

A grayscale photograph of a mechanical assembly. In the foreground, a large gear is partially visible, with its teeth pointing towards the right. Above the gear, a probe or measuring tool is positioned, with its tip pointing downwards towards the gear's surface. The background is blurred, showing other mechanical components and a bright light source. The overall scene suggests a precision manufacturing or metrology environment.

Richiami sulle tolleranze

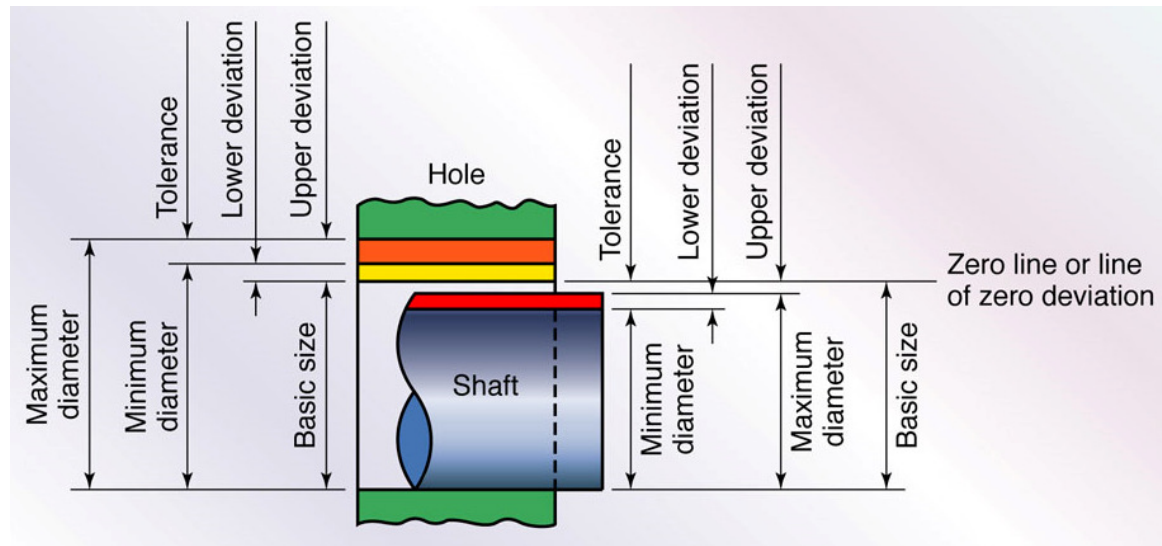
Metrologia industriale

Richiami sulla rugosità

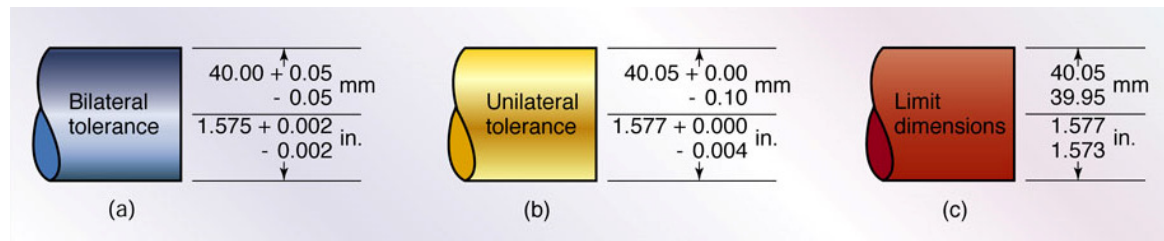


TOLLERANZE DIMENSIONALI

Dimensioni nominali
e scostamenti:

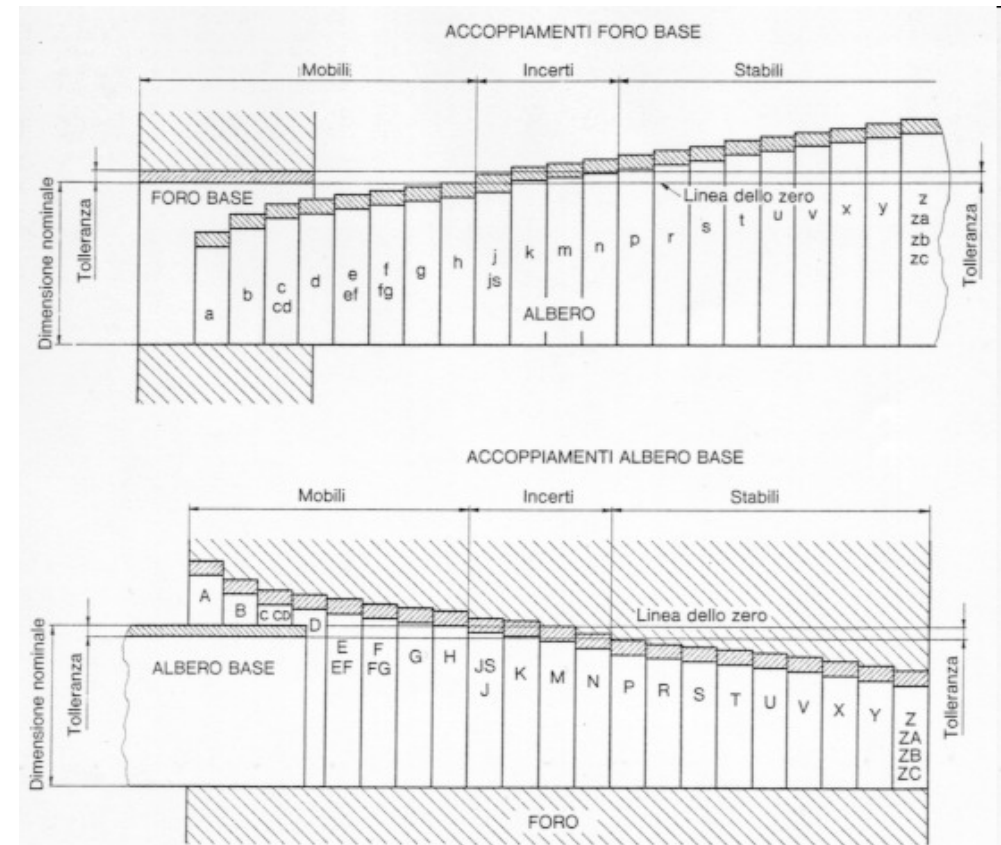
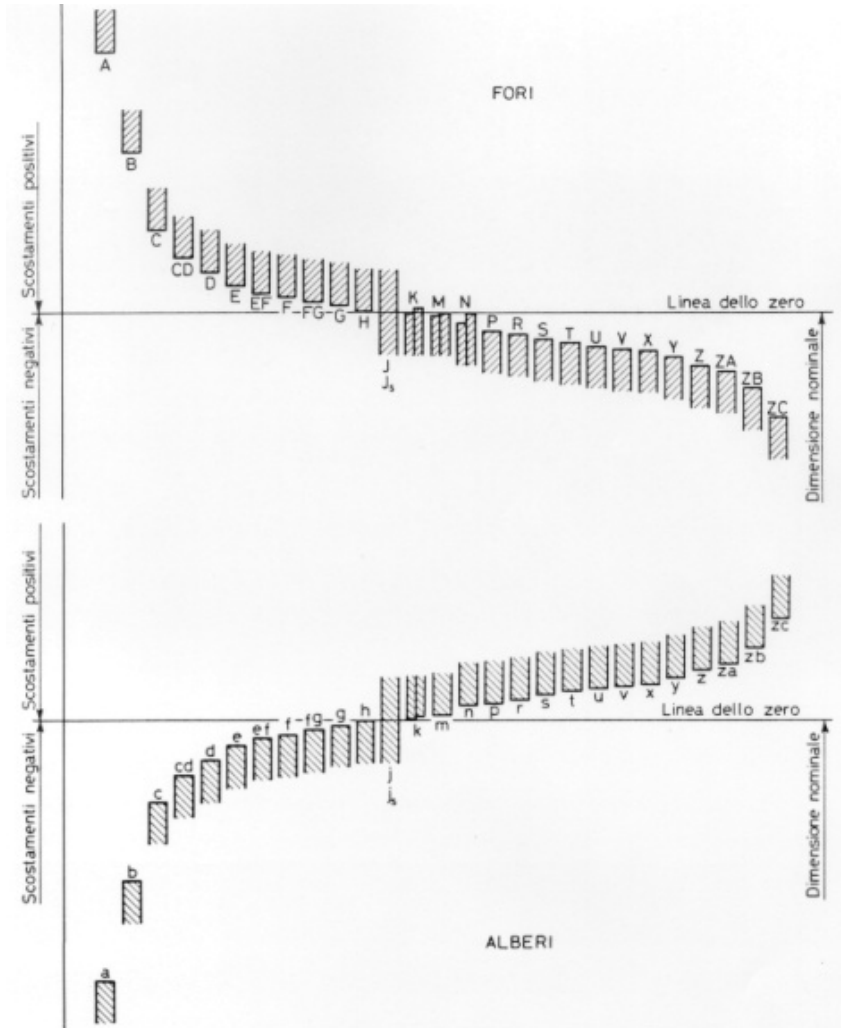


Tipi di scostamenti:





Sistema di tolleranze ISO UNI 6387-88





Tolleranze consigliate

ZONE DI TOLLERANZA RACCOMANDATE PER ALBERI																			
Qualità	a	b	c	d	e	f	g	h	j	js	k	m	n	p	r	s	t	u	x
5							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o		
6						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	x	
7					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o	x	x
8				x	x	x		x											
9	x	x		x	x			x											
10				x				x											
11	o	o	o					x											

ZONE DI TOLLERANZA RACCOMANDATE PER FORI																					
Qualità	A	B	C	CD	D	E	F	G	H	J	JS	K	M	N	P	R	S	T	Z	ZB	ZC
6							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o			
7							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	o			
8						x	x		x	x	x	x	x	x	x	x			x		
9					x	x	x		x		x									x	x
10					x	x			x												
11	o	o	x		x				x												
13																					

FORO BASE

H11/a11	H10/d8	H8/f8	H7/f6	H6/g5	H9/h8	H7/h6	H7/j6	H7/k6	H7/m6	H7/p7	H7/s6
H11/b11	H8/e7	H8/f7	H7/g7	H13/h11	H8/h8	H6/h6	H6/j6	H6/k6	H6/n6	H6/p5	H7/u7
H11/c11	H9/f8	H7/f7	H7/g6	H11/h11	H7/h7	H6/h5	H6/j5	H7/m6	H6/n5	H7/r6	H7/u6
MOBILE			← INCERTO →						STABLE		
A11/h11	D10/h8	F9/h8	F7/h7	G7/h6	J7/h7	J6/h5	K7/h6	M6/h6	N7/h6	P7/h7	R7/h6
B11/h11	E9/h8	F8/h8	F7/h6	G6/h5	J7/h6	K8/h7	K6/h6	N8/h7	N6/h7	P6/h5	S7/h6
C11/h11	E8/h7	F8/h7	G7/h7	J8/h7	J6/h6	K7/h7	M7/h6	N7/h7	N6/h5	R8/h7	

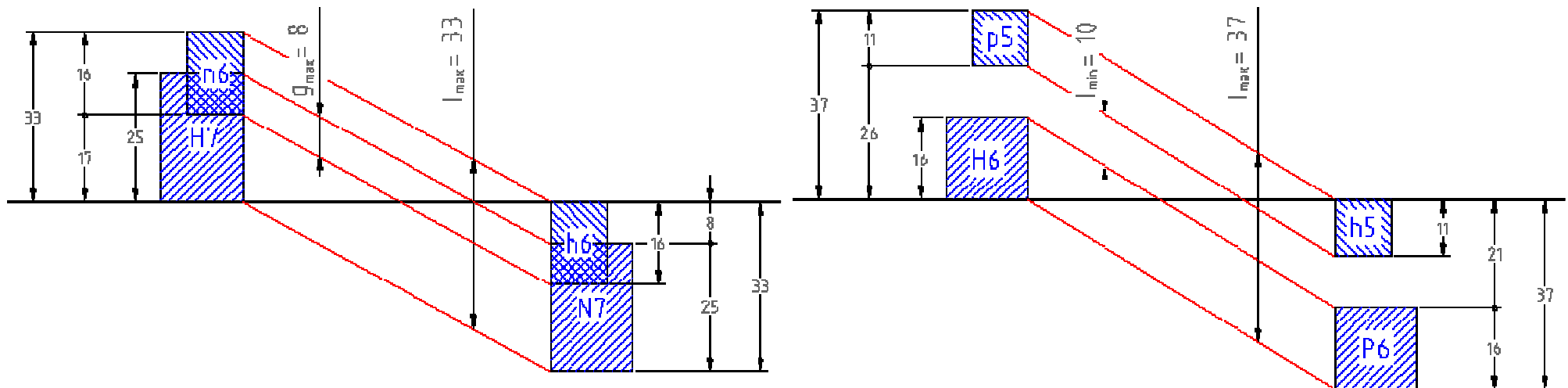
ALBERO BASE



Tolleranze generali

CLASSE DI TOLLERANZA		SCOSTAMENTI LIMITE PER CAMPI DI DIMENSIONI NOMINALI							
Designazione	Denominazione	da 0,5 fino a 3	oltre 3 fino a 6	oltre 6 fino a 30	oltre 30 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400 fino a 1.000	oltre 1.000 fino a 2.000	oltre 2.000 fino a 4.000
f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
C	grossolana	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
V	molto grossolana	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

Esempi di tolleranze omologhe albero base – foro base: accoppiamento con interferenza e incerto





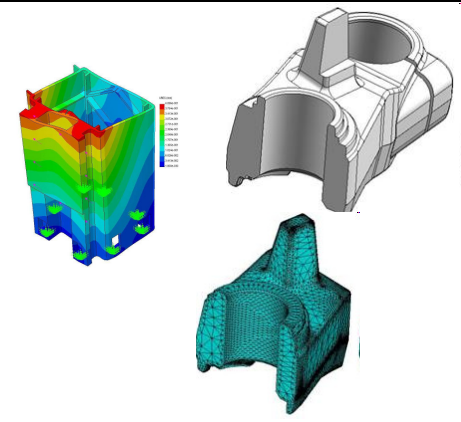
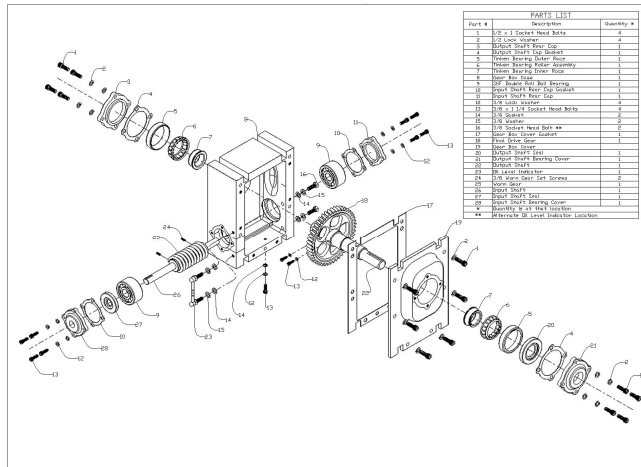
TOLLERANZE DI FORMA

<p>Rettilineità</p>		<p>= ogni linea del mantello esterno del diametro del tubo deve stare alla distanza di 0,3 mm tra due linee parallele = l'escursione del comparatore, ruotando intorno all'asse, deve essere di max. 0,6 mm = l'asse tollerato del diametro esterno del tubo deve stare entro un cilindro del diametro di 0,3 mm = l'escursione del comparatore, ruotando intorno all'asse, deve essere di max. 0,3 mm</p>		<p>Eccentricità</p>		<p>= l'asse tollerato del diametro interno del tubo deve stare ad una distanza di 0,1 mm nei confronti dell'asse di riferimento A (DE) = concentricità / coassialità</p>	
<p>Rotondità (Circolarità)</p>		<p>= la linea perimetrale tollerata deve stare tra due cerchi concentrici ad una distanza di 0,1 mm</p>		<p>Oscillazione radiale</p>		<p>= ruotando intorno all'asse di riferimento AB, l'errore di oscillazione radiale in ogni piano di misurazione verticale non deve superare 0,1 mm = escursione comparatore max. 0,1 mm</p>	
<p>Forma cilindrica</p>		<p>= la superficie tollerata del mantello del tubo deve stare tra due cilindri coassiali ad una distanza di 0,1 mm</p>		<p>Oscillazione</p>		<p>= ruotando intorno all'asse di riferimento C, l'errore di oscillazione assiale non deve superare 0,1 mm = escursione comparatore max. 0,1 mm</p>	
<p>Concentricità e coassialità</p>		<p>= l'asse tollerato del diametro interno deve stare entro un cilindro coassiale ed un asse di riferimento (DE) con diametro 0,2 mm</p>		<p>Parallelismo</p>		<p>= il lato frontale tollerato deve stare tra 2 linee parallele rispetto al lato di riferimento A, ad una distanza di 0,1 mm</p>	
				<p>Perpendicolarità</p>		<p>= il lato frontale deve stare tra 2 linee verticali parallele, perpendicolari all'asse di riferimento A, ad una distanza di 0,1 mm</p>	



Prospetto riassuntivo

Simbolo	Descrizione	Tipo di tolleranza	Simbolo	Descrizione	Tipo di tolleranza
	<u>Rettilinearità</u>	Forma		Inclinazione	Orientamento
	Planarità	Forma		Localizzazione	Orientamento
	Rotondità	Forma		Concentricità	Posizione
	<u>Cilindricità</u>	Forma		Simmetria	Posizione
	Parallelismo	Orientamento		Dimensionale	Dimensioni
	Perpendicolarità	Orientamento		Dimensionale	Dimensioni

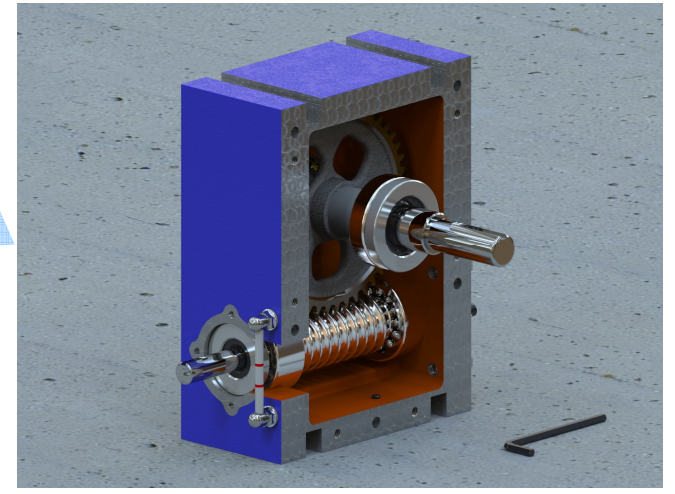
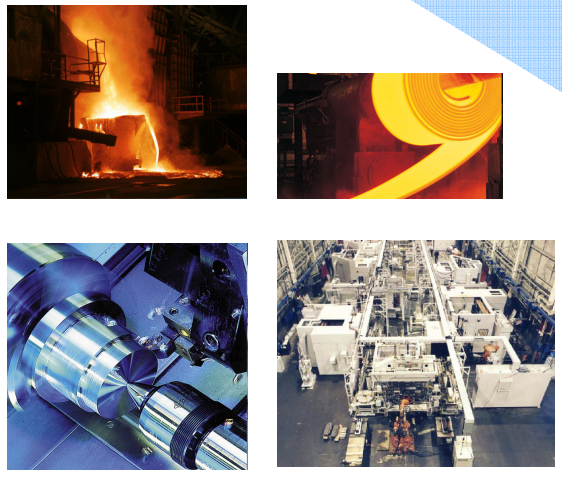


Tolleranze di progetto

R
e
a
l
i
z
z
a
b
i
l
i
t
à

F
u
n
z
i
o
n
a
l
i
t
à

Tolleranze di processo





METROLOGIA INDUSTRIALE

Obiettivi della misurazione
di componenti ottenuti per
lavorazione meccanica

verifica di conformità
del prodotto ai requisiti
specificati

controllo del
processo produttivo

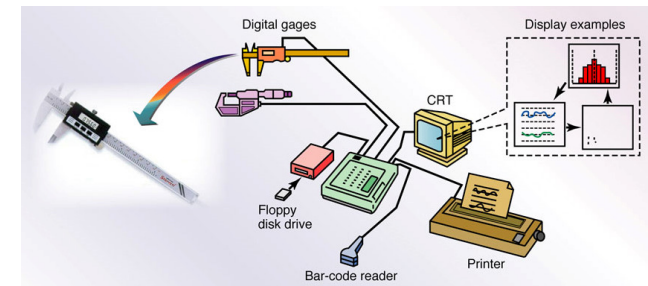
I requisiti sono essenzialmente
tolleranze, dimensionali e geometriche,
e **rugosità** riportate dal progettista sul
disegno del componente

La sola verifica finale sul prodotto finito, pur garantendo la
qualità del prodotto in uscita, non è in grado di correggere
eventuali anomalie del processo, le quali potrebbero avere
come conseguenza lo scarto del prodotto.

Il confronto dei valori misurati con
le rispettive tolleranze ammesse
permette la selezione dei pezzi nelle
due fondamentali categorie

"conforme"

"non conforme"





Metrologia assoluta e metrologia a comparazione

METODI

assoluto

in grado di rilevare le dimensioni complessive del misurando

trasduttori a grande campo

soluzioni seriali



or



forniscono direttamente il valore totale attribuibile al misurando

a comparazione

non sono in grado di rilevare le dimensioni complessive del misurando

trasduttori a piccolo campo

soluzioni parallele



+



rilevano gli scostamenti dei valori del misurando rispetto ad un campione di riferimento, normalmente definito "riscontro di azzeramento" o "master"



Calibro a nonio



Calibro Palmer



Calibro per spessori



Calibro di profondità



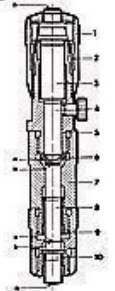
Micrometri ad aste combinabili per interni



MAC3



MAC0



Calibro per tracciatura a compasso



Goniometro





Calibri per scanalature



Misuratori di circonferenze esterne



Spessorimetro



alesametro per il controllo della coassialità dei fori



Calibro per filetti

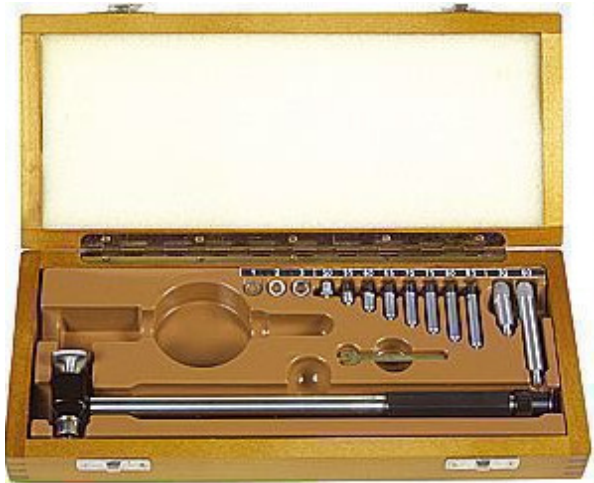


Contafiletti





alesametro



Comparatore e base magnetica



Blocchetti di riferimento



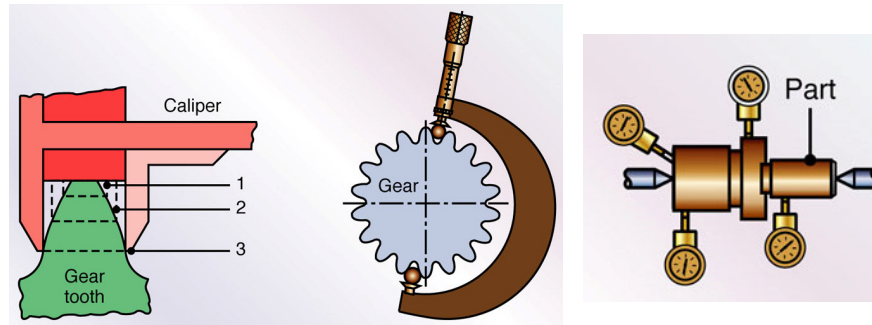
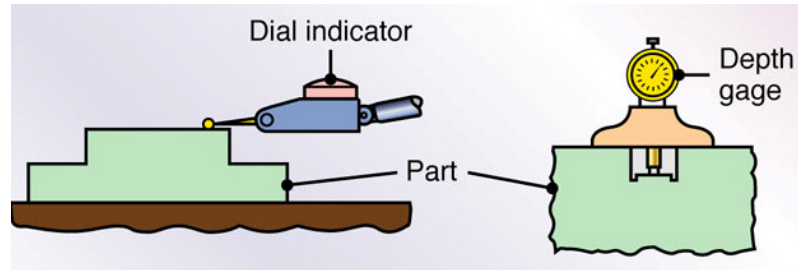
Calibri e aste di riferimento



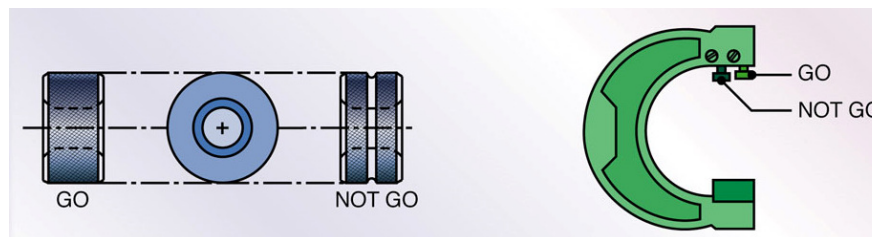


Esempi di misurazioni:

Dimensionali assolute

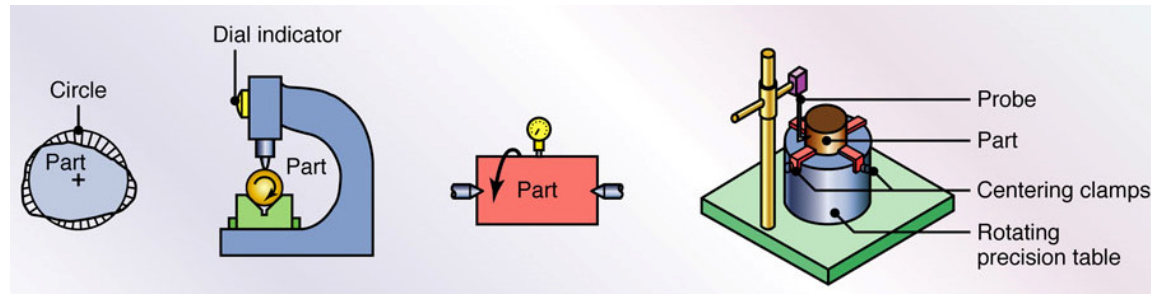
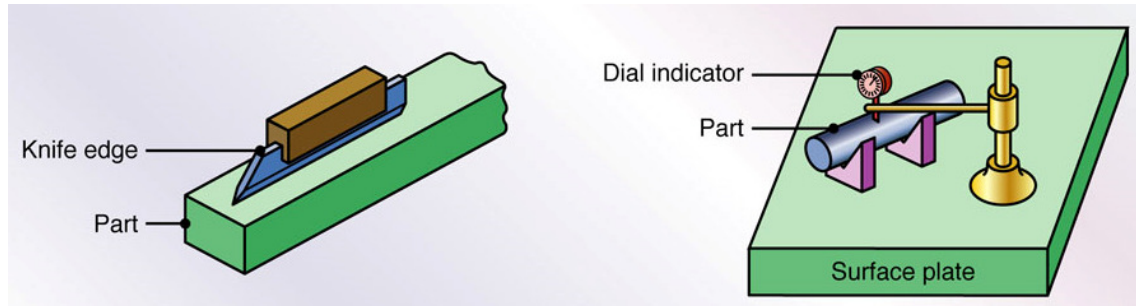


Passa non passa

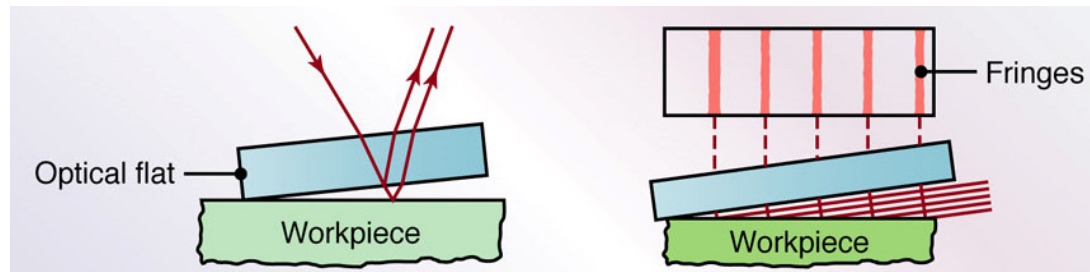


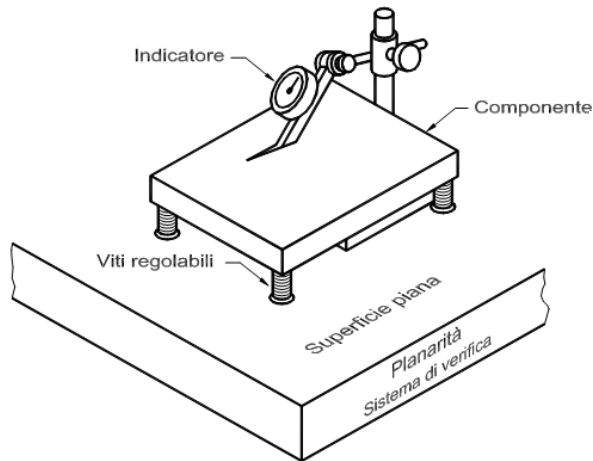


Dimensionali a comparazione

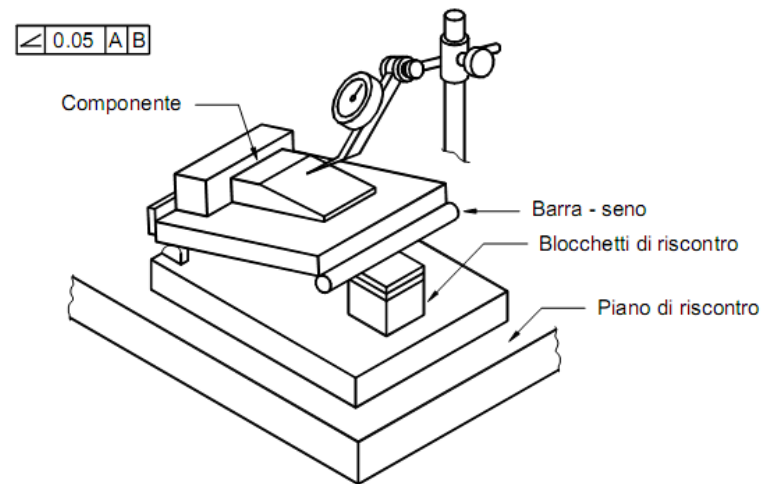


Interferometriche

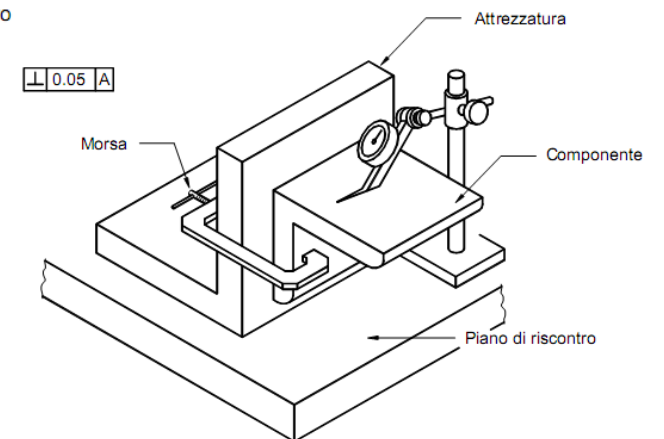




Misura della planarità



Misura dell'inclinazione

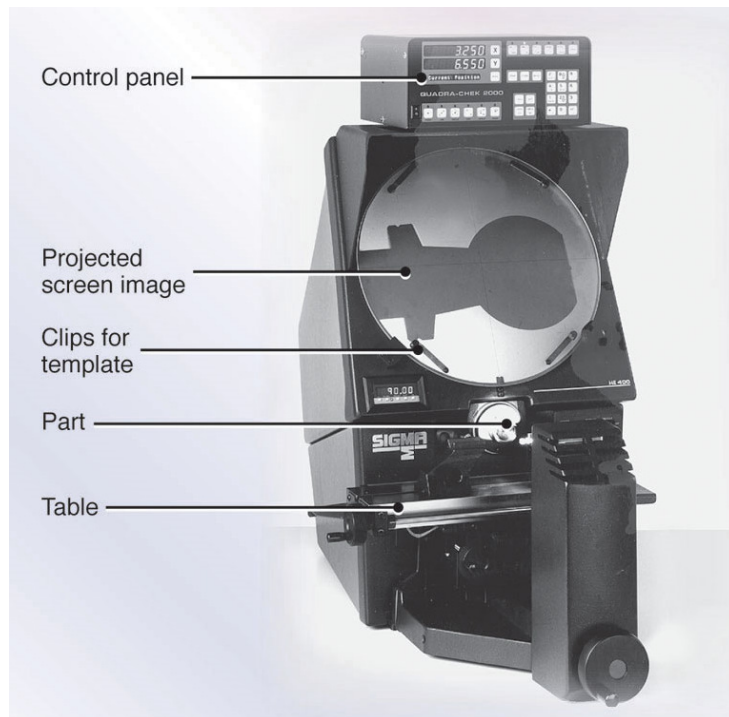


Misura della perpendicolarità

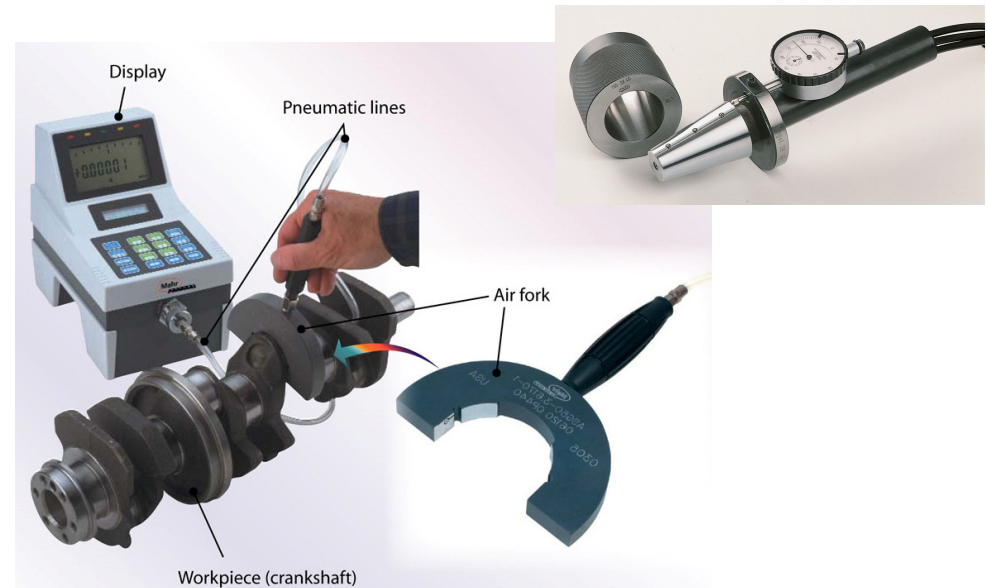


Altri strumenti:

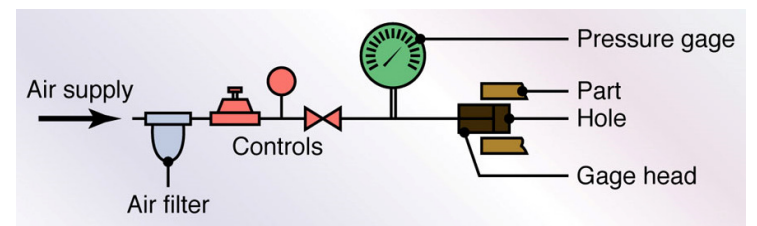
Proiettore di profili



Sistemi pneumatici

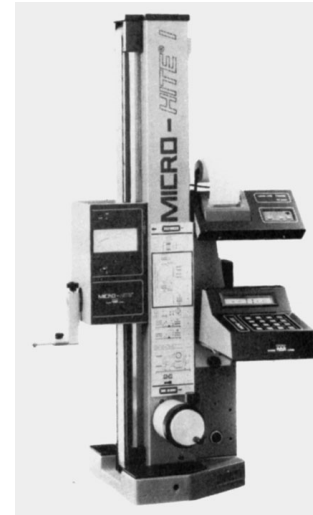
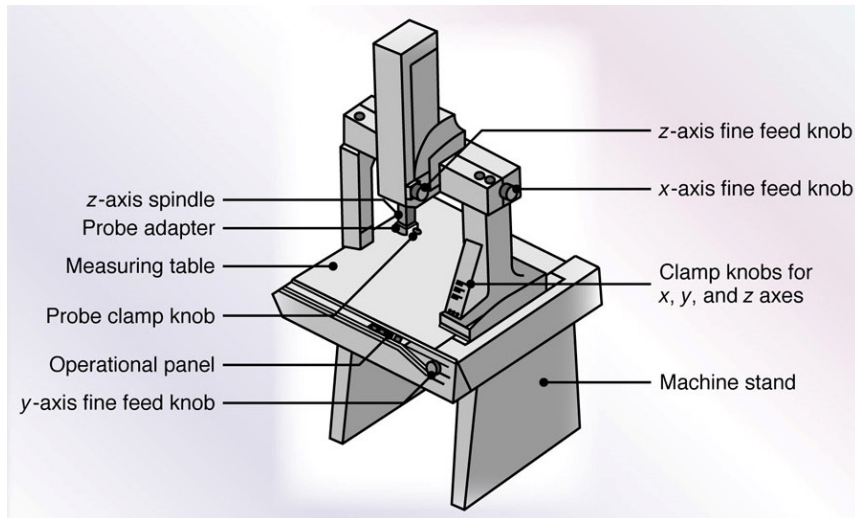


Schema di funzionamento:





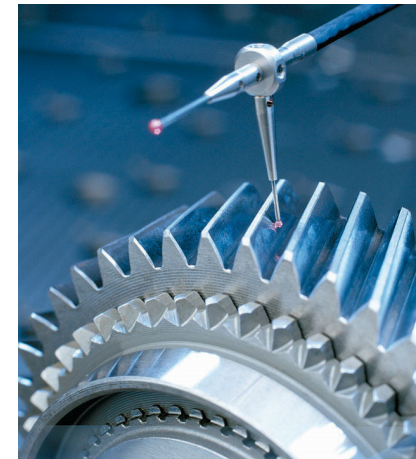
Apparecchi di misura CMM (Coordinate Measurement System)



Testa di misura laser



Testa di misura a contatto



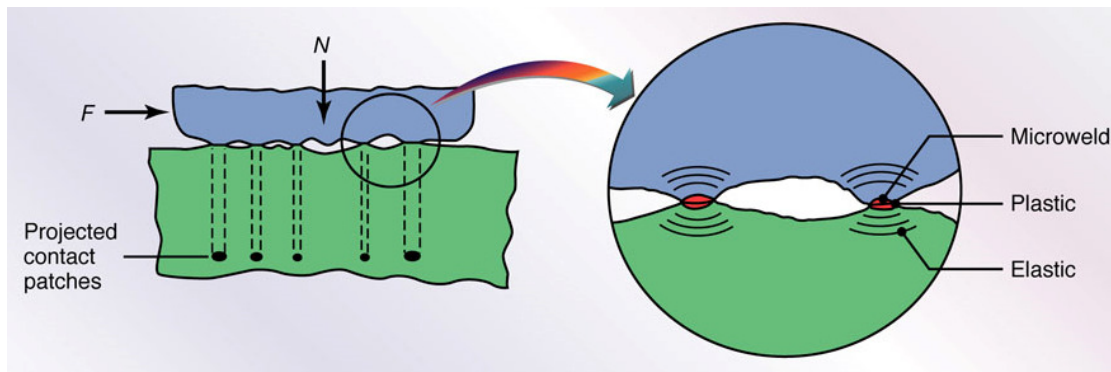


Per misure dimensionali di
carrozzerie di autoveicoli

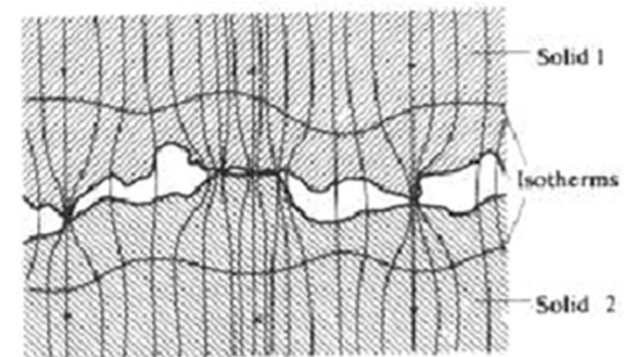
RUGOSITÀ SUPERFICIALE

Reale area di contatto:

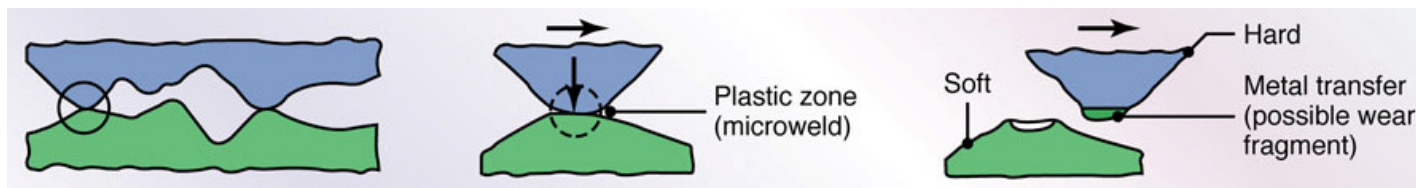
pressioni



conducibilità

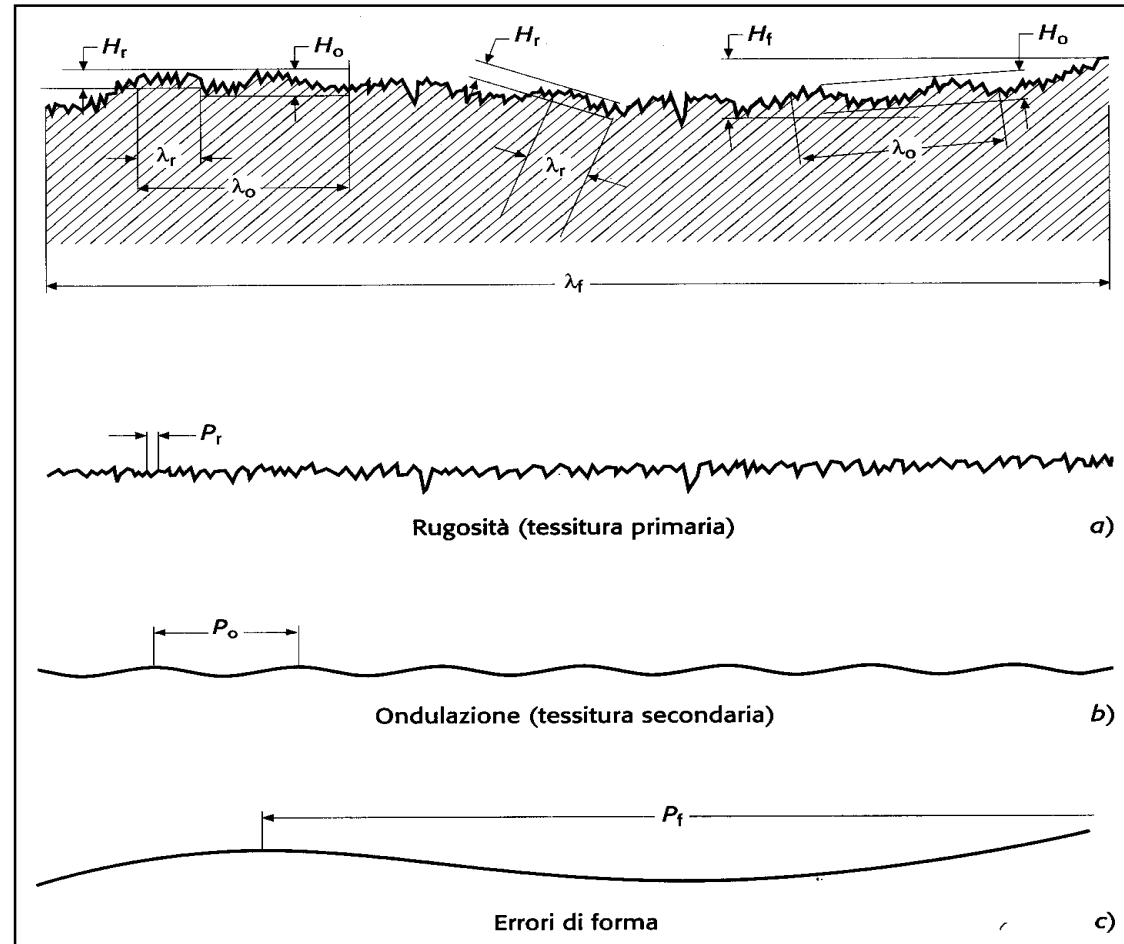
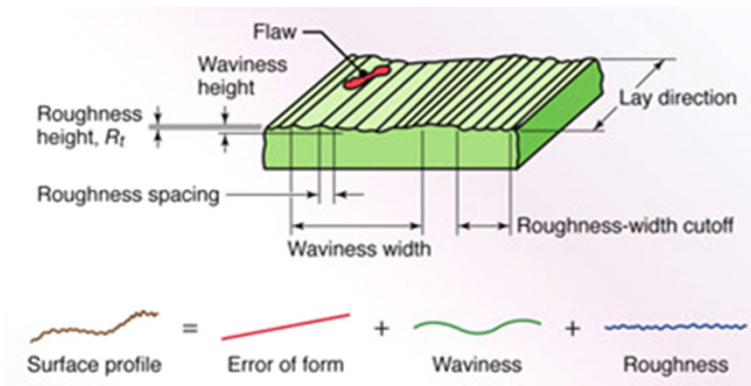


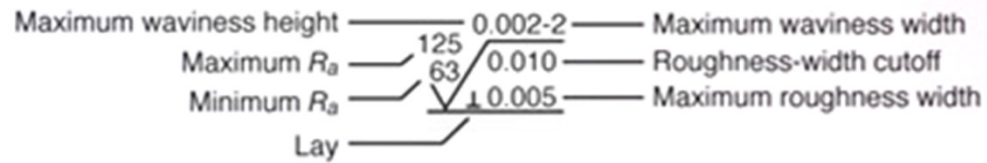
usura





Profilo
=
Rugosità
+
Ondulazione
+
Forma



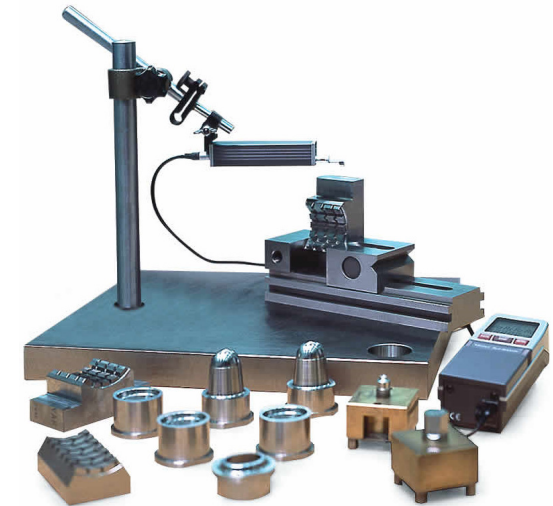
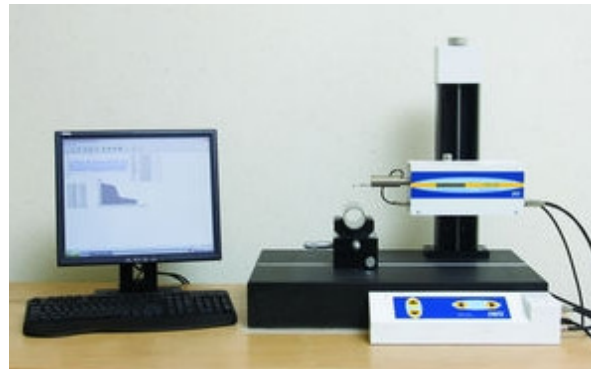


Indicazioni sul disegno:

Lay symbol	Interpretation	Examples
— —	Lay parallel to the line representing the surface to which the symbol is applied	
⊥	Lay perpendicular to the line representing the surface to which the symbol is applied	
X	Lay angular in both directions to line representing the surface to which symbol is applied	
P	Pitted, protuberant, porous, or particulate nondirectional lay	

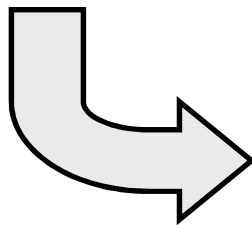
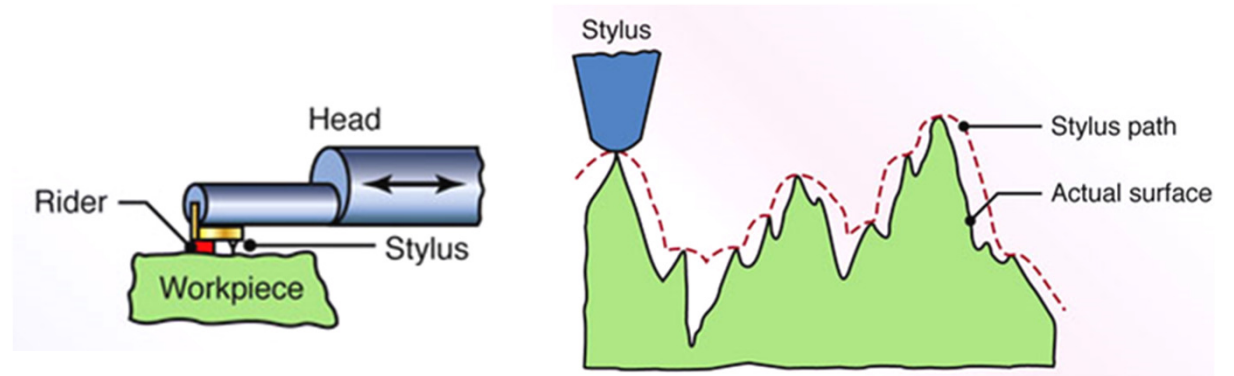
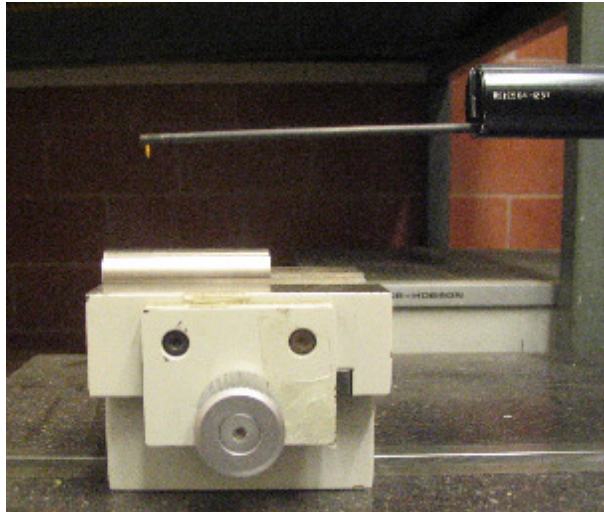


Rugosimetri da laboratorio

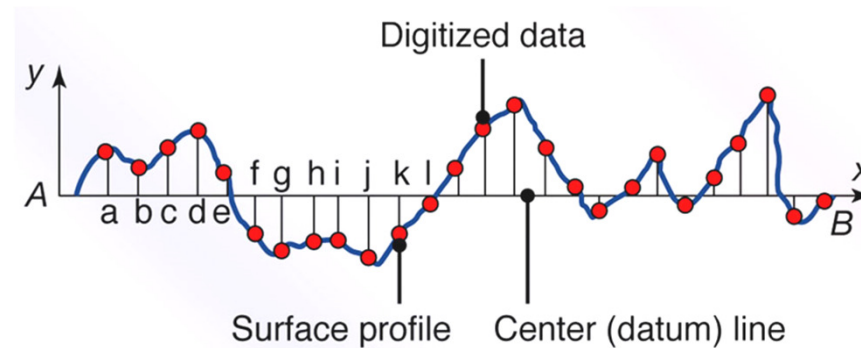


Rugosimetri portatili





Digitalizzazione e filtraggio



Parametri di rugosità

Rugosità media

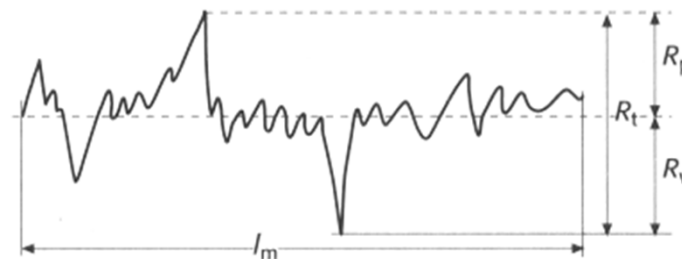
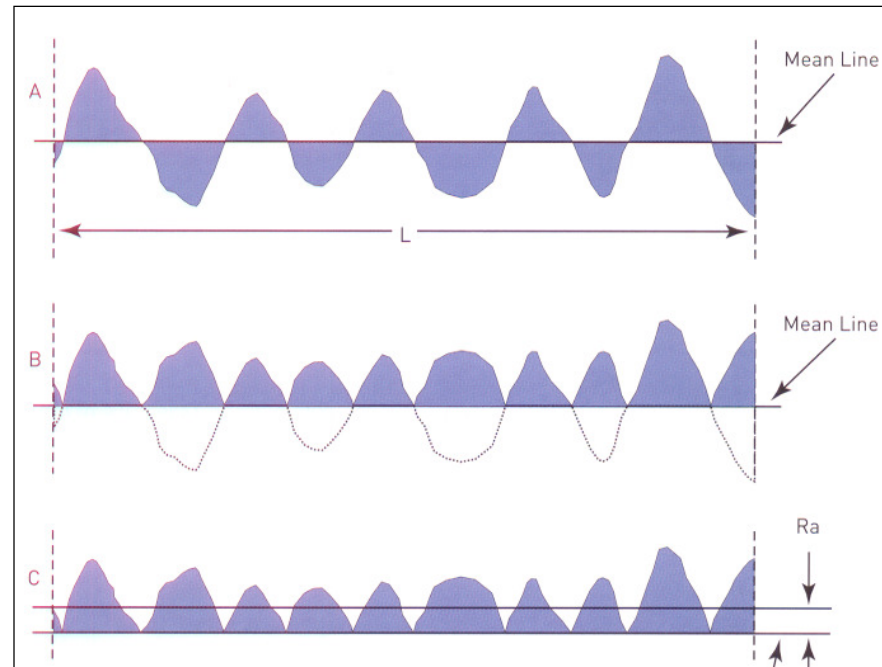
$$Ra = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} |y(x)| dx \cong \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Rugosità quadratica media

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} y^2(x) dx} \cong \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i^2|}$$

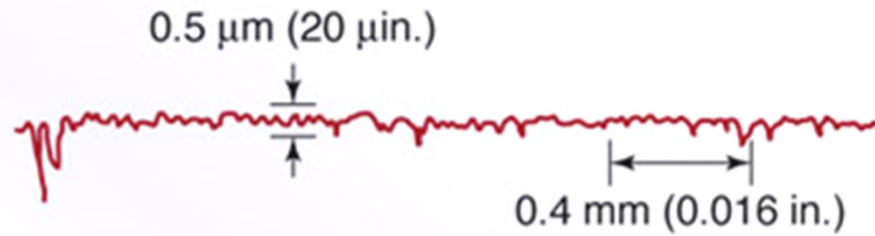
Rugosità totale

$$Rt = Rp + Rv$$

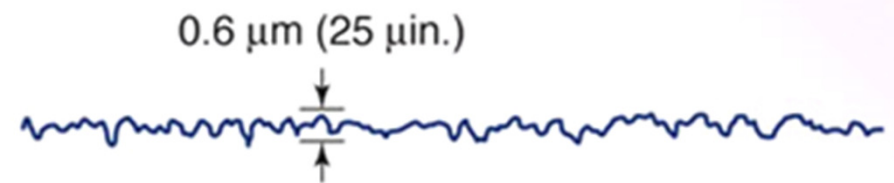




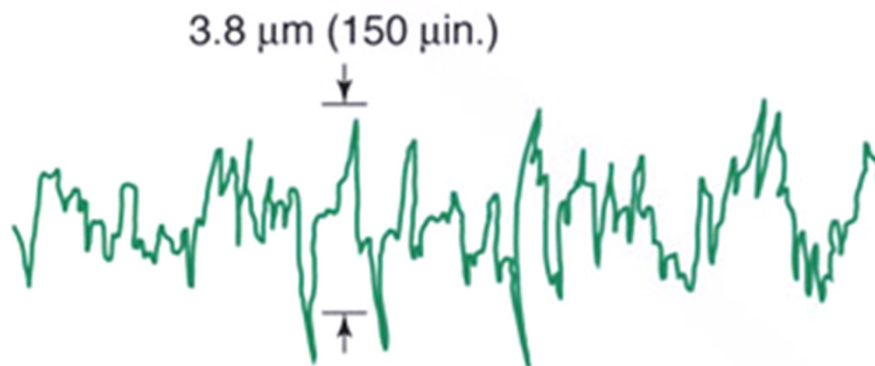
Esempi di superfici lavorate



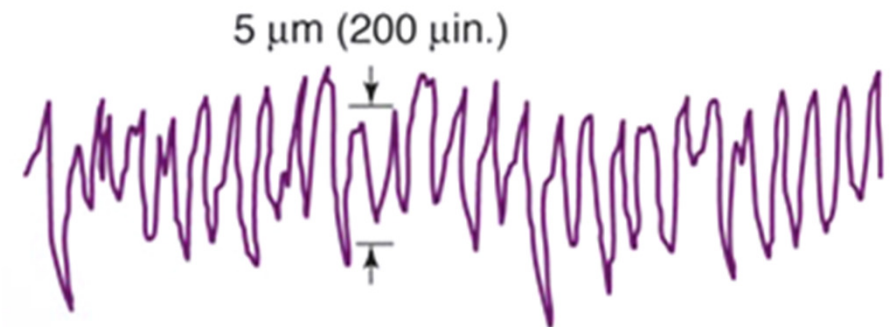
Lappatura



Rettifica di finitura



Rettifica di sgrossatura



Tornitura