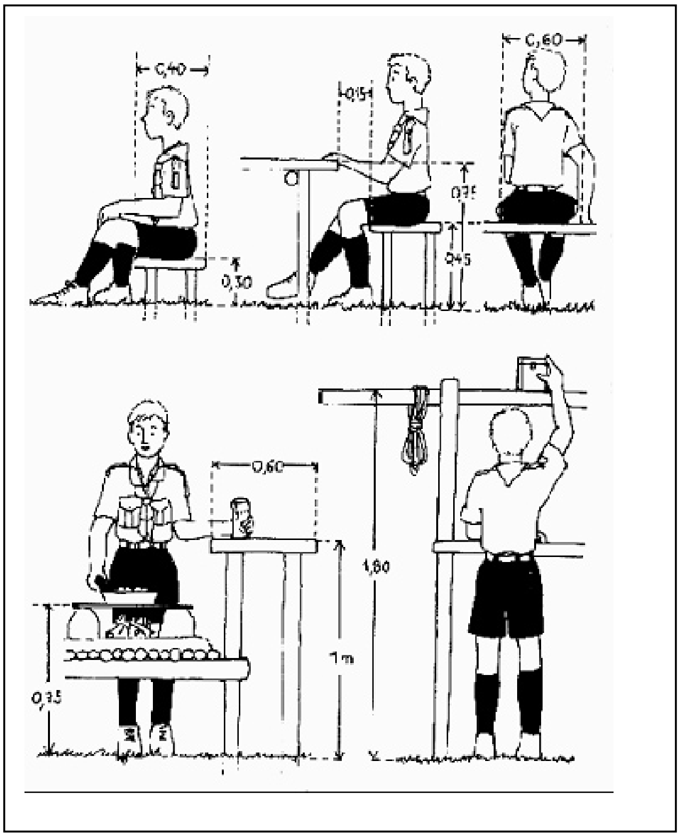
Misure dirette

Se pensassimo di poter fare misure perfette, senza errori, ci potremmo limitare a eseguirle una sola volta, sicuri di "averci azzeccato".



Ma dato che così non è, dobbiamo <u>seguire passo per passo il seguente procedimento</u>:

1) ripetere più volte la misurazione (troveremo valori che potrebbero in parte coincidere e in parte no)

2) eseguire la media aritmetica fra i valori ottenuti

- PERCHE'?
- Perché il valore medio è quello che ha maggiori probabilità di coincidere con il valore reale della misura rispetto ai valori ottenuti dalle singole misurazioni
- COME?
- La media aritmetica fra più valori si ottiene sommandoli e poi dividendo il risultato della somma per il numero dei valori sommati (se la misurazione è stata eseguita 6 volte, dovremo sommare 6 valori e poi dividere per 6)
- E' FINITA QUI?
- NO, perché dire che il valore medio è quello che ha più probabilità di coincidere con il valore reale della misura (che nessuno conosce e quindi nessuno ci svelerà mai) non vuol dire avere la certezza aver trovato il valore reale della misura, come sa bene chi gioca al Totocalcio o al Superenalotto: *spendendo più soldi per giocare più colonne ci fa solo aumentare le probabilità di vincere, ma non ce ne dà la certezza.*

Anzi, a vincere potrebbe essere chi ha giocato due sole colonne, spendendo il minimo e avendo perciò il minimo di probabilità di prendere il 13 o il 6.

Se il valore medio, pur essendo quello più probabile, potrebbe non essere quello giusto, vuol dire che potrebbe essere più grande o più piccolo del valore reale.

Ma di quanto il valore medio può essere più grande o più piccolo del valore reale?

La risposta a questa domanda ce la fornisce il calcolo della semidispersione massima, il 3° passo da compiere nel procedimento della misura diretta.

3) La semidispersione massima si calcola effettuando la differenza tra il valore massimo e il valore minimo tra i valori ottenuti dalle misurazioni effettuate e dividendo il risultato per 2:

$SDM = (V_{max}-V_{min})/2$ La SDM si confronta, poi, con la sensibilità dello strumento.

La maggiore delle due (SDM o sensibilità) si assume come

incertezza della misura o errore assoluto (ε)

L'errore assoluto, così definito, ci dice di quanto il valore reale può essere più grande o più piccolo del valore medio. Ci dice, cioè, di quanto al massimo il valore medio si può discostare dal valore reale, ossia quanto grande può essere l'errore commesso nella misura.

NOTA BENE: quello che ci siamo calcolato è l'errore massimo che possiamo aver commesso. Ma non è detto che un errore l'abbiamo commesso davvero, o, se l'abbiamo commesso, che non sia più piccolo dell'errore assoluto (che è l'errore massimo che possiamo aver commesso).
Non è ancora finita, perché, arrivati a questo punto ci poniamo la domanda se l'errore che possiamo aver commesso sia accettabile o no. L'errore assoluto, da solo, non ci fornisce una risposta a questa domanda: un errore assoluto pari a 1 metro, nella misurazione della lunghezza di una stanza è grandissimo; lo stesso errore di 1 metro, commesso nella misurazione della distanza tra la Terra e il Sole, sarebbe assolutamente trascurabile (sarebbe poca cosa anche un errore di 1.000 chilometri!).
Allora come fare per capire se l'errore assoluto ottenuto è troppo grande per potere considerare accettabile la misura, o sufficientemente piccolo?
Per questo occorre calcolare l'errore relativo.

4) L'errore relativo si calcola facendo il rapporto fra l'errore assoluto e il valore medio

$$\eta = \varepsilon / V_{medio}$$

NOTA BENE: mentre il valore medio e l'errore assoluto hanno una unità di misura (è la stessa per entrambi), l'errore relativo non ha alcuna unità di misura. Si dice che è, perciò, una grandezza adimensionale, o anche che è un numero puro.

5) Per capire meglio il significato dell'errore relativo, si calcola l'errore relativo percentuale, moltiplicando per 100 l'errore relativo

$$\eta_{\%} = \eta * 100$$

Ad esempio, se l'errore relativo è 0,04, quello percentuale risulta essere il 4%, vuol dire che per ogni 100 unità possiamo aver commesso un errore massimo di 4 unità.
Perciò, se stiamo misurando il peso di un oggetto e il suo valore medio è di 300 [g], l'errore massimo che possiamo aver commesso è pari a 12 [g] (cioè possiamo avere sbagliato, in più o in meno, al massimo di 4 [g] ogni 100 [g]).

Qual è il massimo errore relativo accettabile?
Non si può dire: se si sta costruendo un componente del motore di un aereo gli errori ammissibili sono sicuramente molto più piccoli di quelli accettabili per la costruzione delle panchine di un parco pubblico.
Quindi occorrerà stabilirlo di volta in volta.

Una volta stabilito il massimo errore relativo tollerabile, se l'errore relativo supera questo limite, l'operazione di misura va ripetuta dall'inizio (dal punto 1).
Se l'errore relativo non supera il limite massimo che abbiamo fissato, l'operazione di misura può dirsi conclusa e possiamo quindi dire che la misura della grandezza è:

$$V = (V_{med} \pm \varepsilon) \text{ [unità di misura]}$$

Come vedi, la misura dell'ipotetica grandezza V si esprime scrivendo il suo valore medio ± l'errore assoluto. Il significato di questo modo di esprimere la misura è che il valore medio è quello più probabile, ma che potremmo aver commesso un errore, per cui il valore reale della misura (che nessuno ci svelerà mai) potrà essere più grande o più piccolo del valore medio.
Quel ± (leggi "più o meno") sta appunto a indicare lo scarto massimo, in più o in meno, tra il valore reale (che nessuno potrà mai conoscere) e quello medio, sta a indicare l'incertezza della misura.
Facciamo un esempio semplice e perciò alquanto stupido.
Supponiamo che 4 cronometristi abbiano cronometrato una gara di corsa, ottenendo le seguenti misure: a) 20[s] b) 16[s] c) 20[s] d) 24[s]

Applichiamo il procedimento descritto prima:

- Calcolo del valore medio: t_{med} = (20+16+20+24)/4 = 20[s] (la lettera t è il simbolo del tempo)

- Calcolo dell'errore assoluto: t = $(t_{max} - t_{min})/2$ = (24-16)/2 = 4[s]

- Calcolo dell'errore relativo: $t = \varepsilon_t / t_{med}$ = 0,20

- Calcolo dell'errore relativo percentuale: $\eta\% = \eta * 100$ = 20%

Supponendo che l'errore relativo sia accettabile (in realtà il 20% è elevatissimo), la misura di quell'intervallo di tempo sarà: t = (20±4) [s]

I valori possibili di questa misura sono quindi: 20 (il valore più probabile), 19 e 21 (un po' meno probabili), 18 e 22 (ancora meno probabili), fino a 16=(20-4) e 24=(20+4) (i valori che hanno le minori probabilità ma sono sempre possibili). Possiamo rappresentare questi numeri con dimensioni diverse: tanto più grandi quanto maggiori sono le probabilità di coincidere col valore reale

16 17 18 19 20 21 22 23 24

Riassumendo: misura diretta

1) individuare sensibilità e portata dello strumento di misura usato;

2) ripetere più volte la misurazione della stessa grandezza;

3) calcolare la media aritmetica dei valori ottenuti;

4) arrotondare per eccesso o per difetto il valore medio in base alla sensibilità dello strumento di misura usato;

5) calcolare la SDM = $(V_{max}-V_{min})/2$;

6) arrotondare sempre per eccesso la SDM alla prima cifra significativa;

7) assumere come errore assoluto (o incertezza) della misura il maggiore tra la SDM e la sensibilità dello strumento di misura;

8) arrotondare il valore medio alla stessa cifra alla quale è stato arrotondato l'errore assoluto;

9) calcolare l'errore relativo $\eta = \varepsilon$/ Vmedio;

10) arrotondare sempre per eccesso l'errore relativo alla 3ª cifra decimale;