

# Pillola 3 («scatola degli attrezzi»)

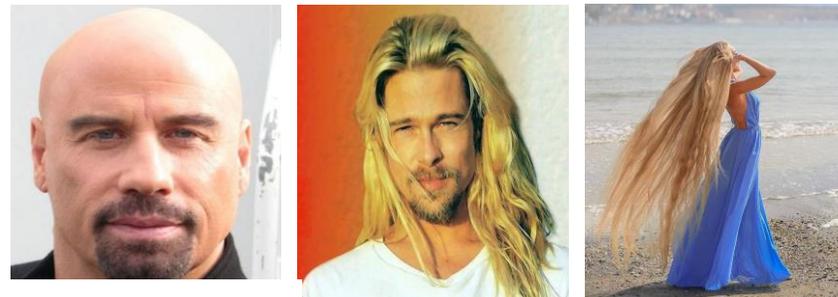
## Grandezze e incertezze



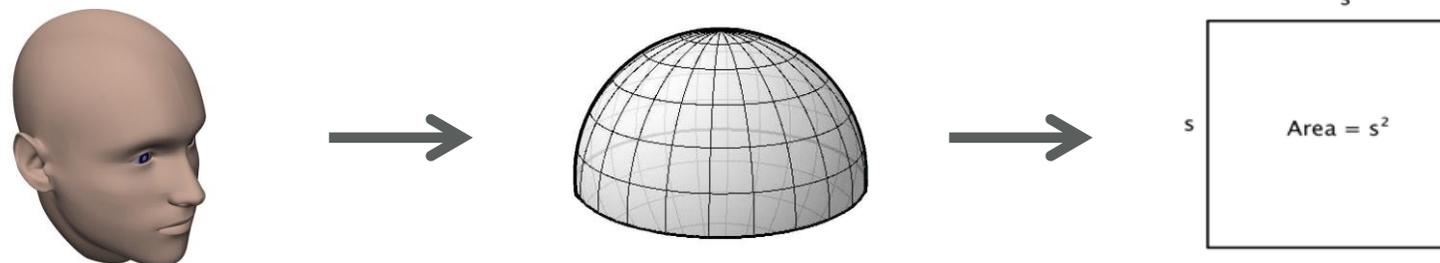
Si ringrazia il collega Prof. Lorenzo Magnea (dispense A.A. 2019-20) per gli spunti

# Esercizio 1: quanti capelli abbiamo?

- Definisci il problema più precisamente
- Quanti capelli in un centimetro quadrato?



- Quanto è grande la nostra testa?



- **Numero di capelli = Densità di capelli x Area della testa = ?**

# Esercizio 1: quanti capelli abbiamo?

- Nel mio caso proviamo una stima rozza:
  - Numero «medio» di capelli:  $n = 125$  per  $\text{cm}^2$
  - Devo stimare la superficie del mio cuoio capelluto
    - Circonferenza della testa:  $C = 60$  cm
    - Ipotesi di simmetria sferica
      - $C = 2 \pi R$
      - $R = 9,55$  cm
    - I capelli ricoprono circa metà testa
      - Area di una sfera:  $A = 4 \pi R^2$
      - Area cuoio capelluto:  $A_C = A / 2 = 2 \pi R^2 = C R = 572,96$   $\text{cm}^2$
  - Quindi  $N = n \times A_C = 71620$  capelli  $\sim 7,1 \cdot 10^4$  capelli
  - Ordine di grandezza:  $10^4 - 10^5$
- Provateci anche voi!

# Esercizio 1: quanti capelli abbiamo?

## BioNumber Details Page

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>ID</b>             | 101509  |
| <b>Property</b>       | Number of hairs on human head   |
| <b>Organism</b>       | <a href="#">Human Homo sapiens</a>  |
| <b>Range</b>          | 90,000-150,000  |
| <b>Units</b>          | <a href="#">unitless</a>  |
| <b>Reference</b>      | Amazing numbers in biology, Rainer Flindt, Springer 2006, pp. 212 table 4.2.2   |
| <b>Primary Source</b> | See references in german in the book mentioned above  |
| <b>Comments</b>       | blonde 150,000 brown haired 110,000 black haired 100,000 red haired 90,000  |
| Entered By            | igal milo   |
| Date Added            | May 22, 2008 10:16 PM   |
| Date Edited           | Jul 07, 2008 12:55 PM   |
| Version               | <a href="#">2</a>   |
| Permalink             | <a href="http://bionumbers.hms.harvard.edu//bionumber.aspx?id=101509&amp;ver=2">http://bionumbers.hms.harvard.edu//bionumber.aspx?id=101509&amp;ver=2</a> |

$\sim 10^5$

Dal sito “Bionumbers” dell’Università di Harvard

# Esercizio 2: Quanto vale il patrimonio immobiliare degli italiani?

- Definisci il problema più precisamente.
  - ✓ Case? Fabbriche? Edifici pubblici? Terreni?
- Quanti sono gli italiani?
- Quante persone per unità immobiliare?
  - ✓ Famiglie?
  - ✓ Seconde case?
- Quanto vale in media una unità immobiliare?



- Cosa stiamo trascurando?
  - ✓ Immobili pubblici? Strutture non abitative?
- **Patrimonio = Numero di unità x Valore medio x # = ?**

# Esercizio 2: Quanto vale il patrimonio immobiliare degli italiani?

## 2 ANALISI TERRITORIALE DEL VALORE DEL PATRIMONIO ABITATIVO

Nel presente capitolo è analizzata la distribuzione territoriale del patrimonio abitativo in termini di spazio e di valore, le variazioni intervenute tra il 2011 ed il 2012 e un *focus* sulle città di Roma, Milano e Napoli.

Il valore del patrimonio abitativo di proprietà delle persone fisiche e dei soggetti non persone fisiche (enti, società, istituzioni, ecc.) oltre che delle pertinenze costituite da cantine, box e posti auto, ammonta complessivamente a 6.575 miliardi nel 2012 e a 6.617 miliardi nel 2011, rispettivamente così composti:

|                                    |               | 2012           | 2011           |                             |
|------------------------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| <b>Persone Fisiche (PF)</b>        | Abitazioni    | 5.686,6        | 5.718,7        | <i>miliardi di €</i>        |
|                                    | Pertinenze    | 297,8          | 296,9          | <i>miliardi di €</i>        |
|                                    | <b>Totale</b> | <b>5.984,5</b> | <b>6.015,7</b> | <b><i>miliardi di €</i></b> |
| <b>Persone Fisiche (PNF)</b>       | Abitazioni    | 547,0          | 557,7          | <i>miliardi di €</i>        |
|                                    | Pertinenze    | 43,4           | 43,5           | <i>miliardi di €</i>        |
|                                    | <b>Totale</b> | <b>590,5</b>   | <b>601,2</b>   | <b><i>miliardi di €</i></b> |
| <b>Totale Patrimonio Abitativo</b> | Abitazioni    | 6.233,7        | 6.276,4        | <i>miliardi di €</i>        |
|                                    | Pertinenze    | 341,3          | 340,5          | <i>miliardi di €</i>        |
|                                    | <b>Totale</b> | <b>6.574,9</b> | <b>6.616,9</b> | <b><i>miliardi di €</i></b> |

Dati Agenzia delle Entrate - “Gli immobili in Italia 2015”

# Esercizio 3: Quanti pannolini per bambini si usano ogni anno in Europa?

- Definisci il problema più precisamente.

Quale definizione di Europa? Fisica? EU?

- Quanti sono gli europei?
- Quanti bambini europei usano pannolini?

Come sono distribuiti gli europei in fasce di età?

Quanti bambini che usano pannolini ci sono?

- Quanti pannolini utilizza un bambino in un giorno?



$$\bullet N_{\text{pannolini}} = N_{\text{bambini}} \times N_{\text{pannolini-per-giorno-per-bambino}} \times 365 = ?$$

## Ulteriori domande

- I pannolini costituiscono un problema ecologico?
- Materiali: quanta plastica/polimeri/legno?
- Rifiuti: quali volumi? Quali tempi di degradabilità?

Peso di un pannolino nuovo? Volume di un pannolino usato?



# Esercizio 3

Journal of Cleaner Production 95 (2015) 322–331



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Journal of Cleaner Production

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)



## Evolution of disposable baby diapers in Europe: life cycle assessment of environmental impacts and identification of key areas of improvement



Mauro Cordella <sup>a,\*</sup>, Iris Bauer <sup>b</sup>, Anja Lehmann <sup>b</sup>, Matthias Schulz <sup>c</sup>, Oliver Wolf <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Institute for Prospective Technological Studies, Edificio Expo, c. Inca Garcilaso 3, 41092 Seville, Spain

<sup>b</sup> PE International AG, Hauptstraße 111–113, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany

<sup>c</sup> DEKRA Consulting GmbH, Handwerkstr. 15, 70565 Stuttgart, Germany

### 1. Introduction

Promoting and following sustainable practices of production and consumption is one of the key challenges of modern society and it concerns all industrial sectors and products. Disposable baby diapers represent an important product on the market in terms of production volume, function provided to consumers and visibility. Production in the EU and Turkey has increased from about 18 000

million product units in 1997 to more than 22 000 million in 2009, for a market value of about 5000 million euros (EDANA, 2011). Trends suggest that a further increase of the production volume in the EU is likely, which could create additional pressures on the environment in the absence of appropriate technical measures to improve the environmental performance of the products.

Research and development at product design level has focused on finding innovative solutions for the potential reduction and control of the environmental impacts of disposable baby diapers. In particular, one of the most important achievements of industry has been the reduction of the average weight of products in the EU by more than 44% in the last 25 years (EDANA, 2011), which was mainly associated with the introduction of superabsorbent polymers (SAP) (Horie et al., 2004). Improvements to product design

\* Corresponding author. Tel.: +34 954480578.  
E-mail addresses: [Mauro.CORDELLA@ec.europa.eu](mailto:Mauro.CORDELLA@ec.europa.eu) (M. Cordella), [I.Bauer@pe-international.com](mailto:I.Bauer@pe-international.com) (I. Bauer), [A.Lehmann@pe-international.com](mailto:A.Lehmann@pe-international.com) (A. Lehmann), [Matthias.Schulz@dekra.com](mailto:Matthias.Schulz@dekra.com) (M. Schulz), [Oliver.WOLF@ec.europa.eu](mailto:Oliver.WOLF@ec.europa.eu) (O. Wolf).

Uno studio sull'impatto ambientale dei pannolini

# Altri esercizi ...

- Quale frazione del bilancio del Comune di Torino viene spesa per illuminare le strade della città?
- Quanti accordatori di pianoforte ci sono a Torino?
- Quanto costa al Comune di Torino illuminare le strade della città per un anno?
- Quanto pesa l'atmosfera terrestre?
- Quanti meteoriti cadono sulla Terra in un anno?
- Quanto pesa la Piramide di Cheope?
- Quanta acqua c'è sulla Terra?

# Errori di misura

- La misura di una grandezza fisica è **SEMPRE** soggetta ad **ERRORE**.
- L'errore è la stima della discrepanza tra il valore misurato della grandezza e il suo valore vero
- Si distinguono tre tipi di errori di misura (fonti di incertezza sul valore vero):
  - **Limiti strumentali**
    - ✓ Ogni strumento di misura ha una sensibilità dichiarata, che corrisponde a una capacità di risolvere valori distinti della grandezza fisica
  - **Errori statistici**
    - ✓ Le misure di precisione se ripetute danno risultati diversi a causa di perturbazioni ed effetti accidentali non controllabili da parte dello sperimentatore
    - ✓ Gli errori statistici si verificano sia per eccesso che per difetto
  - **Errori sistematici**
    - ✓ Discrepanze dovute a erronea taratura degli strumenti, o all'aver trascurato effetti fisici rilevanti
    - ✓ Ogni errore sistematico si verifica sempre per eccesso o sempre per difetto

# Errori statistici

- Gli errori statistici possono essere controllati e ridotti **ripetendo molte volte** la misura della grandezza  $G$ . Avendo effettuato  $N$  misure:

- Valor Medio: 
$$\bar{G} = \langle G \rangle = \frac{1}{N} (G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_N)$$

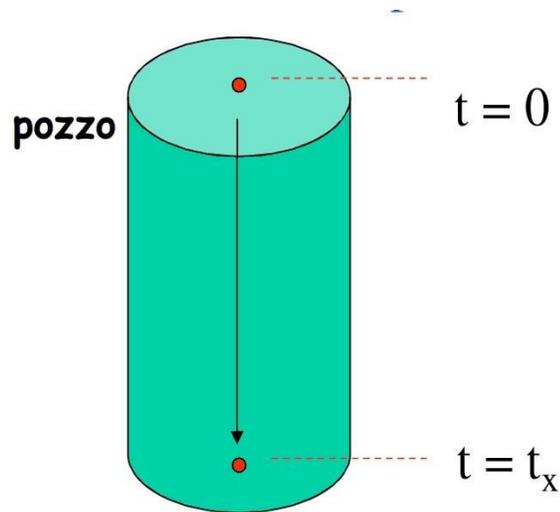
- Deviazione Standard: 
$$\sigma_G = \sqrt{\frac{1}{N} [(G_1 - \bar{G})^2 + (G_2 - \bar{G})^2 + \dots + (G_N - \bar{G})^2]}$$

- Errore sul valore medio: 
$$\Delta G = \frac{1}{\sqrt{N}} \sigma_G \quad \text{diminuisce all'aumentare di } N$$

# Errori Sistematici

- Gli errori sistematici devono essere corretti caso per caso o stimati cambiando le condizioni e i metodi della misura
- Esempio: stima della profondità di un pozzo dal tempo di caduta di un sasso  $t_x$

- Possibili effetti sistematici:



- Tempo di reazione del cronometrista
- Tempo di propagazione del suono
- Effetto della resistenza dell'aria

# Svarioni e disturbi

## Gli svarioni

Sono quegli errori madornali dovuti ad esempio ad una distrazione dello sperimentatore (lettura errata dello strumento, trascrizione sbagliata dei dati, ...)

## I disturbi

I disturbi sono errori occasionali, temporanei, che scompaiono quando la misura viene ripetuta

*Entrambi sono eliminabili da parte di un attento sperimentatore*

# Gli errori sistematici

Sono errori che alterano la misura sistematicamente  
in eccesso o in difetto



non sono rilevati mediante la ripetizione delle misure,  
ma confrontando risultati di misure eseguite con  
strumenti o procedure diverse

# Gli errori sistematici

- **Difetti dello strumento** (in uno strumento starato non esiste accordo tra il “valore vero” della grandezza e la risposta dello strumento )
- **Interazione strumento-sperimentatore** (nell’errore di parallasse l’errore è dovuto ad una sbagliata angolazione dello sperimentatore rispetto alla scala dello strumento)
- **Interazione strumento-fenomeno** (nella misura della temperatura di un fluido con un termometro, ciò che si misura effettivamente è la temperatura del sistema termometro-fluido dopo il raggiungimento dell’equilibrio termodinamico)
- **Errate condizioni di lavoro** (alcuni strumenti sono tarati per lavorare a determinate temperature e forniscono risposte non veritiere se usati ad altre temperature)

# Errori casuali

Possono avvenire con uguale probabilità sia in difetto che in eccesso rispetto al valore vero: tipicamente si distribuiscono in modo simmetrico intorno alla **media aritmetica**



sono rilevati mediante la ripetizione delle misure e sono spiegati con l'impossibilità di riprodurre esattamente le stesse condizioni sperimentali

A differenza degli errori sistematici, gli errori casuali sono **inevitabili** e **non eliminabili**, ma trattabili in quanto il loro contributo può essere quantificato mediante l'analisi statistica dei risultati

**Osservazione:** se si adopera per la misura uno strumento di scarsa sensibilità, i valori delle misure ripetute coincidono

# Notazioni

- Esistono diversi modi di caratterizzare l'errore associato a una misura.

- Stima della grandezza fisica:  $G = \bar{G} \pm \Delta G$

- Errore percentuale:  $\frac{\Delta G}{G}$  (è **adimensionale!!!**)

- Cifre significative:

$$L = 38,42 \text{ m} \quad \leftrightarrow \quad L = 38,42 \pm 0,01$$

$$L = 38,420 \text{ m} \quad \leftrightarrow \quad L = 38,420 \pm 0,001$$

# Cifre significative

lunghezza = ( 1,1284 ± 0,0003 ) m

1,1287  
1,1281

- Possiamo dire che la misura vale 1,1284 m, sottintendendo che l'errore è sull'ultima cifra decimale (4).
- Diremo che la misura ha 5 cifre significative:
  - 1,1283456: 4, 5 e 6 sono cifre NON significative
  - 1,128368543: 6, 8, ... sono cifre NON significative
- 1,1284 m = 0,0011284 km, ed anche la misura in km ha sempre 5 cifre significative (è la stessa!)
- Quindi, per valutare il numero delle cifre significative, non si considerano tutti gli zeri in successione che si trovano a sinistra!

# Cifre significative e arrotondamento

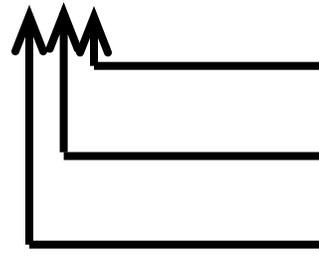
6,2846 m +

7,1230 m =

$$6,2846 + 7,123 = ?$$

---

13,4076 m

  
= 6 + 0 ossia sign. + non sign. = non sign.  
= 4 + 3 ossia sign. + sign. = sign.  
= 8 + 2 ossia sign. + sign. = sign.

- Il risultato ha dunque solo 5 cifre significative (3 dopo la virgola)
- Osservando che 13.4076 è più vicino a 13.408 che a 13.407, possiamo scrivere 13.408 m

Arrotondamento

# Errori ...

**La Rai esalta i dati Auditel e lo spazio lasciato alla musica  
Fazio promette più scioltezza,  
Teocoli confessa l'imbarazzo**

**Un'audience da record  
per Fazio e Co.**

di ALBA SOLARO

**SANREMO** - Sarà anche stata un poco "moscia", e lo spettacolo non proprio brillante, ma la prima serata del festivalone anno 2000 ha portato a casa cifre di ascolto che fanno già parlare la Rai di "festival dei record": "Da quando esiste l'Auditel", ha annunciato in sala stampa il direttore di Raiuno Agostino Saccà, "abbiamo registrato l'ascolto più alto nel prime time".



Tradotto in cifre: la prima parte del festival, dalle 20.50 alle 22.40, è stata seguita da 17 milioni 551 mila telespettatori, con un picco di 20 milioni 859 mila (e uno share del 68,18 per cento). Mentre la seconda parte dello show, dalle 22.45 alle 23.37 (conclusa per una volta in perfetto orario), ha raccolto 12 milioni 527 mila telespettatori.

- Da <https://www.auditel.it/metodologia/>
  - Auditel è in grado di misurare ogni giorno, 24 ore su 24, minuto per minuto, gli ascolti televisivi (contenuti editoriali e pubblicità)
  - Questa grande indagine sociale viene realizzata visitando le case di oltre 20 mila famiglie: la Ricerca di Base Auditel
  - Il campione consta di **16.100 famiglie**, equivalenti a circa **41.000 individui**
- Quindi: base dati = 16.100 famiglie (41.000 individui, significa 2,55 persone a famiglia, che rappresentano gli italiani)
- Share nel primo periodo del 68,18%: significa che, su 41.000 individui, hanno guardato Fazio 27.954 persone. Questi corrispondono a 20859000 italiani. Errore?
- Quindi gli italiani dotati di tv sarebbero: 30594016. Errore?
- In tutto questo discorso:
  - Non si considerano errori
  - Si suppone che tutti gli italiani guardino la tv

# Errori ...

LE PREVISIONI D'INVERNO

## Pil, l'Italia corre meno della Ue: crescita a +1,4%. Sale il deficit

Dopo una crescita moderata nel 2015, l'economia italiana si rafforza nel 2016 e nel 2017: Il Pil quest'anno è dato all'1,4% ma all'1,3% il prossimo. Deficit al 2,5% in crescita rispetto alle precedenti stime così come e il debito pubblico al 132,4%

## Confindustria, Italia rallenta. Stima Pil +0,8% nel 2015 e +1,4% nel 2016. Padoan ammette: "Stagnazione secolare"

The Economist explains

## Why GDP is so difficult to measure

Jan 27th 2016, 23:31 BY M.J.



MEASURING output is the best way we have of taking the temperature of an economy. But the industry standard, gross domestic product (GDP) has a host of weaknesses. It is reliant on an arbitrary definition of what is productive, so it includes childcare by nannies but not by house-husbands and wives. It takes no account of who is doing the producing, meaning an economy could have a single worker or full employment. It ignores the underground economy to a large extent, guaranteeing that production always undershoots reality. But more than any of these, GDP is extremely difficult to measure.

In July 2015 America's Bureau of Economic Analysis (BEA) announced that GDP had grown by 2.3% in the second quarter. This was below expectations; US stockmarkets slipped in response. But in August and September, the BEA issued revisions that pushed growth up to 3.7% and then to 3.9%. Suddenly, America's economy was seen to be roaring ahead again, even though nothing extra had been produced. The BEA publishes its first estimate for the last quarter of 2015 on January 29th. Commentators believe it will show that the economy slowed to around 1%. But that figure is almost certain to change, possibly significantly, in future releases. The actual performance of the economy is likely to remain unclear.

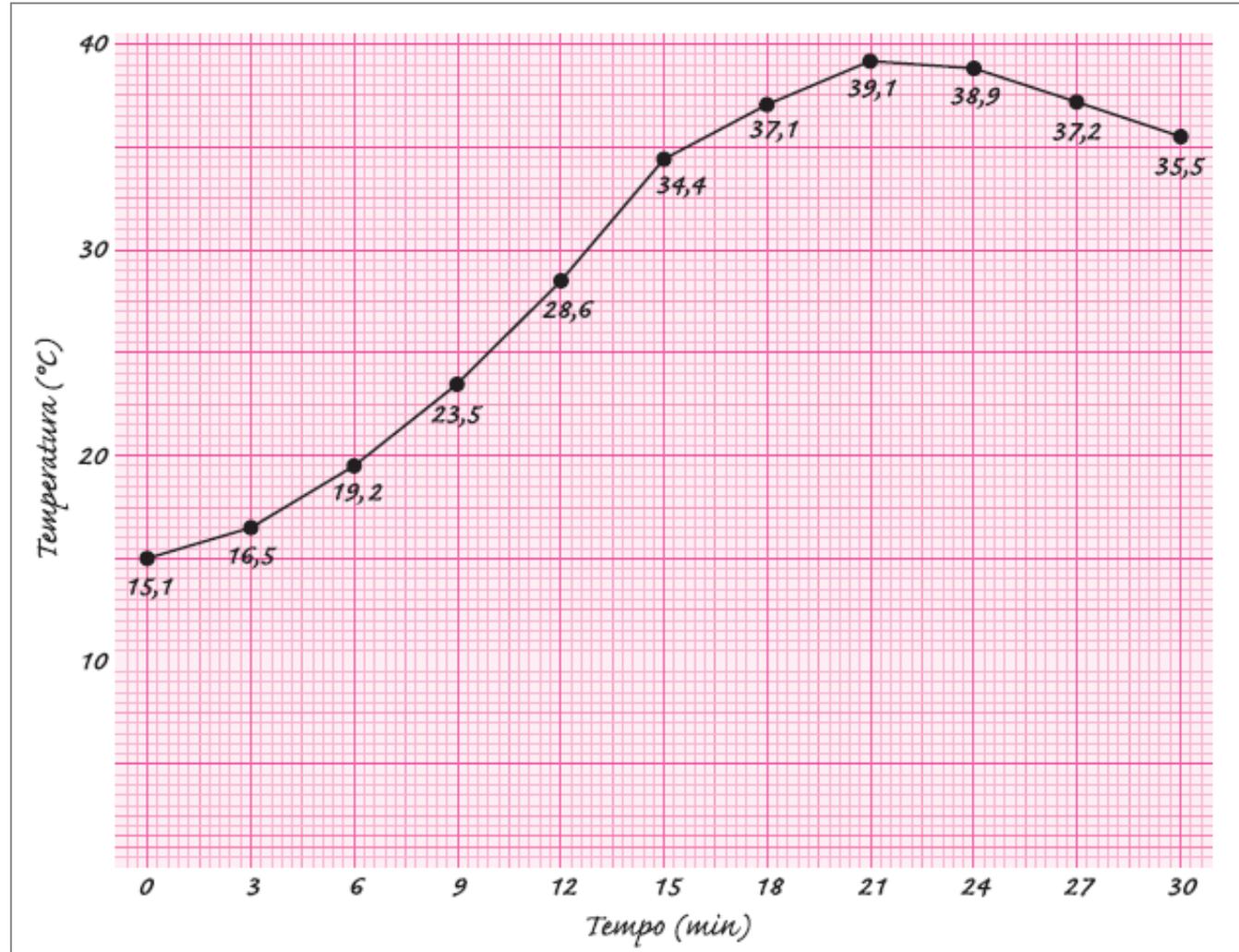
# Raccolta e analisi dei dati

Si possono rappresentare i dati in una tabella.

| Misurazione | Tempo (minuti) | Temperatura (°C) |
|-------------|----------------|------------------|
| $t_0$       | 0              | 15,1             |
| $t_1$       | 3              | 16,5             |
| $t_2$       | 6              | 19,5             |
| $t_3$       | 9              | 23,5             |
| $t_4$       | 12             | 28,6             |
| $t_5$       | 15             | 34,4             |
| $t_6$       | 18             | 37,1             |
| $t_7$       | 21             | 39,1             |
| $t_8$       | 24             | 38,9             |
| $t_9$       | 27             | 37,2             |

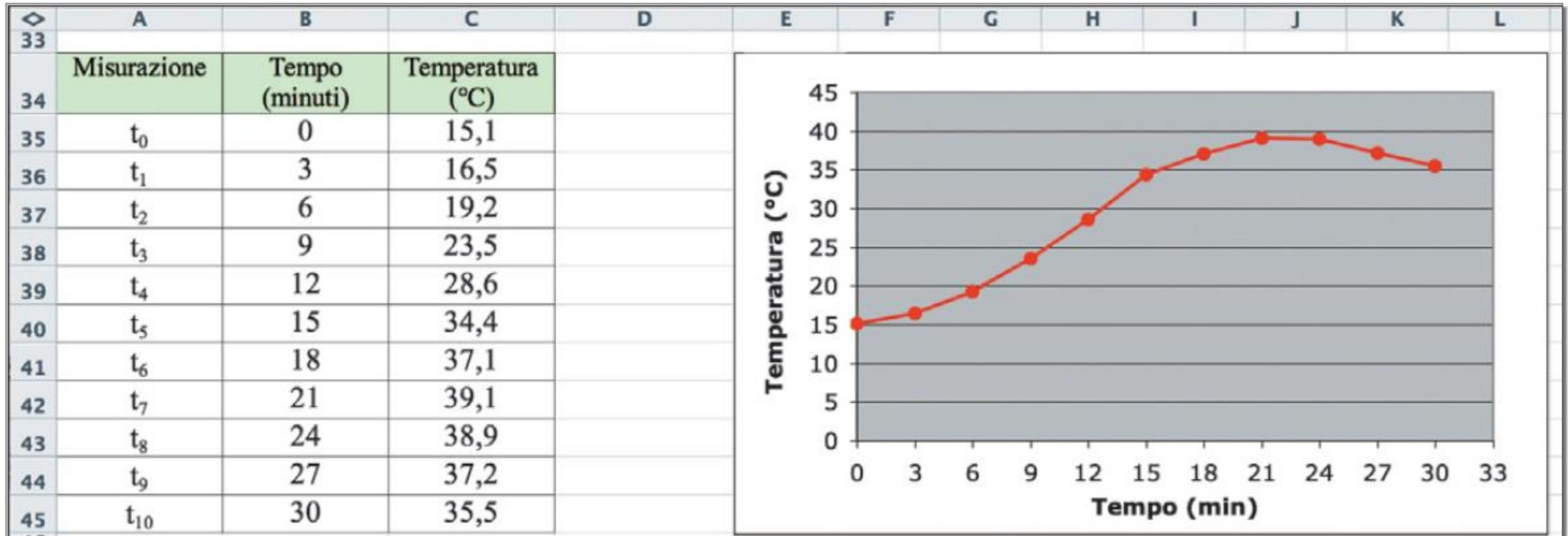
# Raccolta e analisi dei dati

O in un grafico.



# Raccolta e analisi dei dati

O in un foglio elettronico.



# Raccolta e analisi dei dati

- Ancora meglio, nel grafico vengono riportati i valori medi di ciascuna misurazione, accompagnati dalla propria barra di errore.

