

## Misure e cifre significative

William Thomson lord Kelvin sosteneva che se si vuole capire realmente un fenomeno scientifico bisogna misurarlo.

La misura quindi è una parte importante dell'indagine scientifica, perché solamente quantificando numericamente le caratteristiche di un determinato evento naturale lo possiamo capire e interpretare.

Una misura non è mai esatta perché nell'effettuazione della stessa si commettono sempre errori, dovuti sia ai limiti della strumentazione utilizzata che alla perizia del misuratore.

Gli **errori** in una misurazione possono essere **casuali** o **sistematici**.

Gli **errori casuali**, detti anche aleatori o accidentali, sono imprevedibili e non dipendono dalle condizioni sperimentali; essi possono produrre alterazioni della misura in senso sia positivo che negativo, cioè possono fare aumentare o diminuire il valore della misura.

Gli errori casuali sono dovuti a fenomeni transitori che possono cambiare nel tempo e non possono comunque essere eliminati dalla misura; si possono però minimizzare elaborando statisticamente i dati delle misure.

Gli **errori sistematici** possono dipendere dall'utilizzo di metodiche di misurazione errate, da strumenti difettosi, dall'influenza dell'ambiente esterno e dalla maggiore o minore perizia del misuratore.

Questo tipo di errore può essere individuato ed eliminato eseguendo controlli accurati della metodica, della strumentazione e dell'ambiente in cui si effettua la misurazione; si possono ulteriormente minimizzare gli errori sistematici addestrando bene gli operatori che effettuano le misure.



**FIGURA 1** Tiri poco accurati (perché in buona parte lontani dal centro) e poco precisi (perché dispersi)



**FIGURA 2** Tiri poco accurati (perché lontani dal centro) ma precisi (perché vicini)



**FIGURA 3** Tiri molto accurati e precisi

Le misure possono essere più o meno **accurate** e/o più o meno **precise**.

Differentemente dal linguaggio comune la **precisione** è la capacità di ottenere valori numericamente vicini quando una misura è ripetuta più volte.

Una misura precisa dunque non è detto che sia più vicina al valore vero. La proprietà di una misura di essere vicina al valore vero viene detta **accuratezza**.

Per spiegare meglio la differenza tra questi concetti paragoniamo l'effettuazione di una misura al tiro a segno.

Più vicini al centro del bersaglio saranno i colpi, maggiore sarà l'accuratezza.

Più vicini invece saranno i colpi l'un l'altro e maggiore sarà la precisione, indipendentemente dalla vicinanza al centro del bersaglio (**FIGURA 2**).

I tiri ideali (**FIGURA 3**) saranno quelli più vicini al centro (maggiore accuratezza) e nello stesso tempo più vicini tra loro (maggiore precisione).

**TABELLA 1** Esempio di misura: in rosso

Numero della misura	Misura
1	0,727
2	0,728
3	0,699
4	0,729

**TABELLA 2** Numeri e cifre significative (in rosso)

Numero	Cifre significative
0,00108	3
0,0108	3
0,108	3
60,8	3
0,1080	4
60,80	4
1525,0	5

Quando si effettua una misura in ambito scientifico è bene ripetere la stessa più volte per poter avere una idea sulla sua precisione.

Quando, per esempio, si effettua quattro volte la stessa misura (**TABELLA 1**) e uno dei quattro valori diverge in maniera significativa, questo valore si scarta; successivamente si effettua la media dei restanti valori. La misura viene espressa numericamente utilizzando l'unità di misura appropriata. L'accuratezza di una misura dipende dal numero di cifre significative che si possono esprimere. Le **cifre significative** sono le cifre sia unitarie che decimali che hanno un significato fisico e dipendono dalla sensibilità dello strumento che si utilizza nella misura.

La **sensibilità** è la misura minima che può effettuare lo strumento.

Per esempio, se si deve misurare la massa di un corpo e si dispone di una bilancia tecnica che ha la sensibilità di un centesimo di grammo (0,01g), si può esprimere la misura al massimo con due cifre decimali rispetto al grammo (ad esempio 0,11g).

Se invece lo stesso corpo viene pesato con una bilancia analitica che ha una sensibilità al decimo di milligrammo (0,0001g) la stessa misura può essere espressa in maniera più accurata (ad esempio 0,1111g).

Per individuare il numero di cifre significative (vedi **TABELLA 2**) dobbiamo seguire le seguenti regole:

- 1) i numeri diversi da zero sono cifre significative;
- 2) gli zeri che stanno a sinistra del primo numero diverso da zero non sono cifre significative;
- 3) gli zeri finali sono cifre significative solo se seguono la virgola (ad esempio 15,000); non sono cifre significative gli zeri non decimali (ad esempio 15000 ha due cifre significative: 15).
- 4) il risultato di operazioni matematiche tra numeri con diverse cifre significative avrà lo stesso numero di cifre significative dell'operando con minori cifre significative. Ad esempio:

$$6,876 + 4,657 + 3,54678 + 1,2 = 16,3$$