



**YAMATO**  
MACHINE & TOOL ORGANIZATION

*MANUALE*  
*DI*  
*UTILIZZO*  
*RULLATORI*



## Rullatori

La lavorazione di rullatura si svolge in tre fasi:

1. Lavorazione pre rullatura
2. Settaggio del rullatore
3. Applicazione e lavorazione

Questo documento spiega come raggiungere l'accuratezza dimensionale e la finitura desiderata attraverso le tre fasi.

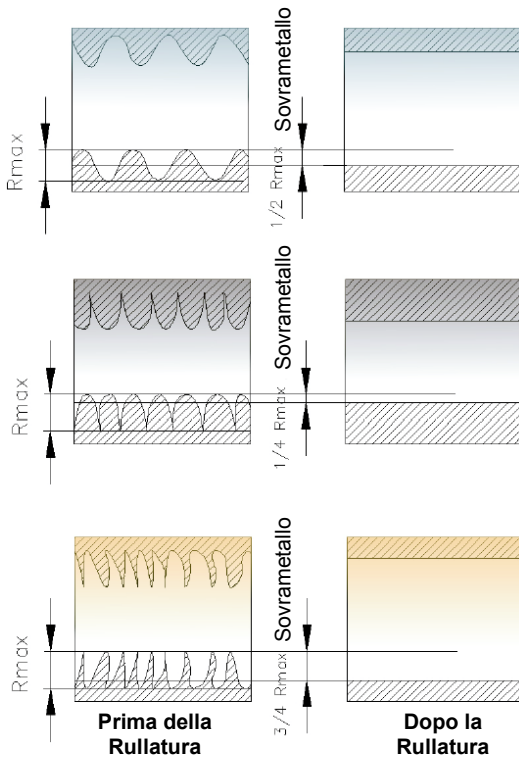


Figura 1a

### LAVORAZIONE PRE RULLATURA

La prima condizione per ottenere una lavorazione di rullatura ottimale è una lavorazione pre-rullatura accurata. La rullatura migliora la finitura superficiale livellando i picchi del profilo superficiale. La superficie ottenuta dalle precedenti lavorazioni dovrebbe essere il più uniforme possibile, ciò vuole dire che i picchi e le valli devono essere uniformemente distribuiti.

(Figura 1a) mostra come differenti profili superficiali danno differenti cambiamenti dimensionali. Ogni superficie prelaborata ha lo stesso diametro e  $R_{max}$  (altezza di rugosità). Sebbene i diametri prelaborati siano gli stessi, il sovrametallo presenta differenti caratteristiche a causa delle differenze nel profilo della superficie.

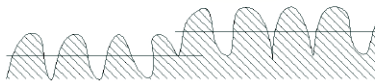
Poichè il sovrametallo varia a seconda delle condizioni di lavoro, proprietà del materiale, spessore di parete, natura della superficie da lavorare e finitura desiderata, è impossibile dare i valori esatti di sovrametallo in una tabella.

La "Tabella 1a" mostra i valori approssimativi di sovrametallo per diverse tipologie di lavorazione pre-rullatura.

Tabella 1a		
Lavorazione pre-rullatura	Ra pre-rullatura	Sovrametallo (mm)
Tornitura (sgrossatura)	3.75 – 5.00	0.035 – 0.050
Tornitura	2.00 – 3.00	0.020 – 0.030
Alesatura	1.00 – 1.50	0.010 – 0.015
Rettifica	0.50 – 1.00	0.005 – 0.010
Levigatura	0.25 – 0.50	0.002 – 0.005

Una rugosità superficiale di  $R_a 3.0 \mu m$  è il valore ideale per la rullatura. Ridurre la rugosità superficiale prima della rullatura non aumenta la qualità di rullatura come ci si aspetterebbe, perché il rullatore necessita di un certo grado di rugosità per poter lavorare. Nella maggior parte dei casi la tornitura è la lavorazione pre-rullatura ideale.

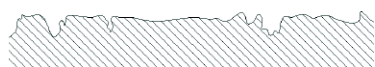
Effetti di una poco accurata lavorazione pre-rullatura



Prima della rullatura



Dopo la rullatura



Prima della rullatura



Dopo la rullatura

Figura 1b

Una prelaborazione che produca un profilo superficiale uniforme incrementa la qualità della rullatura. (figura 1b) mostra i risultati della rullatura di una superficie non uniforme.

Che tipo di lavorazione dovrebbe essere fatta prima della rullatura?

La tornitura è la lavorazione più appropriata. Il fattore da considerare è la duttilità del materiale.

Nel caso di materiali altamente duttili, i particolari andrebbero lavorati con una geometria di utensile che incrementi la profondità del solco. Negli utensili per tornitura, un raggio di 0.8mm è raccomandato per un avanzamento di 0.3mm/girim. Per l'alesatura di materiali molto duttili, è utilizzato un alesatore con un angolo di 45°. L'utensile è riaffilato a una conicità di 0.1-0.2mm per 100mm sul diametro. Per ottenere una finitura superficiale favorevole alla successiva rullatura, l'alesatore dovrebbe avere un avanzamento di 0,4-0,5 mm/giro.

Nel caso di materiali poco duttili è minore la deformazione plastica ottenibile, così è sufficiente una altezza picco-valle più piccola nella lavorazione pre-rullatura. Nel caso di tornitura è raccomandato l'utilizzo di inserti con raggio di 1,6mm. Gli alesatori utilizzati per la lavorazione di materiali poco duttili dovrebbero essere riaffilato a 30°. Allo stesso tempo, l'avanzamento dovrebbe essere ridotto del 50% paragonato alla lavorazione di materiali molto duttili.

## SOVRAMETALLO

Con i rullatori dovrebbe essere lasciato un sovrametallo come da "tabella 1b". I valori sono approssimativi e sono dati in accordo con le operazioni di lavorazione pre-rullatura descritte in precedenza.

Diametro Rullatore (mm)	Sovrametallo (mm)
4.5 - 7.6	0.005 - 0.020
8 - 14.5	0.007 - 0.025
15 - 24	0.015 - 0.035
25 - 44	0.020 - 0.040
45 - 74	0.025 - 0.045
75 - 200	0.030 - 0.060

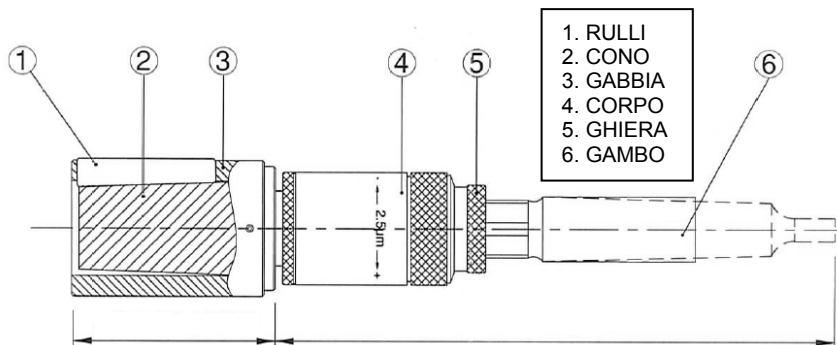


Figura 2a - RULLATORE PER INTERNI

## REGOLAZIONE DEL RULLATORE

Dopo la rullatura, il diametro interno del particolare non si sarà espanso al diametro del rullatore, l'elasticità del materiale farà leggermente ritornare il diametro.

Per esempio:

Ø25mm rullatore per interni autoavanzamento  
Incrementi di regolazione del diametro: 0,0025 mm/step (tabella2)

Materiale: S45C acciaio

Dopo aver testato la lavorazione a 0,02mm meno del diametro finale, un incremento di 0,02mm (8 step del micrometro) non sarà sufficiente. Per ottenere il diametro finale, il diametro del rullatore andrà incrementato a +0,07mm per ottenere il risultato finale. **Questi valori dipendono dal materiale e possono essere raggiunti attraverso alcuni tentativi.**

Il ritorno elastico è molto limitato con materiali non ferrosi come alluminio o bronzo. Così si potrà ottenere il risultato finale con meno tentativi.

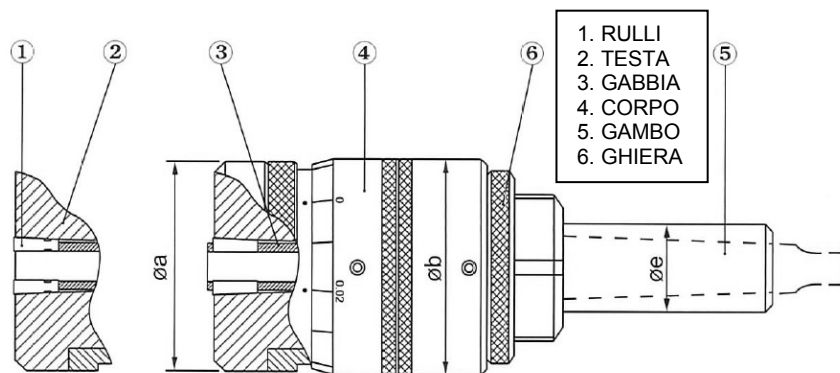
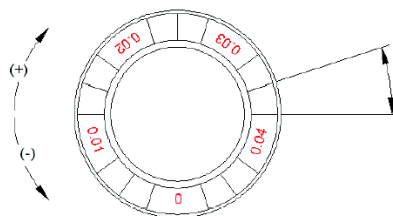


Figura 2b - RULLATORE PER ESTERNI



Tipo Rullatore	d. rullatore mm	Passo Regolazione
Interni	6 - 85	2.5 µm
Interni	86 - 200	5 µm
Esterni	3 - 96	4 µm

## COME REGOLARE IL DIAMETRO DELL'UTENSILE

I rullatori Yamato sono semplici da regolare. Il meccanismo micrometrico all'interno del corpo consente una regolazione veloce ed accurata. Tutti i rullatori Yamato si regolano in modo simile. Di seguito è riportato l'esempio di come si regola un rullatore ad autoavanzamento per interni. Prima di tutto il particolare dovrebbe essere prelaborato con il sovrametallo richiesto per l'operazione di rullatura (tavola 1b). Poi:

1. Pulire il particolare da trucioli ecc
2. Inserire il rullatore all'interno del particolare da lavorare. Regolare il diametro del rullatore circa alla stessa misura del diametro preparato. (figura 2c) Per fare questo:
  - a. Rilasciare la ghiera di bloccaggio
  - b. Premere il corpo nella direzione del gambo. Se girato a destra il diametro aumenterà, se girato a sinistra decrescerà.
3. Quando i rulli vengono a contatto con la superficie ritrarre l'utensile dal particolare e incrementare il diametro di 0,03 - 0,05 mm al di sopra del diametro preparato.
4. Serrare la ghiera di bloccaggio

Questo è il settaggio approssimativo dell'utensile. Il settaggio finale potrà essere determinato provandola rullatura su di un particolare e misurando la misura e la finitura superficiale.

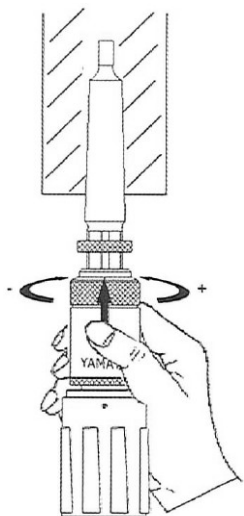


Figura 2c

Dopo aver esaminato la dimensione e finitura del particolare testato, fare le regolazioni finali per ottenere il risultato desiderato. Quando si fa il settaggio per la misura o la finitura, non è raccomandabile rullare lo stesso particolare più di due o tre volte perché l'indurimento della superficie può provocare sfaldature o portare una non corretta regolazione. Quando l'esatto sovrametallo è stato determinato e il rullatore regolato, la lavorazione di rullatura può andare avanti in modo continuo.

I rullatori per esterni si regolano in modo simile a quelli per interni.

1. Rilasciare la ghiera di bloccaggio
2. Tenere il rullatore come da disegno 2d.
3. Premere il corpo nella direzione del gambo e ruotare per regolare il diametro.

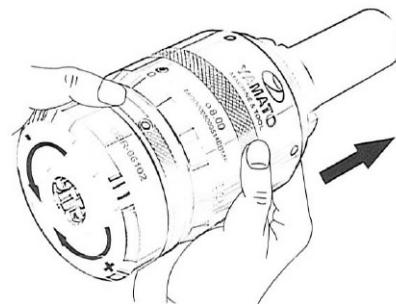


Figura 2d

### UTILIZZO

I rullatori Yamato sono estremamente versatili. Possono essere utilizzati su qualsiasi tipo di macchina: torni, trapani a colonna, centri di lavoro o un qualsiasi mandrino rotante. I rullatori standard sono disegnati per rotazione destrorsa, sia che giri il rullatore ce il particolare da rullare.

I rullatori ad autoavanzamento (SF) hanno i rulli posizionati in modo leggermente elicoidale così da ottenere l'avanzamento automatico. I modelli MF e BMF con avanzamento a macchina e per foro cieco o battuta, NON hanno i rulli posizionati in maniera elicoidale, per cui RICHIEDONO l'avanzamento controllato.

Quando il rullatore raggiunge la fine della lunghezza di rullatura desiderata estrarlo dal foro. L'azione di estrazione causa l'apertura dei rulli tramite un meccanismo a molla, così da rendere agevole il disimpegno.

Una sola passata di rullatore è richiesta per ottenere il risultato.

Le velocità di rotazione e gli avanzamenti per i vari diametri sono determinabili dai grafici nelle pagine seguenti.

### Lubrificazione

Il rullatore normalmente richiede lubrificazione NON raffreddamento. Utilizzare olio intero o lubrorefrigerante. La lubrificazione va fornita copiosamente per ottenere una azione pulente della superficie rimuovendo eventuali corpi estranei. E' raccomandabile avere un filtro del refrigerante per evitare che trucioli o granelli siano introdotti nel rullatore o rullati all'interno della superficie dei particolari. Il filtro dovrebbe essere da 50µm o inferiore.

### Sostituzione dei rulli

I rulli vanno montati con la parte di diametro maggiore rivolta in avanti. Sostituire l'intero set di rulli allo stesso tempo. Se rulli nuovi e usati vengono mescolati le prestazioni del rullatore ne risentiranno creando anomalie di abrasione o risultati di bassa precisione.

PROBLEMA	POSSIBILE CAUSA	SOLUZIONE
<b>FINITURA</b>		
Graffi	Materiale estraneo Rulli usurati	Pulire il filtro del lubrorefrigerante Ispezionare, sostituire se usurati
Striature	Troppa interferenza	Regolare l'utensile per una minore interferenza
	Troppa frizione	Aumentare la lubrificazione o la concentrazione di lubrificante nell'emulsione. Utilizzare un lubrificante di buona qualità con additivi EP
Segni a spirale Segni di utensile residui	Finitura troppo elevata prima della rullatura	Incrementare l'avanzamento dell'utensile da taglio.
	Finitura non uniforme prima della rullatura	Sostituire l'utensile da taglio o affilare
	Pressione di rullatura troppo bassa	Regolare il rullatore per ottenere maggiori valori di pressione. Se si è in presenza di pareti sottili, supportare la deformazione con un anello o una spina o utilizzare un rullatore specifico per pareti sottili.
	Incollaggio dei rulli o di materiale estraneo	Ispezionare e pulire il cono di supporto, gabbia e rulli o sostituire se necessario.
	I percorsi dei rulli non si sovrappongono	Diminuire l'avanzamento
	Trucioli all'interno del foro	Pulire con abbondante flusso di lubrificante prima della rullatura
<b>DIMENSIONI - GEOMETRIA</b>		
Errore dimensionale dopo la rullatura (+piccolo o +grande)	Sovrametallo non corretto	Regolare l'utensile da taglio ed i parametri di lavoro pre-rullature. Regolare il rullatore.
Scampanato o conico	Problema di lavorazione pre-rullatura	Controllare la geometria prima della rullatura
	Disallineamento	Correggere o verificare l'integrità del mandrino e dell'utensile
	Il particolare ha pareti sottili o geometria irregolare con parti a pareti sottili o non ha adeguato supporto	Utilizzare un rullatore speciale per pareti sottili o fornire un adeguato supporto per evitare la deformazione elastica.
<b>VARI</b>		
Collisione dei rulli in ingresso	Disallineamento	Correggere
	Troppa sporgenza dei rulli	Smussare l'ingresso del foro o utilizzare un rullatore speciale o con campo di regolazione specifico per il Vs. particolare.
Non viene rullata l'intera lunghezza	Rullatore troppo corto	Utilizzare un rullatore di lunghezza appropriata o speciale
	Il cono entra in collisione con la fine del foro	Accorciale la lunghezza del cono oppure utilizzare un rullatore speciale con caratteristiche specifiche per i Vs. particolari.

# TABELLE DI RULLATURA

LIMITE MASSIMO

Rimanere all'interno delle curve

LIMITE MINIMO

## VELOCITA' DI ROTAZIONE RACCOMANDATE

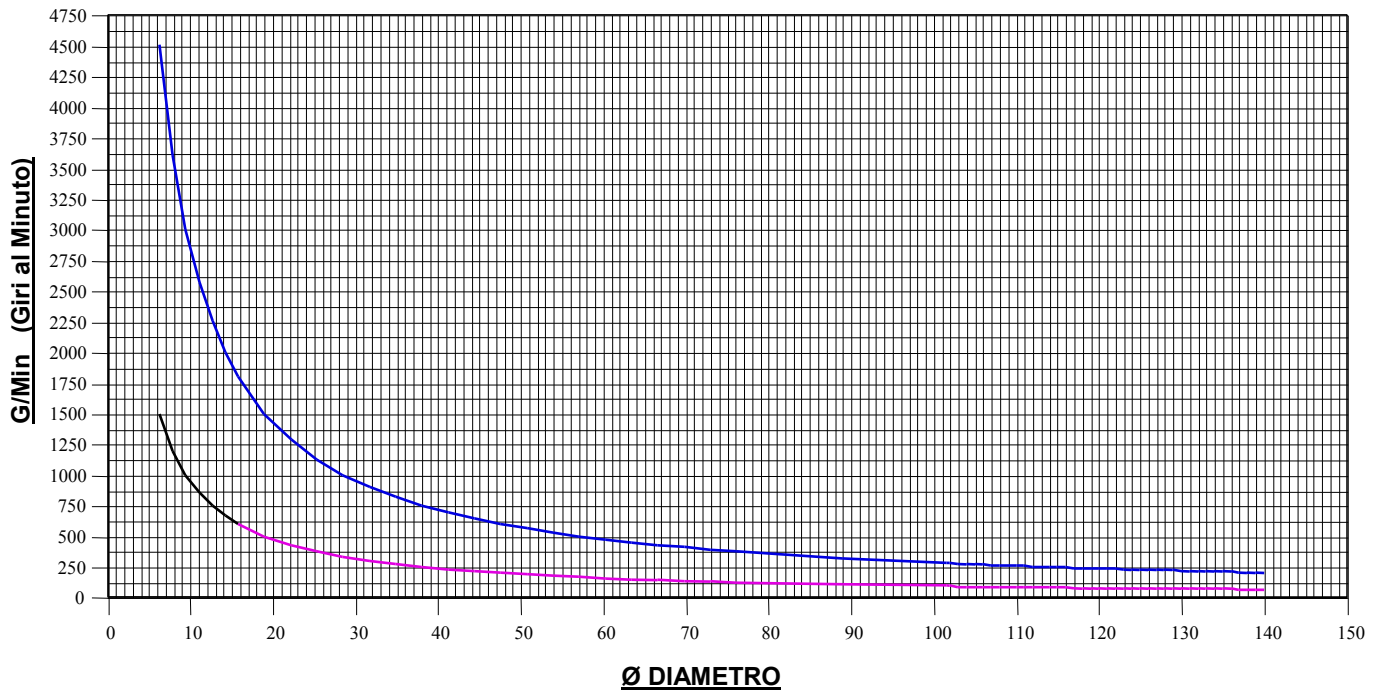


Fig ( 3.1)

## VELOCITA' DI ROTAZIONE RACCOMANDATA

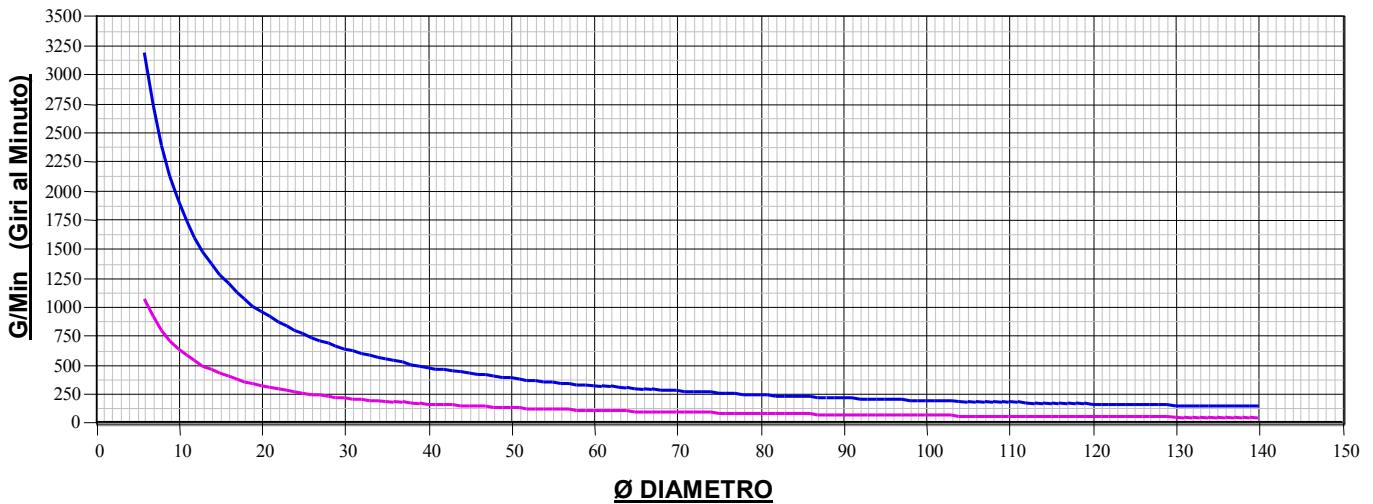


Fig ( 3.2)

### RULLATORE PER INTERNI

Fig.3.1 - Velocità di rotazione del rullatore per utilizzo con pezzo fermo

Fig.3.2 - Velocità di rotazione del pezzo per utilizzo con rullatore fermo

### RULLATORE PER ESTERNI

Fig.3.1 - Velocità di rotazione del pezzo per utilizzo con rullatore fermo

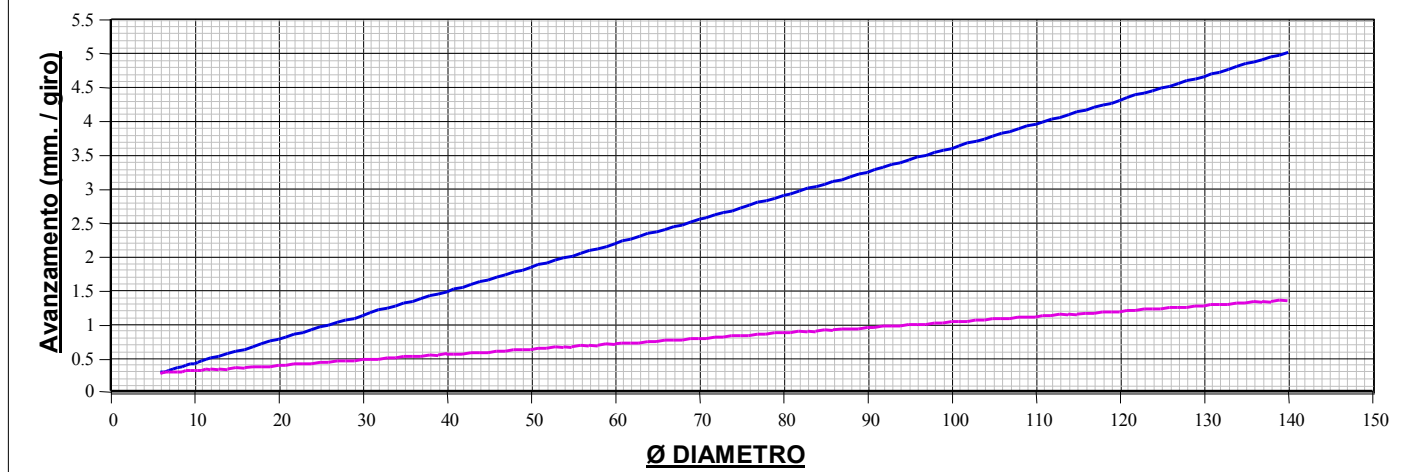
Fig.3.2 - Velocità di rotazione del rullatore per utilizzo con pezzo fermo

### REGOLAZIONE

La regolazione del rullatore avviene in salti di 0.0025mm

**N.B. regolare il rullatore prima dell'utilizzo**

## VELOCITA' DI AVANZAMENTO RACCOMANDATA



**SOVRAMETALLO** - Non eccedere nel lasciare sovrametallo in quanto il rullatore si può danneggiare.

D (mm)	SOVRAMETALLO (mm)
3 ~ 4	0.005 ~ 0.010
4.5 ~ 7.6	0.005 ~ 0.020
8 ~ 14.5	0.007 ~ 0.025
15 ~ 24	0.015 ~ 0.035
25 ~ 44	0.020 ~ 0.040
45 ~ 74	0.025 ~ 0.045
75 ~ 200	0.030 ~ 0.060

Ra →	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025	0.012
Spianatura												
Foratura												
Fresatura												
Alesatura												
Tornitura												
Rullatura												
Rettifica												
Levigatura												
Lappatura												

Valori di norma

Valori meno frequenti

Materiale	Diametro mm	Sovrametallo mm	Ra Prima della Rullatura	Ra Dopo la Rullatura	Durezza BHN	Durezza HRc
Acciaio	5	0.012	2.5 - 5.0	0.05 - 0.15	Da 212 a 286 +35 %	Da 14 a 30 +114 %
	10	0.018				
	25	0.025				
	50	0.050				
Inox	5	0.012	1.5 - 2.5	0.35 - 0.50	Da 230 a 400 +74 %	Da 20 a 42 +110 %
	10	0.020				
	25	0.025				
	50	0.040				
Ghisa	5	0.012	2.5 - 3.0	0.10 - 0.20	Da 180 a 250 +39 %	Da 6 a 253 +15 %
	10	0.015				
	25	0.025				
	50	0.040				
Alluminio	5	0.012	2.5 - 3.5	0.15 - 0.20	Da 100 a 120 +20 %	/
	10	0.025				
	25	0.040				
	50	0.040				
Bronzo	5	0.018	2.5 - 3.5	0.15 - 0.20	Da 134 a 186 +39 %	/
	10	0.025				
	25	0.030				
	50	0.025				

## TABELLA VELOCITA' DI LAVORAZIONE

Ø mm	Velocità rotazione g/min		Avanzamento mm/giro
	INTERNI	INTERNI	
	Rullatore Rotazione Pezzo Fermo	Pezzo Rotazione Rullatore Fermo	
	ESTERNI	ESTERNI	
	Pezzo Rotazione Rullatore Fermo	Rullatore Rotazione Pezzo Fermo	
<b>3</b>	1500 – 4500	550 – 1650	0.05 - 0,20
<b>5</b>	1300 – 3900	525 – 1575	0.10 - 0,30
<b>8</b>	1200 – 3600	500 – 1500	0.15 - 0,40
<b>10</b>	1000 – 3000	450 – 1350	0.15 - 0,50
<b>12</b>	800 – 2400	325 – 975	0.20 - 0,65
<b>14</b>	700 – 2100	300 – 900	0.20 - 0,75
<b>16</b>	600 – 1800	250 – 750	0.25 - 0,85
<b>19</b>	500 – 1500	225 – 675	0.25 - 1,00
<b>21</b>	450 – 1350	200 – 600	0.30 - 1,15
<b>24</b>	400 – 1200	200 – 600	0.30 - 1,25
<b>27</b>	350 – 1050	175 – 175	0.40 - 1,50
<b>32</b>	300 – 900	150 – 450	0.40 - 1,75
<b>35</b>	275 – 825	150 – 450	0.50 - 2,00
<b>38</b>	250 – 750	135 – 405	0.50 - 2,10
<b>42</b>	225 – 675	125 – 375	0.50 - 2,25
<b>48</b>	200 – 600	115 – 345	0.60 - 2,65
<b>55</b>	175 – 525	100 – 300	0.60 - 3,00
<b>64</b>	150 – 450	95 – 285	0.70 - 3,50
<b>77</b>	125 – 375	80 – 240	0.80 - 2,10
<b>96</b>	100 – 300	65 – 195	1.00 - 2,50
<b>127</b>	75 – 225	50 – 150	1.20 - 3,50
<b>190</b>	50 – 150	40 – 120	1.70 - 5,25
<b>350</b>	30 – 90	25 – 75	2.50 - 8,50