



**UNI EN ISO 10012:2004**  
**LA TARATURA E LA CONFERMA METROLOGICA**  
**DELLE APPARECCHIATURE DI MISURA**

**5 MAGGIO 2022**

## **PRESENTAZIONE**

Il corso presenta i concetti di metrologia necessari per poter gestire in modo corretto il processo di taratura.

Offre inoltre indicazioni per effettuare la verifica delle prestazioni di un'apparecchiatura di misura.

Infine suggerisce le indicazioni generali per valutare l'incertezza di taratura e come utilizzarla nel processo di conferma metrologica.

## **OBIETTIVI**

Il corso, dopo una panoramica su alcuni principali concetti di metrologia, fornisce i criteri per effettuare la conferma metrologica delle apparecchiature di misura e per ottimizzare le scelte gestionali (intervallo di taratura, errore massimo ammesso dello strumento in taratura). Il corso illustra inoltre le modalità operative per la gestione completa del processo di taratura inclusa una adeguata stesura della procedura di taratura ed una corretta emissione dei documenti di registrazione. Infine sono fornite le indicazioni di base per la valutazione dell'incertezza di taratura.

## **DESTINATARI**

Responsabili della Qualità o addetti al Controllo Qualità, responsabili di laboratori aziendali, addetti alla gestione e taratura degli strumenti, responsabili della conferma metrologica della strumentazione, operatori addetti al controllo degli strumenti di produzione.

## **Docente**

**ALDO PONTERIO–**

Membro UNI/CT 047/GL 05 “Apparecchiature di misura”

# CONDIVIDIAMO IL NOSTRO PATTO D'AULA

-Conosciamoci: iniziamo con un giro di presentazione. Ognuno di noi potrà dire di cosa si occupa, in quale ambito lavora, quali aspettative ha rispetto al corso. Se il corso si svolge da remoto rendiamoci riconoscibili scrivendo il nostro nome e cognome nella nostra finestra di Zoom

-Partecipiamo attivamente e confrontiamoci: il corso è un momento di apprendimento che passa anche dal confronto con il docente e i partecipanti. Facciamo domande, chiediamo chiarimenti, ascoltiamo i contributi di tutti

-Utilizziamo gli strumenti in modo consapevole: se il corso si svolge da remoto teniamo preferibilmente accesa la webcam; silenziamo il microfono quando non stiamo parlando; alziamo la mano per richiedere la parola; usiamo la chat se indicato dal docente. Se il corso si svolge in presenza, alziamo la mano per richiedere la parola

-Stabiliamo insieme le pause e rispettiamole

-Evitiamo distrazioni: per quanto possibile, silenziamo il telefono ed evitiamo di leggere mail o messaggi. Durante le pause avremo modo di gestire eventuali urgenze

-Contribuiamo al miglioramento dei corsi UNITRAIN: al termine del corso, compiliamo il questionario di customer satisfaction e forniamo eventuali suggerimenti di miglioramento

-Per il rispetto della privacy di tutti, non ci è permesso effettuare registrazioni audio, video o acquisire screenshot

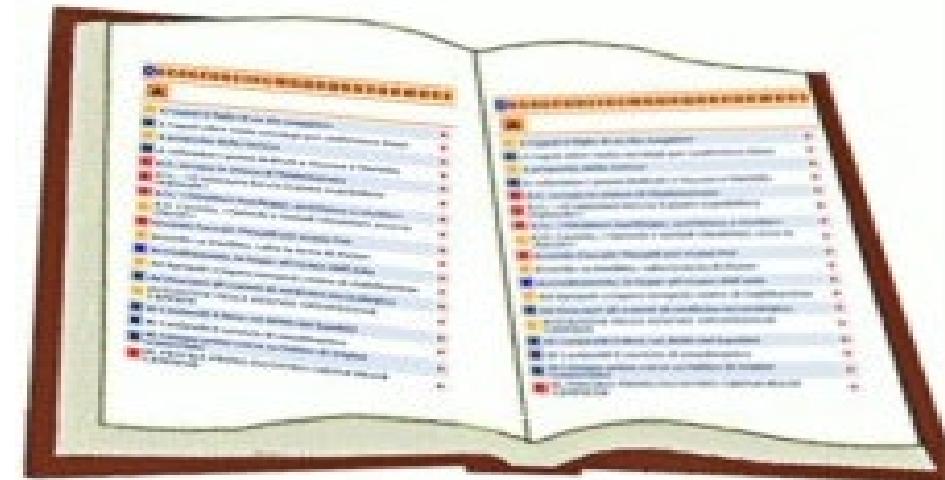
## IL TEAM UNITRAIN SI IMPEGNA A:

-Inviarvi il materiale didattico

-Elaborare ed inviare l'attestato di partecipazione a chi abbia frequentato almeno il 90% dell'ammontare ore del corso. UNITRAIN si riserva la facoltà di verificare, a campione, l'effettiva partecipazione al corso attraverso appelli intermedi.

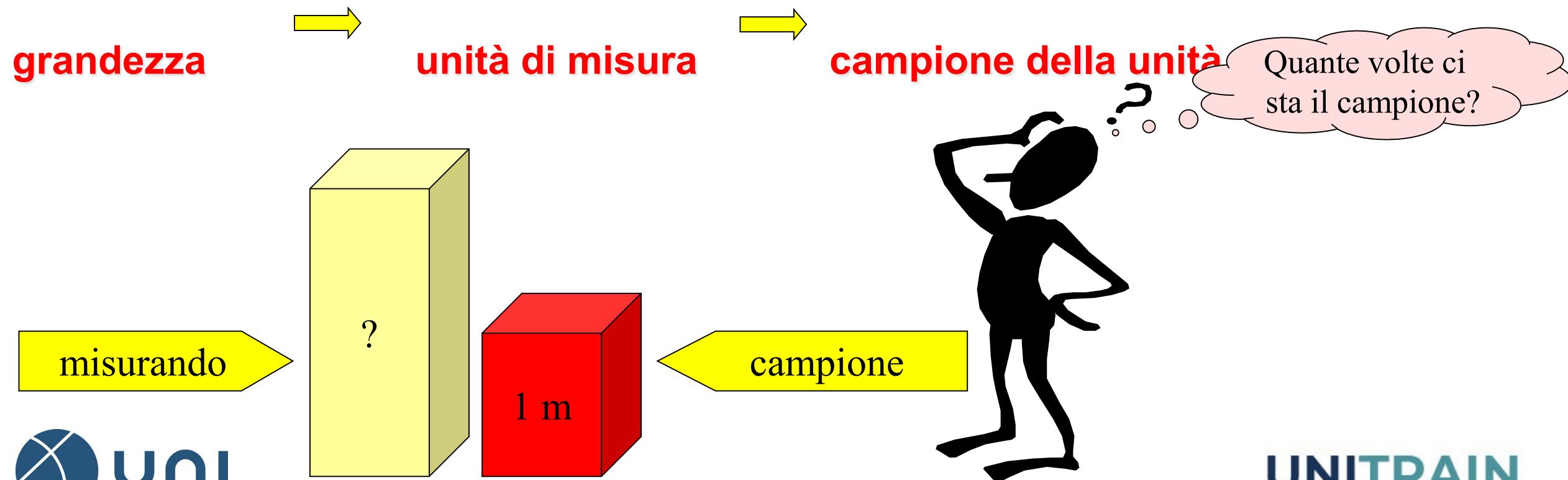
# Programma

- Principali concetti di metrologia  
Errori e incertezza di misura  
Riferibilità metrologica e Sistema Nazionale di Taratura
- La conferma metrologica  
Verifica dell'errore massimo ammesso  
Definizione e riesame degli intervalli di taratura  
L'impatto della conferma metrologica nelle verifiche di conformità di prodotto
- La taratura degli strumenti  
Contenuti della procedura di taratura e del rapporto di taratura  
Cenni sulla valutazione dell'incertezza  
Regolazione degli strumenti sulla base dei risultati della taratura
- Esercitazione sulla conferma metrologica



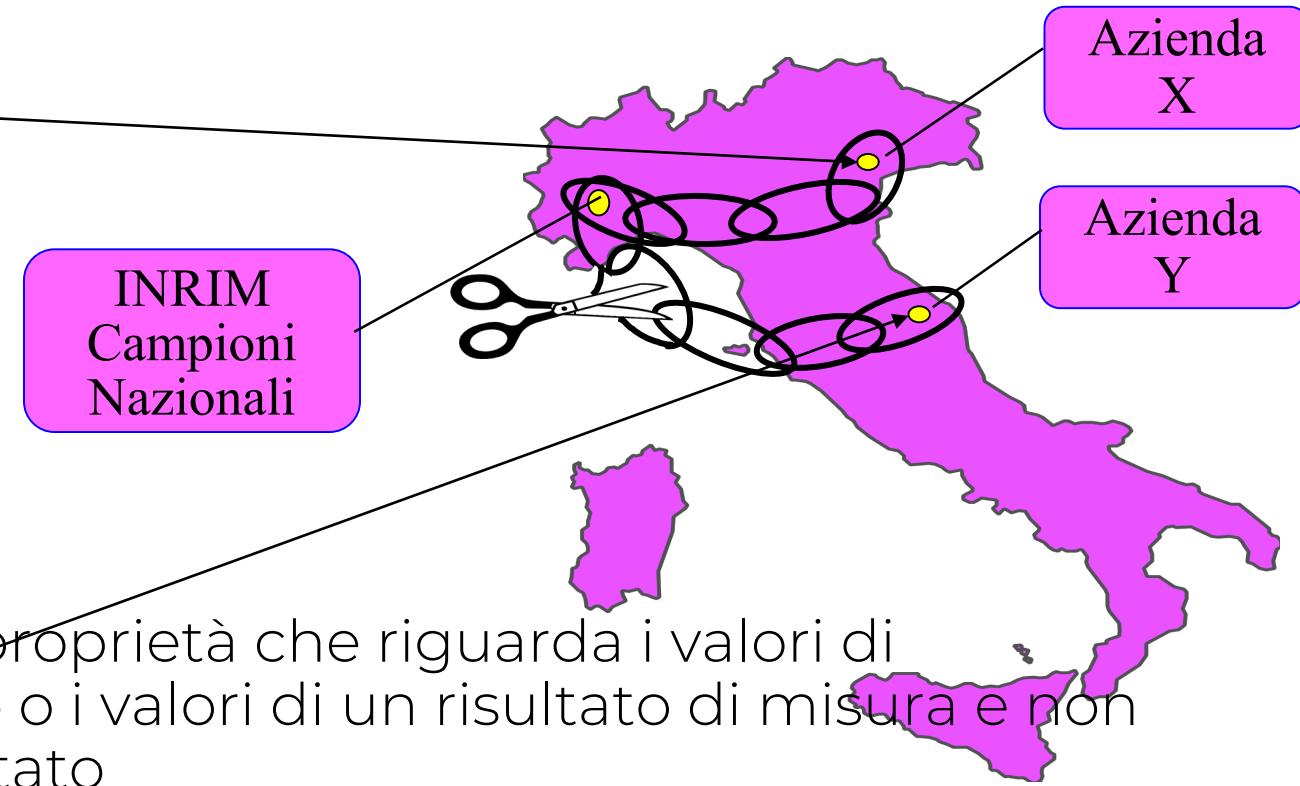
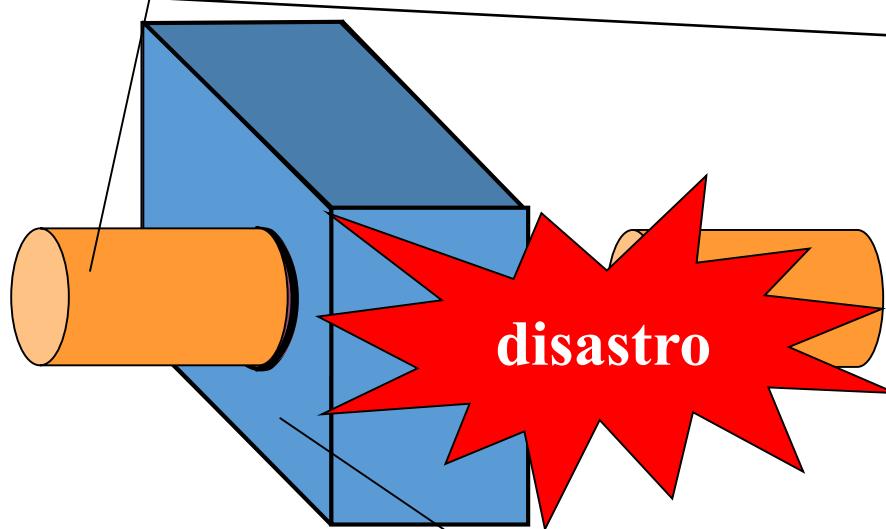
# Teoria della misura

- Si definisce “misurazione” processo volto a ottenere sperimentalmente uno o più valori che possono essere ragionevolmente attribuiti a una grandezza (misurando).
- Una misurazione si realizza mediante confronto tra grandezze.
- Si stima quindi il valore del rapporto tra la grandezza incognita e quella omogenea scelta come unità di misura.



# La riferibilità metrologica

Proprietà di un risultato di misura per cui esso è posto in relazione a un riferimento attraverso una documentata catena ininterrotta di tarature, ciascuna delle quali contribuisce all'incertezza di misura.



La riferibilità metrologica è quindi una proprietà che riguarda i valori di attribuiti ad un campione di riferimento o i valori di un risultato di misura e non l'organizzazione che ha fornito tale risultato

Il risultato di una misurazione è sempre riferibile se è ottenuto da:

- 1- Un istituto nazionale di metrologia cui servizi sono coperti da CIPM MRA;
- 2- Un laboratorio di taratura accreditato i cui servizi sono idonei e l'ente di accreditamento è coperto dagli accordi ILAC

# La legge 273

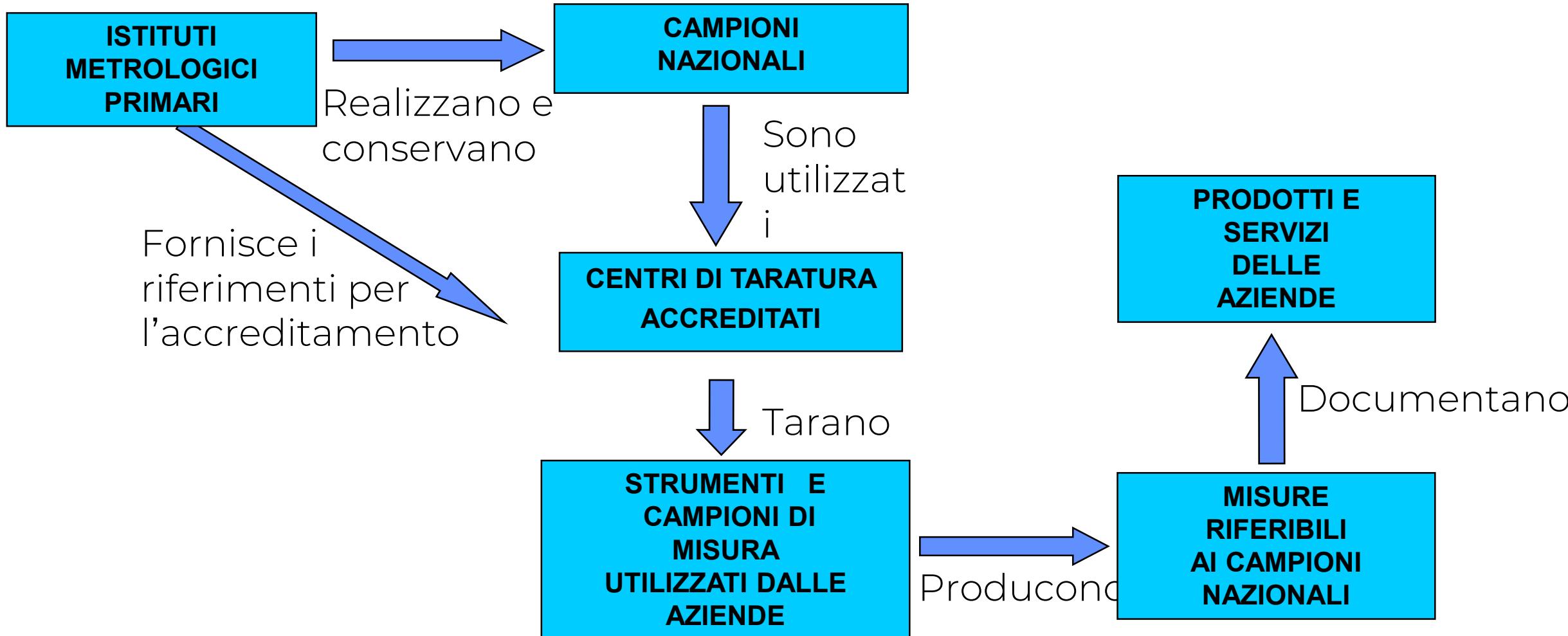
## Istituzione del sistema nazionale di taratura

### Articolo 4 comma 1

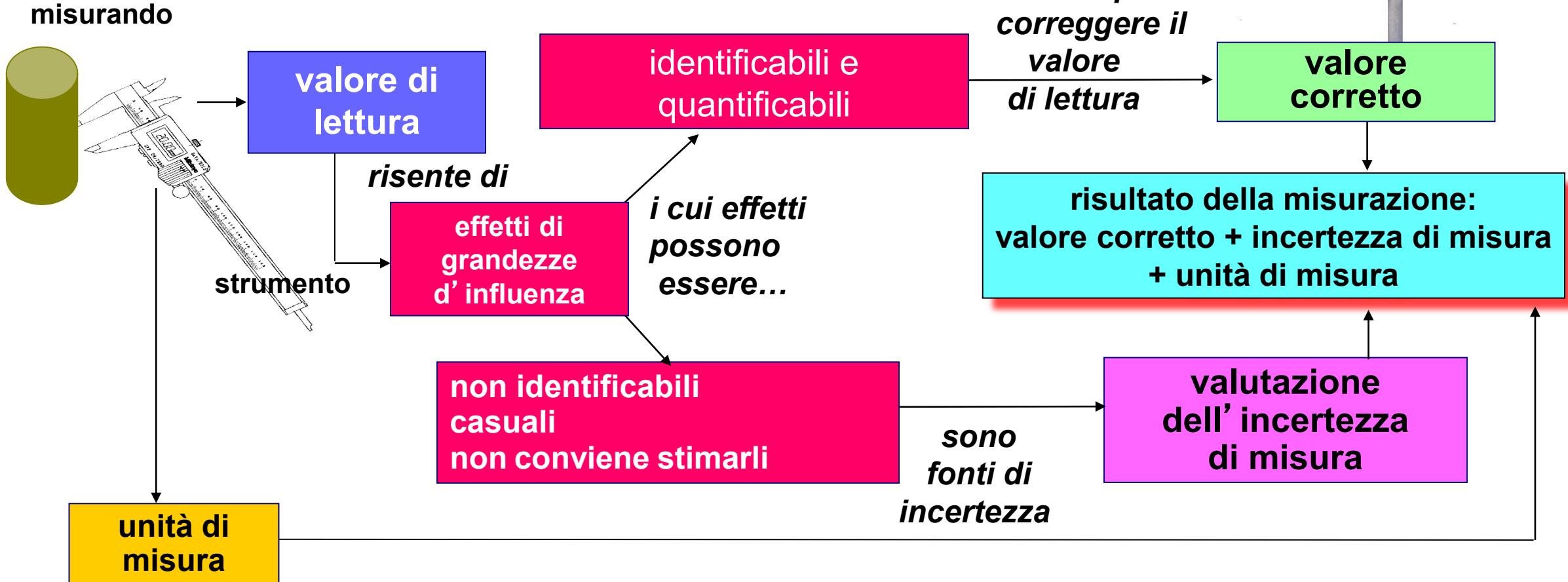
I centri di taratura sono costituiti da laboratori di idonea valenza tecnica e organizzativa convenzionati con gli istituti metrologici primari per l'effettuazione della taratura degli strumenti di misura sulla base di campioni secondari confrontati periodicamente con i campioni nazionali.



# Il Sistema Nazionale di Taratura

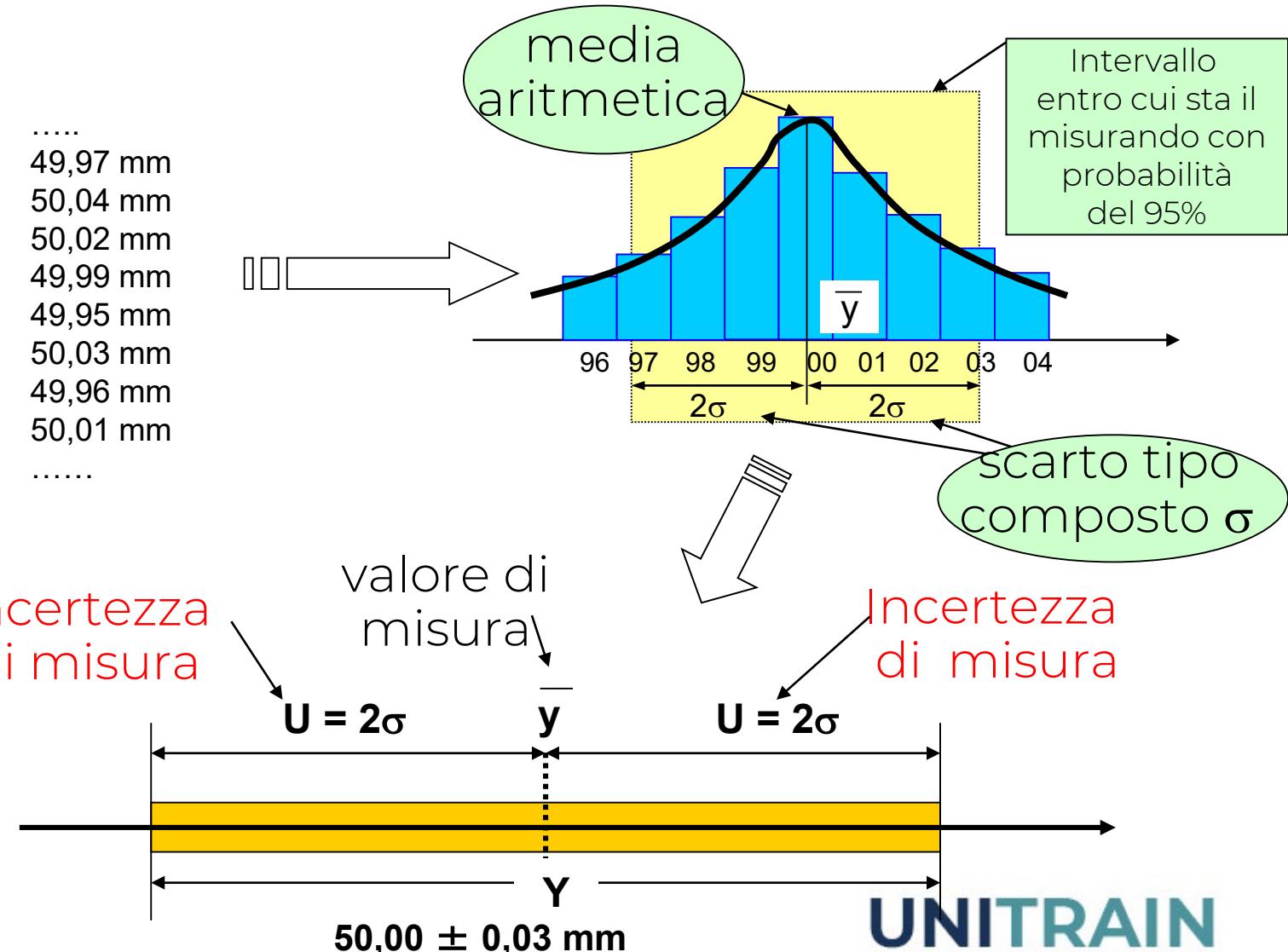
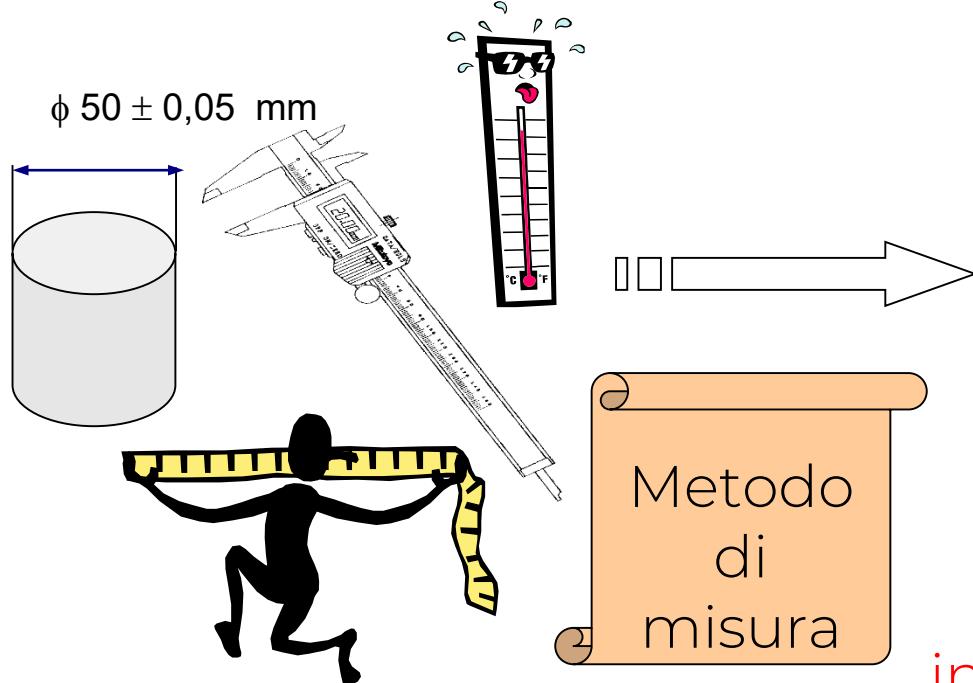


# Da cosa è generata l'incertezza?



# Il processo di misurazione

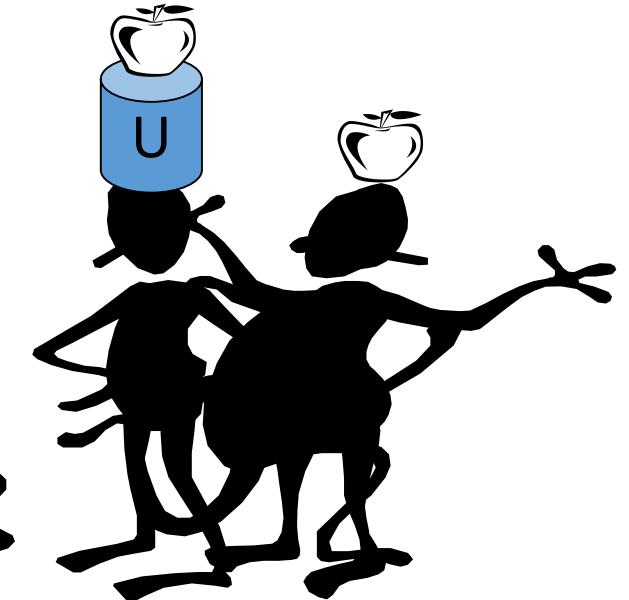
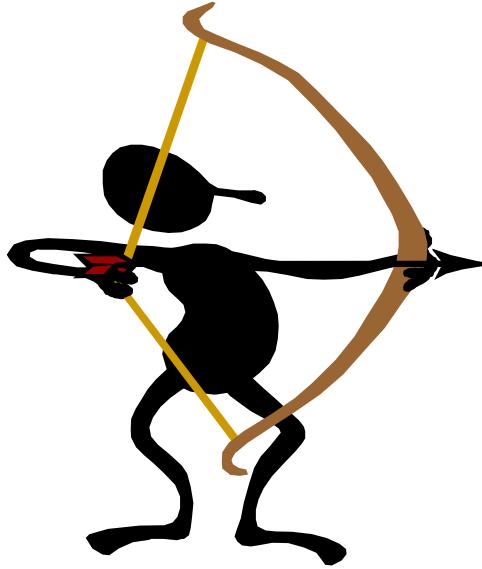
l'insieme delle operazioni che ha lo scopo di determinare il valore di una grandezza



# Come tenere conto dell'incertezza U

Parametro non negativo che caratterizza la dispersione dei valori di una grandezza che sono attribuiti a un misurando, sulla base delle informazioni utilizzate.

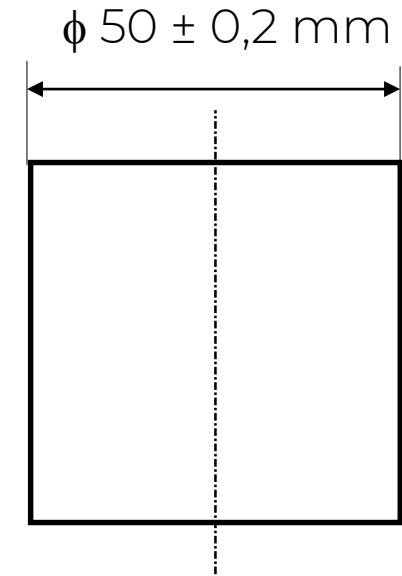
(VIM)



# Verifica delle tolleranze

## ESEMPIO:

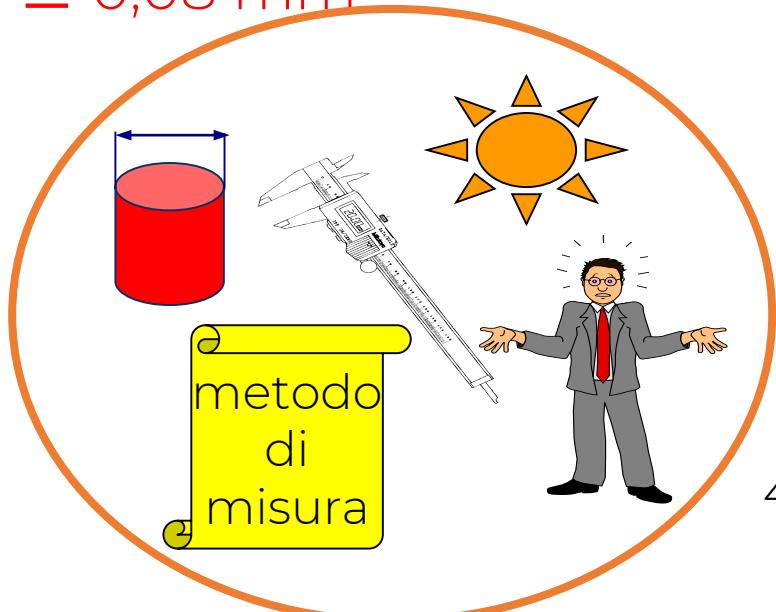
diametro di un cilindro (valore nom): 50 mm  
limite superiore di tolleranza: +0,2 mm  
limite inferiore di tolleranza: -0,2 mm  
tolleranza: 0,4 mm



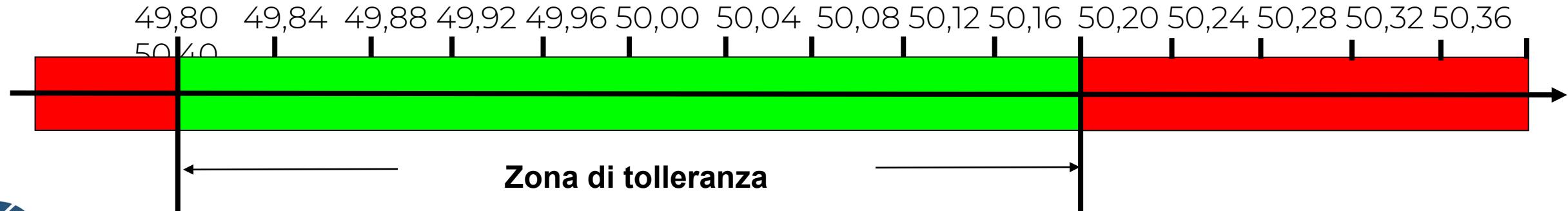
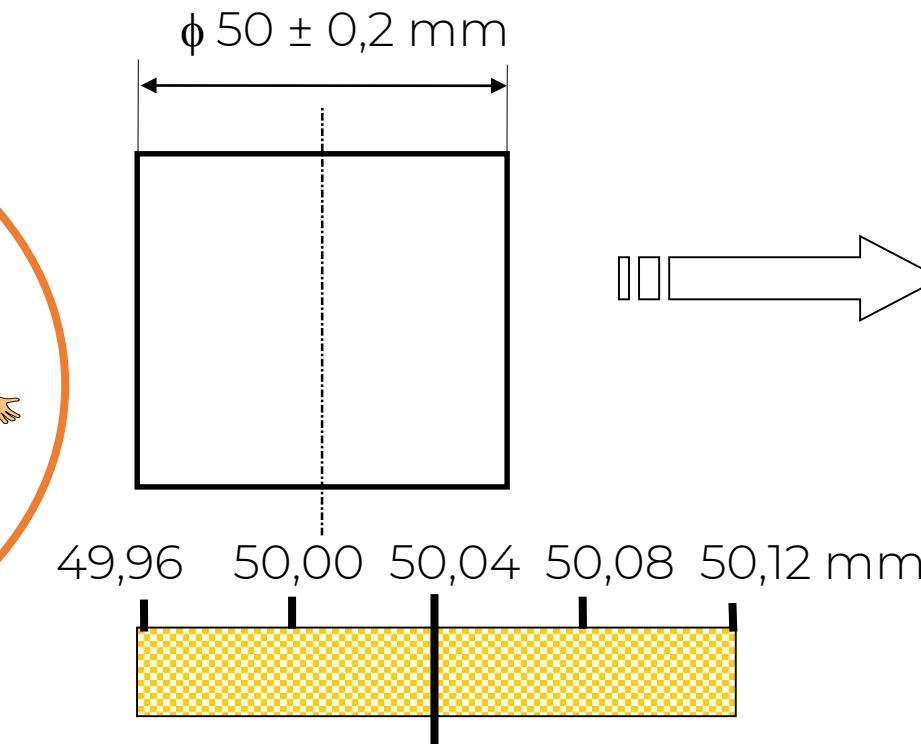
# Verifica di conformità alle specifiche

Incertezza di misura :

$\pm 0,08 \text{ mm}$



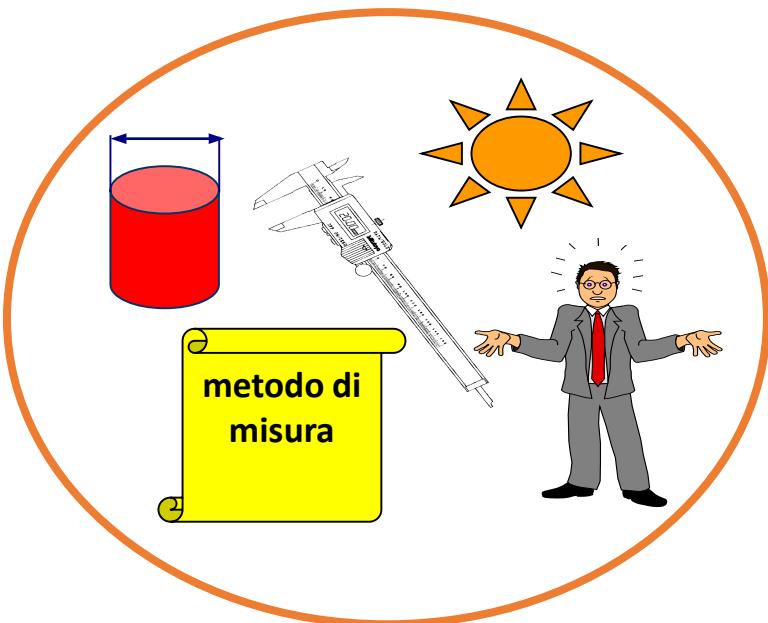
$\phi 50 \pm 0,2 \text{ mm}$



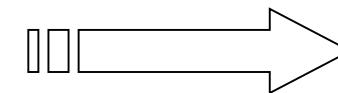
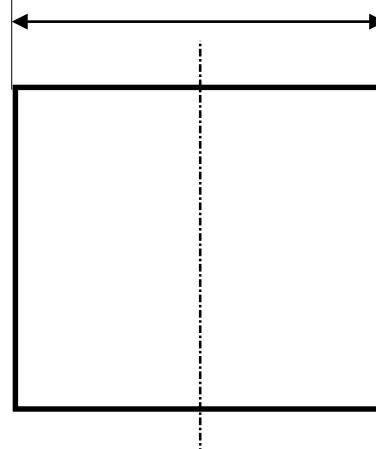
# Verifica di conformità alle specifiche

Incertezza di misura :

$\pm 0,08 \text{ mm}$

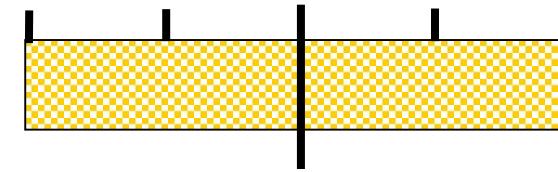


$\phi 50 \pm 0,2 \text{ mm}$



$50,32 \pm 0,08 \text{ mm}$

50,24 50,28 50,32 50,36 50,40



49,80 49,84 49,88 49,92 49,96 50,00 50,04 50,08 50,12 50,16 50,20 50,24 50,28 50,32 50,36

50,40

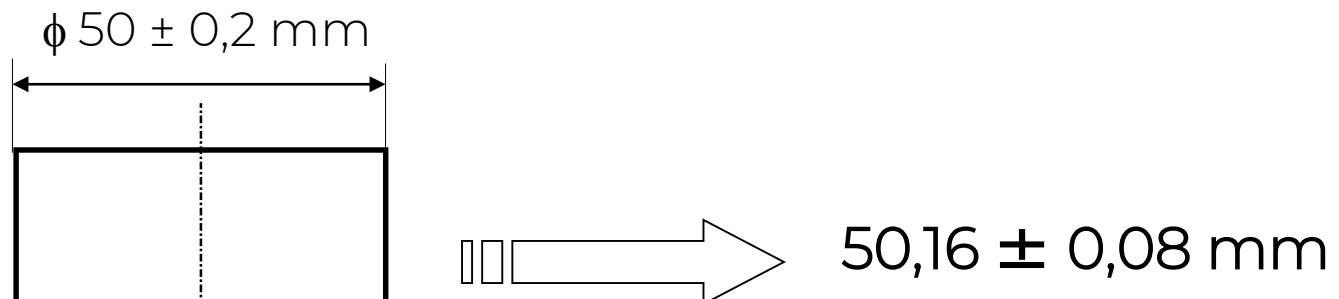
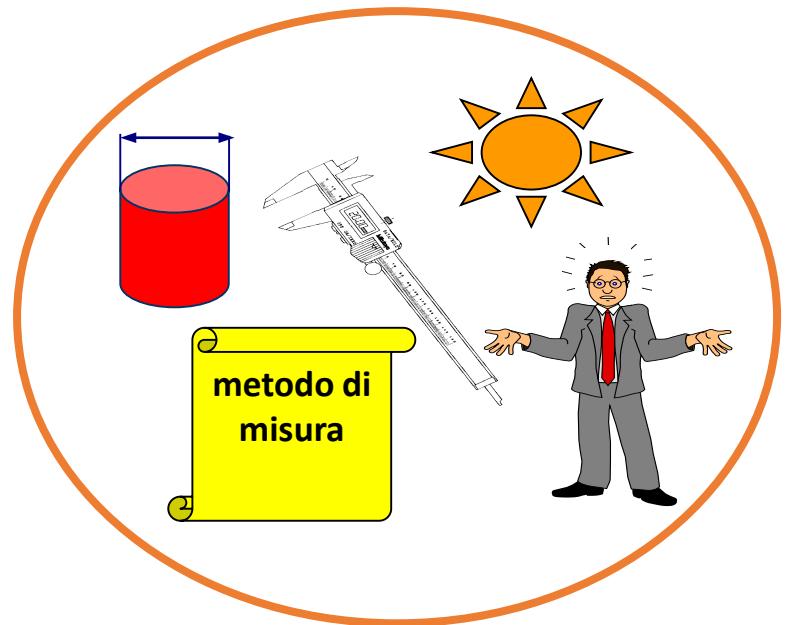


Zona di tolleranza

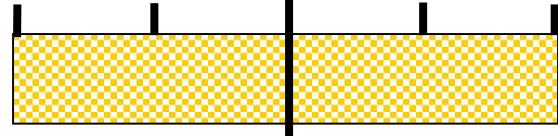
# Verifica di conformità alle specifiche

Incertezza di misura :

$\pm 0,08 \text{ mm}$



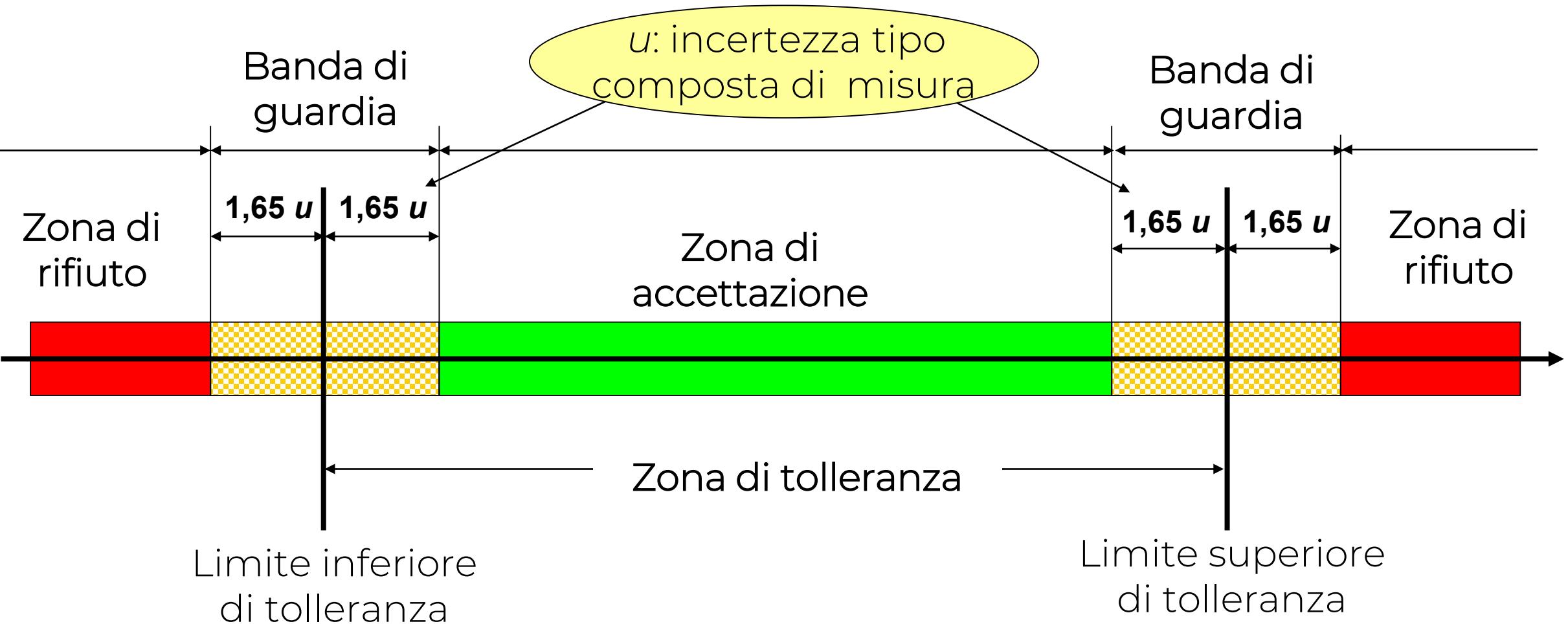
50,08 50,12 50,16 50,20 50,24



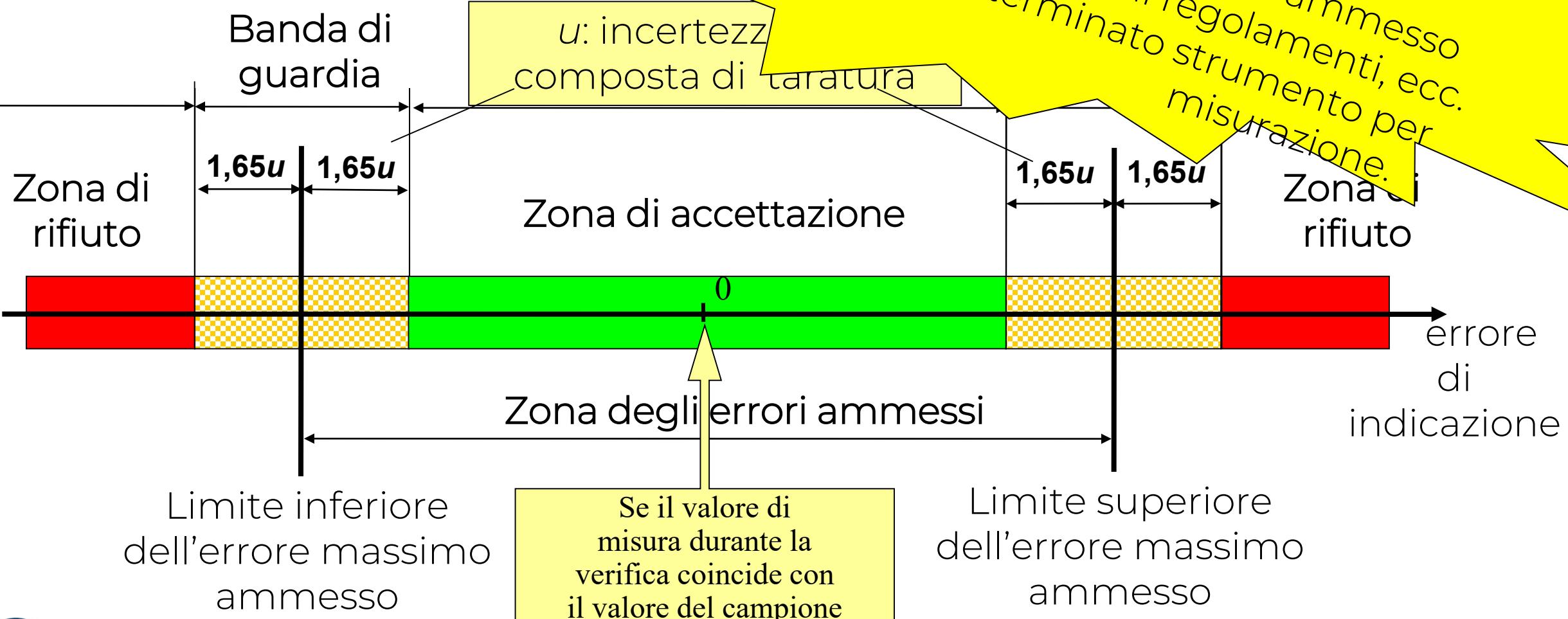
49,80 49,84 49,88 49,92 49,96 50,00 50,04 50,08 50,12 50,16 50,20 50,24 50,28 50,32 50,36

50,40

# ISO 14253-1 Verifica di conformità per pezzi lavorati

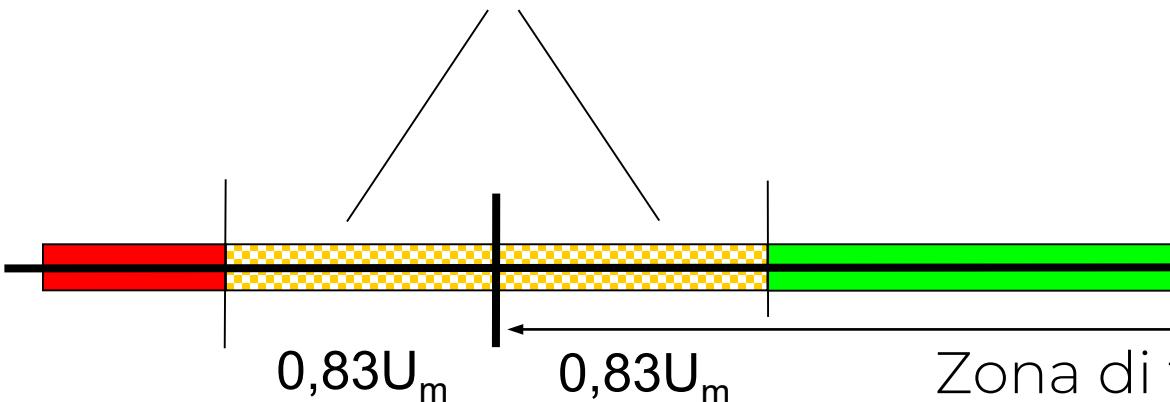


# Verifiche di conformità delle apparecchiature per la misurazione



# Verifica di conformità degli strumenti alle specifiche

Incertezza target del  
processo di misura

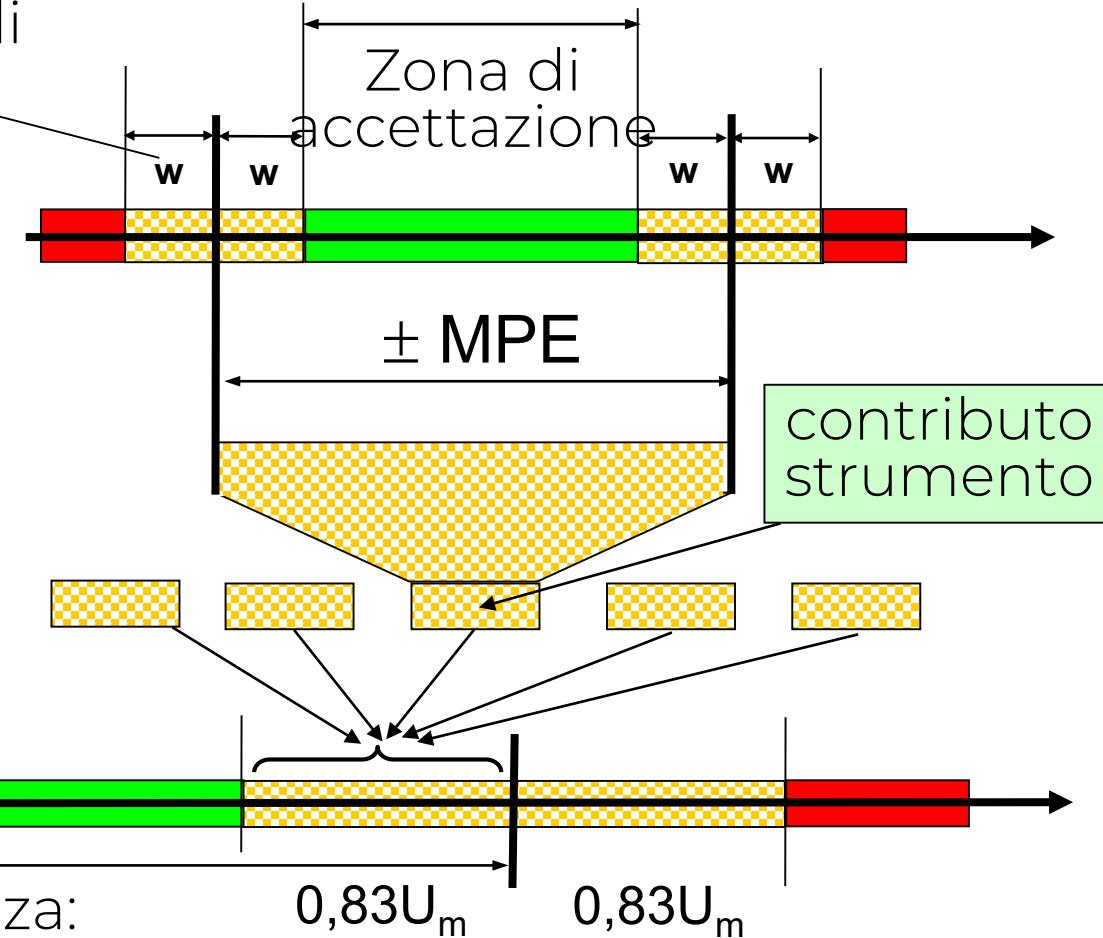


Zona di tolleranza:  
requisiti sottoposti a verifica con un  
dato processo di misurazione

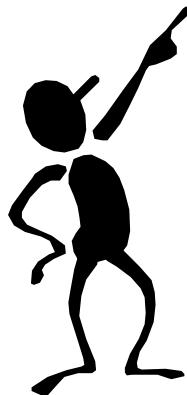
Banda di  
guardia

$\pm MPE$

contributo  
strumento



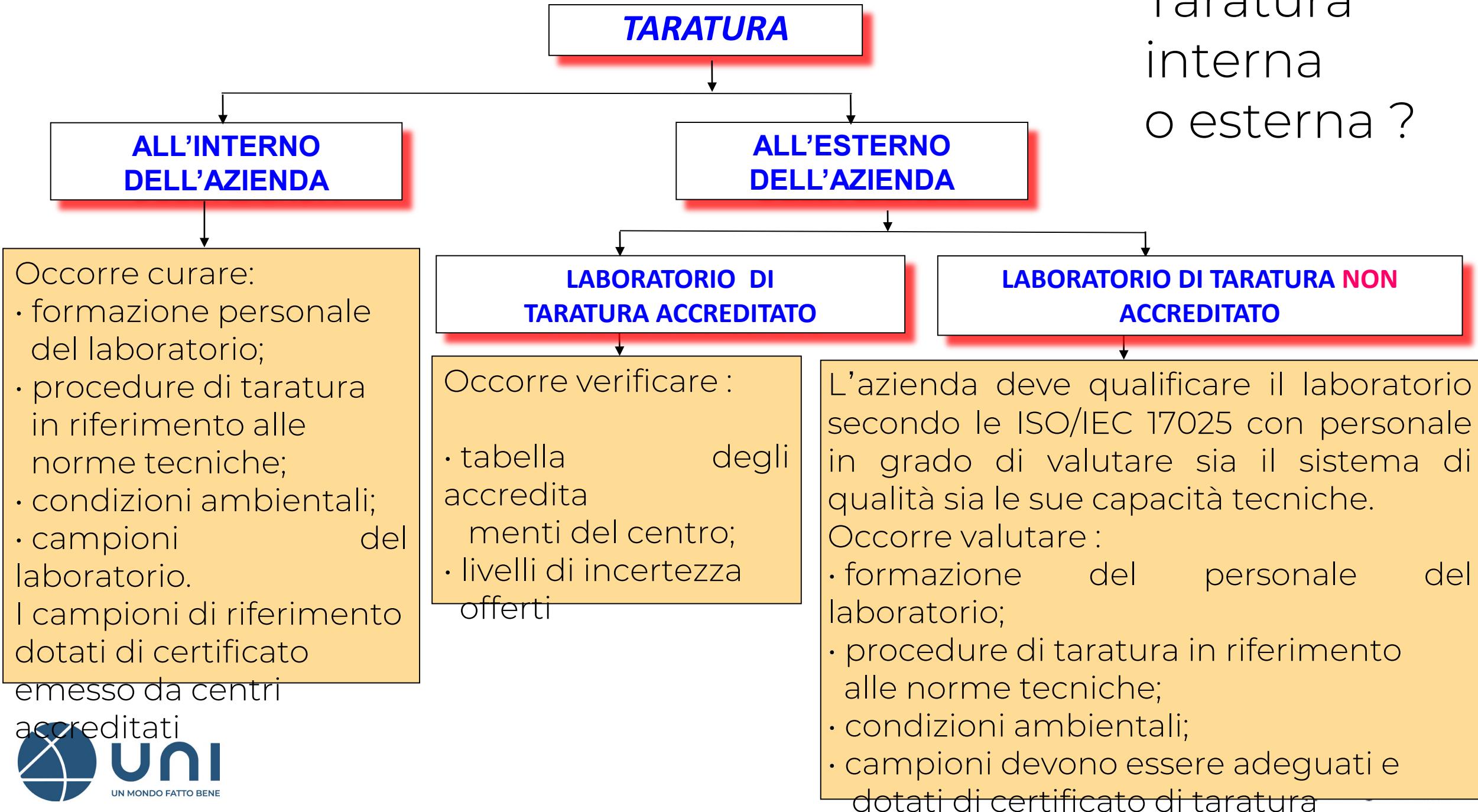
# La taratura



Operazione eseguita in condizioni specificate, la quale in una prima fase stabilisce una relazione tra i valori di una grandezza, con le rispettive incertezze di misura, forniti da campioni di misura, e le corrispondenti indicazioni, comprensive delle incertezze di misura associate,  
e in una seconda fase usa queste informazioni per stabilire una relazione che consente di ottenere un risultato di misura a partire da una indicazione

- La *relazione* tra l'ingresso e l'uscita di un sistema di misura viene definita durante la taratura
- La taratura consiste nell'applicare un *valore* noto all'ingresso del sistema di misura allo scopo di osservare l'uscita
- Il valore noto applicato all'ingresso è chiamato *campione*

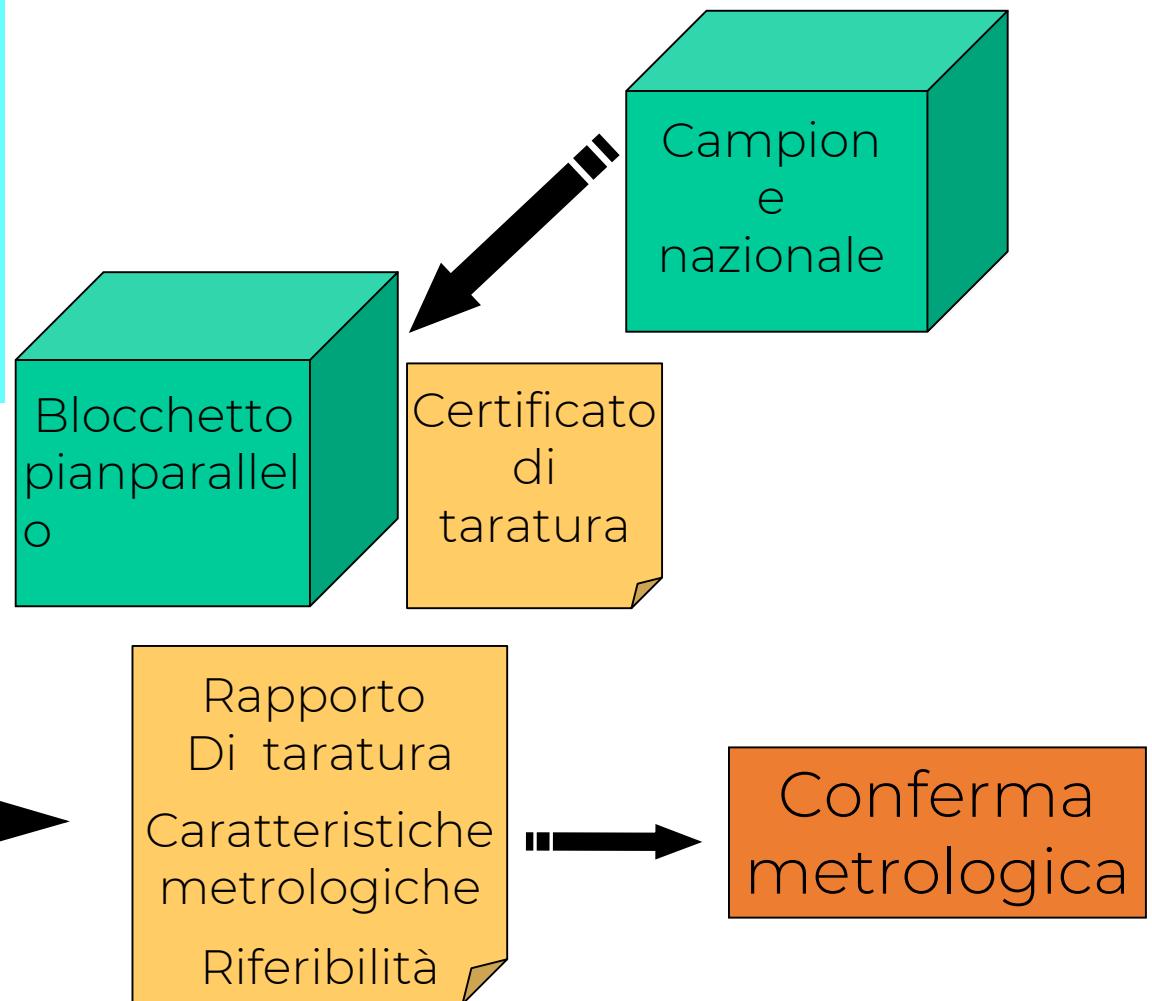
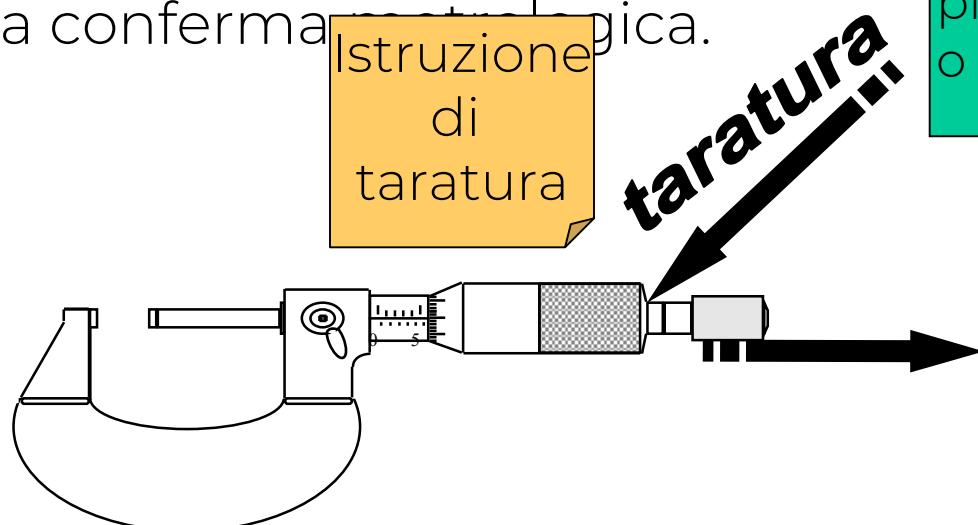
# Taratura interna o esterna ?



# Il processo di taratura

Il processo di taratura di una apparecchiatura di misura consente di:

- determinare gli errori dell'apparecchiatura;
- garantire la riferibilità ai campioni nazionali;
- determinare l'incertezza di taratura;
- effettuare la conferma metrologica.



# La conferma metrologica

La UNI EN ISO 10012:2004 riporta la seguente definizione di conferma metrologica:

**“conferma metrologica:** insieme di operazioni richieste per garantire che un'apparecchiatura per misurazione sia conforme ai requisiti per l'utilizzazione prevista.”

Nota 1 La conferma metrologica generalmente comprende: la taratura e la verifica; ogni aggiustamento o riparazione necessari e la conseguente nuova taratura; il confronto con i requisiti metrologici per l'utilizzo previsto dell'apparecchiatura; ogni sigillatura ed etichettatura richiesta.

Nota 2 La conferma metrologica non è considerata completa fintanto che non sia dimostrata e documentata l'idoneità per l'utilizzazione prevista dell'apparecchiatura per misurazione.

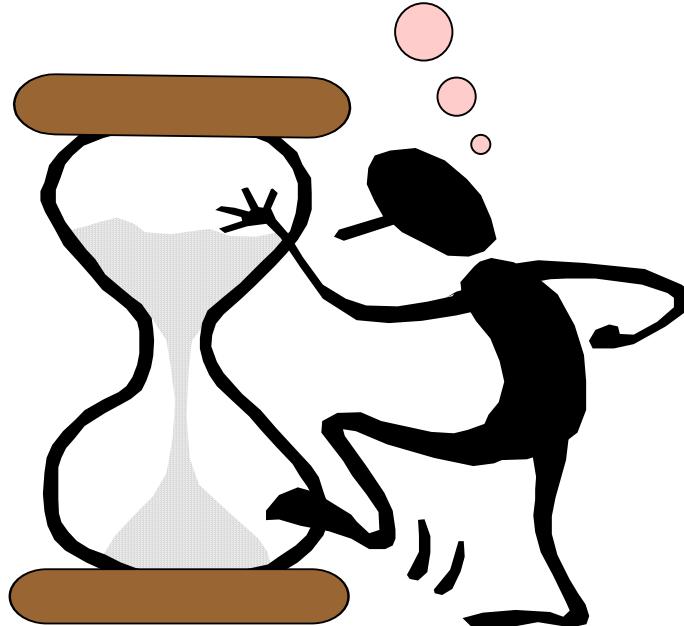
Nota 3 I requisiti per l'utilizzazione prevista comprendono considerazioni quali il campo di misura, la risoluzione, gli errori massimi ammessi.

Nota 4 Di regola i requisiti metrologici sono distinti dai requisiti del prodotto e non sono specificati tra questi ultimi **ATTENZIONE:**

il certificato di taratura non è un certificato di conformità

# Riesame degli intervalli di taratura

Fai presto!  
che ho bisogno  
di tarare gli  
strumenti



## Requisito della UNI EN ISO 10012:

Le apparecchiature devono essere tarate e verificate ad intervalli specificati o prima della loro utilizzazione

- le informazioni di tendenza ottenute dalle tarature interne e/o esterne precedenti
- la stabilità propria dello strumento (tipo di strumento, tendenza all'usura, ecc.);
- le raccomandazioni fornite dal costruttore
- la frequenza d'impiego
- modalità d'uso e condizioni ambientali (temperatura, umidità, vibrazioni ecc.);
- l'accuratezza della misura desiderata
- eventuali norme tecniche applicabili.
- l'importanza delle conseguenze derivanti dal ritenere corretto un valore di misura errato, qualora lo strumento presentasse errori superiori a quelli accettati;
- la frequenza dei confronti con altri strumenti o campioni.

# Riesame degli intervalli di taratura



## Requisito della UNI EN ISO 10012:

Le apparecchiature devono essere tarate e verificate ad intervalli specificati o prima della loro utilizzazione

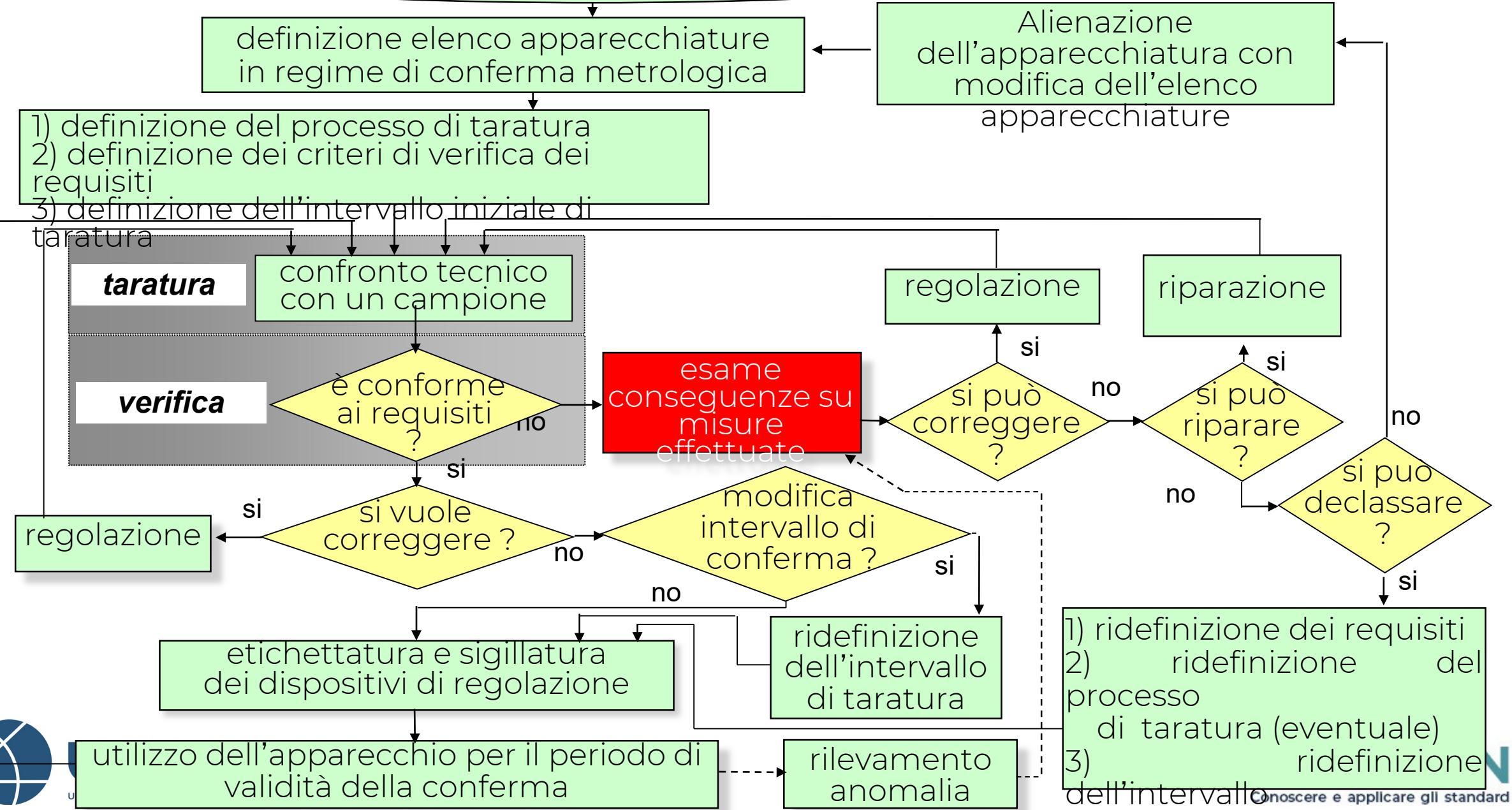


La taratura, oltre che allo scadere dell'intervallo di taratura, deve essere effettuata anche in una delle seguenti condizioni :

- una delle grandezze di influenza ha assunto valori esterni all'intervallo previsto durante l'uso o l'immagazzinamento;
- lo strumento è stato sottoposto a manutenzione;
- sono intervenuti eventi (per esempio shock meccanici o elettrici) che possono aver alterato il comportamento del dispositivo;
- sono stati manomessi i sigilli ai dispositivi di regolazione.



Individuazione delle esigenze di misurazione e delle caratteristiche metrologiche/requisiti degli apparecchi per misurazione



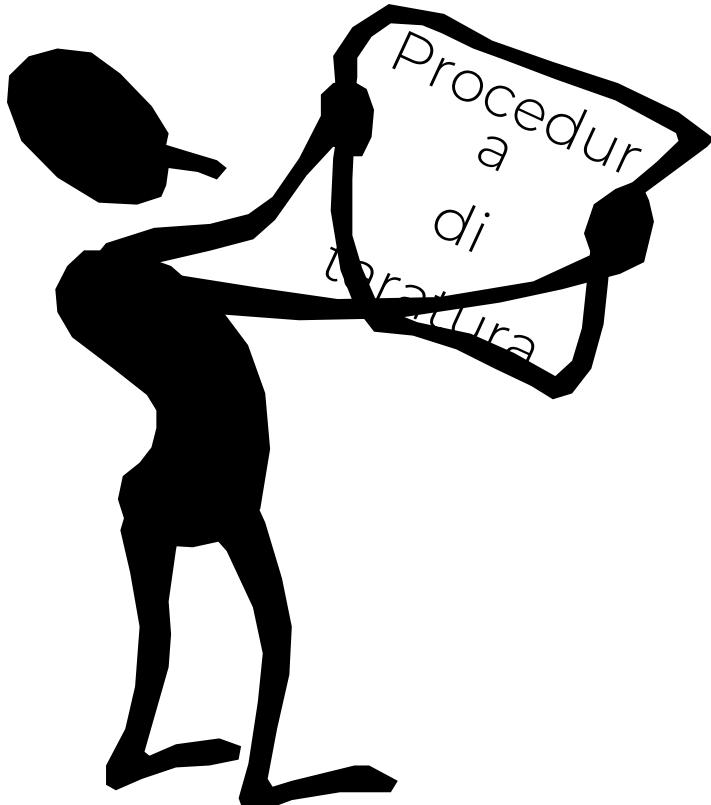
utilizzo dell'apparecchio per il periodo di validità della conferma

rilevamento anomalia

Conoscere e applicare gli standard  
di qualità (ISO 9001)

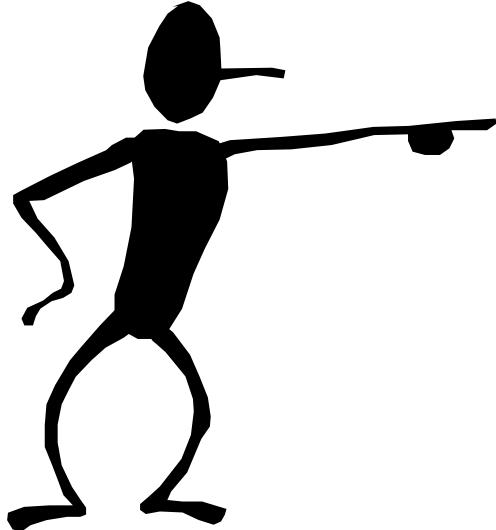
# La procedura di taratura

Esempio di frontespizio  
di una procedura di  
taratura



bgo	Procedura di taratura	Codice: Data: N. rev. pag 1 di
TITOLO DELLA PROCEDURA		
INDICE		
1.	scopo;	
2.	campo di applicazione;	
3.	riferimenti;	
4.	apparecchiature impiegate;	
5.	condizioni ambientali;	
6.	esami e controlli preliminari;	
7.	esecuzione delle misure;	
8.	elaborazione dei dati;	
9.	calcolo dell'incertezza di misura;	
10.	verifica dei criteri di accettabilità;	
11.	documentazione dei risultati	
N. rev	Data	Descrizione della modifica
Preparato	Verificato	Approvato

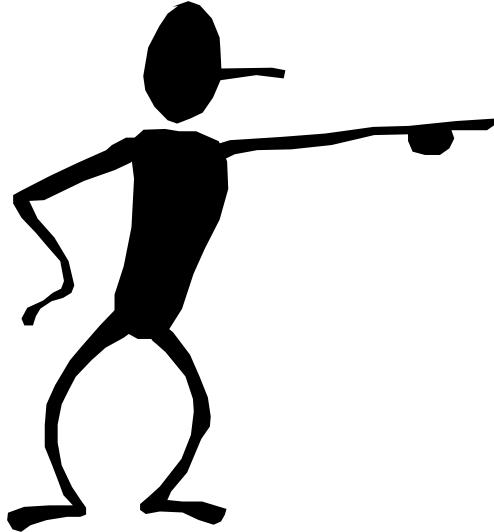
# La procedura di taratura



## 1. Scopo

- funzione della procedura nell'ambito della catena metrologica
- eventuale conferma metrologica;
- esatta conformità ad eventuali norme;

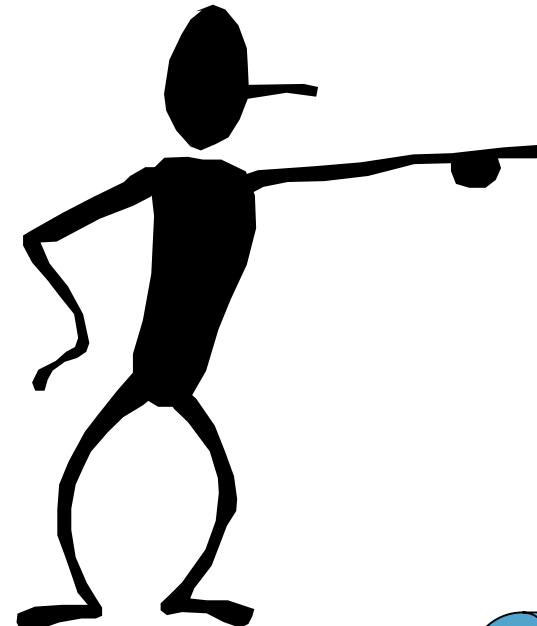
# La procedura di taratura



## 2. Campo di applicazione

- apparecchi specifici, o classi di apparecchi che possono essere tarati con la procedura
- campo di misura;
- funzioni di misura.

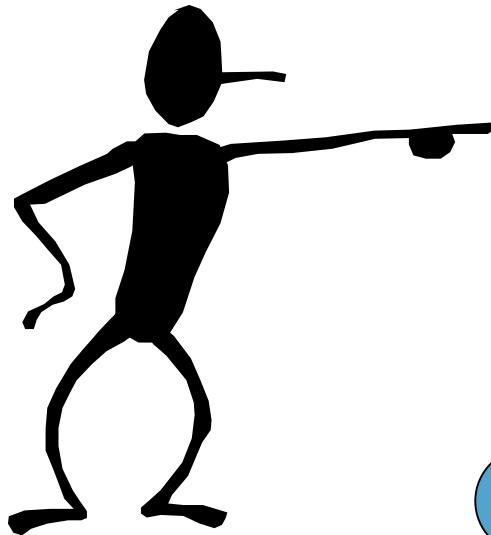
# La procedura di taratura



## 3. Riferimenti

- norme orizzontali riguardanti convenzioni o regole adottate
- norme specifiche sulla taratura degli strumenti a cui la procedura è applicabile
- norme generiche sulla taratura a cui si fa riferimento;
- norme di tipo costruttivo;
- norme sulla terminologia;
- norme adottate per la valutazione delle incertezze di taratura;
- norme adottate per l'eventuale conferma metrologica.

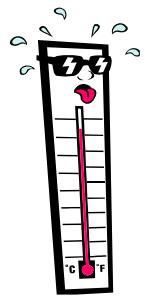
# La procedura di taratura



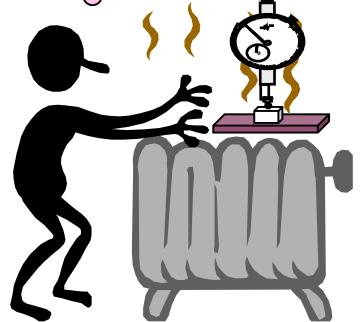
## 4. Apparecchiature impiegate

- campioni di riferimento
- dispositivi ausiliari per l'allestimento del sistema di misura
- strumenti per la misura ed il monitoraggio delle condizioni ambientali

# La procedura di taratura



non  
capisco,  
perché non  
torna !!!



## 5. Condizioni ambientali

- temperatura dell'ambiente di misura
- umidità
- tensione di alimentazione
- disturbi elettromagnetici
- ...

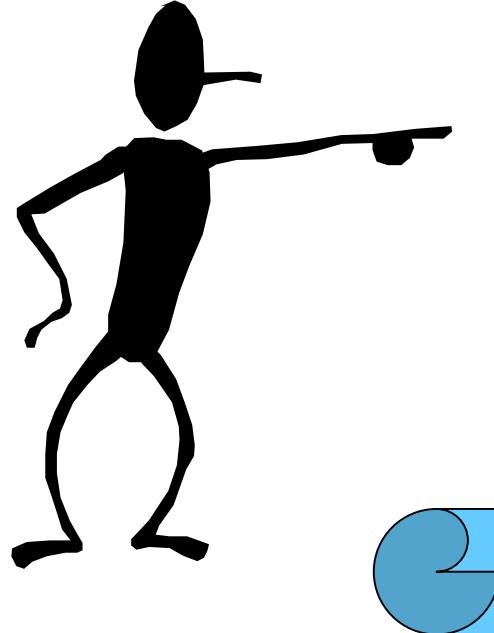
Condizioni fisiche dell'ambiente di taratura che hanno influenza sul risultato della misura.

definire temp e metodi per raggiungerle

verificare il mantenimento entro i limiti definiti

Aver eseguito prove per verificare l'effetto della variazione di tali grandezze

# La procedura di taratura



## 6. Esami e controlli preliminari

- preparazione delle apparecchiature
- controllo della leggibilità delle scale sistema di misura
- controllo del funzionamento degli strumenti e delle apparecchiature utilizzate
- verifica di caratteristiche costruttive che influenzano il risultato delle misure
- azzeramento
- prove di ripetibilità



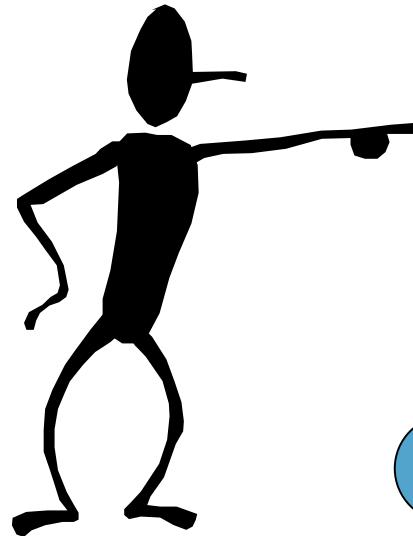
Non eseguire operazioni che possono cambiare il risultato delle misure

Descrivere le operazioni e le apparecchiature utilizzate

Rispettare la sequenza delle operazioni

Definire i criteri di accettazione  
⇒ N.C.

# La procedura di taratura



## 7. Esecuzione delle misure

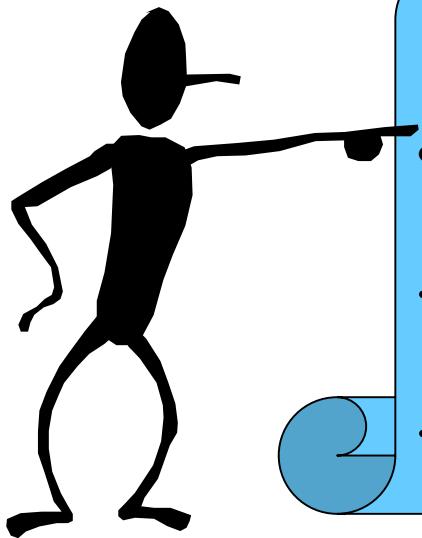
- descrizione del metodo di prova
- scelta dei punti di misura
- istruzioni sull'eventuale utilizzo di software di misura

Descrivere le operazioni in dettaglio e in sequenza

Registrare i risultati su un modulo di prova

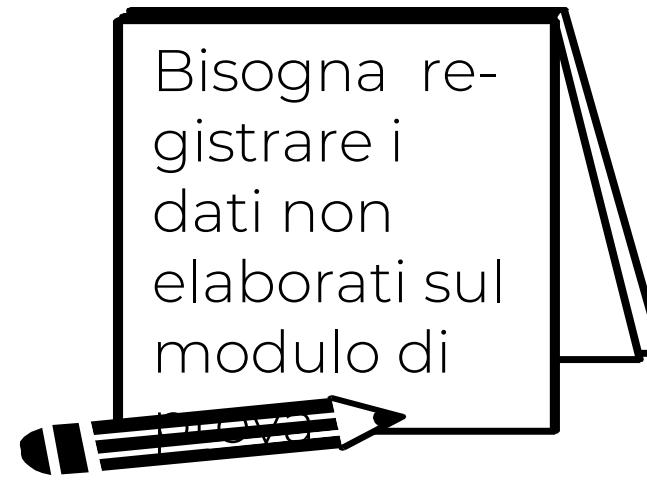
I punti di taratura individuano il campo di utilizzo

# La procedura di taratura



## 8. Elaborazione dei dati

- calcolo della grandezza di uscita nel caso di misure indirette
- eventuali calcoli di medie nel caso di misure ripetute per lo stesso punto
- calcolo dell'errore di indicazione



# Rapporto di taratura

- l'identificazione completa del rapporto e dello strumento in taratura;
- data di esecuzione della taratura;
- numero di pagine del rapporto;
- l'identificazione dello campione/strumento di riferimento;
- il numero del certificato di taratura valido del campione/strumento di riferimento;
- la descrizione completa delle condizioni di prova (condizioni ambientali ed elettriche);
- la descrizione sulle impostazioni effettuate sia sullo strumento in taratura che su quello campione;
- una breve descrizione di metodo e sistema di misura;
- la registrazione delle operazioni di messa in punto e/o di verifica preliminare della taratura se eseguite;
- il riferimento alla procedura di taratura utilizzata ed ad eventuali norme di riferimento;
- i risultati delle misure (con tutti i punti di misura);
- le incertezze di taratura;
- firma del responsabile dell'emissione.

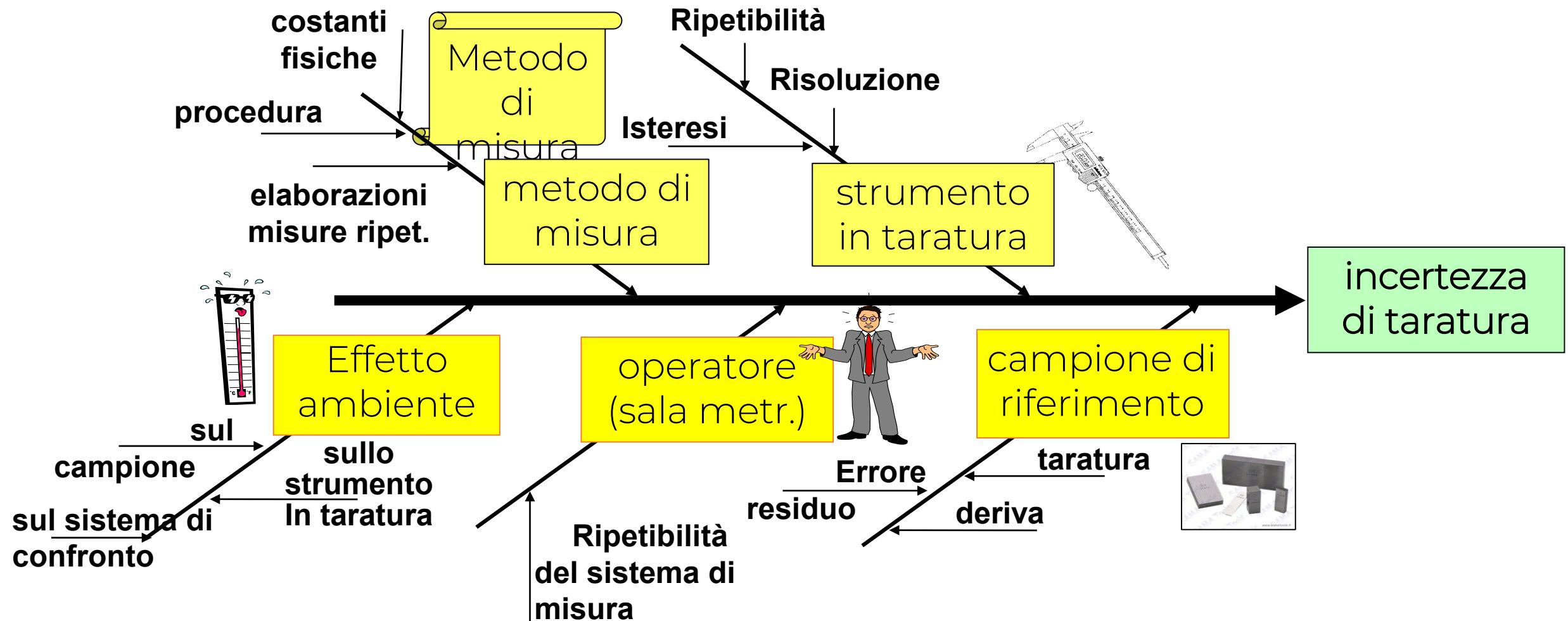


Registrare i dati  
grezzi sul foglio  
raccolta dati

Attaccare la  
nuova etichet-  
ta sullo stato  
di taratura

Aggiornare la  
scheda della  
apparecchia-  
tura di misura

# L'incertezza di taratura



# L'incertezza di taratura

Contributo del campione di riferimento

Se non si esegue la regolazione o correzione

## Errore residuo

Errore rilevato durante la taratura eventualmente stimato con un limite sup.



Rilevato dai risultati registrati sul certificato di taratura

## Incertezza di taratura



Certificato di taratura

## Deriva a lungo termine



Dati costruttore o archivio storico dei risultati della taratura

Possono tutti essere inclusi nel:

MPE

# L'incertezza di taratura

**Contributo del campione di riferimento**

Se si esegue la regolazione o correzione

Incertezza di taratura



Certificato di taratura

Deriva a lungo termine



Dati costruttore o archivio storico dei risultati della taratura

Linearità

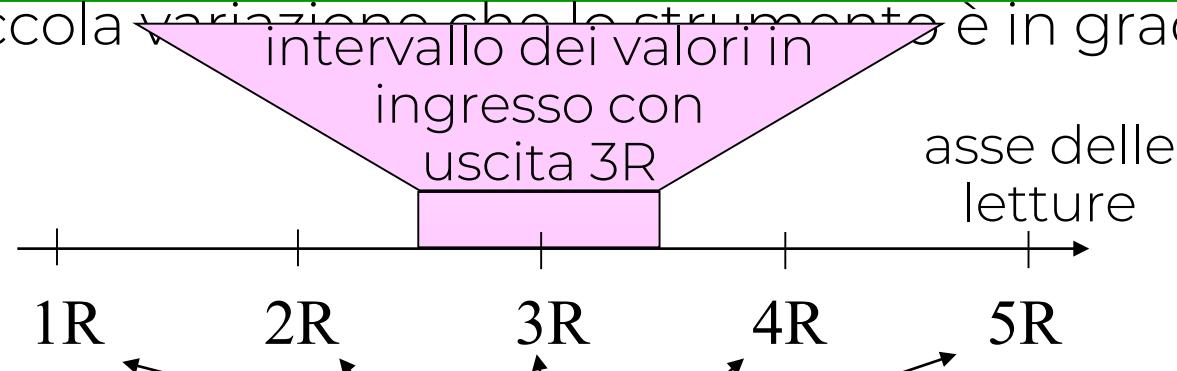
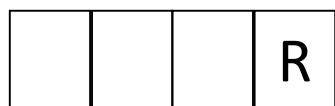
(solo per un utilizzo dello strumento in punti diversi da quelli di taratura)



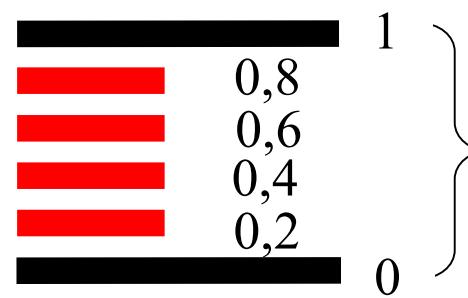
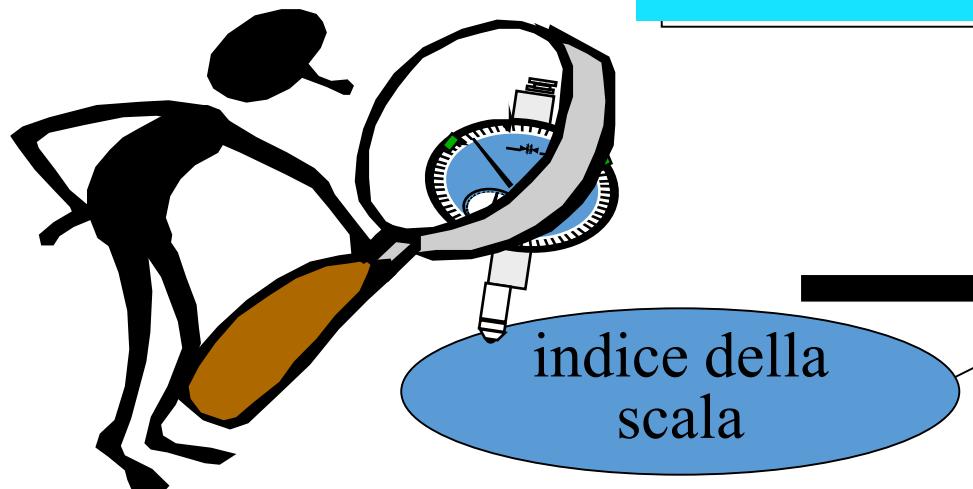
Dati costruttore (di solito comprensivi dell'effetto di deriva) oppure stimati attraverso tarature in punti diversi dai punti di regolazione

Risoluzione: Attitudine di un dispositivo per misurazione e/o regolazione a risolvere stati diversi del misurando durante la misurazione  
(UNI 4546).

In pratica la più piccola variazione che lo strumento è in grado di indicare  
Lettura digitale:



Lettura analogica:



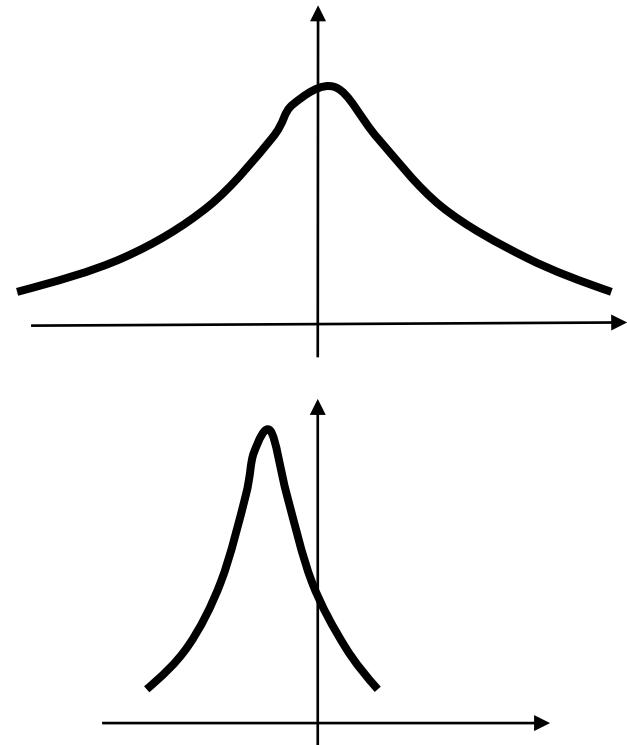
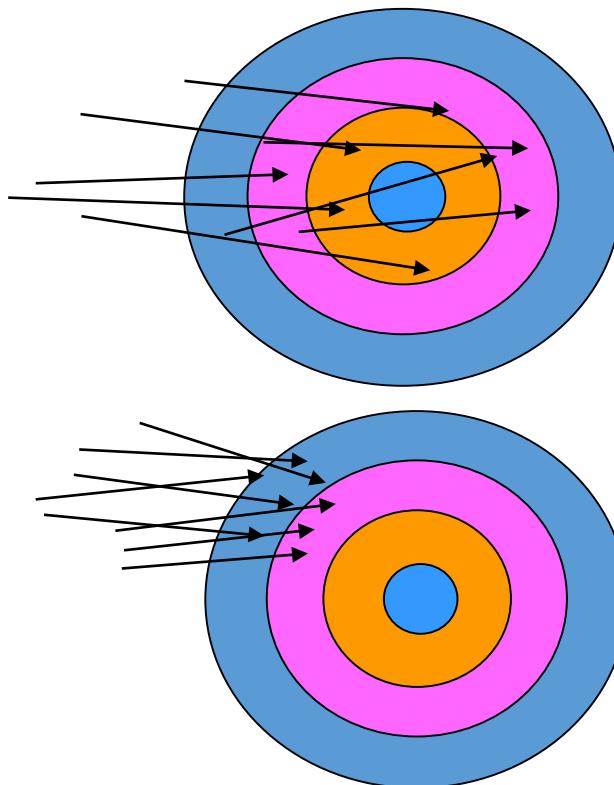
incertezza

$$u_{ris} = \frac{R}{2\sqrt{3}}$$

La risoluzione può essere inferiore all'intervallo di scala, ma ciò è funzione del progetto della scala e della qualità costruttiva delle tacche della stessa e dell'indicatore

**Ripetibilità:** capacità di uno strumento di misura di fornire indicazioni molto simili per applicazioni ripetute del medesimo misurando, nelle stesse condizioni di misurazione; queste condizioni comprendono:

- la riduzione ad un numero minimo di variazioni dovute all'osservatore;
- la stessa apparecchiatura per misurazione, utilizzata nelle stesse condizioni;
- la ripetizione all'interno di un breve intervallo di tempo;
- la stessa procedura di misurazione;
- il medesimo osservatore;
- lo stesso luogo;

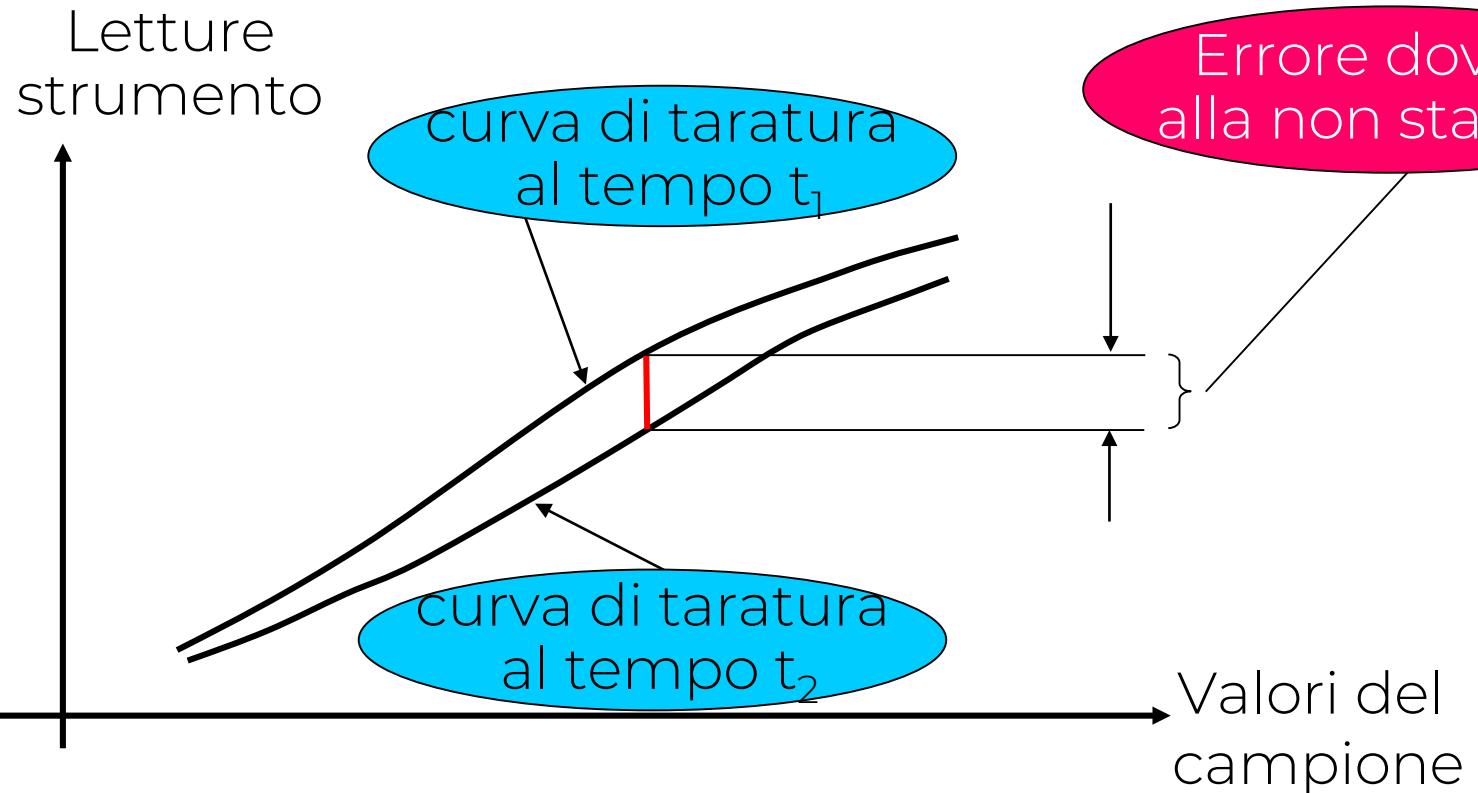


$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Se ora si ripete il processo di misura per un numero di volte  $n$  e si calcola la media aritmetica dei valori ottenuti, al valore della media viene associata una ripetibilità pari a :

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

**Stabilità:** attitudine di uno strumento a fornire valori di lettura poco differenti tra di loro, in letture eseguite indipendentemente sullo stesso misurando in un intervallo di tempo definito, con procedimento unificato e nelle stesse condizioni per le grandezze d'influenza (UNI 4546).



Errore dovuto  
alla non stabilità

Vai piano,  
che la curva  
si sposta!

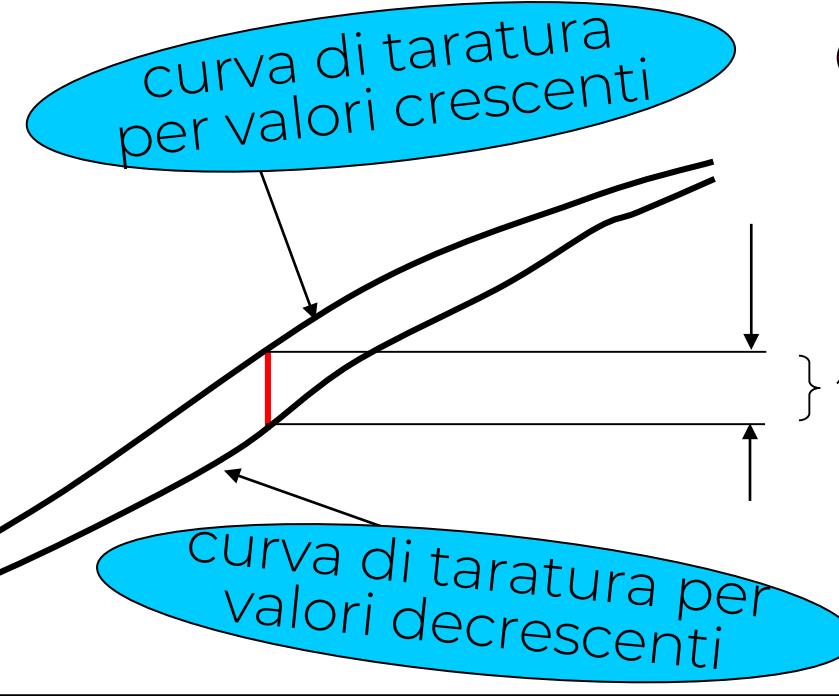
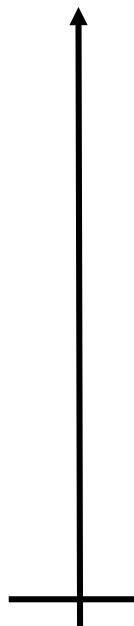


Isteresi: proprietà di un'apparecchiatura per misurazione, a causa della quale l'indicazione dell'apparecchiatura dipende dall'orientamento degli stimoli precedenti. (UNI 14978)

proprietà di uno strumento di fornire valori di lettura diversi in corrispondenza dello stesso misurando quando questo viene fatto variare per valori crescenti e per valori decrescenti.

(UNI 4546)

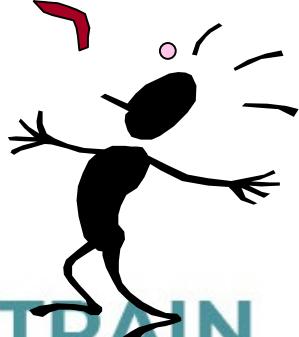
Lettura  
strumento



Errore dovuto  
alla isteresi

Valori del  
campione

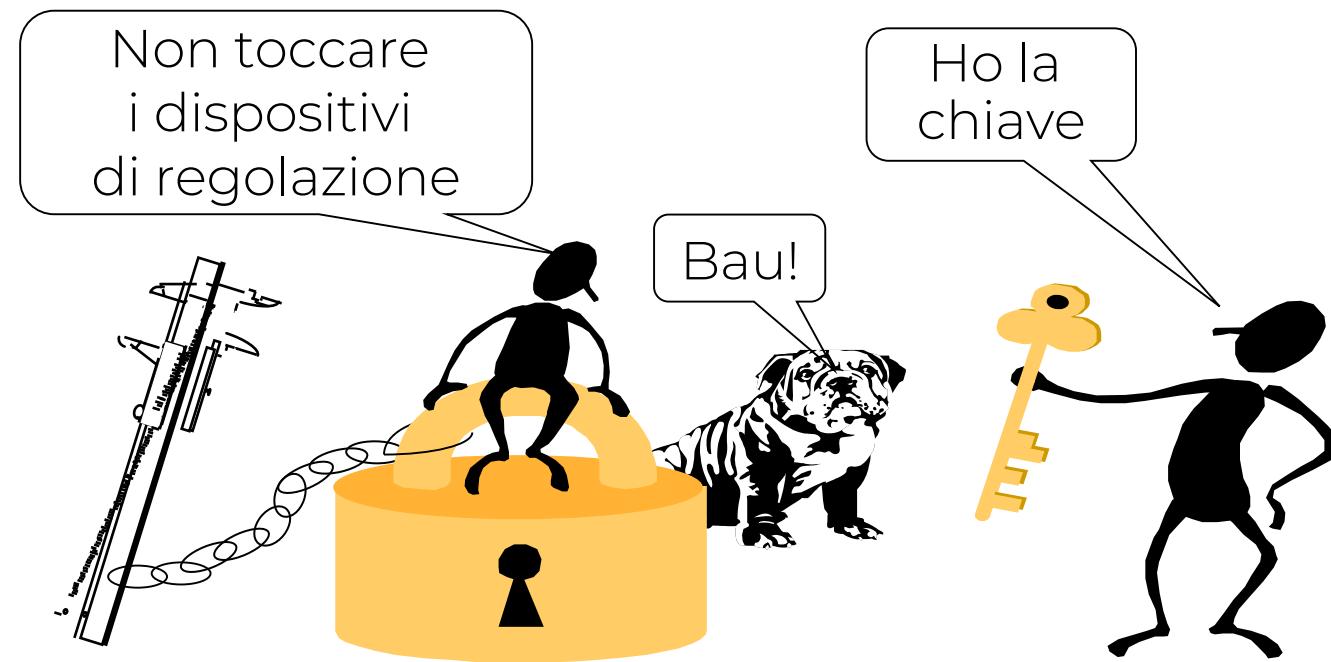
Ma non  
conosci  
l'isteresi?



# Regolazione o messa a punto

Le apparecchiature devono essere protette contro regolazioni che potrebbero invalidare i risultati delle misurazioni.

**REGOLAZIONE:** insieme di operazioni svolte su un sistema di misura, affinché esso fornisca indicazioni prescritte in corrispondenza di determinati valori di una grandezza da sottoporre a misurazione

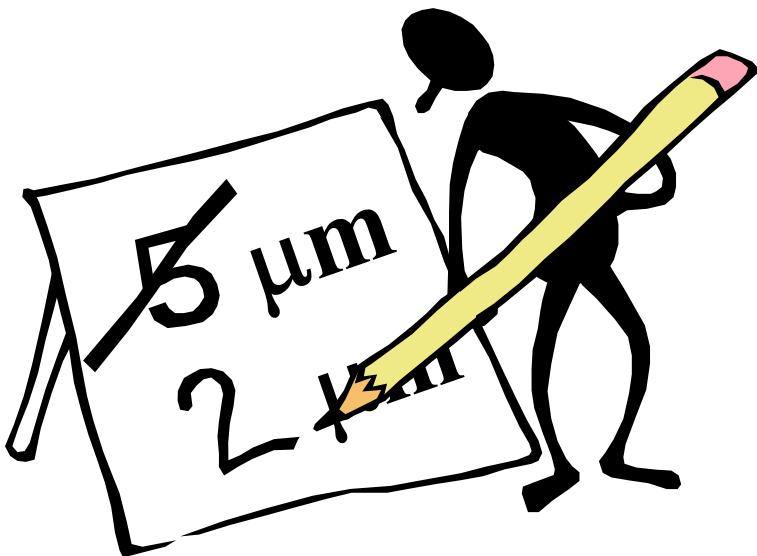


**1.taratura preliminare (*as found*):**  
per eseguire la conferma metrologica;

**2.regolazione**  
per ridurre al minimo possibile gli errori riscontrati;

**3.taratura finale (*as left*):**  
per verificare il buon esito della regolazione e rilevare gli errori dello strumento da utilizzare per il successivo intervallo di taratura.

# Le correzioni



- ✓ effettuando la regolazione dello strumento
- ✓ semplicemente sommando algebricamente l'errore di indicazione, se lo strumento viene utilizzato negli stessi punti di taratura.
- ✓ costruendo la curva di taratura (con tecniche di interpolazione polinomiale) determinando poi la funzione di correzione.

# Metodi di correzione

Curve interpolanti

rette:

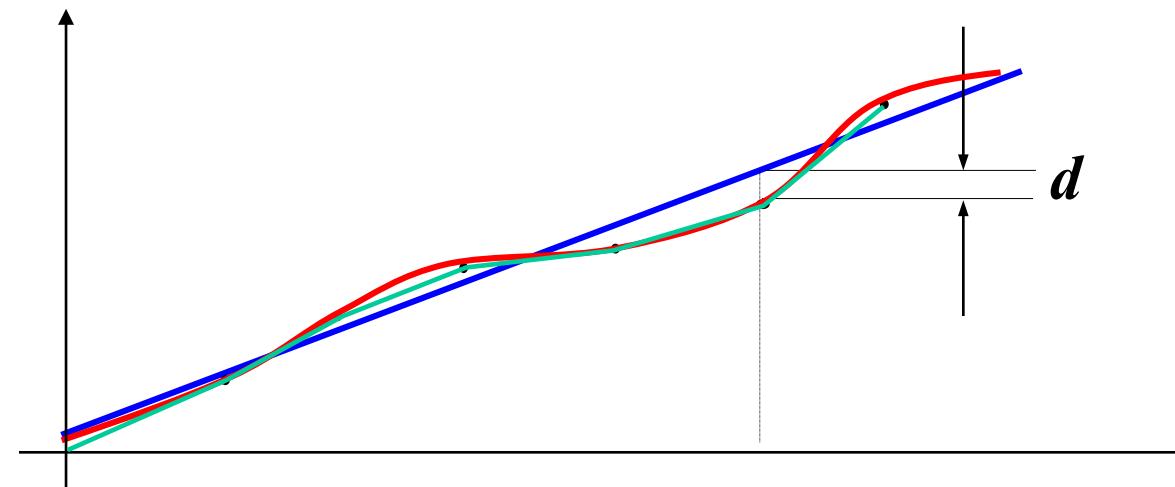
$$Y = a + bX$$

spezzata a tratti:

$$Y_n = a_n + b_n X$$

polinomi:

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3 + \dots$$



02 70024379 - 228  [formazione@uni.com](mailto:formazione@uni.com)  [www.uni.com](http://www.uni.com)

- Via Sannio, 2 - 20137 Milano

Congoscerre e applicare gli standard  
**UNITRAIN**