



ISTITUTO di ISTRUZIONE  
SECONDARIA SUPERIORE  
**MARIE CURIE**

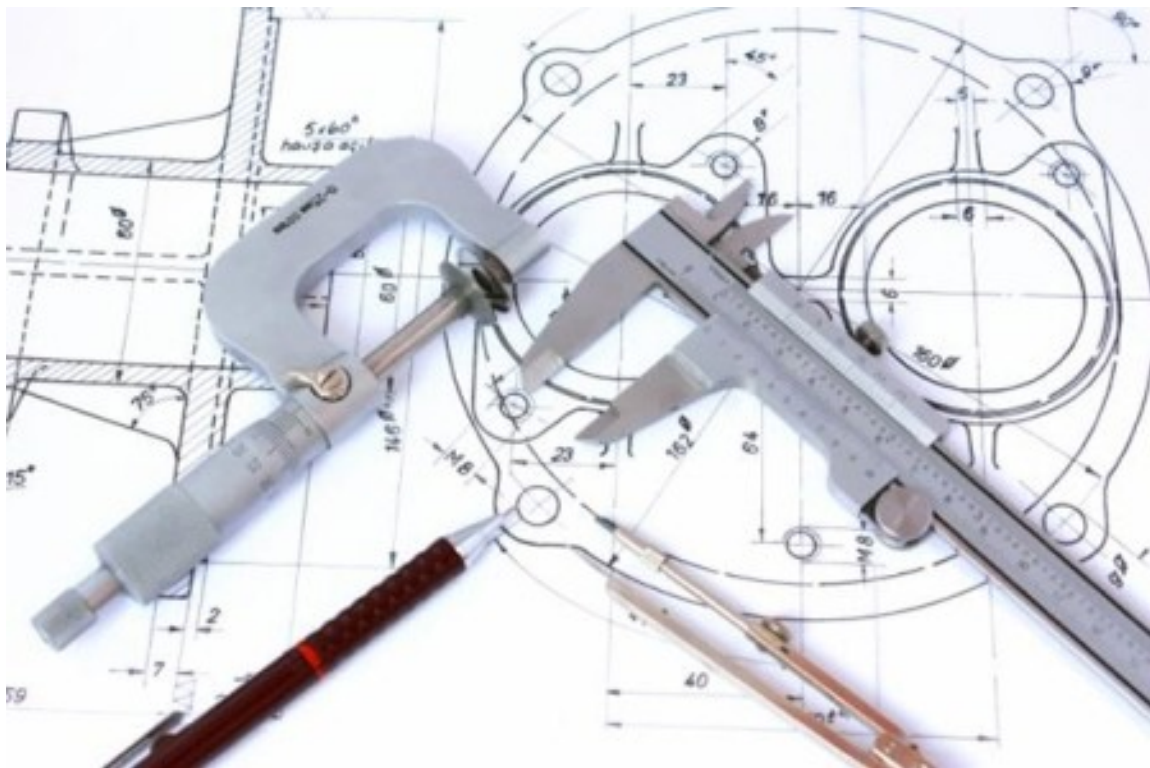
• LICEO SCIENTIFICO  
• TECNICO TECNOLOGICO  
• PROF. LE INDUSTRIA E ARTIGIANATO

TECNOLOGIE E TECNICHE DI RAPPRESENTAZIONE GRAFICA  
PROF. GIAMPAOLO GOBBI - I.T.P ANDREA CASALBONI  
DISPENSA DI METROLOGIA  
PER LE CLASSI DEL BIENNIO

# METROLOGIA

**Dispensa di metrologia per le classi del biennio dell'Istituto Tecnico Tecnologico  
per la disciplina Tecnologie e Tecniche di Rappresentazione Grafica (TTRG)**

*Testo semplificato*



<https://www.alpiassociazione.it/scelta-conferma-metrologica-delle-apparecchiature-misurazione/>

# METROLOGIA

## *Indice*

### **1. GENERALITÀ**

1.1 LE GRANDEZZE FONDAMENTALI

1.2 IL SISTEMA INTERNAZIONALE

1.3 MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI DEL METRO

1.4 CONVERSIONE DELLE UNITÀ DI MISURA

1.5 GLI ERRORI

1.6 CLASSIFICAZIONE DEGLI STRUMENTI DI MISURA

1.7 PIANI DI RISCONTRO, TRUSCHINI, RIGHE E SQUADRE

### **2. CALIBRO A CORSOIO**

2.1 DESCRIZIONE

2.2 IL NONIO E L'APPROSSIMAZIONE

2.3 IL NONIO VENTESIMALE

2.4 NONIO CINQUANTESIMALE

2.5 IL NONIO DECIMALE

2.6 CONFRONTO TRA I CALIBRI

### **3. MICROMETRO CENTESIMALE**

3.1 DESCRIZIONE

3.2 IMPIEGO DEL COMPARATORE

3.3 LETTURA DELLO STRUMENTO

# METROLOGIA

La metrologia è la disciplina riguardante le misurazioni delle grandezze fisiche, l'analisi, il calcolo dimensionale e la scelta dei sistemi di unità di misura.

## 1. GENERALITÀ

### 1.1 LE GRANDEZZE FONDAMENTALI

Per la comprensione della metrologia sono essenziali alcune definizioni:

**GRANDEZZA:** ogni entità suscettibile di misurazione (ovvero qualcosa che può essere misurato). Per grandezza si intende ogni proprietà utilizzata per descrivere fenomeni valutabili in termini di unità di misura. Costituiscono esempi di grandezza: il peso di un corpo, la velocità di un'auto, l'intensità di una fonte luminosa ecc.

**UNITA' DI MISURA:** riferimento usato per confrontare una grandezza con altre della stessa specie. Ad esempio la lunghezza di una sbarra può essere misurata in metri, che costituiscono la nostra unità di misura, ma se cambiamo l'unità di misura la stessa sbarra può essere misurata in pollici ovvero l'unità di misura inglese.

**MISURA:** è un'informazione costituita da un numero e da un'unità di misura (esempio: 100 m). Misurare una grandezza significa confrontarla con un'altra omogenea presa come campione denominata unità di misura.

**SISTEMA DI UNITA' DI MISURA:** è un insieme organico di unità di misura collegate tra loro (esempio: il sistema internazionale) .

Un sistema di unità di misura si dice:

- **assoluto:** se le sue unità derivano da fenomeni naturali; queste unità prese in considerazione vengono dette di base (quindi unità di base) (esempio: metro m, chilogrammo kg).
- **derivato:** la combinazione in rapporti e prodotti delle unità di base (ad esempio il momento statico:  $M = F \cdot b$  KNm).

## 1.2 IL SISTEMA INTERNAZIONALE

Nel 1984 in Italia si impose l'adozione del sistema internazionale (SI) di unità di misura. Le unità fondamentali del Sistema Internazionale sono: metro (m), chilogrammo (kg), secondo (s), ampere (A), intervallo di temperatura (K), quantità di sostanza (mol) e intensità luminosa (cd). La forza peso è una grandezza derivata e viene misurata in newton (N).

Utilizzare solo le unità fondamentali del SI non è pratico, quindi si utilizzano i loro multipli e sottomultipli per evitare di dovere utilizzare numeri molto piccoli o troppo grandi.

Grandezza fisica	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'unità di misura	Definizione dell'unità di misura
Accelerazione	metro al secondo quadrato	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
Accelerazione angolare	radiante per secondo quadrato	r/s <sup>2</sup>	r/s <sup>2</sup>
Calore	joule	J	Nxm
Calore specifico	joule per chilogrammo kelvin	J/(kgxK)	m <sup>2</sup> /(s <sup>2</sup> xK)
Campo elettrico	volt su metro	V/m	J/(Cxm)
Campo magnetico	tesla	T	Vxs/m <sup>2</sup>
Capacità elettrica	farad	F	Axs/V
Carica elettrica	coulomb	C	A x s
Conducibilità termica	watt per metro kelvin	W/(mxK)	(kgxm)/(s <sup>2</sup> xK)
Corrente elettrica	ampere	A	-
Differenza di potenziale elettrico	volt	V	J/c
Energia	joule	J	N x m
Entropia	joule su kelvin	J/K	(kgxm <sup>2</sup> )/(s <sup>2</sup> xK)
Flusso luminoso	lumen	lm	cdxsr
Forza	newton	N	kgxm/s <sup>2</sup>
Forza magnetomotrice	ampere	A	-
Frequenza	hertz	Hz	1/s
Induttanza	henry	H	Vxs/A
Intensità luminosa	candela	cd	-
Lavoro	joule	J	Nxm
Lunghezza	metro	m	-
Massa	chilogrammo	kg	-
Massa volumica	chilogrammo al metro cubo	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Potenza	watt	W	J/s
Pressione	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>
Quantità di sostanza	mole	mol	-
Resistenza elettrica	ohm	Ω	V/A
Superficie	metro quadrato	m <sup>2</sup>	mxm
Temperatura	kelvin	K	-
Tempo	secondo	s	-
Velocità	metro al secondo	m/s	m/s
Velocità angolare	radiante al secondo	rad/s	rad/s
Viscosità cinematica	metro quadrato al secondo	m <sup>2</sup> /s	m <sup>2</sup> /s
Viscosità dinamica	newton secondo per metro quadrato	Nxs/m <sup>2</sup>	Nxs/m <sup>2</sup>
Volume	metro cubo	m <sup>3</sup>	mxmxm

<https://www.chimica-online.it/download/tabella-unita-di-misura.htm>

### 1.3 MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI DEL METRO

Multiplo / Sottomultiplo	Simbolo	Fattore di conversione
terometro	Tm	1 000 000 000 000 m
gigometro	Gm	1 000 000 000 m
megometro	Mm	1 000 000 m
kilometro	km	1 000 m
ettometro	hm	100 m
decametro	dam	10 m
metro	m	1 m
decimetro	dm	0,1 m
centimetro	cm	0,01 m
millimetro	mm	0,001 m
micrometro	$\mu\text{m}$	0,000001 m
nanometro	nm	0,000000001 m

<https://www.chimica-online.it/download/tabella-metri.htm>

N.B. Per passare da metri a decimetri si moltiplica per 10 , mentre per passare da m a decimetri si divide per 10.

Tutte le misure di lunghezza possono essere espresse utilizzando come unità di misura il metro. In pratica però per esprimere lunghezze molto più grandi o molto più piccole come già sottolineato si utilizzano i multipli e i sottomultipli del metro. (1 cm = 0,01 m)

Ciò soprattutto al fine di non dover esprimere una lunghezza con numeri formati da troppe cifre.

Il SI, in base soprattutto alla consuetudine raccomanda l'uso dei seguenti multipli e sottomultipli del metro:

- chilometro (km):  $1 \text{ km} = 1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$
- millimetro (mm):  $1 \text{ mm} = 1 / 1000 \text{ m} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$
- micrometro o micron ( $\mu\text{m}$ ) :  $1 \mu\text{m} = 1/1.000.000 \text{ m} = 10^{-6} \text{ m}$

La scelta delle unità più appropriate viene fatta in relazione alla grandezza e alla precisione delle dimensioni da misurare. Per esempio tra due città le distanze si misurano in chilometri (Km), mentre in meccanica le quote si esprimono in millimetri: la lunghezza di un bullone di 40 mm. Una lunghezza come 0,000025 m che secondo la notazione scientifica può essere scritta  $2,5 \times 10^{-5}$  m viene meglio individuata nei due modi equivalenti : 0,025 mm = 25  $\mu$ m

Le unità di misura utilizzata in tecnologia è il millimetro, e i suoi multipli più utilizzati sono :

- il decimo (0,1 mm);
- il centesimo (0,01 mm);
- il millesimo o micron o micrometro (0,001 mm = 1  $\mu$ m).

## 1.4 CONVERSIONE DELLE UNITÀ DI MISURA

Tutt'oggi nelle aziende sono impiegate anche unità di misura diverse da quelle previste dal sistema internazionale, pertanto è necessario poter convertire l'una nell'altra. Si riportano alcuni esempi significativi:

- 1 POLLICE (in) = 0,0254 METRI (m)
- 1 METRO (m) = 39,4 POLLICI (in)
- 1 POLLICE (in) = 25,4 MILLIMETRI (mm)

N.B. UNITA' ANGLOSSASSONE (in) = UNITA' DI MISURA SI (m) x 39,4  
UNITA' DI MISURA SI (m) = UNITA' DI MISURA ANGLOSSASSONE (in) /39,4

ES.: Quanti pollici sono 5 m?  $\rightarrow 5 \times 39,4 = 196,85$  in  
Quanti metri sono 7 in?  $\rightarrow 7/39,4 = 0,178$  m

N.B.: *dag* = decagrammo  
*dg* = decigrammo

## 1.5 GLI ERRORI

Il valore esatto di una misura è praticamente impossibile da conoscere: esso infatti dipende dall'**approssimazione** dello strumento impiegato e dagli eventuali errori commessi nell'esecuzione della misura stessa.

Qualunque misurazione effettuata anche con gli strumenti più sofisticati, è in realtà affetta da errori, quindi non è possibile conoscere la dimensione "vera" della grandezza.

È possibile assumere come valore di riferimento, detto impropriamente valore reale, quel valore misurato con uno strumento di precisione assai superiore a quella dello strumento usato per controllarlo.

Possiamo pertanto definire **errore di misura** la differenza (lo scostamento) tra l'indicazione fornita dallo strumento e la dimensione vera della grandezza .

Gli errori possono essere suddivisi in tre grandi famiglie:

- **errori dovuti allo strumento**: dipendono da difetti di costruzione o dal logoramento dello strumento, gli errori in questo caso si manifestano sistematicamente cioè tutte le volte che si impiega quel determinato strumento. Questi errori possono essere ridotti se si ha l'accorgimento di verificare lo stato d'usura e di efficienza dello strumento. Esempio di errori dovuti allo strumento: usura e ripetibilità.

- **errori dovuti all'operatore**: dipendono dalla maggiore o minore abilità che l'operatore impiega nell'eseguire l'operazione. Questi errori si possono eliminare ripetendo più volte la misura con lo stesso strumento e facendo una media dei valori ottenuti. Esempio di errori dovuti all'operatore: taratura strumento, scelta errata dello strumento, posizionamento e manovra.

- **errori dovuti all'ambiente**: gli errori dovuti all'ambiente sono di tipo accidentale, cioè si verificano quando mutano le condizioni ambientali (temperatura, umidità, vibrazioni ecc..). Questi errori sono modificabili soltanto modificando le condizioni ambientali e riportandole a quelle ideali. Es. la temperatura sia del pezzo che dello strumento possono falsare la misura a causa della dilatazione. Altri esempi di condizioni ambientali che possono provocare errori sono: le vibrazioni, la scarsa pulizia e l'umidità (ruggine).



## 1.6 CLASSIFICAZIONE DEGLI STRUMENTI DI MISURA

Gli strumenti di misura sono quegli apparecchi di lavoro destinati al controllo di:

- dimensioni;
- forma;
- posizione.

Gli strumenti si dividono in:

**-strumenti a lettura diretta detti indicatori:** effettuano la misura direttamente sul pezzo (es. calibro, riga, micrometro, goniometri);

**-strumenti a lettura diretta di paragone:** effettuano una grandezza per confronto (es. comparatore, alesametri).

Ci sono anche strumenti di misura che servono a stabilire se una misura o un attributo sono conformi a una tolleranza prescritta; questi tipi di strumenti si dividono in:

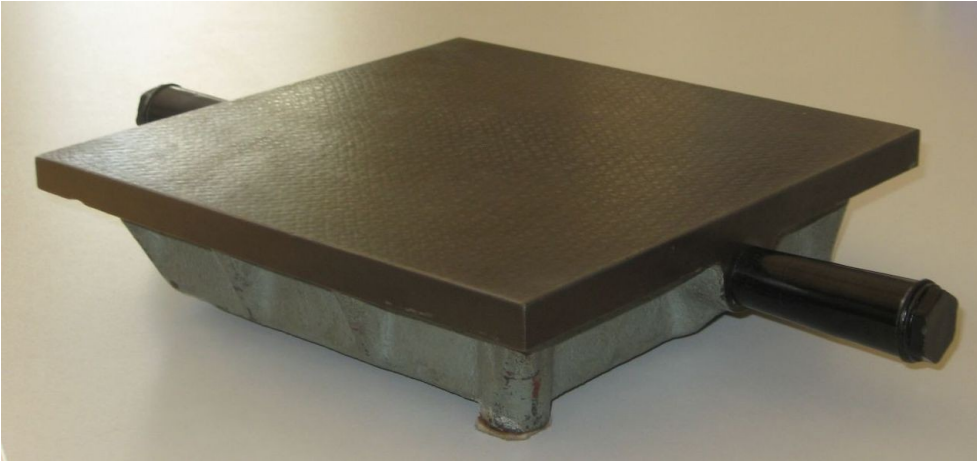
**-strumenti classificatori:** es. blocchetti, tamponi cilindrici, tamponi conici;

**-strumenti da attributi:** es. piano di riscontro, compassi.

Per attributo si intende, per esempio, la planarità, che si controlla con un piano di riscontro.

## 1.7 PIANI DI RISCONTRO, TRUSCHINI RIGHE E SQUADRE

### 1.7.1 Piano di riscontro

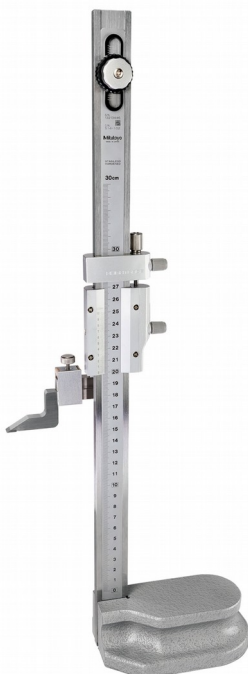


[https://it.wikipedia.org/wiki/Piano\\_campione](https://it.wikipedia.org/wiki/Piano_campione)

Il piano di riscontro è uno dispositivo da attributi ed è indispensabile nelle officine e nei laboratori per la verifica il controllo di planarità, parallelismo e perpendicolarità tramite i vari strumenti che vengono appoggiati o fissati sul piano (es. piano di riscontro + squadre per misurare la perpendicolarità).

Questo strumento viene utilizzato anche per alcune lavorazioni come la tracciatura. È costituito da un piano in ghisa G260 piallato, e rettificato, con tolleranza che può raggiungere 1/100 o 1/200 di millimetro.

### 1.7.2 Truschino



Il truschino è costituito dall'insieme dell'altimetro e del graffietto, è suddiviso con scala cinquantiesimale ed è provvisto di una vite micrometrica con punta a tracciare in metallo duro, che permette di applicare il comparatore.

La sua particolarità sta nel fatto che la punta a tracciare si trova inclinata di 45° inoltre è dotata di uno snodo porta comparatore. La base di appoggio può essere in ghisa stagionata oppure in acciaio inossidabile temprato, ed è relativamente pesante per consentire una maggiore stabilità e rendere il lavoro di tracciatura più spedito.

[https://shop.mitutoyo.it/web/mitutoyo/it\\_IT/mitutoyo/1290429960627/Truschino%20analogico](https://shop.mitutoyo.it/web/mitutoyo/it_IT/mitutoyo/1290429960627/Truschino%20analogico)

### 1.7.3 Riga millimetrata



<https://www.astorispa.it/catalogo/prodotto/riga-in-acciaio-millimetrata-metrica-24054-02438/U121601>

La riga millimetrata è uno strumento di misura a lettura diretta, costituito da un regolo di acciaio a sezione rettangolare con le superfici accuratamente lavorate e con una graduazione in millimetri incisa su una faccia.

Durante le operazioni di tracciatura con il truschino, la riga millimetrata può essere disposta verticalmente su apposito supporto.

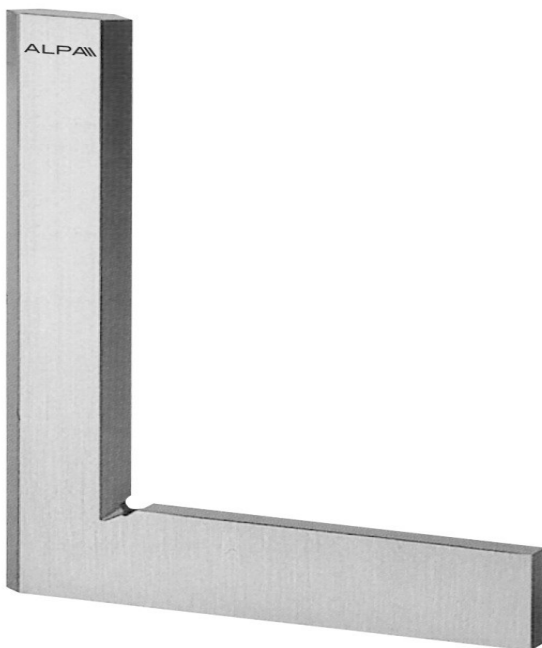
Con la riga millimetrata è possibile apprezzare il valore di  $\frac{1}{2}$  mm (0,5 mm = 5 decimi) o al massimo di  $\frac{1}{4}$  (un quarto) di mm, a seconda della capacità visiva dell'operatore.

Le righe sono costituite in acciaio invar, presentando un lato provvisto di divisione in millimetri di alta precisione.

Le righe normali hanno le dimensioni di 500, 1000, 1500 e 4000 mm.

La riga è usata per il controllo di misure lineari e per l'esecuzione di tracciature.

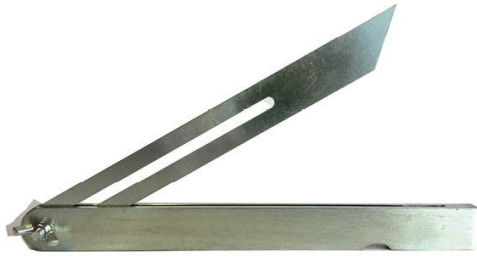
### 1.7.4 Squadra



Le squadre sono strumenti di misura molto utilizzati in officina soprattutto nei reparti di saldatura. Si dividono in due tipologie:

**-squadre fisse:** sono dispositivi da attributi e si usano per il controllo della perpendicolarità tra due superfici e per il controllo di angoli di 30°, 45°, 60°, 90° e 120°. Posso essere semplici o a cappello costruite in acciaio inossidabile, rettificata e con le facce lavorate.

<https://www.piana.tools/cst/PianaSchedeVedi.asp?ListinoID=2816&VariantiID=1>



- **squadre false**: sono strumenti indicatori di angoli, sono costruite ad angolo variabile e si usano per rilevare angoli di qualsiasi ampiezza, misurati poi con il goniometro. Sono costituite da due aste articolate in modo da poter assumere qualunque apertura.

<https://www.nolaferramenta.it/shop/attrezzature/strumenti-misura-e-controllo/compassi-squadre-e-goniometri/squadra-falsa-in-acciaio.html>

### 1.7.5 Blocchetti pianparalleli

I blocchetti di riscontro pianparalleli sono dei parallelepipedi di acciaio o altro materiale con due facce opposte piane e parallele. Questi componenti vengono utilizzati sia per la taratura di strumenti di misura, sia per controlli diretti dimensionali.

Le norme stabiliscono le caratteristiche dimensionali e qualitative più importanti dei blocchetti di riscontro a sezione rettangolare e a facce piane e parallele con lunghezza nominale compresa tra 0,5 e 1000 mm, inoltre le norme stabiliscono anche gli scostamenti ammessi sul valore nominale di lunghezza e le tolleranze geometriche per quattro classi di precisione da quella con tolleranze geometriche più strette a quella con tolleranze geometriche più larghe: 00, 0, 1 e 2.



<https://samatoolsgroup.com/curiosita/il-blocchetto-pianparallelo/>

La procedura per l'accoppiamento dei blocchetti è la seguente:

- 1) sgrassare i blocchetti con etere di petrolio, alcool o benzina;
- 2) pulire accuratamente con un panno di lino o pelle di daino;
- 3) disporre a croce i due blocchetti;
- 4) allineare i due blocchetti con una rotazione di 90°;
- 5) premere leggermente i due blocchetti.

In questo modo i blocchetti aderiscono l'uno all'altro, l'**adesione** è una proprietà fondamentale per l'utilizzo dei blocchetti pianparalleli, perché li fa aderire l'uno all'altro grazie all'interazione molecolare tra le facce di misura poste a contatto.

La mancanza di adesione indica che la superficie è rovinata o sporca.

Quando si manipolano i blocchetti è bene indossare dei guanti in lattice per non lasciare tracce di grasso cutaneo.

## 2. CALIBRO A CORSOIO

### 2.1 DESCRIZIONE

Il calibro a corsoio è lo strumento di misura più utilizzato in officina.

Per mezzo del calibro si possono rilevare misure di lunghezze esterne, interne e di profondità. Le misure eseguite con il calibro hanno un' approssimazione che può essere di 1/10, 1/20, o 1/50 di mm.

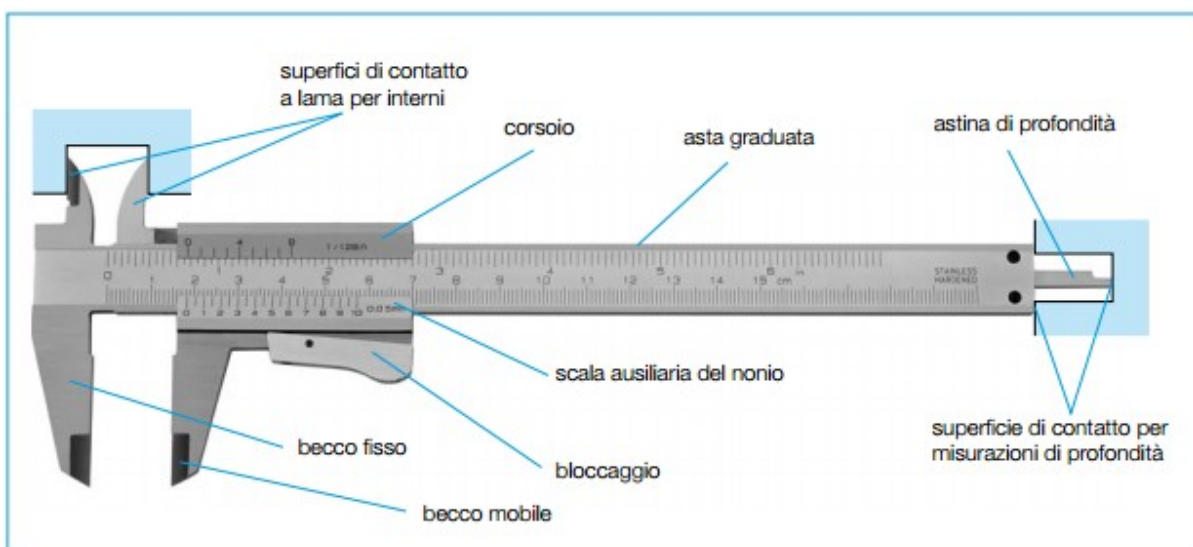
Con il calibro è possibile misurare :

- misure esterne (A);
- misure interne (B);
- misure di profondità ©.

I calibri sono costruiti in acciaio inossidabile, resistente alla corrosione e con buone proprietà di indeformabilità .

Il calibro a corsoio è composto dalle seguenti parti:

- **asta graduata**: divisa in millimetri;
- **becco fisso**: appendice perpendicolare e solidale all'asta graduata;
- **becco scorrevole**: per realizzare misure esterne;
- **corsoio**: elemento che scorre sull'asta graduata;
- **becchi per misure interne**: utile per rilevare fori, cave e scanalature;
- **asta per misurazioni di profondità**;
- **nonio**: scala ausiliaria che serve per apprezzare le frazioni di millimetro (decimi, ventesimi e cinquantesimi di mm).



<https://fisica1at.jimdofree.com/laboratorio/misure-e-loro-incertezze/il-calibro-ventesimale/>

## 2.2 IL NONIO E L'APPROSSIMAZIONE

Il nonio rappresenta la caratteristica principale del calibro a corsoio, perché consente di misurare lunghezze con approssimazioni inferiori al millimetro.

Il nonio può essere decimale, ventesimale e cinquantiesimale.

La graduazione riportata sull'asta fissa del calibro è in trattini, ognuno dei quali rappresenta un millimetro, come quelli di una riga metrica; la graduazione e il valore di ogni trattino inciso sul nonio del corsoio dipende dall'approssimazione del calibro (decimale, ventesimale o cinquantiesimale).

In generale il calibro è costituito da una scala ausiliaria (scala presente sul corsoio) avente lunghezza  $L$  divisa in  $n$  parti uguali, e da una scala principale (scala rappresentata dalla riga metrica).

Se i tratti 0 delle due scale non sono allineati perché la scala ausiliaria è stata spostata a destra di una determinata quantità, allora uno dei trattini numerati del nonio sarà allineato con un tratto della scala principale, e il numero indica la frazione misurata.

L'approssimazione è la frazione ' $a$ ' della scala principale che è possibile valutare con il nonio e rappresenta la più piccola frazione di millimetro apprezzabile dallo strumento.

Quindi l'approssimazione è:

$$a = l / n$$

Di seguito non vengono riportate immagini delle misurazioni in quanto per questo si deve fare riferimento alle esercitazioni di laboratorio con l'utilizzo pratico dello strumento.

## 2.3 IL NONIO VENTESIMALE

A calibro chiuso, lo 0 del nonio coincide con lo 0 della scala incisa sull'asta fissa e il ventesimo trattino del nonio coincide con il diciannovesimo trattino della scala sull'asta fissa, cioè con quello che corrisponde a 19 mm.

Nel caso di un nonio ventesimale si hanno 20 parti nella scala ausiliaria quindi:

$$a = l / n = 1 / 20 = 0,05 \text{ mm}$$

La lunghezza più piccola che il calibro con nonio ventesimale può apprezzare è pertanto 0,05 mm = 1 / 20 mm. Ciò significa che l'approssimazione del nonio ventesimale è di 0,05 mm.

N.B. Un nonio ventesimale ha 20 tacchettine.

Le lunghezze rilevabili con il calibro a corsoio con nonio ventesimale risultano espresse in millimetri e frazioni ventesimali di millimetro.

### FUNZIONAMENTO E MISURAZIONI CON IL CALIBRO.

Se i tratti 0 delle due scale non sono allineati perché la scala ausiliaria è stata spostata a destra di una determinata quantità, allora uno dei trattini numerati del nonio sarà allineato con un tratti della scala principale, e il numero indica la frazione misurata.

Nel calibro a corsoio ventesimale i mm sono dati dal primo trattino (quindi quello dello zero) della scala dell'asta graduata che precede lo 0 del nonio sul cursore.

Le frazioni ventesimali sono definite dal trattino del nonio che coincide più esattamente con uno della scala principale (asta graduata) : il numero del suddetto trattino rappresenta il numero di ventesimi di mm da aggiungere al numero intero di millimetri letto sulla scala principale.

Per facilitare la lettura delle frazioni ventesimali i venti trattini del nonio sono numerati da 1 a 10 di 0,05 in 0,05 mm.

Si possono verificare due casi di lettura:

A) Lo 0 del nonio coincide con un trattino della scala fissa. La lettura è intera. Nell'esempio si legge direttamente 88 mm.

B) Lo 0 del nonio non coincide con un trattino della scala fissa. Ad esempio lo 0 del nonio si trova tra 35 e 36 mm quindi la parte intera della misura è 35 mm.

Il trattino del nonio che coincide con una divisione della scala dell'asta fissa è l'8°, quindi la parte ventesimale è 8/20.

Poichè:  $(0,05 \times 8) = 0,40 \text{ mm}$ , Il risultato della misura è:  $35 + 0,40 = 35,40 \text{ mm}$



## 2.4 IL NONIO CINQUANTESIMALE

La lettura del nonio cinquantiesimale è analogia alla lettura del nonio ventesimale con la differenza che la più piccola lunghezza che un calibro di questo tipo può misurare è pari a  $0,02 \text{ mm} = 1/50 \text{ mm}$ .

Ciò vuol dire che l'approssimazione di un nonio cinquantiesimale (quindi il valore delle tacchettine del nonio) è di  $0,02 \text{ mm}$ .

N.B. Un nonio cinquantiesimale ha 50 tacchettine

Ad esempio se lo 0 del nonio si trova tra i 68 e 69 mm dell'asta graduata, quindi la parte intera della misura è 68 mm. Il trattino del nonio che coincide con una divisione della scala dell'asta fissa è il 16° quindi la parte decimale è pari a :  $0,02 \times 16 = 0,32 \text{ mm}$ .

In conclusione la misura sarà pari a  $68 + 0,32 = 68,32 \text{ mm}$

## 2.5 IL NONIO DECIMALE

La lettura del nonio decimale è analogia alla lettura del nonio ventesimale e cinquantesimale con la differenza che la più piccola lunghezza che un calibro di questo tipo può misurare è pari a  $0,10 \text{ mm} = 1/10 \text{ mm}$ .

Ciò vuol dire che l'approssimazione di un nonio decimale (quindi il valore delle tacchettine del nonio) è di  $0,10 \text{ mm}$ .

N:B. Un nonio decimale ha 10 tacchettine.

Ad esempio de lo 0 del nonio si trova tra i 18 e 19 mm dell'asta graduata, quindi la parte intera della misura è 18 mm. Il trattino del nonio che coincide con una divisione della scala dell'asta fissa è il 4° quindi la parte decimale è pari a :  $0,1 \times 4 = 0,40 \text{ mm}$ .

In conclusione la misura sarà pari a  $18 + 0,40 = 18,40 \text{ mm}$

## 2.6 CONFRONTO TRA I CALIBRI

Se si misura uno stesso pezzo con i tre calibri diversi : decimale, ventesimale e cinquantesimale si osserva che le misure risultano espresse con diverse approssimazioni grazie al diverso grado di approssimazione consentito dai calibri stessi.

la scelta di un calibro rispetto ad un altro dipende dal grado di precisione richiesto dalla misura cioè in definitiva, dalla tolleranza ammessa.

E' inutile impiegare il calibro cinquantesimale quando è sufficiente un approssimazione al decimo di mm.

### **Come riconoscere il nonio di calibro?**

Per riconoscere il nonio di un calibro e quindi la classificazione dello strumento in esame basterà contare le tacchettine riportate sul nonio:

- calibro decimale: 10 tacchettine sul nonio;
- calibro ventesimale: 20 tacchettine sul nonio;
- calibro cinquantesimale: 50 tacchettine sul nonio.

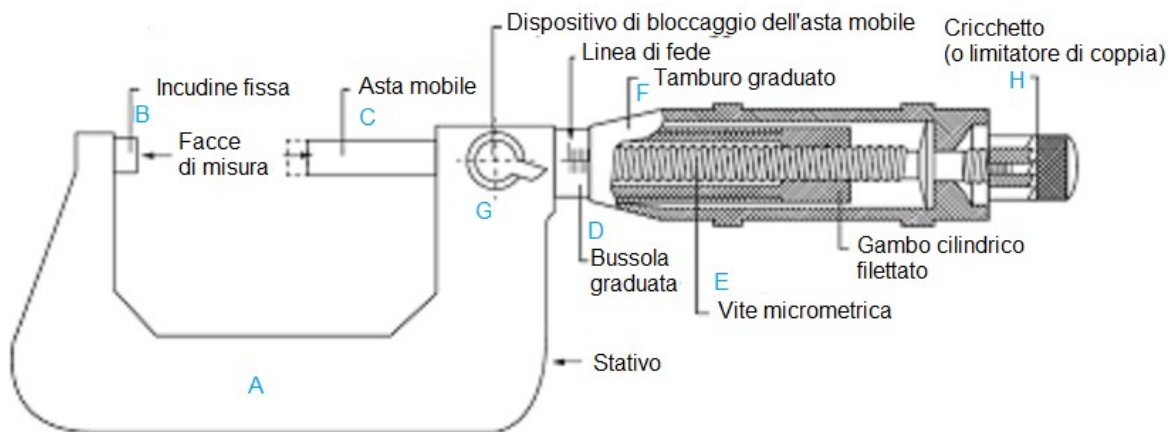
### 3. MICROMETRO CENTESIMALE

#### 3.1 DESCRIZIONE

Il micrometro a vite o centesimale, permette di eseguire misurazioni di lunghezze con una precisione superiore a quella del calibro a corsoio.

Il micrometro più utilizzato è quello per esterni ed è costituito da un telaio ad arco sul quale è sistemato il dispositivo di misura formato da un'asta mobile con una parte filettata, all'esterno della quale è montato un tamburo graduato.

Facendo ruotare il tamburo graduato, si ottiene lo spostamento della vite micrometrica e quindi dell'asta mobile, che va a stringere il pezzo da misurare contro l'incudine.



<https://meccanicatecnica.altervista.org/lettura-del-micrometro/>

I componenti principali del micrometro sono:

- Telaio ad arco o stativo**: questo componente è solitamente realizzato in acciaio o in ghisa e porta delle apposite targhette che indicano il campo di misura (0-25 , 25-50) e l'approssimazione consentita dallo strumento (1/100). Sullo stativo sono spesso applicate placche isolanti termiche che impediscono il riscaldamento dello strumento a contatto con le mani per evitare che una variazione di temperatura porti ad un allungamento o un accorciamento dello strumento, falsando la misura;
- incudine**: componente solidale al telaio che costituisce la faccia di misura fissa;
- vite micrometrica**: permette il movimento dell'asta mobile che va a stringere il pezzo per la misura;
- tamburo graduato**: è solidale alla vite micrometrica;

- **asta mobile**: le estremità di quest'asta e dell'incudine sono normalmente piane e parallele, ma possono avere forme diverse; le loro facce destinate a poggiare contro il pezzo in misura sono in metallo duro per garantire la resistenza all'usura;
- **bussola graduata**: sulla bussola è incisa una scala lineare costituita da una linea detta di fede, sopra la quale è riportata una graduazioni in millimetri. La scala dei mezzi millimetri è riportata al di sotto della linea di fede;
- **dispositivo di bloccaggio dell'asta mobile**: questo dispositivo permette di bloccare l'asta mobile ad una quota campione, qualora si voglia utilizzare lo strumento come calibro fisso;
- **limitato di coppia o frizione**: questo dispositivo è costituito da una ghiera zigrinata che agisce da frizione e serve a impedire che la pressione dell'asta mobile sul pezzo superi il valore di 5-10 N. Si evita così un'eccessiva pressione dei tasti contro il pezzo, che potrebbe danneggiare il micrometro.

**Campo di misura e portata dei micrometri**: il campo di misura dei micrometri viene generalmente limitato a 25 mm, per consentire la misura di pezzi superiori a 25 mm esistono micrometri con diverse portate. La portata di uno strumento è la grandezza massima e minima misurabile mentre il campo di misura è la differenza tra la portata massima e minima misurabile dallo strumento. Nella figura sopra, la portata massima è di 50 mm quando lo strumento è tutto aperto, mentre la portata minima è di 25 quando lo strumento è tutto chiuso; di conseguenza il campo di misura essendo la differenza tra le due portate sarà pari a 25 mm. La serie di micrometri maggiormente utilizzata in officina è quella di 4 micrometri con campo di misura di 25 mm e con portate di 25, 50, 75 e 100 mm.

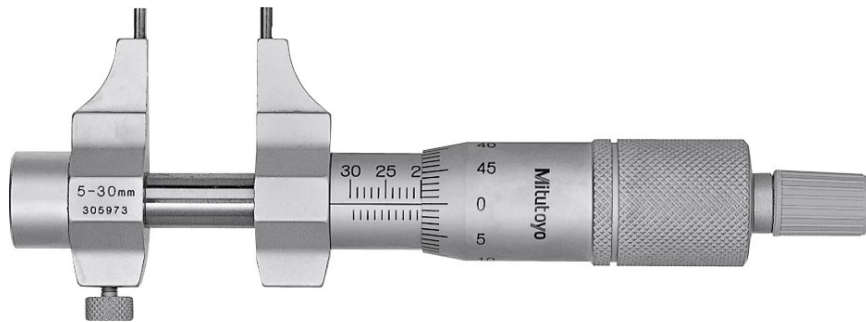
**Micrometri per interni**: questo tipo di strumenti viene impiegato per misurare i diametri dei fori e altre quote interne, purché superiori ai 50 mm.



[https://shop.mitutoyo.it/web/mitutoyo/it\\_IT/mitutoyo/Inside%20Micrometer%20with%20Interchangeable%20Rod/Micrometro%20per%20interni](https://shop.mitutoyo.it/web/mitutoyo/it_IT/mitutoyo/Inside%20Micrometer%20with%20Interchangeable%20Rod/Micrometro%20per%20interni)

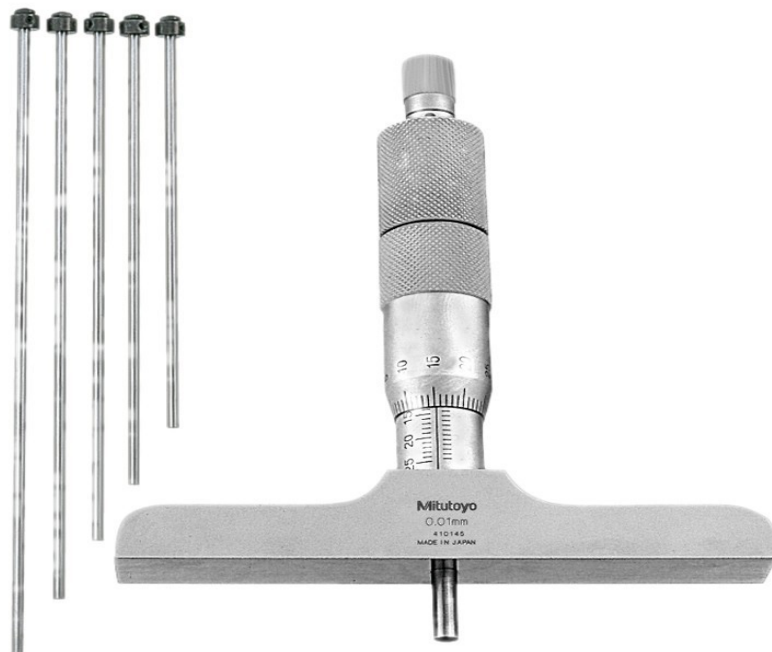
**Micrometri interni con becchi misuratori:** questo strumento sostituisce al telaio ad arco del micrometro per esterni due becchi simili a quelli di un calibro.ù

Questo tipo di strumento è particolarmente indicato quando si devono misurare fori con diametri abbastanza piccoli (minimo 5 mm).



<https://metalworker.hoffmann-italia.it/prodotto/mitutoyo-micrometro-con-becchi-per-interni-intervallo-di-misurazione-25-50-mm>

**Micrometri di profondità:** utilizzato per misurare le profondità, si differenzia dal micrometro per esterni per avere in sostituzione dell'arco un ponte applicato alla testa micrometrica .



<https://www.robotictools.it/micrometro-di-profondita-0-100-mm-mitutoyo.html>

## 3.2 RILIEVO DELLE QUOTE E APPROSSIMAZIONE

L'approssimazione di lettura del micrometro è generalmente di 1/100 di mm; si hanno anche micrometri speciali che possono arrivare sino ad un'approssimazione di 1/1000 di mm.

La misura dello spessore di un particolare meccanico si esegue premendo questo tra le facce di misura. Ciò avviene azionando il limitatore di coppia fino a che gira a vuoto impedendo ulteriori avanzamenti dell'asta mobile.

Infatti la vite micrometrica, che gira ruotando il tamburo graduato o il limitatore di coppia, serve proprio ad avvicinare e premere le facce di misura sulla superficie del pezzo.

la forza non superiore a 10 N è applicata solo agendo sul limitatore di coppia, pertanto non si deve premere il particolare meccanico ruotando il tamburo graduato.

### 3.3 LETTURA DELLO STRUMENTO

I micrometri presentano due graduazioni per la lettura contemporanea dei millimetri e dei centesimi di millimetro.

Per la lettura dello strumento basta quindi leggere sulla scala della bussola graduata il valore indicato dall'estremità sinistra del tamburo graduato, cioè il numero in corrispondenza della linea di fede.

La lettura della misura si esegue nel seguente modo:

A) i millimetri e i mezzi millimetri si leggono sulla graduazione lineare fissa incisa sulla bussola in corrispondenza della estremità del tamburo graduato;

B) i centesimi di millimetro si leggono sul tamburo graduato in corrispondenza della linea di fede e vanno sommati alla misura in millimetri e mezzi millimetri rilevati sulla scala fissa.

Di seguito non vengono riportate immagini delle misurazioni in quanto per questo si deve fare riferimento alle esercitazioni di laboratorio con l'utilizzo pratico dello strumento.

#### SUGGERIMENTI PRATICI

La lettura del micrometro si rivela, nella pratica più agevole rispetto a quella del nonio, è importante prestare la massima attenzione nei casi di misure prossime ai millimetri e ai mezzi millimetri, in quanto la copertura delle relative tacche, da parte del tamburo graduato, non avviene istantaneamente ma durante la rotazione di alcuni centesimi.

Pertanto, può succedere che la tacca sia già visibile, ma non debba ancora essere considerata; una regola pratica da osservare per evitare errori in questa situazione suggerisce di suddividere la bussola graduata in due :

-sette superiore: parte che comprende il semicilindro dalla linea di fede verso l'alto;

-sette inferiore: parte che va dalla linea di fede verso il basso.

Dal momento in cui la tacca comincia a essere visibile, bisogna verificare la posizione dello zero del tamburo: finché rimane nel settore superiore, la tacca non va considerata; essa va letta soltanto dal momento in cui lo zero si allinea alla linea d'origine o entra nel settore inferiore.