

# LEZIONI DI STATISTICA MEDICA

*Prof. Roberto de Marco*

*Lezione n.2*

- Concetto di misurazione*
- Scale di misura e variabili*



*Sezione di Epidemiologia & Statistica Medica  
Università degli Studi di Verona*

# La misurazione

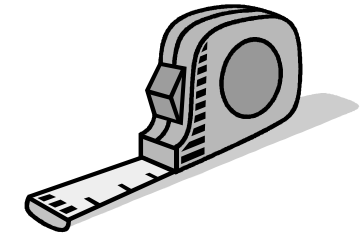
o

1

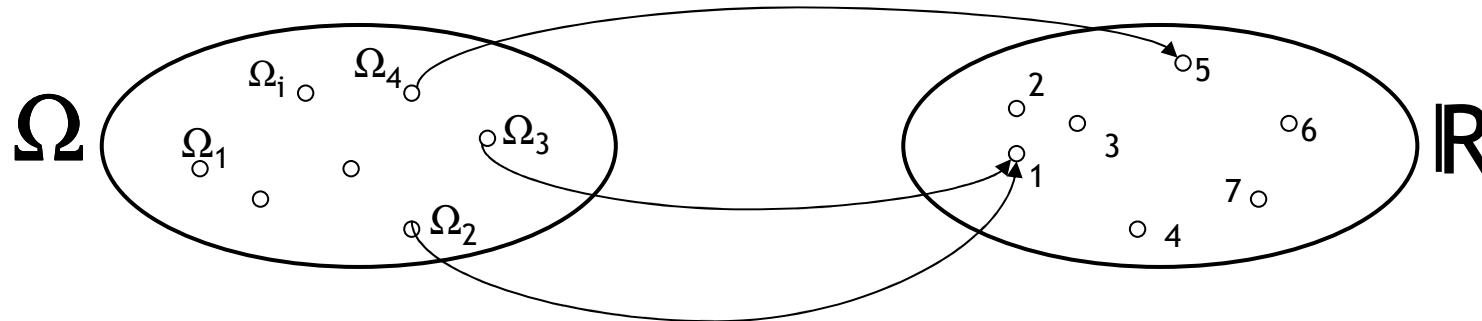
"I often say that when you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it; but when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind; it may be the beginning of knowledge, but you have scarcely, in your thoughts, advanced to the stage of Science, whatever the matter may be."

Lord Kelvin (quoted in Kenneth Rothman, *Modern Perspectives in Epidemiology*, 1 ed. Boston, Little Brown, 1986, pg 23)

# MISURAZIONE



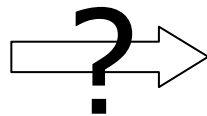
Operazione che permette di associare coerentemente numeri alle caratteristiche di un insieme di oggetti o individui



➤ la misurazione è una *funzione* avente come dominio l'insieme delle caratteristiche ( $\Omega$ ) e come immagine l'insieme dei numeri naturali ( $\mathbb{R}$ )

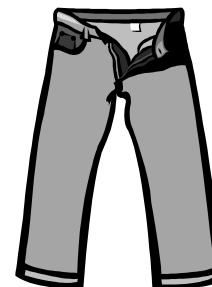


GONNA



DONNA

= 1



CALZONI



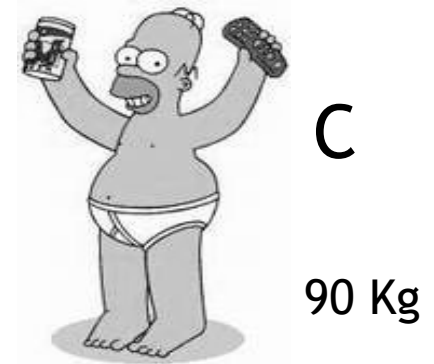
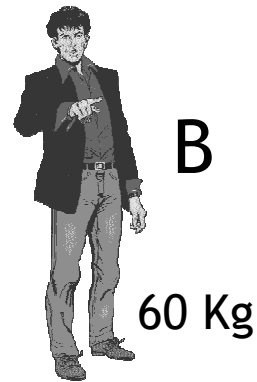
UOMO

= 2

Lo studio della natura ha cominciato ad assumere un carattere veramente scientifico quando si è cominciato a considerarne l'aspetto **quantitativo**, oltre a quello **qualitativo**.

## SCOPO DELLA MISURAZIONE:

stabilire una corrispondenza tra un “*sistema relazionale empirico*” e un “*sistema relazionale numerico*” che conservi le proprietà fondamentali del primo



es. peso

➤  $A \neq B ; B \neq C$

*relazione d'equivalenza*

➤  $A < B ; B < C \Rightarrow A < C$

*relazione d'ordine*

➤  $B - A = C - B ; \dots$

*relazione di distanza*

➤  $B = 2A ; C = 3A ; \dots$

*relazione di rapporto*

# SCALE DI MISURA

sulla base del TIPO DI RELAZIONI che si possono individuare tra le caratteristiche di soggetti appartenenti a un collettivo ( $x_i, x_j, x_z, \dots$ ) si possono distinguere 4 scale di misura:

**NOMINALE      ORDINALE      AD  
INTERVALLO      DI  
RAPPORTO**

## POSSIBILI RELAZIONI TRA MISURAZIONI

equivalenza →  $x_i = x_j$  oppure  $x_i \neq x_j$

ordine →  $x_i < x_j$  oppure  $x_i > x_j$

distanza →  $x_i - x_j$

rapporto →  $x_i / x_j$

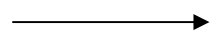
# 1. SCALA NOMINALE (var. qualitative)

Misure qualitative riferibili ad attributi o qualità che possono essere espressi con nomi o forme verbali

**equivalenza**  $\rightarrow x_i = x_j$  oppure  $x_i \neq x_j$

esempi:

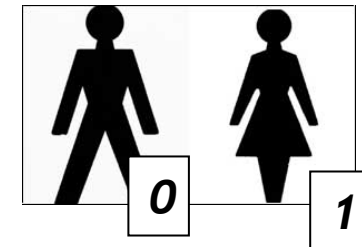
dicotomica



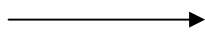
$X = \text{sex}$

$x_i = \text{maschio}$   
 $\text{femmina}$

0  
1



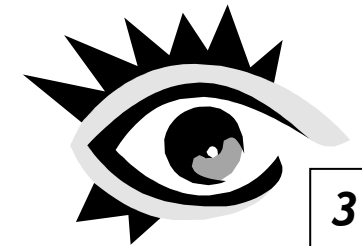
politomica



$X = \text{colore occhi}$

$x_i = \text{nero}$   
 $\text{marrone}$   
 $\text{verde}$   
 $\text{azzurro}$

0  
1  
2  
3



i valori numerici permettono solo di definire l'equivalenza tra caratteristiche

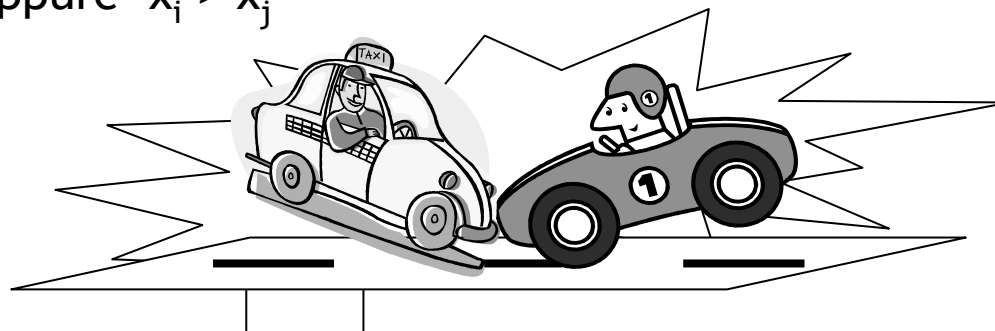
## 2. SCALA ORDINALE (var. qualitative)

I valori numerici assegnati ci permettono di ordinare le osservazioni in base a un andamento crescente o decrescente della caratteristica

**equivalenza** →  $x_i = x_j$  oppure  $x_i \neq x_j$

**ordine** →  $x_i < x_j$  oppure  $x_i > x_j$

esempio:



$X =$  gravità  
del trauma

$x_i =$  assente  
lieve  
grave  
lesioni perm.  
decesso

0	1
1	10
2	11
3	161
4	2333

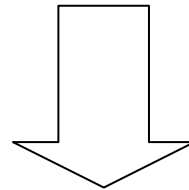
i numeri sono assegnati  
arbitrariamente, hanno solo  
lo scopo di ordinare le  
osservazioni

## SCALA NOMINALE

vs

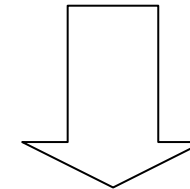
## SCALA ORDINALE

A	B	C
1	2	3



$A \neq B$                       **vero**  
 $B > A$                         **falso**  
 $C - B = B - A$               **falso**

A	B	C
1	2	3



$A \neq B$                       **vero**  
 $B > A$                         **vero**  
 $C - B = B - A$               **falso**



### 3. SCALA AD INTERVALLO (var. quantitative)

La differenza tra due misure è proporzionale alla vera differenza tra caratteristiche

equivalenza  $\rightarrow x_i = x_j$  oppure  $x_i \neq x_j$

ordine  $\rightarrow x_i < x_j$  oppure  $x_i > x_j$

distanza  $\rightarrow x_i - x_j$

1. lo zero **NON** rappresenta un valore minimo assoluto ma è **arbitrario**

2. **unità di misura** arbitraria (= convenzionale) e costante

N.B. Il rapporto tra due misurazioni non è invariante rispetto all'unità di misura, mentre lo è quello tra le differenze di misurazioni

# scala ad intervallo: esempio

$X = \text{temperatura}$

A



B



C



-38.0 °C	25.0 °C	41.0 °C
-36.4 °F	77.0 °F	105.8 °C

in °C	in °F
$\frac{(A - C)}{(B - C)}$	$\frac{(A - C)}{(B - C)}$
<del><math>B / C</math></del>	<del><math>B / C</math></del>

**VERO!**

$$\frac{(-38.0 - 41.0)}{(25.0 - 41.0)} = \frac{(-36.4 - 105.8)}{(77.0 - 105.8)} = 4.94$$

**FALSO!**

$$25.0 / 41.0 = 0.61$$

$$77.0 / 105.8 = 0.73$$

## 4. SCALA DI RAPPORTO (var. qualitative)

Il rapporto tra due misure è uguale al rapporto tra caratteristiche

equivalenza →  $x_i = x_j$  oppure  $x_i \neq x_j$

ordine →  $x_i < x_j$  oppure  $x_i > x_j$

distanza →  $x_i - x_j$

rapporto →  $x_i / x_j$

1. lo zero rappresenta un **valore minimo assoluto**, oggettivo (rappresenta “*assenza di fenomeno*”)
2. **unità di misura** arbitraria (= convenzionale) e costante

N.B . Il rapporto tra due misurazioni **NON VARIA** cambiando l’unità di misura

# scala di rapporto: esempio

$X$  = pressione  
diastolica (mmHg)



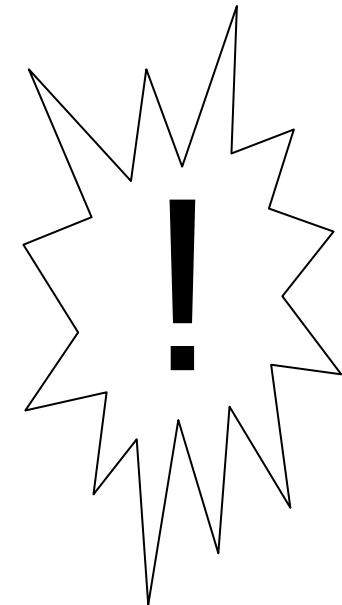
**A**  
100.0 mmHg  
13.3 KPa



**B**  
50.0 mmHg  
6.7 KPa

$$A \text{ (mmHg)} / B \text{ (mmHg)} = A \text{ (KPa)} / B \text{ (KPa)}$$

$$100 / 50 = 13.3 / 6.7 = 2$$



# SCALE DI MISURA E OPERAZIONI MATEMATICHE TRA MISURAZIONI

In base al tipo di scala di misura saranno “lecite” (hanno un senso fisico) le seguenti operazioni:

SCALE DI MISURA		Operazioni tra misurazioni
nominale	→	$=; \neq$
ordinale	→	$=, \neq; <, >$
distanza	→	$=, \neq; <, >; +, -$
rapporto	→	$=, \neq; <, >; +, - ; *, /$

# LA MATRICE DEI DATI

SOGGETTO	SESSO	ETA' (anni)	PESO (Kg)	Q.I.
1	0	14	68	60
2	0	28	70	100
3	1	65	54	120
4	0	22	35	140
...	...	...	...	...

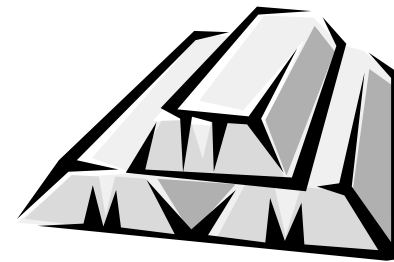
# PRINCIPALI PROPRIETÀ DI UNA MISURA -1

## 1. VALIDITA'

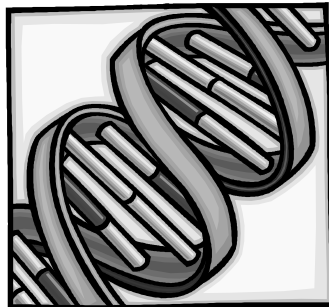
E' la capacità di un procedimento di misurare effettivamente ciò che intende misurare

per valutare la validità di uno strumento di misura è necessario un

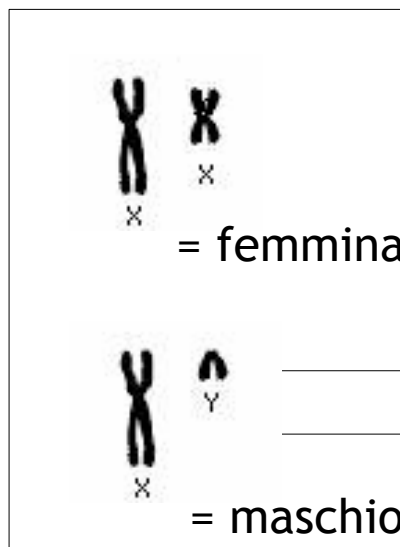
**GOLD STANDARD**



es. misura del sesso:  
il **GOLD STANDARD** è  
l'esame del DNA



regola  
"della  
gonna"



Sesso  
auto-  
riportato

gold  
standard

# VALIDITÀ

gold standard

	Maschio	Femmina	
M	499	451	950
F	1	49	50
	500	500	1000

	Maschio	Femmina	
M	492	5	497
F	8	495	503
	500	500	1000

	Maschio	Femmina	
M	500	0	500
F	0	500	500
	500	500	1000



# PRINCIPALI PROPRIETÀ DI UNA MISURA -2

## 2. ACCURATEZZA

**E' la vicinanza di un valore misurato al valore vero.**

*Il procedimento di misurazione ripetuto sulla stessa caratteristica dallo stesso operatore o da operatori differenti converge verso il valore vero*

## 3. PRECISIONE

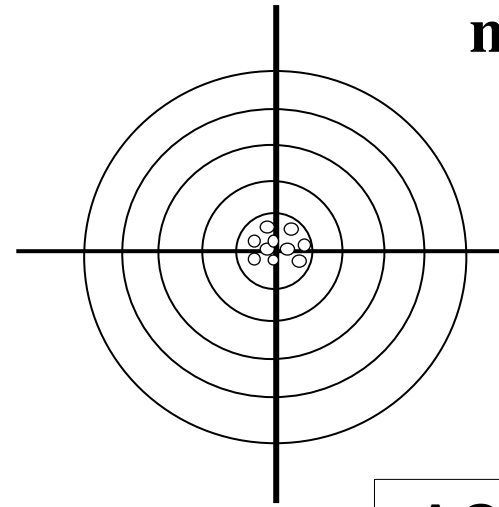
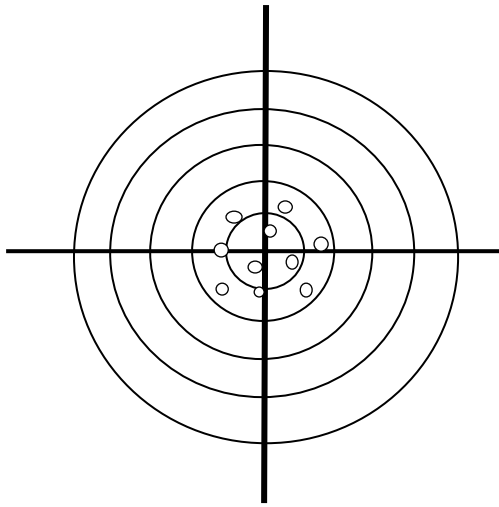
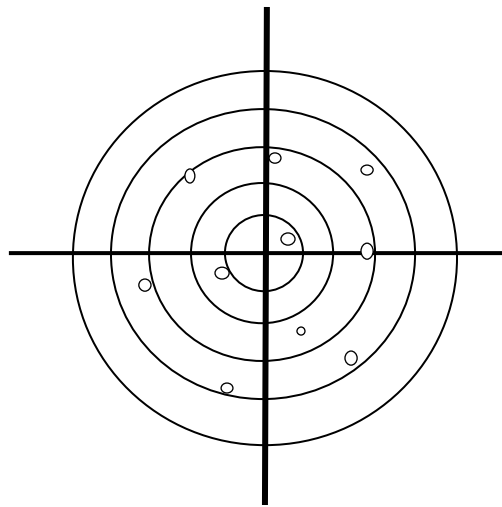
**E' la vicinanza di misure ripetute ad un unico valore.**

*Il procedimento di misurazione ripetuto sulla stessa caratteristica dallo stesso operatore o da operatori differenti deve convergere verso un unico valore*

**minore**

**PRECISIONE**

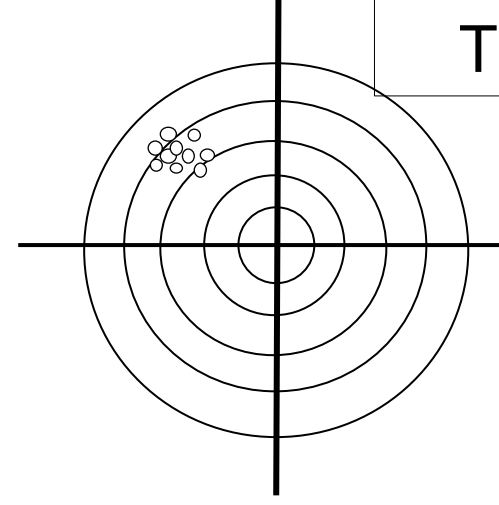
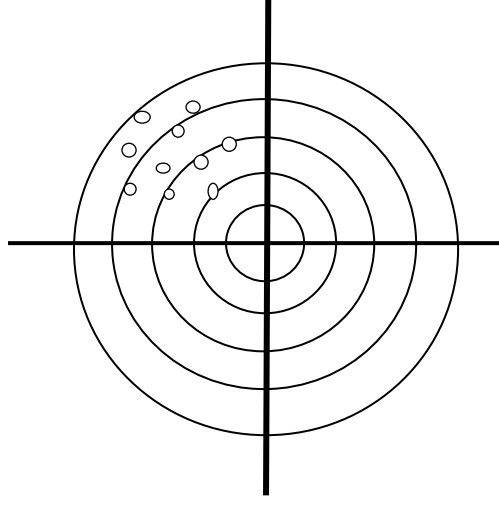
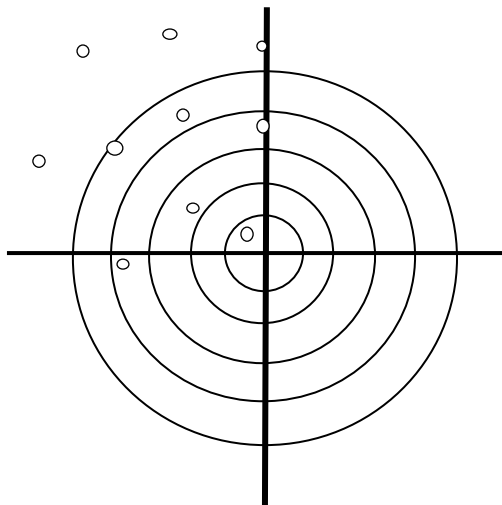
**maggiore**



**maggiore**



**ACCURA-  
TEZZA**

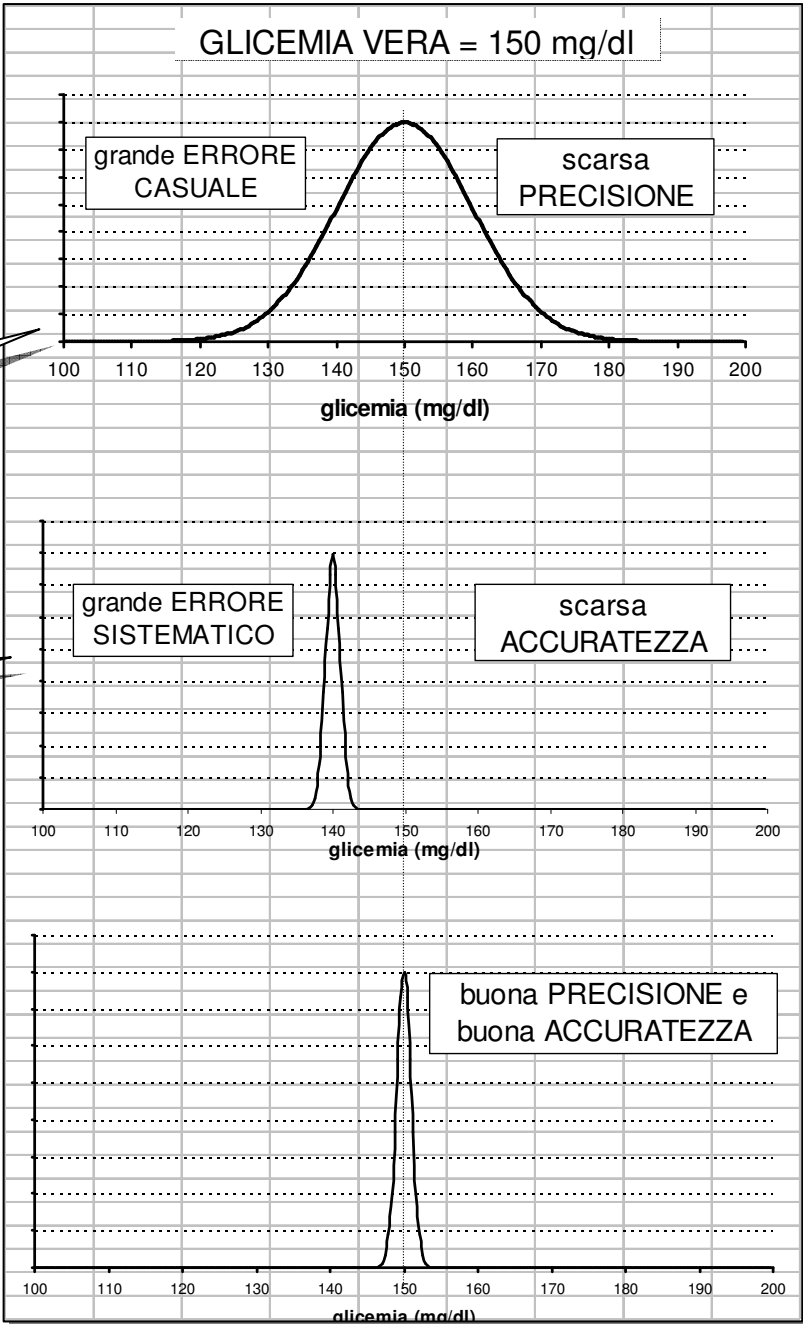


**minore**

# PRECISIONE E ACCURATEZZA DI UNA MISURA

Personale Inesperto

Ritardo eccessivo tra prelievo e lettura



# LE VARIABILI

## VARIABILE o VARIATA (X):

caratteristica o attributo il cui valore varia da un'unità statistica all'altra

## OSSERVAZIONE ( $x_i$ ):

valore assunto da una variabile su una specifica unità statistica

esempio:

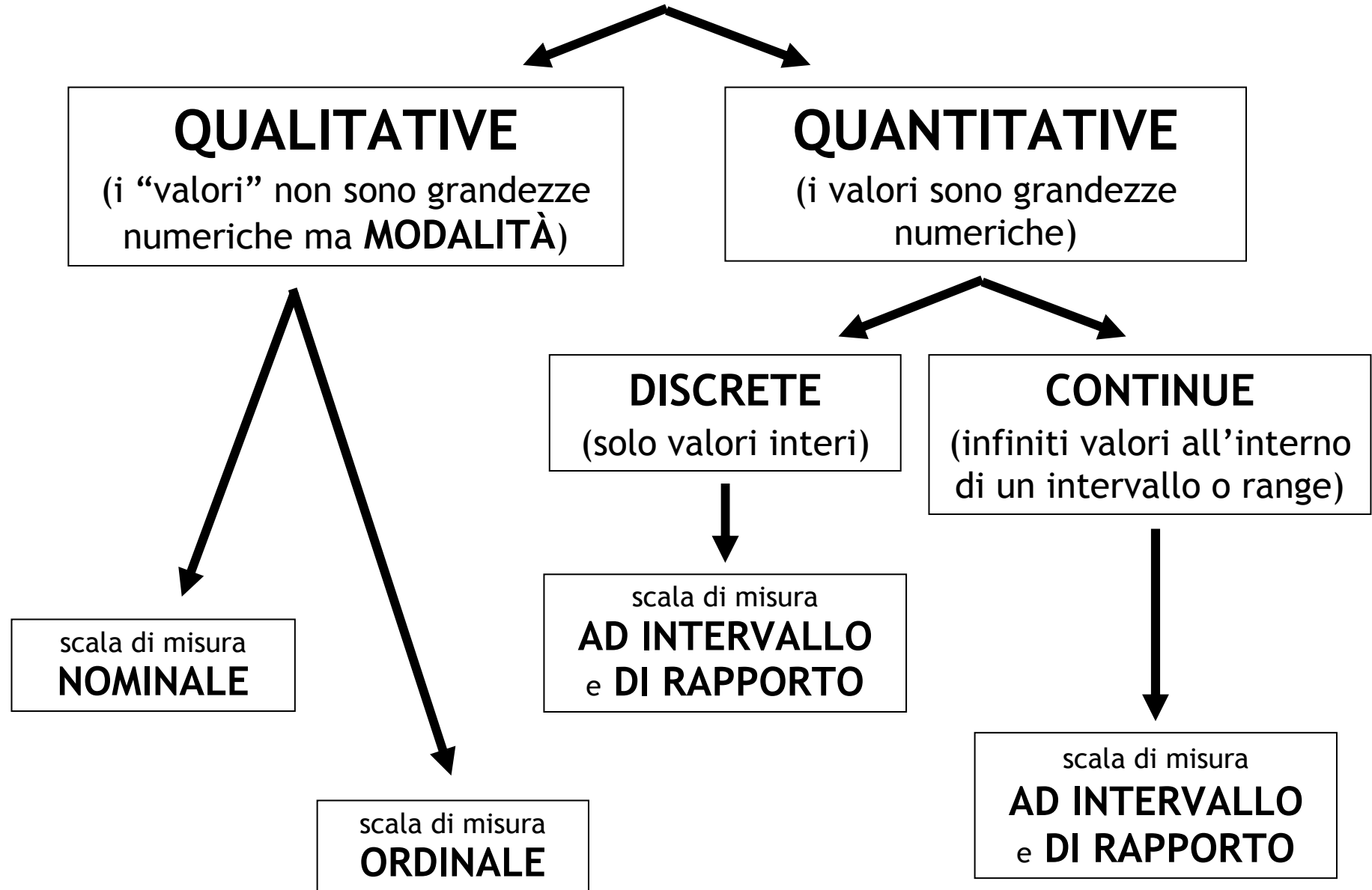
$X = \text{peso (Kg)}$

*rilevato su un campione formato da 10 soggetti:*

52	67	61	87	74	69	73	81	91	64
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$



# VARIABILI



# ESERCIZIO

<i>VARIABILE</i>	<i>VALORI o MODALITÀ(<math>x_i</math>)</i>	<i>TIPO DI VARIABILE</i>	<i>SCALA DI MISURA</i>
numero di figli			
comune di residenza			
età			
fattore Rh			
temperatura (K)			
livello di gravità dell'ostruzione bronchiale cronica			
anno di nascita			
ordine arrivo (gara di sci)			
quoziente intellettivo (QI)			