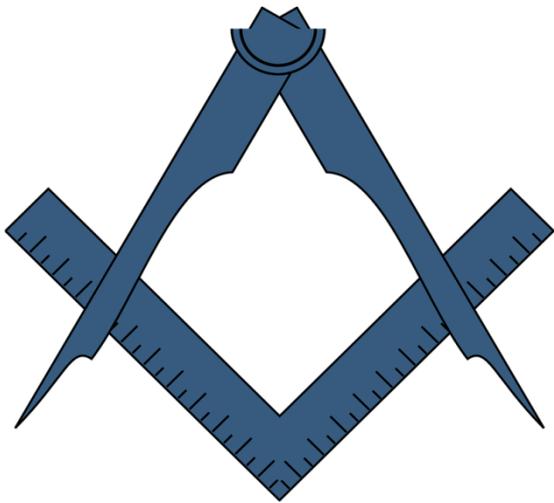

LA RUGOSITA'



Appunti di Disegno Meccanico

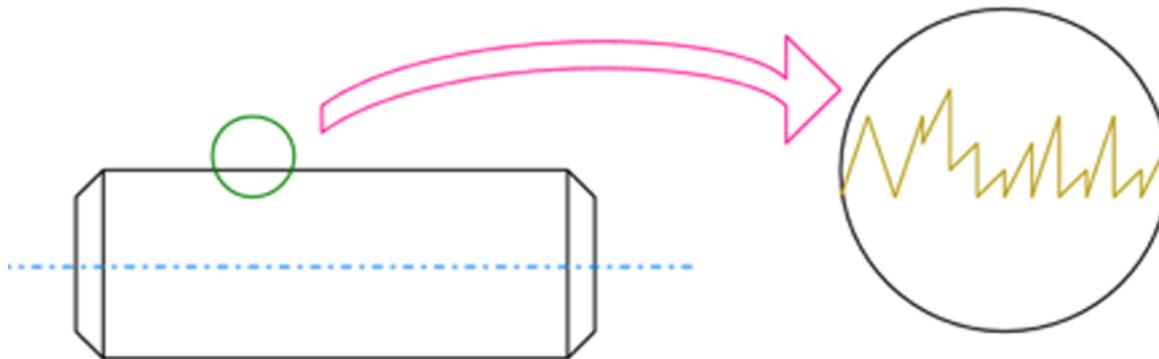
consuelo rodriguez
ingegnere

Errori di lavorazione

Ogni superficie, indipendentemente dal tipo di lavorazione, è caratterizzata da una rugosità superficiale.

La rugosità è l'insieme delle irregolarità superficiali, che si ripetono con passo relativamente piccolo, lasciate dal processo di lavorazione e/o da altri fattori influenti (forma dell'utensile, disomogeneità del materiale...)

Nessuna superficie si può definire "perfettamente liscia". C'è sempre irregolarità della superficie rispetto alla superficie teorica.



Le irregolarità possono presentarsi in modo casuale (es. fusione...) oppure avere un andamento regolare caratteristico della lavorazione ad asportazione di truciolo. La rugosità è in effetti costituita da una serie di solchi più o meno ordinati e regolari e con profondità variabile disposti su una superficie.

La rugosità ha influenza su:

- resistenza a fatica
 - durata
 - resistenza alla corrosione
 - lubrificazione
-



Definizione di rugosità

- La rugosità è l'insieme delle irregolarità superficiali, che si ripetono con passo relativamente piccolo, dovute al processo di produzione e/o da altri fattori influenti
- Le irregolarità possono essere dovute al processo di lavorazione, a disomogeneità del materiale, presenza di vibrazioni, interazioni con l'ambiente, ecc.
- La rugosità caratterizza il grado di finitura di una superficie
- Il grado di finitura superficiale è legato all'aspetto estetico dell'oggetto e alla sua funzionalità.

La rugosità delle superfici deve essere prevista in fase di progetto e deve essere indicata sul disegno tecnico assieme alla quotatura.

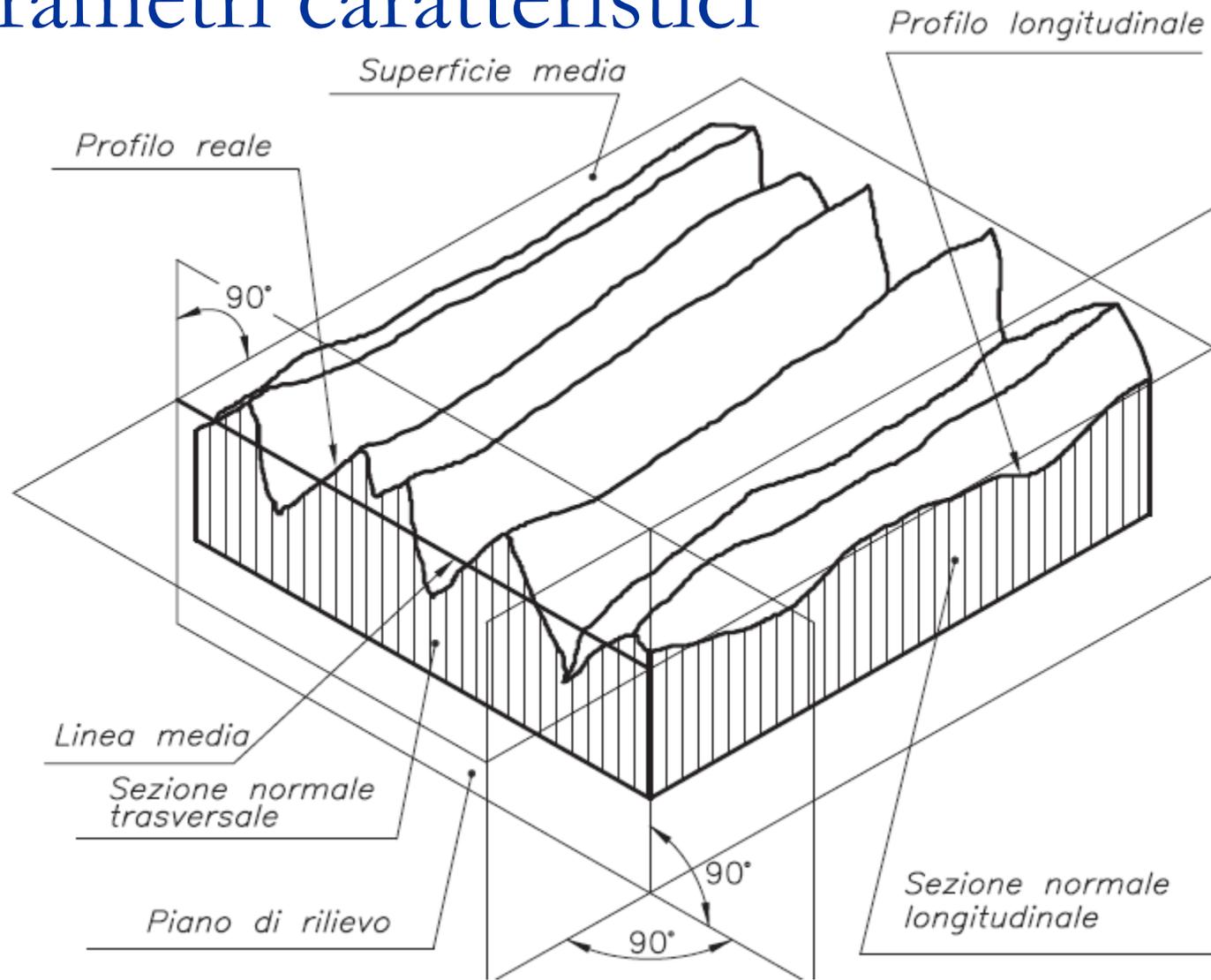
Attualmente la norma relativa alla rugosità è la UNI EN ISO 1302:2004 che recepisce la EN ISO 1302:2002, adotta la ISO 1302:2002 e sostituisce la UNI ISO 1302:1999.

Il rugosimetro

La rugosità si misura con il rugosimetro che ispeziona la superficie con un sottile tastatore e registra le irregolarità riportandole su un diagramma (o su un display) dopo un'opportuna amplificazione.

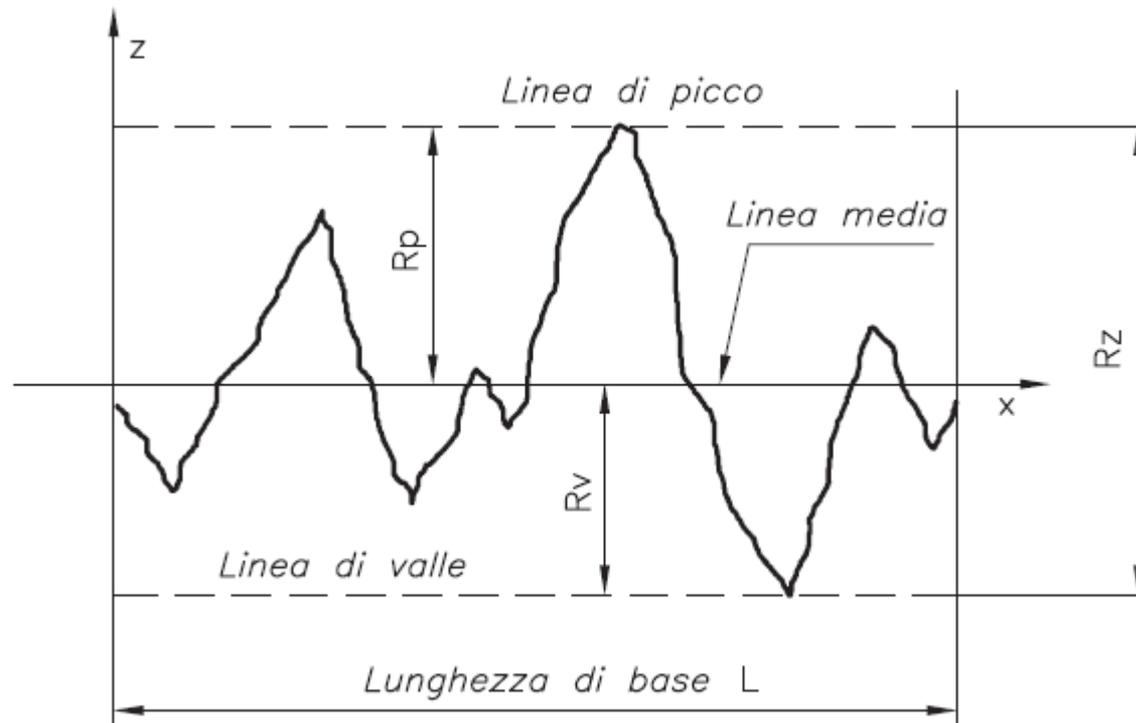


Parametri caratteristici



-
- *Superficie geometrica o ideale*: superficie teorica che delimita un corpo separandolo dall'ambiente e rappresentata con il disegno.
 - *Superficie reale*: superficie del pezzo effettivamente realizzata con la lavorazione.
 - *Superficie rilevata*: superficie rilevata con gli strumenti di misura che rappresenta con buona approssimazione quella reale.
 - *Linea media*: linea di riferimento che divide il profilo in modo che, all'interno della lunghezza di valutazione, la somma dei quadrati degli scostamenti del profilo stesso, a partire da questa linea, sia minima.
 - *Sezione normale trasversale*: sezione che si ottiene dall'intersezione fra la superficie e un piano perpendicolare, detto piano di rilievo, alla direzione delle irregolarità superficiali.
 - *Sezione normale longitudinale*: sezione che si ottiene dall'intersezione fra la superficie e un piano parallelo alla direzione delle irregolarità superficiali.
 - *Profilo reale*: linea risultante dall'intersezione del piano di rilievo con la superficie reale
-

Parametri alternativi di rugosità.



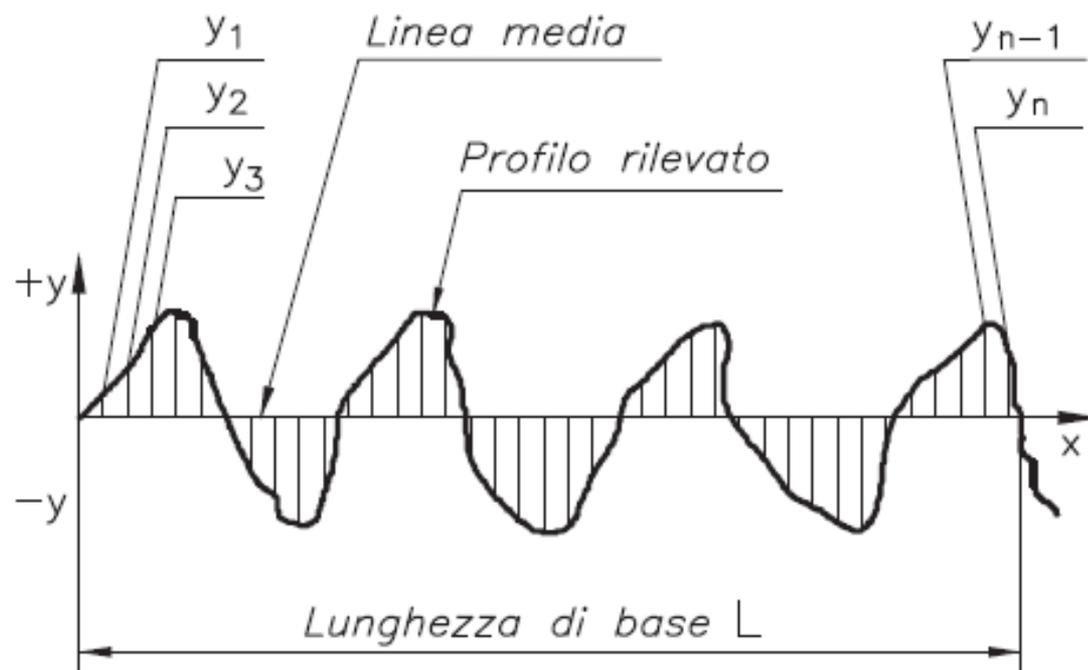
- *Linea di picco*: linea parallela alla linea media e passante per il picco più alto riscontrato nella lunghezza di base.
- *Linea di valle*: linea parallela alla linea media e passante per il fondo valle più basso riscontrato nella lunghezza di base.
- *Ra*: media aritmetica dei valori assoluti degli scostamenti del profilo all'interno della lunghezza di base L (fig. E.59).

$$Ra = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i|}{n} = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx$$

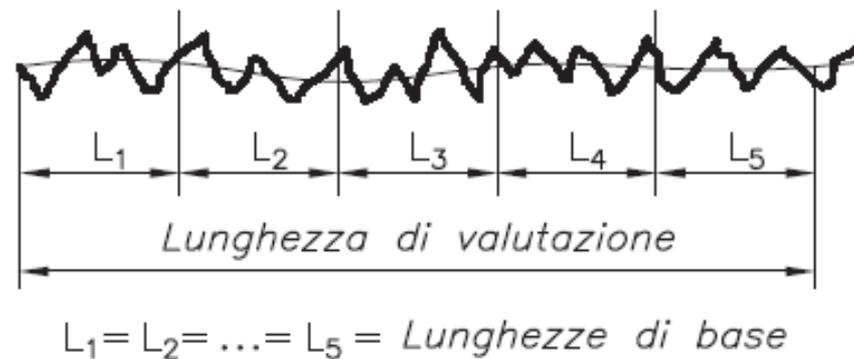
- *Rp*: altezza massima di picco.
- *Rv*: profondità massima di valle.
- *Rz*: altezza massima del profilo, ($Rv + Rp$), valutata nella lunghezza di base.
- *Rc*: media fra i valori assoluti dei picchi e delle valli.
- *Rq*: valore quadratico medio degli scostamenti del profilo. È valida la relazione $Rq=1,11Ra$, (fig. E.59).

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L y^2(x) dx}$$

- R_t : altezza massima del profilo, ($R_v + R_p$), calcolata nella lunghezza di valutazione.



- *Lunghezza di valutazione*: è la distanza fra il punto d'inizio e fine delle misurazioni del profilo; questa lunghezza è ancora suddivisa in 5 lunghezze più piccole (*lunghezze di base*) per evitare che valori anomali, localizzati, possano influire su tutto il profilo (fig. E.58).



Indicazione della rugosità secondo le diverse normative - 1

In passato la finitura superficiale dei pezzi veniva indicata solamente in modo qualitativo mediante l'apposizione dei SEGNI DI LAVORAZIONE



Lappata



Rettificata



Finita a macchina o a mano



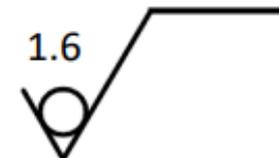
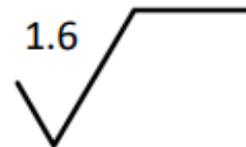
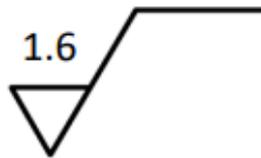
Sgrossata a macchina o a mano



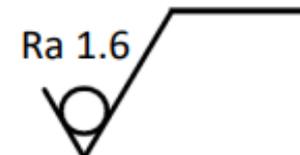
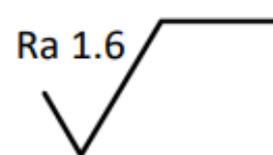
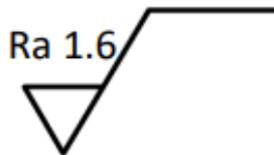
Superficie grezza

Indicazione della rugosità secondo le diverse normative - 2

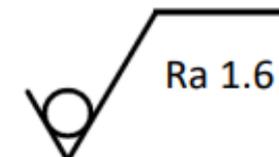
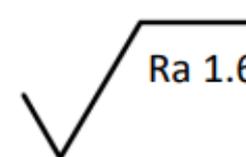
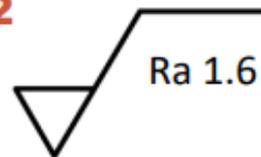
UNI 4600



UNI ISO 1302



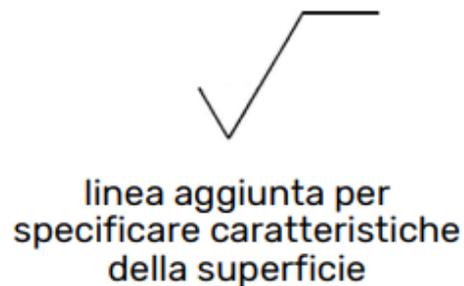
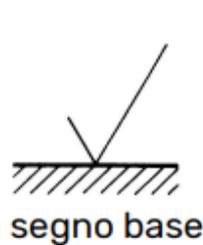
UNI EN ISO 1302



Indicazione della rugosità secondo le diverse normative - 3

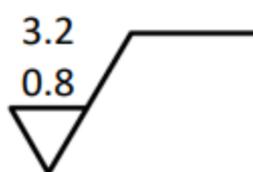
NORMA ISO 1302:2002

- **Segni grafici e indicazioni complementari sullo stato delle superfici**

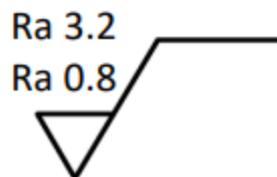


Ra e Ra max: Specificando il suffisso max dopo Ra si richiede che nessun valore misurato ecceda quello specificato, altrimenti si accetta che ecceda fino al 16% dei valori misurati. È inoltre possibile specificare valori massimi e minimi

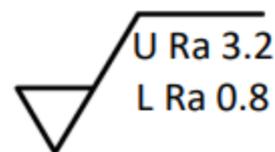
UNI 4600



UNI ISO 1302

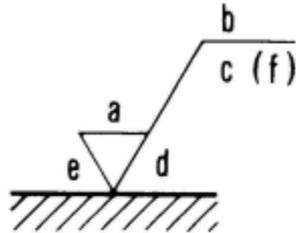


UNI EN ISO 1302

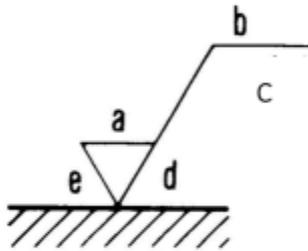


Prescrizioni sul simbolo grafico

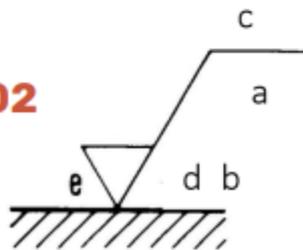
UNI 4600



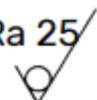
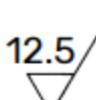
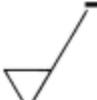
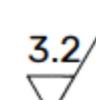
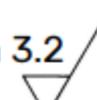
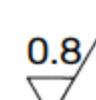
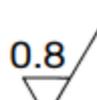
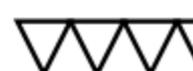
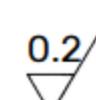
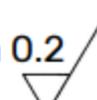
UNI ISO 1302



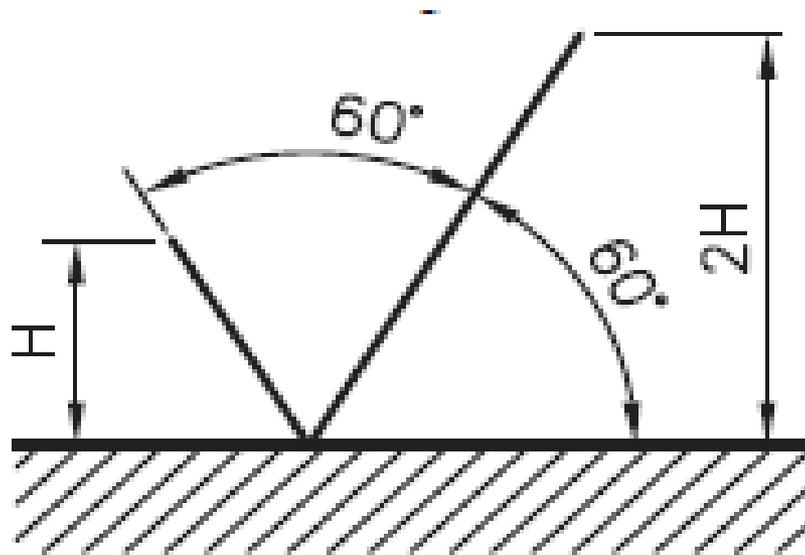
UNI EN ISO 1302



- a** requisito principale (ad es. rugosità R_a)
- b** ulteriori requisiti
- c** tipo di lavorazione, trattamenti, rivestimento..., lunghezza di base (mm) per UNI 4600
- d** direzione dei solchi
- e** sovrametallo di lavorazione (mm)
- f** altri dati relativi allo stato della superficie preceduti dal relativo simbolo (es. ondulazione)

UNIM 36	UNI 4600 ISO 1302 I e II ed. (1978)	ISO 1302 III ed. (1992)	ISO 1302 IV ed.(2002) UNI EN ISO 1302 (2004)	Significato
~		Ra 25 	 Ra 25	Superficie grezza
	12.5 	Ra 12.5 	 Ra 12.5	Superficie sgrossata
	3.2 	Ra 3.2 	 Ra 3.2	Superficie finita d'utensile
	0.8 	Ra 0.8 	 Ra 0.8	Superficie rettificata
	0.2 	Ra 0.2 	 Ra 0.2	Superficie superfinita

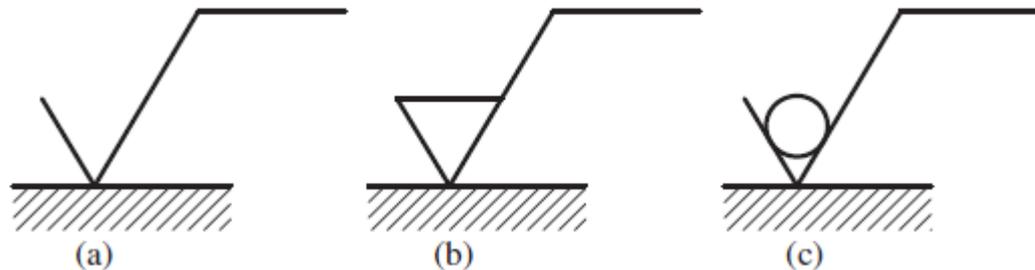
Segno grafico base



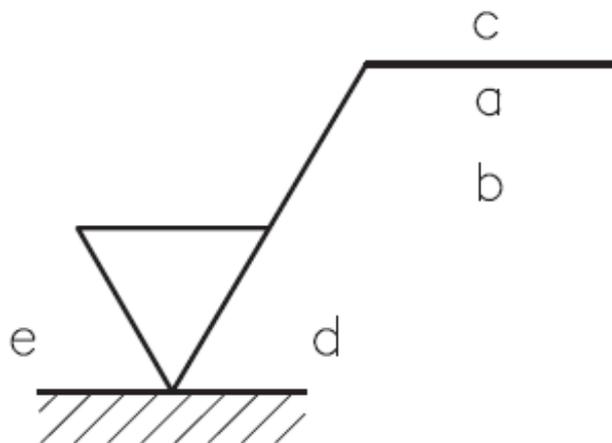
Segni grafici completi

*Segni grafici completi: i segni grafici completi sono indicati nella figura successiva:
Il significato è il seguente:*

- a) qualsiasi processo di fabbricazione è ammesso;
- e) ci deve essere asportazione di materiale;
- f) non è ammessa l'esportazione di materiale.



Sul segno grafico completo utilizzato per l'indicazione dello stato delle superfici, oltre all'indicazione della rugosità obbligatoria, si possono apporre altre prescrizioni, disposte nelle rispettive zone, indicate nella *figura E.63*, il cui significato è di seguito spiegato.



Posizione a: indica, quando manca l'indicazione di b, il valore dei parametri della superficie (es. R_a , R_z ecc).

Posizione a e b: sono individuati due parametri della stessa superficie (es. $R_{a_{max}}$ e $R_{a_{min}}$). Se si deve indicare un terzo parametro il segno deve essere ingrandito nella direzione verticale per fare spazio alla terza linea di informazione.

Posizione c: sono indicati i metodi di lavorazione, i trattamenti termici ecc.

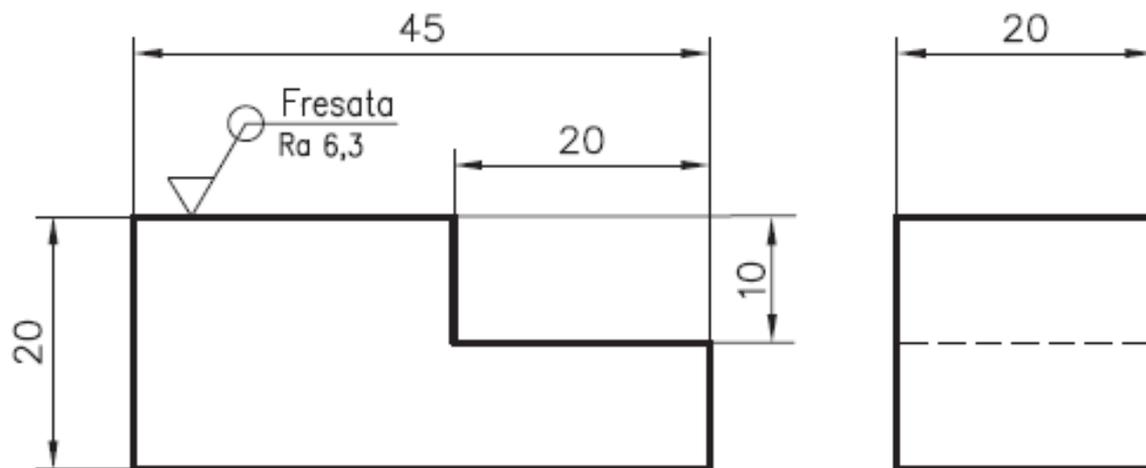
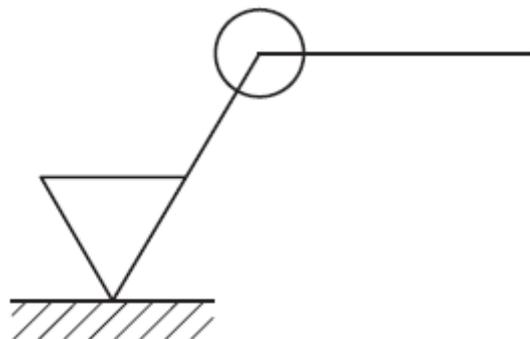
Posizione d: è riportato un simbolo grafico indicante la forma dei solchi di lavorazione (*tab. E.7*).

Posizione e: eventuale sovrametallo di lavorazione in mm.

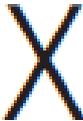
Segno grafico valido per tutte le superfici.

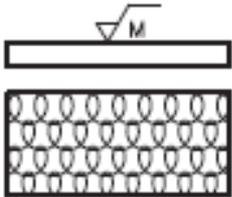
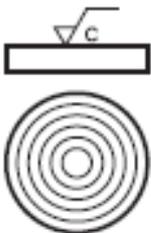
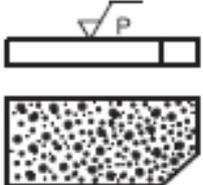
Quando tutte le superfici del pezzo hanno lo stesso stato superficiale ai segni grafici precedentemente visti va aggiunto un cerchietto posizionato come in figura.

Il segno può essere posizionato sul profilo del pezzo, presso una vista o nel riquadro delle iscrizioni.



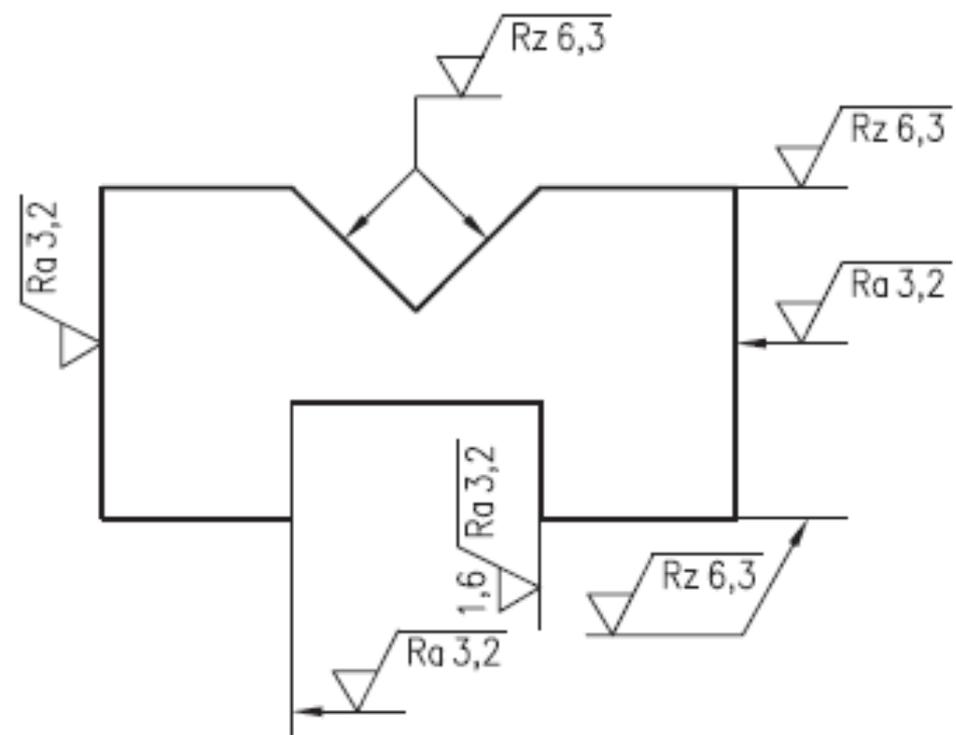
Segni grafici indicanti la direzione dei solchi di lavorazione

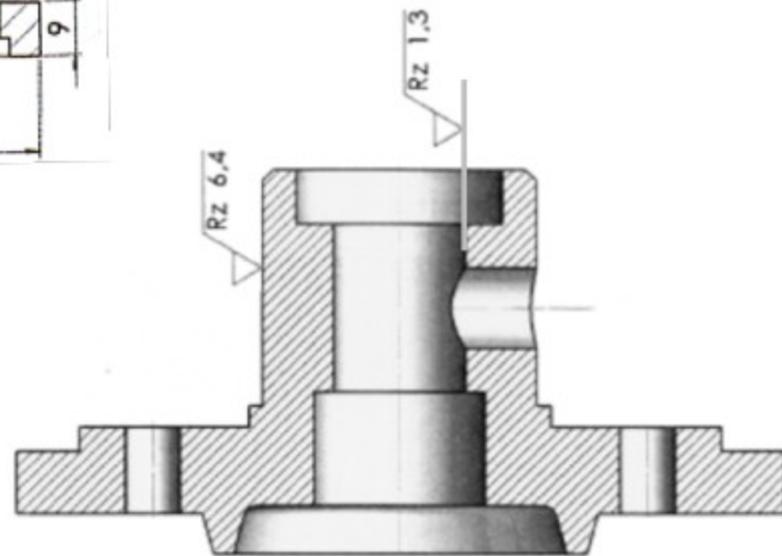
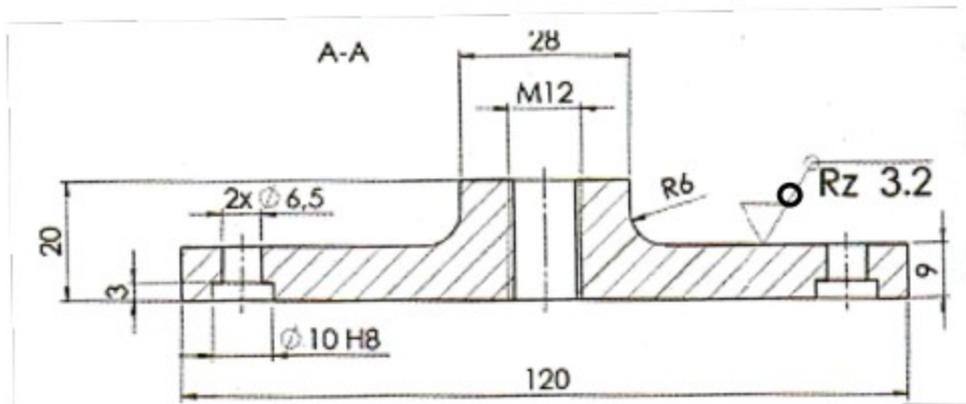
<i>Segno grafico</i>	<i>Interpretazione</i>
	<p>Solchi paralleli al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico.</p> 
	<p>Solchi perpendicolari al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico.</p> 
	<p>Solchi incrociati in due direzioni oblique rispetto al piano di proiezione della vista sulla quale è applicato il segno grafico.</p> 

M	Solchi multidirezionali	
C	Solchi approssivamente circolari rispetto al centro della superficie sulla quale è applicato il segno grafico.	
R	Solchi approssivamente radiali rispetto al centro della superficie sulla quale è applicato il segno grafico.	
P	Solchi protuberanti, non direzionati	

Posizione sui disegni dei segni grafici

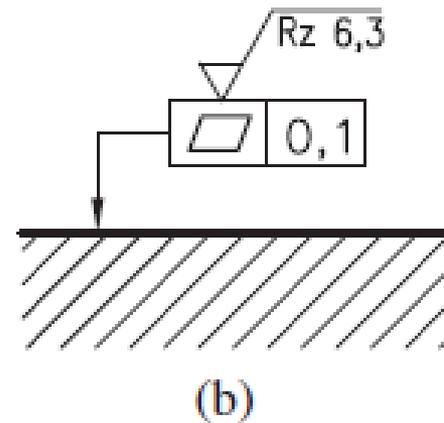
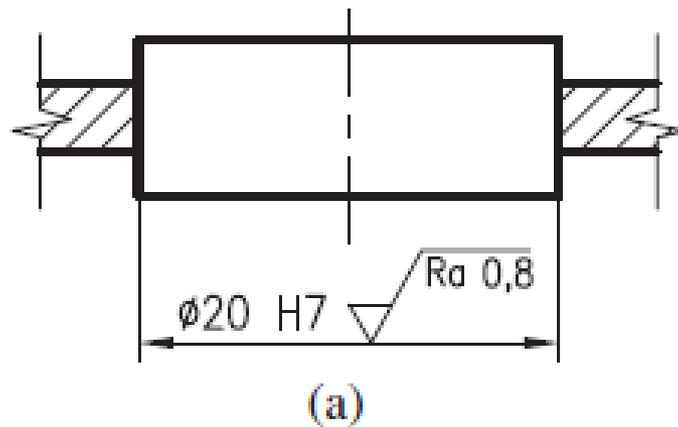
- Lo stato di una superficie deve essere indicato una sola volta e, se possibile, nella stessa vista dove sono anche indicate le quote e le tolleranze.
- Il segno grafico deve essere orientato in modo da essere letto dal basso o dal lato destro del disegno.
- Nel caso in cui tale disposizione non sia possibile, il segno grafico può essere orientato in una posizione qualunque e la scritta, che esprime il valore numerico della rugosità, deve essere conforme alla regola generale.
- Il segno grafico della rugosità deve essere posizionato su ogni superficie o su un suo prolungamento.



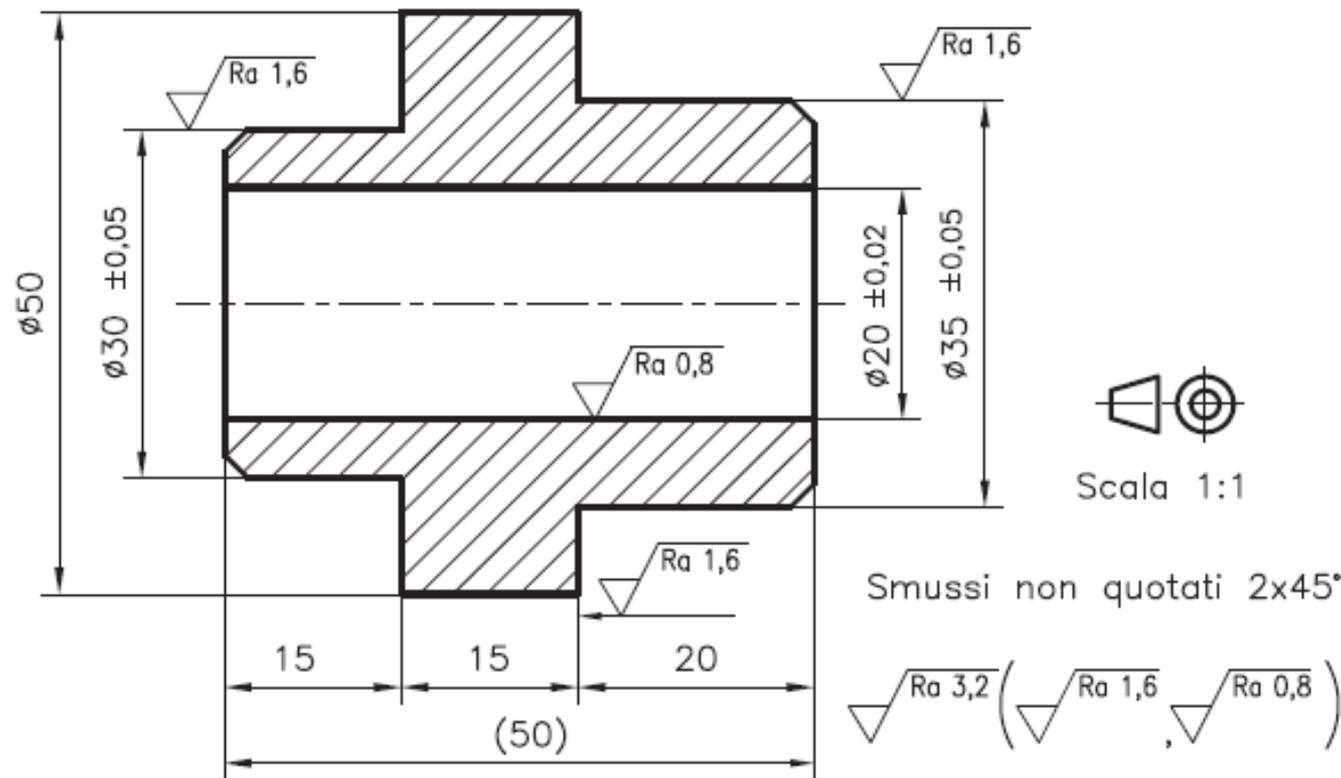


$\sqrt{\text{Ra } 2.5}$ ($\sqrt{\text{Rz } 6.4}$ $\sqrt{\text{Rz } 1.3}$)
 oppure $\sqrt{\text{Ra } 2.5}$ ($\sqrt{\quad}$)

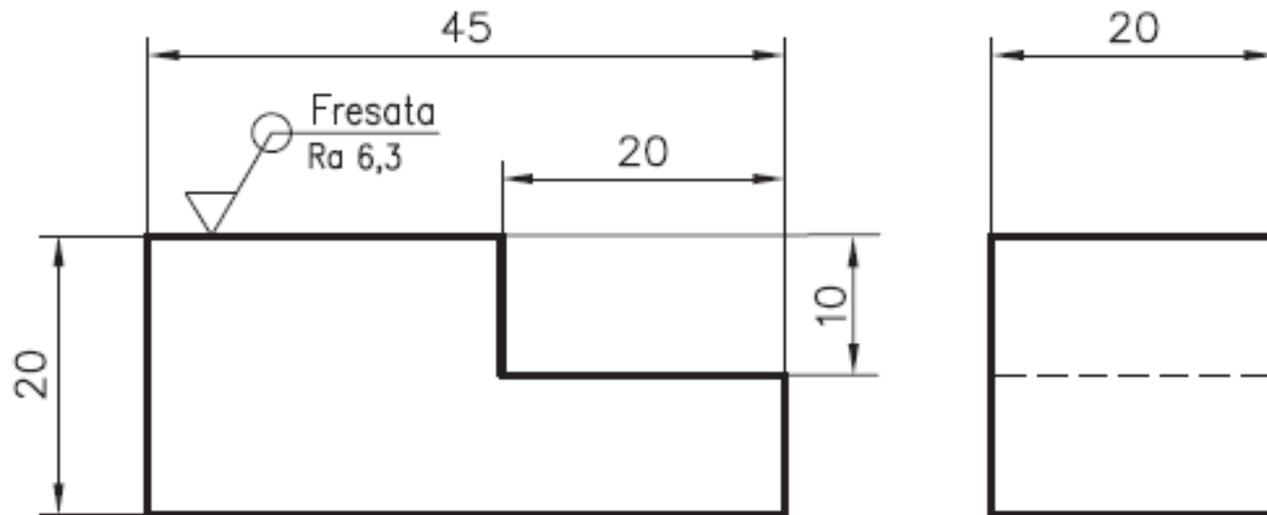
La norma UNI EN ISO 1302 permette, ove non ci sia il rischio di errata interpretazione, di posizionare il segno grafico come indicato nella *figura (a)*. Nel caso in cui siano presenti indicazioni di tolleranze geometriche il segno grafico può essere anche posizionato come nella *figura (b)*.



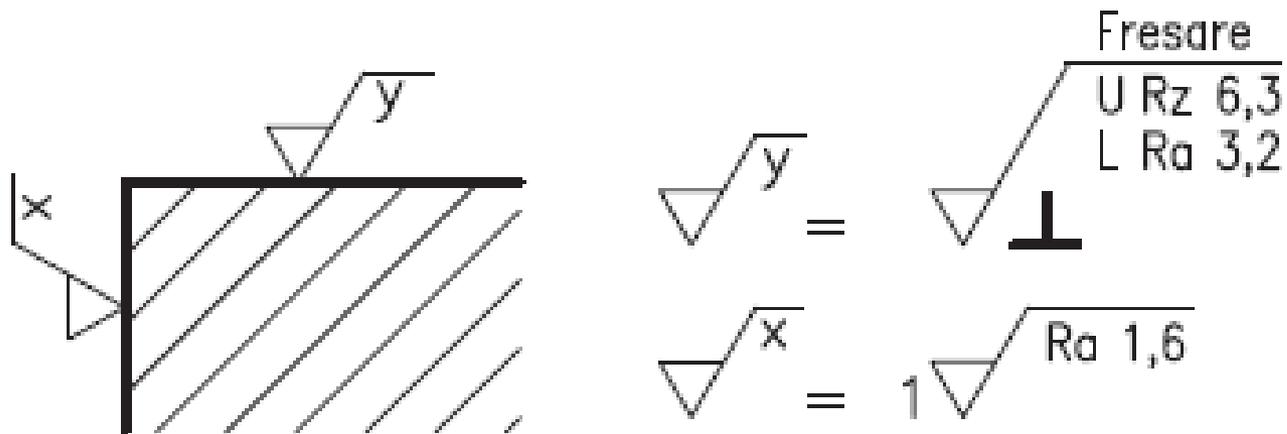
Nel caso in cui **su alcune superfici del pezzo occorra prevedere rugosità diverse**, la designazione avviene riportando i rispettivi simboli sulle superfici interessate e, in prossimità della tabella, il simbolo grafico generale con accanto, tra parentesi, quelli relativi alle altre superfici.



In figura è riportata un esempio d'indicazione della rugosità con un segno generale, indicante che tutte le superfici del pezzo sono caratterizzate dalla stessa rugosità superficiale.



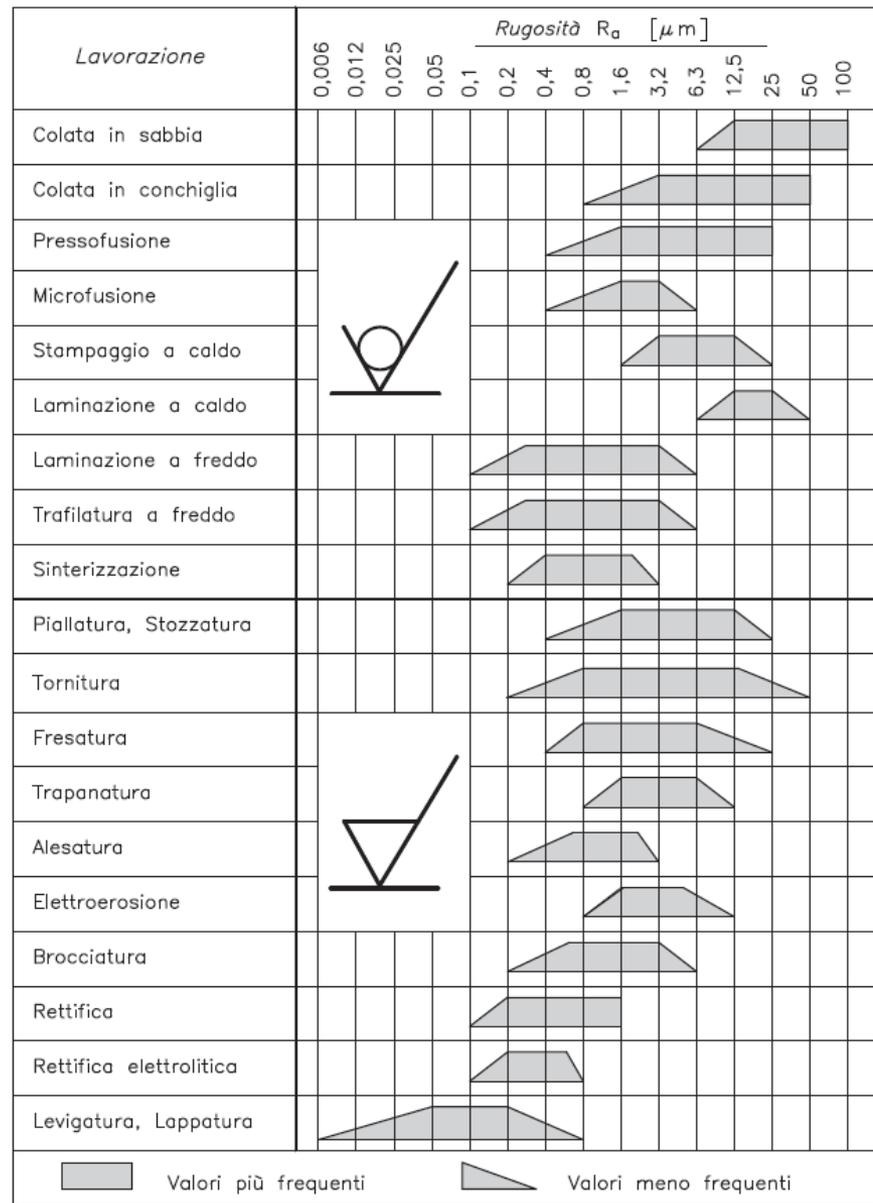
Per evitare di ripetere un'indicazione complicata, o in uno spazio limitato, per un numero elevato di superfici del pezzo in lavorazione, si può utilizzare il metodo semplificato adottato in figura. *Si adotta un'indicazione semplificata sulla superficie a condizione che il significato sia illustrato accanto al disegno o nello spazio previsto per le note generali.*



Valori di rugosità nelle varie applicazioni.

Rugosità Ra [μm]	APPLICAZIONI
0.025	Piani di appoggio di micrometri, specchi, blocchi di riscontro
0.05	Facce di calibri, piani di appoggio comparatori
0.1	Utensili di precisione, cuscinetti superfiniti, accoppiamenti stagni ad alta pressione, ...
0.2	Sopporti alberi a gomito e a camme, perno di biella, superfici camme, cilindri pompe idrauliche, cuscinetti lappati, guide tavole macchine utensili, ...
0.4	Alberi scanalati, cuscinetti albero motore, gambo valvola, superfici di pattini e guide...
0.8	Tamburi, freni, cuscinetti bronzo, denti ingranaggi, cuscinetti rettificati, superfici di tenuta di flange senza guarnizione, ...
1.6	Alberi e fori di ingranaggi, superfici di tenuta di flange con guarnizioni metalliche ..
3.2	Perni e cuscinetti per trasmissioni a mano, superfici di accoppiamento di parti fisse smontabili, ...
6.3	Superfici di tenuta di flange con guarnizioni comuni

Relazione fra il tipo di lavorazione e la rugosità R_a .



Lavorazione	Rugosità R_a [μm]														
	0,006	0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100
Colata in sabbia															
Colata in conchiglia															
Pressofusione															
Microfusione															
Stampaggio a caldo															
Laminazione a caldo															
Laminazione a freddo															
Trafilatura a freddo															
Sinterizzazione															
															
															

Relazione fra tolleranza di lavorazione e rugosità.

Tolleranza fondamentale ISO	Superfici cilindriche con diametro in mm					Superfici piane
	Fino a 3	da 3 a 18	da 18 a 80	da 80 a 250	Oltre 250	
Rugosità Ra max μm						
IT6	0.2	0.32	0.5	0.8	1.25	1.25
IT7	0.32	0.5	0.8	1.25	2	2
IT8	0.5	0.8	1.25	2	3.2	3.2
IT9	0.8	1.25	2	3.2	5	5
IT10	1.25	2	3.2	5	8	8
IT11	2	3.2	5	8	12.5	12.5
IT12	3.2	5	8	12.5	20	20
IT13	5	8	12.5	20	32	32
IT14	8	12.5	20	32	50	50

Valori massimi di rugosità compatibili con tolleranza