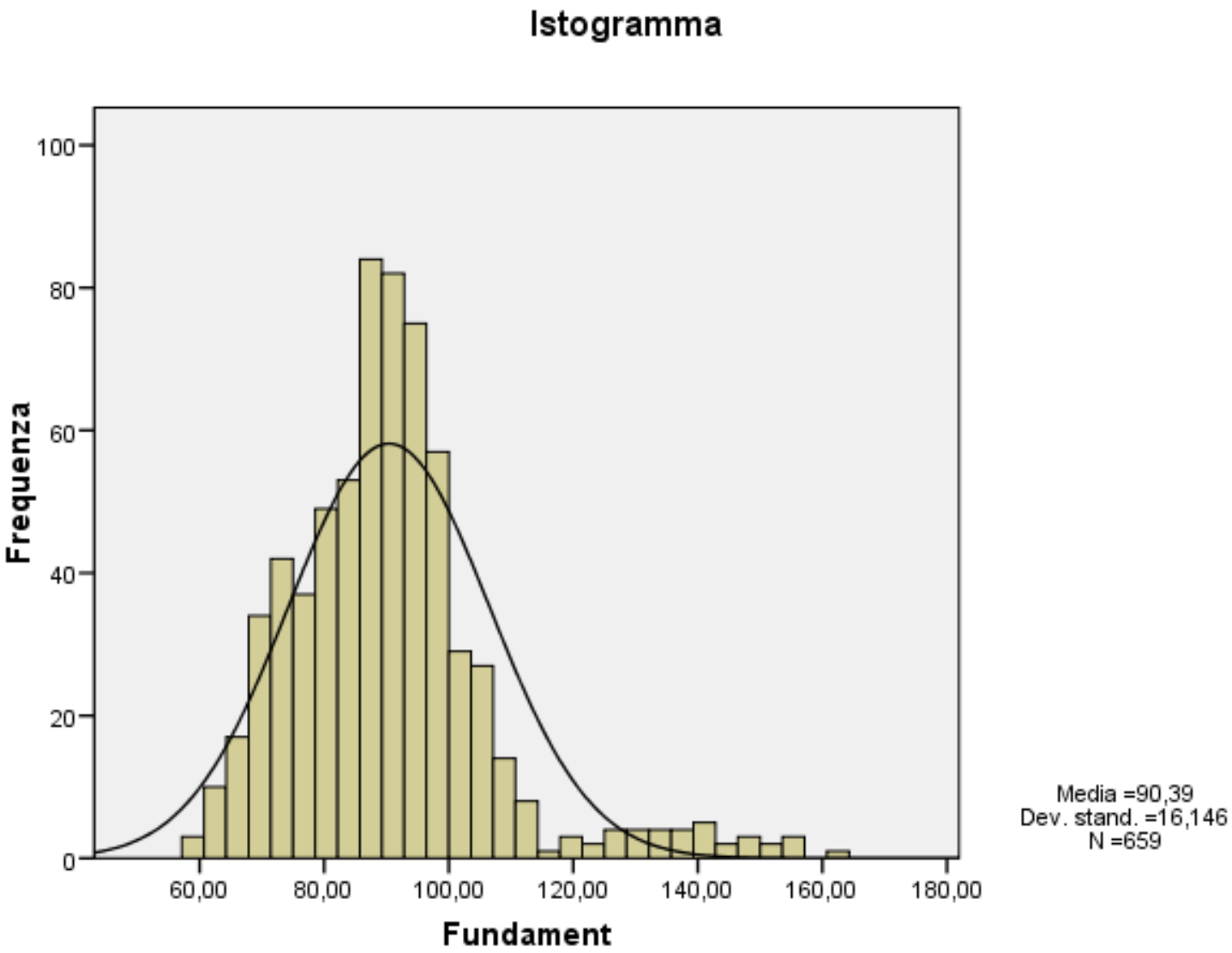
- È possibile valutare la normalità di una variabile misurata, tramite la rappresentazione grafica dei dati o tramite alcuni indici statistici.
- Se la mediana è parecchio distante dalla media, la distribuzione è asimmetrica (a destra o a sinistra della media)
- Se la dev. st. è molto grande, la distribuzione è piatta; se è molto piccola, è acuta
- Anziché andare a senso logico (o peggio, “ad occhio”), possiamo usare:
  - due indici statistici: curtosi (o *kurtosis*) e asimmetria (o *skewness*)
  - due test statistici: test di Kolmogorov-Smirnov e test di Shapiro-Wilk
  - un criterio pragmatico

Istogramma con normale

- Usando un istogramma (con i valori raccolti in intervalli) e sovrapponendo poi la curva normale costruita con la media e la dev.st. della variabile

- In Spss usare `Analizza | Statistiche descrittive | Frequenze`, poi `Grafici`, scegliere `Istogrammi` e click-are su `Con curva normale`, eventualmente spuntare `Visualizza tabelle di frequenza` nel dialogo precedente

Istogramma con normale



`Esplora` di SPSS

- Usando il comando `Analizza | Statistiche descrittive | Esplora` possiamo ottenere altri grafici e statistiche che permettono di stimare la normalità
- Il grafico dei quantili
- Il test di Kolmogorov-Smirnov
- Il test di Shapiro-Wilk

Grafici di normalità

- Usando il comando `Analizza | Statistiche descrittive | Esplora`, scegliendo `Grafici` e poi `Grafici...`

- togliere `Ramo-foglia` e scegliere `Grafici di normalità con test`

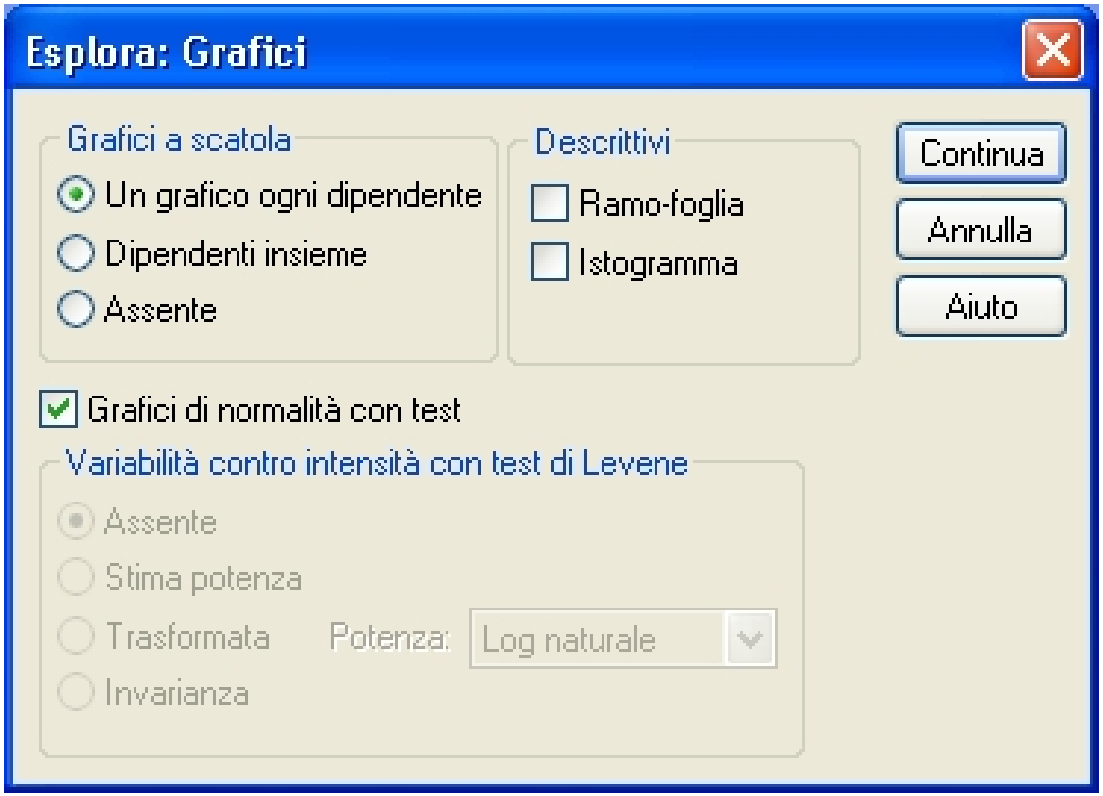
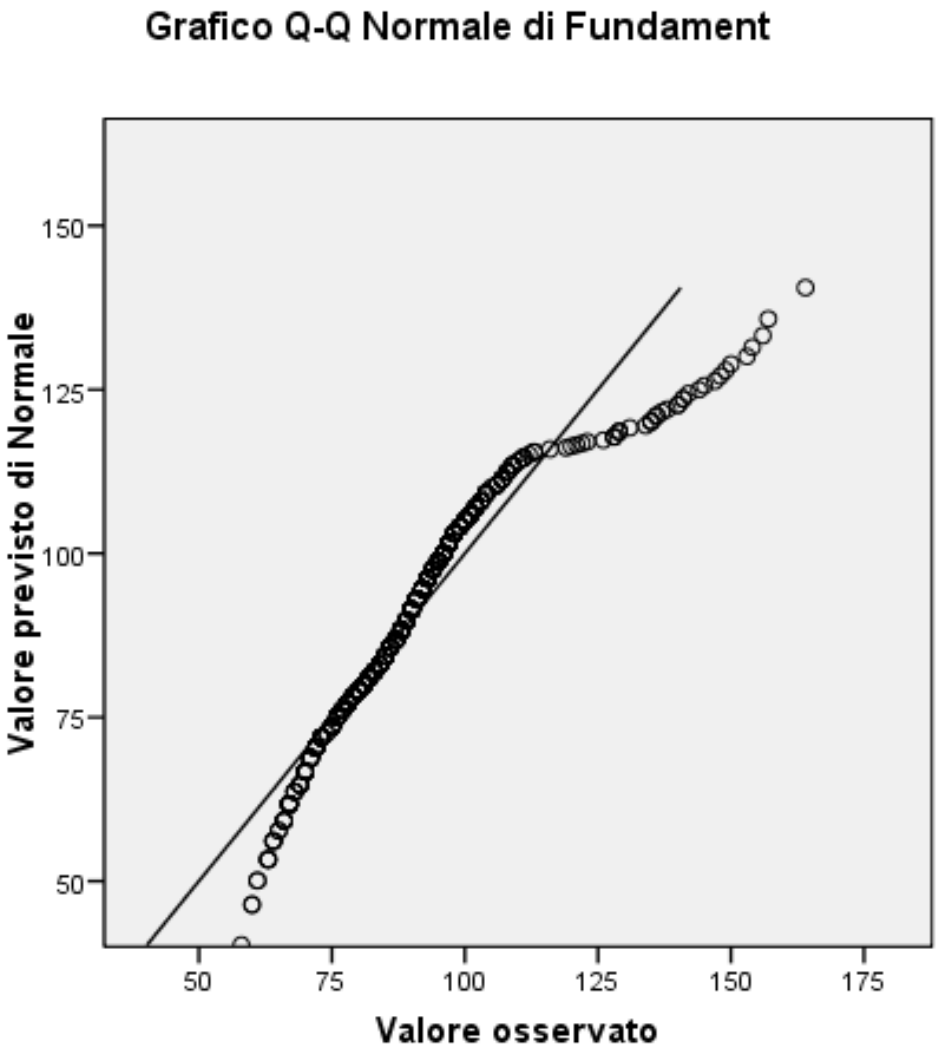


Grafico dei quantili



- Sulla X i valori osservati e sulla Y quelli attesi in base alla normale
- La diagonale rappresenta i valori attesi
- La variabile si distribuisce normalmente se i punti sono lungo la diagonale

Asimmetria

- L'asimmetria è data da

$$\frac{(\sum X_i - \overline{X})^3}{(N-1)s^3}$$

  ed è pari a 0 se la distribuzione è perfettamente normale
- Un valore positivo indica una coda più pronunciata a destra
- Un valore negativo indica una coda più pronunciata a sinistra

Curtosi

- La curtosi è calcolata tramite

$$\frac{(\sum X_i - \overline{X})^4}{(N-1)s^4}$$

ed è pari a 3 se la distribuzione è perfettamente normale; per questo motivo, di solito gli si sottrae 3, in modo da renderlo uguale a 0

Curtosi e asimmetria

- Questi indici dovrebbero essere entrambi uguali a 0
- Ma la maggior parte delle volte sono diversi da 0 (poco o molto)
- Fino a che punto possono essere diversi da 0?
- Dividendo ciascun indice per il suo errore standard si ottiene un punto z che si confronta con il valore critico di z per un determinato α

alfa	valore critico
.05	1.96
.01	2.57, 2.58

Curtosi e asimmetria

	Fundament	Errore std	z
N	659		
Media	90,3915		
Deviazione std.	16,14585		
Asimmetria	1,350	0,095	14.21
Curtosi	3,336	0,190	17.58

- Dividendo l'indice per il suo errore standard ($1,350/0,095 = 14.21$ e $3,336/0,190 = 17.58$), otteniamo un valore standardizzato che si interpreta come un punto z. Se il suo valore assoluto è superiore a 1.96 è significativo al 5%
- questo test, però, tende a sottostimare la normalità
- per cui (criterio pragmatico) si accettano come "normali" anche valori di curtosi e asimmetria compresi fra 1 e -1

Test di Kolmogorov-Smirnov e test di Shapiro-Wilk

- Se significativi, la variabile **non** si distribuisce normalmente

Test di normalità

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistica	df	Sig.	Statistica	df	Sig.
Fundament	0,115	659	0,000	0,906	659	0,000

a. Correzione di significatività di Lilliefors

- Anche questi test tendono a rifiutare la normalità anche quando la violazione non sarebbe eccessiva per le statistiche parametriche

Criterio pragmatico

- Siccome i criteri statistici (punti z di asimmetria e curtosi, test di normalità) tendono a sovrastimare la normalità, si preferisce usare un *criterio pragmatico*
- Criterio 1 (molto restrittivo): si considerano come "accettabili" valori di asimmetria o di curtosi non superiori a 0.5 (in valore assoluto)
- Criterio 2 (meno restrittivo, il più utilizzato): si considerano come "accettabili" valori di asimmetria o di curtosi non superiori a 1 (in valore assoluto)
- Criterio 3 (più lasso): si considerano come "accettabili" valori di asimmetria non superiori a 2 (in valore assoluto) e di curtosi non superiori a 5/7 (in valore assoluto)

Quando una variabile viola i criteri di asimmetria, può essere sottoposta a delle trasformazioni lineari che dovrebbero migliorare la distribuzione (rispetto ai criteri della normalità)

Trasformazione dei dati

- Se una variabile è asimmetrica si può cercare di “aggiustarla” tramite delle trasformazioni lineari
- usando la statistica di asimmetria (e in base ai criteri utilizzati)

|asimmetria|	positiva	negativa
$0 - 0.5$	si accetta così	
$0.5 - 1$ (*)	$log_{10}x$, $\sqrt{x}$	$log_{10}(k - x)$, $\sqrt{k - x}$
$1 - 2$	$log_{10}x$, $\sqrt{x}$	$log_{10}(k - x)$, $\sqrt{k - x}$
> 2	$1/x$	$1/(k - x)$

(*) si può accettare tranquillamente (senza trasformare)
k è il valore massimo, che la variabile può assumere, più 1 (k=max+1)

Esempi di trasformazioni in SPSS

Ipotizzando `Fundament` come variabile da trasformare

- `COMPUTE flog=LG10(Fundament)`
- `COMPUTE frad=SQRT(Fundament)`
- `COMPUTE frecipr=1/Fundament`

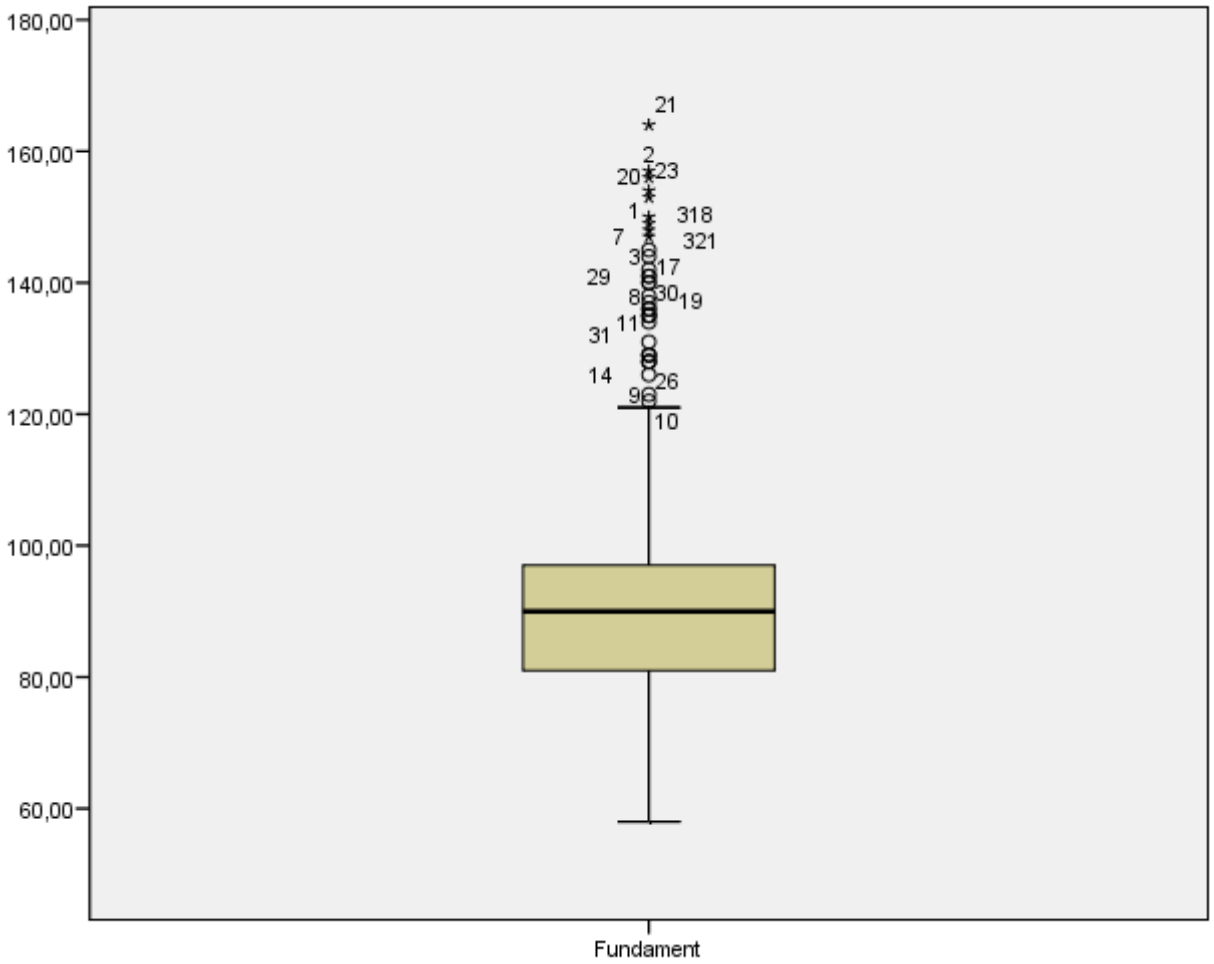
max=164

- `COMPUTE flog=LG10(165-Fundament)`
- `COMPUTE frad=SQRT(165-Fundament)`
- `COMPUTE frecipr=1/(165-Fundament)`

Valori anomali “outliers”

- Gli *outliers* sono valori particolarmente anomali ovvero i valori molti inferiori o molto superiori alla media
- Possono essere considerati anomali i valori grezzi che corrispondono a $|z| > 2$ (ma se la variabile non è normale)
- cioè i valori che (trasformati in punti z) superano 2 o 3 (in valore assoluto)
- Bisogna trasformare in punti z tutti i punteggi e quindi verificare quanti sono maggiori di 2 e/o di 3
- Se sono molti, potrebbe esserci un sottocampione “anomalo”
- È più semplice usare i `box-plot` o grafici a scatola. In SPSS, `Analizza | Esplora`

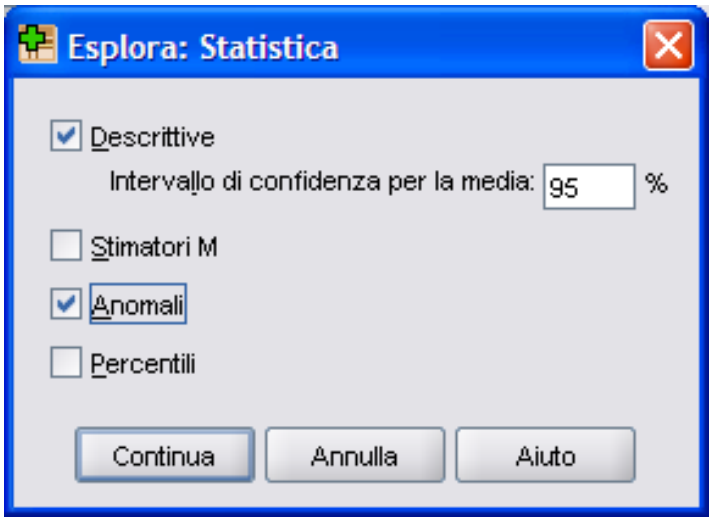
Box-Plot



- La scatola è costruita con valori che tendono a Q1 e Q3 per grandi campioni (la riga al centro è la mediana)
- Le barre corrispondono a IQR $*1.5$
- Oltre, gli *outliers*: un pallino per i valori fra 2 e 3, un asterisco per quelli $\geq$ a 3
- i numeri indicano i casi

Outliers in SPSS

- Se in `Analizza | Esplora` apriamo `Statistiche`, possiamo chiedere di elencare gli `Anomali`
- Mentre nel grafico visualizza tutti gli *outliers*, chiedendo di elencare i valori anomali, Spss visualizza i 5 valori più bassi e i 5 più alti (anche se non sono *outlier*)
- Per eliminare gli *outlier*, bisogna trasformare in punti z e quindi filtrare o ricodificare i valori superiori a 2 (meglio superiori a 3).

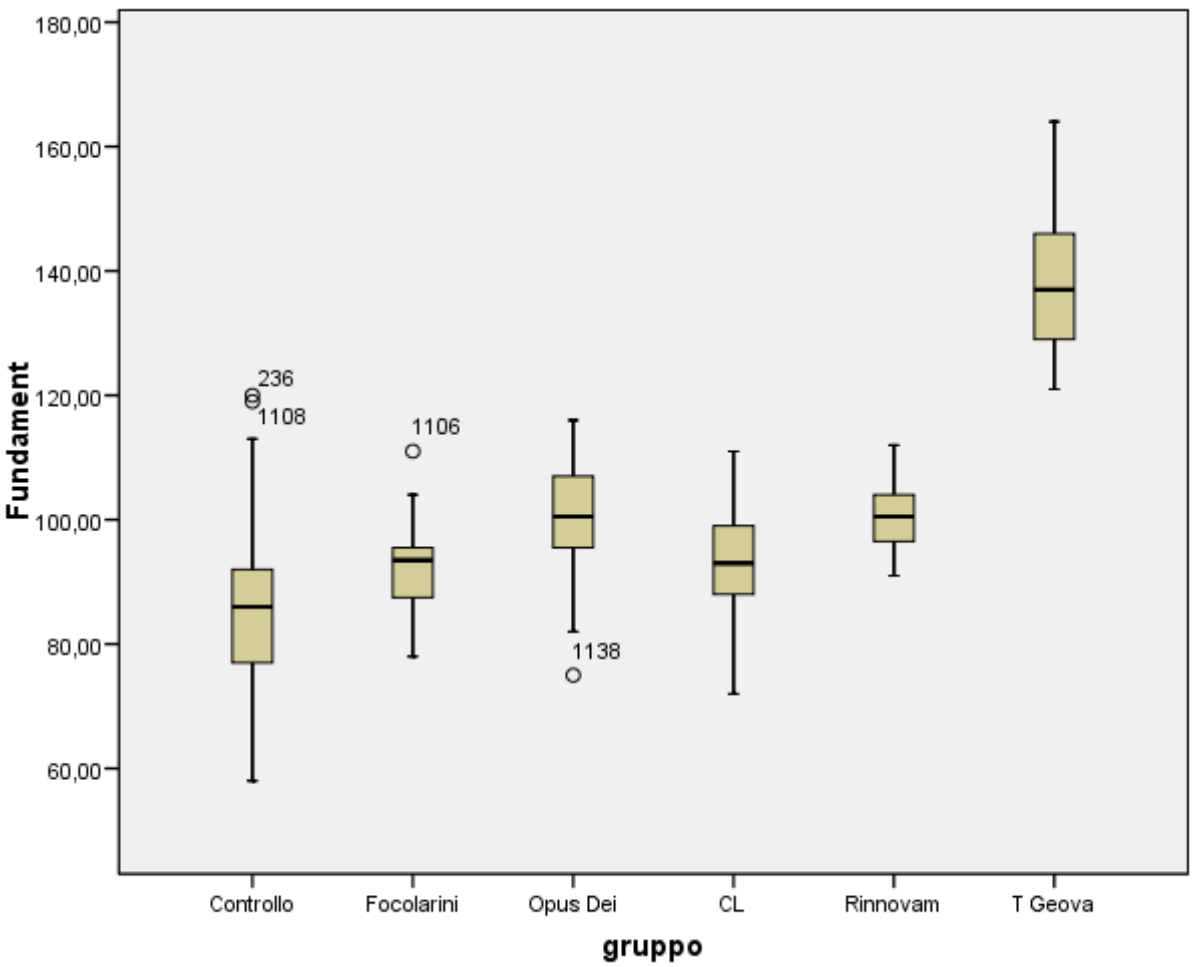


- ma bisogna anche fare attenzione alle caratteristiche del campione, perché la *normalità* dovrebbe essere relativa alle variabili indipendenti che si vogliono usare

Box-Plot suddiviso per una indipendente

- Sempre in `Analizza | Esplora`, possiamo inserire una variabile indipendente in `Fattori`
- e scegliendio il pulsante `Grafici` possiamo chiedere che i box-plot siano disegnati insieme
- questo permette di vedere come una variabile si distribuisce entro dei sottogruppi

Box-Plot suddiviso per una indipendente



- Suddividendo per una variabile indipendente, gli outliers di prima diminuiscono drasticamente e acquistano un senso
- La maggior parte degli outliers di prima, coincide con uno specifico gruppo della indipendente

Valori mancanti

- Si definiscono valori mancanti (o *missing*) le misurazioni che non sono state raccolte per i più svariati motivi
- Se una *variabile* ha molti mancanti (in genere più del 5-10%), ci si dovrebbe chiedere perché
- Se un *soggetto* ha molti mancanti, varrebbe la pena di eliminare tutte le sue risposte
- SPSS distingue fra
  - *mancanti di sistema (system missing)*: quando l'informazione non si conosce proprio e non è stata inserita (la cella è vuota; Spss la rappresenta con un puntino)
  - *mancanti definiti dall'utente (user missing)*: quando il valore esiste ed è stato inserito, ma noi vogliamo trattarlo come se fosse mancante (ad es. risposte particolari come "non voglio rispondere")
  - *mancanti (missing)*: entrambi i tipi senza distinguerli

Mancanti in Spss

- I mancanti di sistema corrispondono alle celle vuote
- È possibile definire un valore come mancante se la frequenza di quella categoria è molto bassa oppure se il valore inserito è assurdo e non si può confrontarlo con il protocollo di raccolta
- Per inserire un valore come mancante, andare in `Visualizzazione variabili`, avanzare fino alla colonna `Mancante/i` e inserirlo
- In alternativa, si può usare la sintassi
  `MISSING VALUES nome (valore)`
  ad es. `MISSING VALUE Rif (3).`

Valori mancanti: strategie

- Premesso che sarebbe meglio evitare il più possibile i valori mancanti...
  - Se la variabile è la somma di x item, si può evitare il mancante con una ponderazione delle risposte
  - Se una delle variabili è mancante, il totale sarà mancante.

    ```
    COMPUTE nuova1 = Altm_1 + Altm_2 + Altm_3 + Altm_4.
    ```
  - Se una della variabili è mancante non verrà usata quella variabile (ma la somma sarà calcolata su una gamma più piccola).

    ```
    COMPUTE nuova2 = SUM(Altm_1, Altm_2, Altm_3, Altm_4).
    ```
  - Ponderare

    ```
    COMPUTE n1=NVALID(Altm_1, Altm_2, Altm_3, Altm_4).
    COMPUTE nuova3 = SUM(Altm_1, Altm_2, Altm_3, Altm_4).
    IF (n1<>4) nuova3 = nuova3/n1*4 .
    ```
- ci sono altre strategie per gestirli.

Valori mancanti: strategie

Ognuna di queste strategie ha dei pregi e dei difetti

- metodo *listwise*: si "buttano" tutti i casi con valori mancanti [il campione potrebbe ridursi drasticamente]

COD	ATG24	ATG25	ATG26
504	2	4	1
505	4	4	
506	2	2	4
507		1	1
508	4	1	1
509	4		4
510	4	4	1
511	4	4	3
512	5	3	2
513	7	1	3
514	3	5	
515	4	1	1
516		1	1
517	2	2	4
518	6	3	5

COD	ATG24	ATG25	ATG26
504	2	4	1
506	2	2	4
508	4	1	1
510	4	4	1
511	4	4	3
512	5	3	2
513	7	1	3
515	4	1	1
517	2	2	4
518	6	3	5

Valori mancanti: strategie

- metodo *pairwise* (esclusione casi test per test, a coppie, analisi per analisi...): si “ignorano” i soggetti con valori mancanti, limitatamente alle statistiche calcolate di volta in volta [con certe tecniche d’analisi, si perde la concomitanza delle risposte]

COD	**ATG24**	**ATG25**	**ATG26**	**Usati**
504	2	4	1	tutti
505	4	4		solo con 24 e 25
507		1	1	solo con 25 e 26
509	4		4	solo con 24 e 26
515	4	1	1	tutti

Valori mancanti: strategie

- si sostituisce il *missing* con la media della variabile (diminuisce la dev.st.) o del soggetto (se le variabili misurate hanno la stessa metrica) o con altri metodi, come la media o la mediana dei punti vicini (in Spss, `Trasforma | Sostituisci valori mancanti`)
- si sostituisce con una stima ottenuta da una regressione o da interpolazione lineare sui casi (in Spss, come sopra)
- si sostituisce per somiglianza con altri casi che hanno risposte analoghe sulle altre variabili [potrebbe non esistere una soluzione] (non si può fare in Spss)
- Si usa la procedura EM (Expectation, Maximization) basata sull'iterazione fra stima dei valori mancanti e verifica di massimaverosimiglianza (in Spss, `Analizza | Analisi dati mancanti`).

Valori mancanti: in SPSS

- `Analizza | Analisi dei valori mancanti`, in `Modelli` selezionare `Casi con valori mancanti, ordinati per modello`

	N	Media	Dev. std.	Mancante		N. di estremi(a)	
				Max	Conteggio	Perc.	Min
x1	196	3,24	1,286	4	2,0	0	0
x2	189	2,96	1,279	11	5,5	0	0
x3	180	2,83	1,156	20	10,0	0	0
x4	186	3,42	1,330	14	7,0	0	0
x5	194	3,72	1,136	6	3,0	0	0
x6	179	3,21	1,498	21	10,5	0	0
x7	178	3,25	1,139	22	11,0	0	0
x8	171	3,12	1,280	29	14,5	0	0
x9	178	2,39	1,208	22	11,0	0	0
x10	182	3,70	1,113	18	9,0	0	0

a. Numero di casi non compresi nell'intervallo $(Q1 - 1.5 * IQR, Q3 + 1.5 * IQR)$.

Valori mancanti: in SPSS

Caso	# Manc.	% Manc.	Modelli di valori mancanti ed estremi(a)									
			x5	x4	x10	x3	x9	x7	x8	x6	x1	x2
13	1	10,0									S	
17	1	10,0									S	
...	...	...										
104	5	50,0			S	S	S	S			S	
97	6	60,0		S		S	S	S	S	S		
26	9	90,0	S	S		S	S	S	S	S	S	S
43	10	100,0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
70	7	70,0	S	S		S		S	S		S	S

Valori poco frequenti

- Quando si usano determinate variabili come indipendenti, bisogna prima verificare che i valori raccolti siano tutti utilizzabili
- Es. se una variabile avesse 4 categorie (N=100) e una di queste categorie avesse frequenza 2, questa categoria sarebbe inutilizzabile in qualunque tipo di analisi successiva (chi quadro, t-test, ecc.)
- Meglio quindi dichiarare quel valore come “mancante” ed eliminarlo

Altre trasformazioni

- Con variabili di tipo Likert (ovvero i cui valori sono costituiti da numeri discreti compresi fa 0 e n) che poi vengono sommati per formare il punteggio di una “scala” (ad es. Autoritarismo)
- Spesso le scale sono costituite da item costruiti in modo tale che la risposta massimamente congruente con il costrutto misurato non coincida sempre con il valore massimo dell’item (ad es. alcuni item sono espressi in forma negativa, item contro-tratto)
- Prima di sommarli per formare la scala, questi item vanno “ribaltati”

Altre trasformazioni: ribaltare

vecchio	nuovo	somma
1	5	6
2	4	6
3	3	6
4	2	6
5	1	6

vecchio	nuovo	somma
0	4	4
1	3	4
2	2	4
3	1	4
4	0	4

- Quindi basta sottrarre il valore osservato dell’item alla somma di massimo e minimo.
- Ipotizzando un item a 5 gradini (da 1 a 5) che chiamiamo `Item1`, il ribaltamento si ottiene con `COMPUTE Item1=6-Item1.`
- Ipotizzando un item a 5 gradini (da 0 a 4) che chiamiamo `Item2`, il ribaltamento si ottiene con `COMPUTE Item2=4-Item2.`