



# **Finitura a flusso abrasivo**

**Procedimenti e applicazioni**

**OTEC Präzisionsfinish GmbH  
Dieselstrasse 8-12  
75334 Straubenhardt, Germania**

**[www.otec.de/it](http://www.otec.de/it)**



# Contenuto

---

- 1. Definizione e descrizione del procedimento**
- 2. Confronto fra SF e DF**
- 3. Struttura della macchina SF**
- 4. Parametri influenti**
- 5. Settori di impiego ed esempi di applicazione**
- 6. Macchine speciali per applicazioni specifiche**



# 1. Definizione e descrizione del procedimento

## Finitura a flusso abrasivo

La finitura a flusso abrasivo è un procedimento di levigatura definito dalla norma DIN 8589 dell'Istituto tedesco per la standardizzazione in cui possono aver luogo altre operazioni oltre alla levigatura, quali la lappatura e la lucidatura.

- Brevi tempi di lavorazione
- Semplice automatizzazione
- Fino a 5 stazioni di lavorazione
- Possibilità di caricare e scaricare le singole stazioni nel corso della lavorazione
- Levigatura mirata tramite funzione goniometrica regolabile





## 2. Confronto fra SF e DF

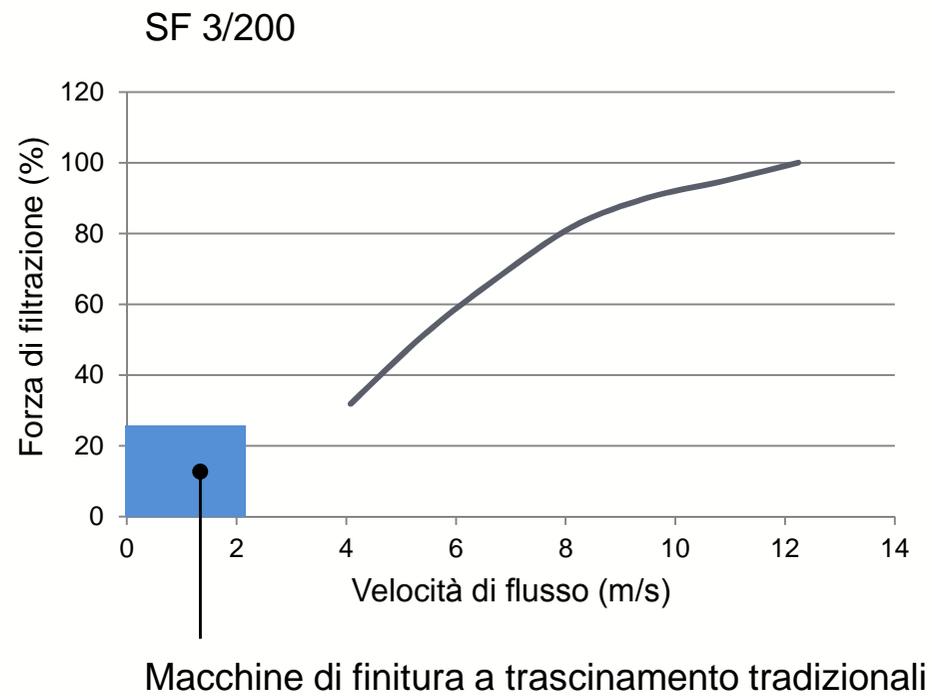




<b>SF – Finitura a flusso abrasivo</b>	<b>DF – Finitura a trascinamento</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sbavatura, onatura dei taglienti, configurazione del fattore K, levigatura e lucidatura 5-10 volte più veloci rispetto al DF grazie all'azione della forza centrifuga</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sbavatura, onatura dei taglienti, levigatura e lucidatura</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Fino a 5 stazioni di lavorazione, in modalità manuale fino a 5 utensili contemporaneamente, di facile automazione</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fino a 60 utensili per lotto, per carica manuale, sistema discontinuo per un minore impiego di dipendenti</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Lavorazione delle superfici mirata e puntuale grazie ad un ciclo di movimento a comando continuo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Minore ricorso alla manodopera</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Adatto anche alla lavorazione di utensili lunghi</li></ul>	



## 2.1. Forza di filtrazione: SF e DF a confronto





## 2.2. Parametri influenti

Confronto fra la forza di processo di SF e DF

	SF	DF
Movimento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rotazione del contenitore</li><li>• Rotazione del pezzo sul proprio asse (fino a 8000 giri/min)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sovrapposizione di 3 rotazioni: rotore, supporto, rotazione del pezzo sul proprio asse</li></ul>
Pressione	<ul style="list-style-type: none"><li>• Forza centrifuga fino a 30 G</li><li>• Profondità d'immersione</li><li>• Angolo d'incidenza dell'utensile</li><li>• Velocità massima: ca. 15 m/s</li><li>• Distanza dalla parete/dal fondo del contenitore</li><li>• A secco / a umido</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Profondità d'immersione</li><li>• Accelerazione/rallentamento in base al rapporto tra numero di giri del rotore e del supporto</li><li>• Velocità massima: ca. 2 m/s</li><li>• Distanza dalla parete/dal fondo del contenitore</li><li>• A secco / a umido</li></ul>



## 3. Struttura della macchina SF

### 3.1. Varianti SF



SF manuale





[SF 1/30](#)

SF automatica



### 3.2. Dimensioni dei contenitori e stazioni di lavorazione

La macchina per finitura a flusso abrasivo di OTEC è disponibile con diverse stazioni di lavorazione (BS), da 1 a 5.

I contenitori sono disponibili nelle seguenti misure\*:

- 30 mm (per 1 BS)
- 780 mm (per 1-2 BS)
- 1050 mm (per 1-5 BS)
- 1400 mm (per 1-5 BS)
- 2000 mm (per 3 BS)

\* In base al tipo di lavorazione e alla misura dell'utensile

Contenitore più veloce da cambiare e senza usare utensili.





### 3.3. Quantità delle unità di sollevamento

Le macchine sono dotate di un'unità di sollevamento separata per ogni stazione di lavorazione o di un'unità centrale.



Unità di sollevamento singola per ogni stazione di lavorazione



Unità di sollevamento centrale



### 3.4. Alloggiamenti standard utensili

Le macchine per finitura a flusso abrasivo sono disponibili con diversi tipi di alloggiamenti standard per utensili, come ad esempio quello a 3 mandrini a ganasce, a mandrino per trapano oppure uno automatico come nel caso di una benna mordente.



Interfaccia S8



Mandrino per trapano



Benna mordente



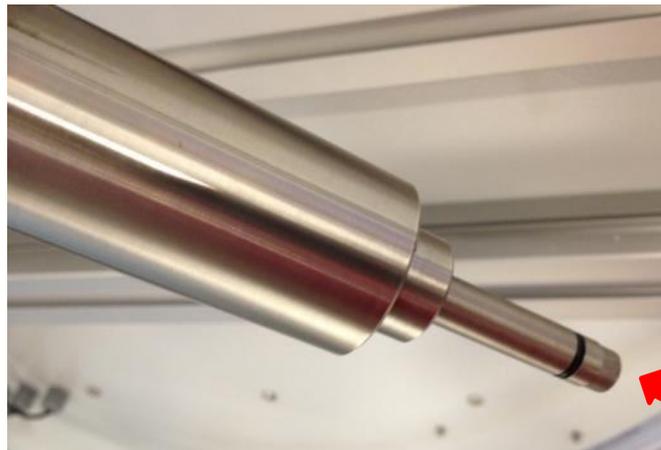
Pinza portautensili



Mandrino a ganasce



### 3.5. Alloggiamenti speciali



L'alloggiamento dell'utensile dispone di un sistema di serraggio ad aria compressa, per bloccare l'utensile nell'apposito foro.

Esempio: sistema di serraggio per utensili con fori.



### 3.6. Applicazioni

Per lavorazioni speciali e tempi particolarmente stretti sono necessari dei mandrini veloci.

- Netta riduzione dei tempi di lavorazione grazie ad una velocità di lavorazione aggiuntiva
- Numero di giri fino a 8000 1/min
- Pezzi:
  - Diametro massimo del pezzo: 150 mm
  - Lunghezza massima del pezzo: 200 mm
  - Peso massimo: 2 kg

#### Aree di applicazione

- Componenti alberi a camme
- Pezzi a rotazione simmetrica





### 3.7. Posizionamento del pezzo

Per ottenere la migliore qualità di lavorazione nel minor tempo possibile, il pezzo deve essere spesso collocato in una determinata posizione nel flusso. Il pezzo può essere collocato come segue:

- *Angolo d'immersione del pezzo (oscillazione intorno all'asse X):*  
Il pezzo può essere immerso nel liquido con un'angolazione da 0° a 35°; è inoltre possibile immergere il pezzo con diverse angolazioni nei diversi momenti della lavorazione (tempi)
- *Angolo di rotazione (oscillazione intorno all'asse Y):*  
Posizionamento molto vicino alla parete del contenitore
- *Lavorazione a 6 assi tramite robot integrato:*  
Durante la lavorazione, il pezzo viene condotto su guide programmabili liberamente



## 4. Finitura a impulso

- La velocità del pezzo viene aumentata fino a 4000 1/min in meno di 1 secondo
- Al raggiungimento dell'ultimo giro, il pezzo viene immediatamente frenato e subisce un'accelerazione (riceve un impulso) nella direzione contraria.
- Grazie alla conducibilità del liquido e il movimento relativo tra pezzo e liquido è possibile lavorare anche punti difficili da raggiungere (ad esempio fori di diverse componenti idrauliche che si incrociano fra loro, scanalature ecc.).
- La lavorazione dipende notevolmente dallo spessore del liquido del flusso: più pesante è il media, maggiore è l'asportazione.

[Video SF 3/105 con finitura ad impulsi](#)





### Vantaggi rispetto ad altri procedimenti:

- Tempi di lavorazione brevissimi => perfetti per la lavorazione in serie.
- Sbavatura e levigatura in un solo processo
- Valore Rpk nettamente inferiore ( $R_{pk} < 0,1 \mu\text{m}$ ), ad esempio per le componenti del motore:
  - ⇒ Minore attrito => inferiore dispendio di energia
  - ⇒ Minore usura
  - ⇒ No assestamento => l'olio si sporca molto meno
  - ⇒ Intervalli di cambio dell'olio fino a 2 volte più lunghi

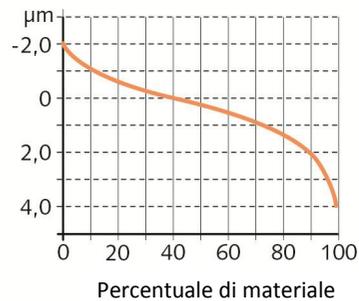


## Esempi di impiego della finitura a impulso: lavorazione di alberi a camme

$R_{pk} \leq 0,1 \mu m$

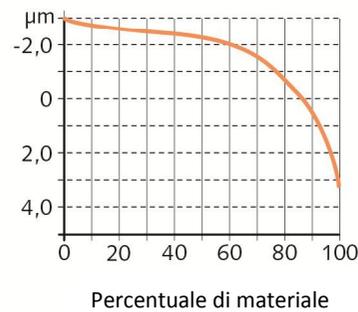
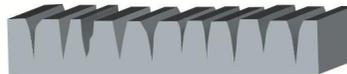
### Lavorazione tradizionale

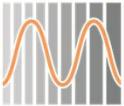
$R_a = 2,0 \mu m$     $R_z = 6,1 \mu m$   
 $R_{max} = 8,0 \mu m$     $R_{pk} = 1,8 \mu m$   
 $R_k = 2,8 \mu m$     $R_{vk} = 3,4 \mu m$



### Con PULSFINISH®

$R_a = 2,0 \mu m$     $R_z = 5,2 \mu m$   
 $R_{max} = 8,0 \mu m$     $R_{pk} = 0,1 \mu m$   
 $R_k = 1,0 \mu m$     $R_{vk} = 6,8 \mu m$

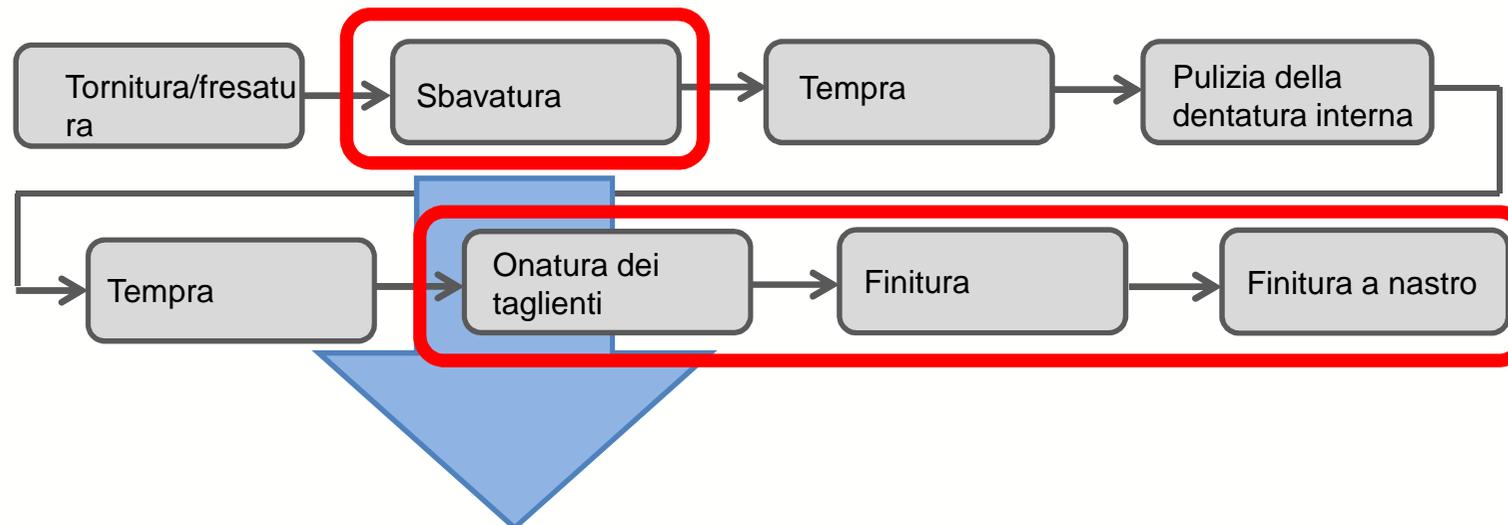


 **Pulsfinish**



## Possibile ottimizzazione tramite finitura a impulso:

Le **quattro fasi di lavorazione** (sbavatura, onatura dei taglienti, finitura e finitura a nastro) possono essere sostituite da **una sola fase di lavorazione con la finitura a impulso di OTEC**.



**Finitura a impulso OTEC**  
per sbavare, lisciare, lucidare e finire  
(1 sola fase subito dopo la tornitura/fresatura)





## **Possibile ottimizzazione di alberi a camme, ingranaggi ecc. tramite finitura a impulso**

- Minore emissione di rumore
- Minore attrito = minore carico termico
- Nessuna ruvidità (Rpk minore di 0,1)
  - Nessuna rottura della pellicola di lubrificante => nessuna corrosione delle superfici d'attrito => riduzione delle fossette
- Minore usura
  - È necessario meno gioco (parti di precisione)
  - Nessun assestamento iniziale
  - Nessuna asportazione di metallo a causa dell'assestamento iniziale => olio molto più pulito
- Maggiore efficacia





## 5. Parametri influenti

### 5.1. Materiali di finitura

La scelta dei materiali di finitura determina il campo d'impiego della macchina. Questi materiali si possono dividere in 3 categorie:

1. Materiali per **sbavatura/levigatura**  
(ad es. TZM 2/3, KXMA 24, DS 4/4, KM 6)
2. Materiali per **lucidatura**  
(ad esempio H1/100, H1/400, M3/400)
3. Materiali di finitura per la **preparazione del pezzo**  
(ad esempio HSC 1/300)



Alcuni granulati possono essere impiegati per svolgere più di una funzione.



## **5.2. Parametri della macchina**

Il numero di giri e la profondità d'immersione del pezzo sono decisivi per l'intensità della lavorazione: scegliendo la direzione di rotazione e l'orientamento del pezzo è possibile colpire in modo mirato determinate aree del pezzo stesso.

A seconda della superficie del pezzo è necessario variare i tempi di lavorazione.

## **5.3. Geometria del pezzo**

La macchina per finitura a flusso abrasivo può lavorare pezzi dalle forme geometriche più svariate.

Particolarmente indicati sono i pezzi a rotazione simmetrica.

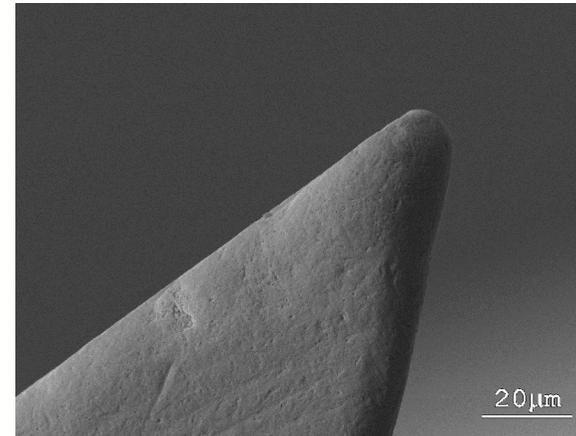
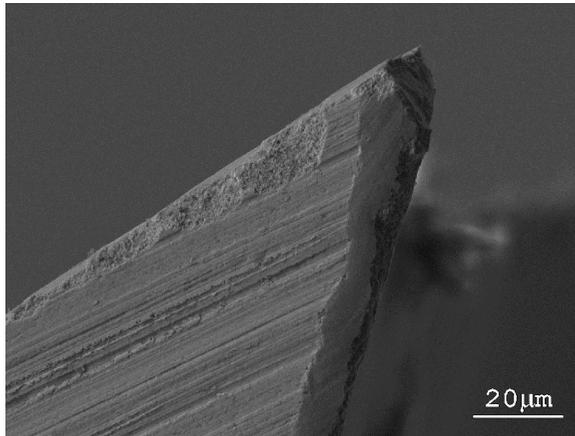


## 6. Settori di impiego ed esempi di applicazione



### 6.1. Preparazione dei taglienti/lucidatura

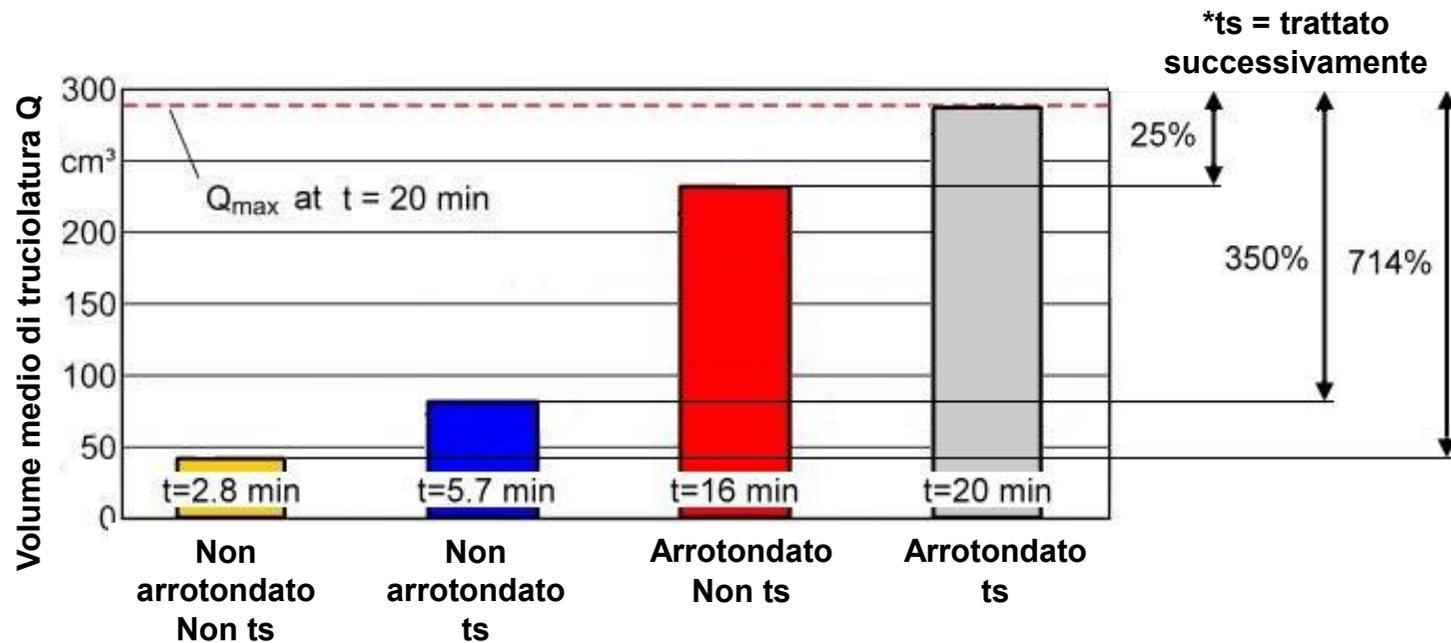
- Eliminazione di micro difetti
- Adattamento dei taglienti (microgeometria)
- Conferimento delle caratteristiche necessarie per i procedimenti successivi



Fonte: TIK - 08



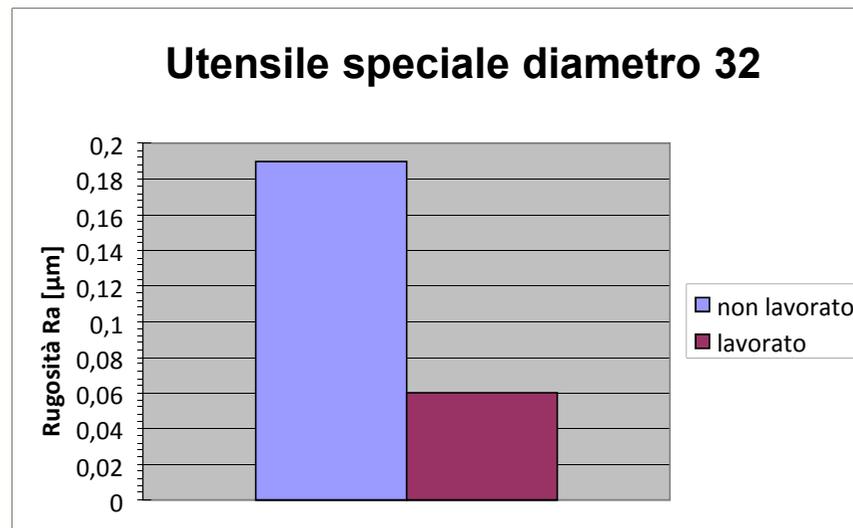
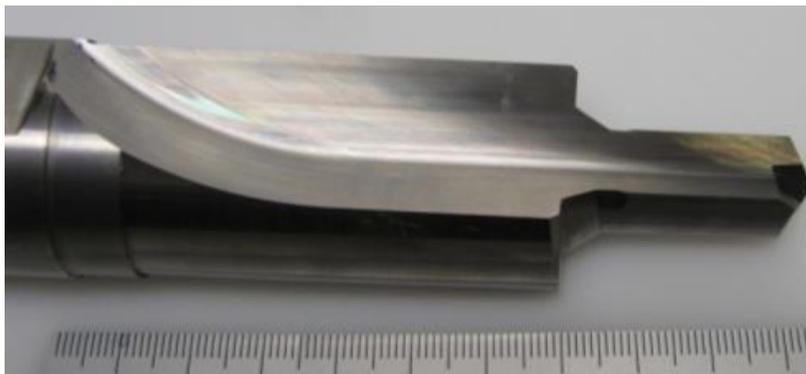
## 6.1.1. Vantaggi



Netto miglioramento del volume di truciolatura tramite arrotondamento e trattamento successivo (fattore > 10 rispetto ai pezzi non trattati).



- Eliminazione dei trucioli più rapida - è possibile ottenere un maggiore avanzamento e una maggiore velocità di taglio
- Meno rotture sui taglienti (superficie meno frastagliata) per la minore presenza di punti di possibile rottura
- Maggiore aderenza del rivestimento

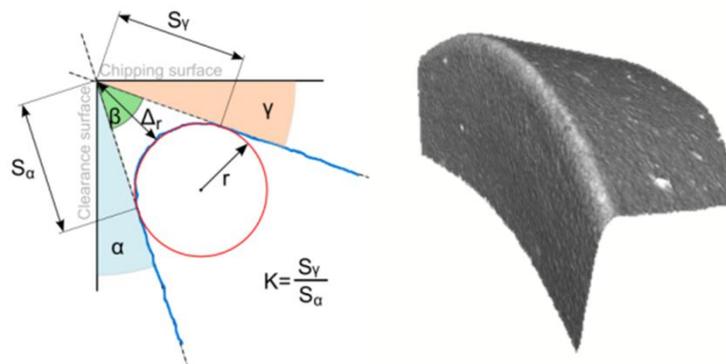


Fonte: TIK - 08

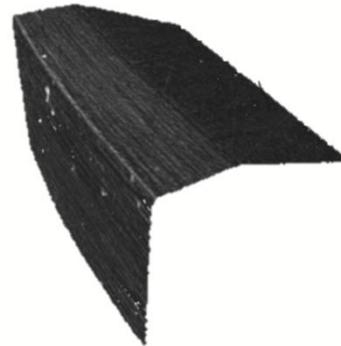
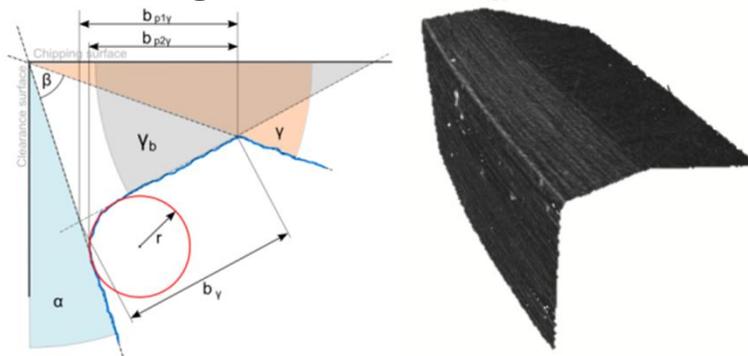


## 6.1.2. Misurazione

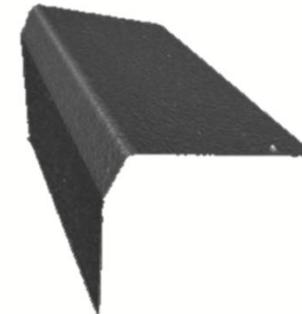
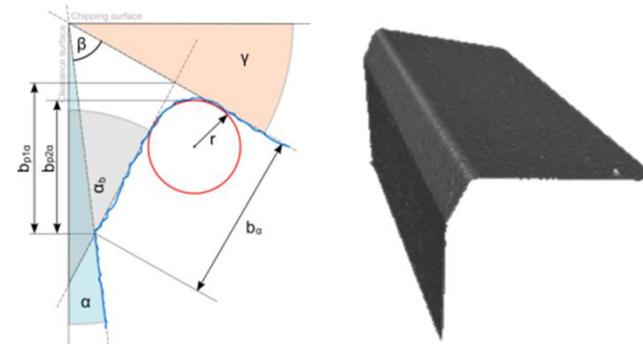
### 1. Angoli arrotondati



### 2. Fasi e angolatura: fase negativa



### 3. Fasi e angolatura: fase di supporto



Fonte: ALI - 13



## 6.2. Ulteriori esempi di applicazioni

### Sbavatura di pezzi perforati, fresati o torniti

Prima / dopo

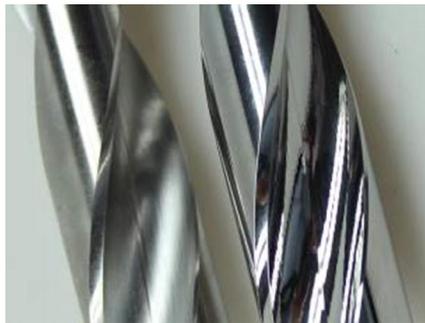


→ **Processo:** QZ 1-3W con SC 15: tempo di lavorazione circa 150 secondi



## Vantaggi nella lucidatura di utensili per forare

- migliore rimozione del truciolato nella scanalatura, che porta ad una maggiore produttività dell'utensile



- corrosione nettamente inferiore: con una lavorazione tradizionale, questi utensili vengono dotati di un rivestimento superficiale che si consuma abbastanza velocemente
- aspetto migliore (ottimo dal punto di vista del marketing)





**Funzione:** Lucidatura di matrici



→ **Processo:** M4/300 con tempo di lavorazione di circa 5-10 minuti



**Funzione:** sbavatura/lucidatura di utensili spiralati



→ **Processo:** KXMA 24 con tempo di lavorazione di circa 1 minuto



**Funzione:** sbavatura/lucidatura di alloggiamenti



→ **Processo:** H1/400 con tempo di lavorazione di circa 5 minuti



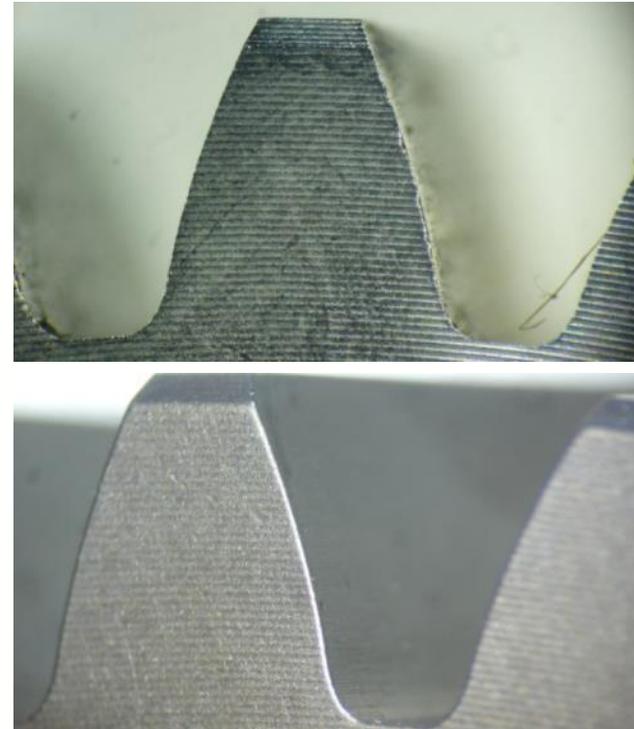
**Funzione:** arrotondamento/lucidatura delle viti per ossa



→ **Processo:** H1/400 con tempo di lavorazione di circa 1 minuto



**Funzione:** sbavatura/levigatura di ruote dentate



→ **Processo:** KXMA16 con tempo di lavorazione di 30-60 secondi



**Funzione:** sbavatura/levigatura di coltelli rotanti con KV minimo

Durata del processo:

3 minuti

Angolo B:

35°

Direzione di rotazione del contenitore:

100% verso sinistra

Velocità del contenitore:

70 1/min

Direzione di rotazione del pezzo

6 sec. C/6 sec. CC (finitura a impulso)

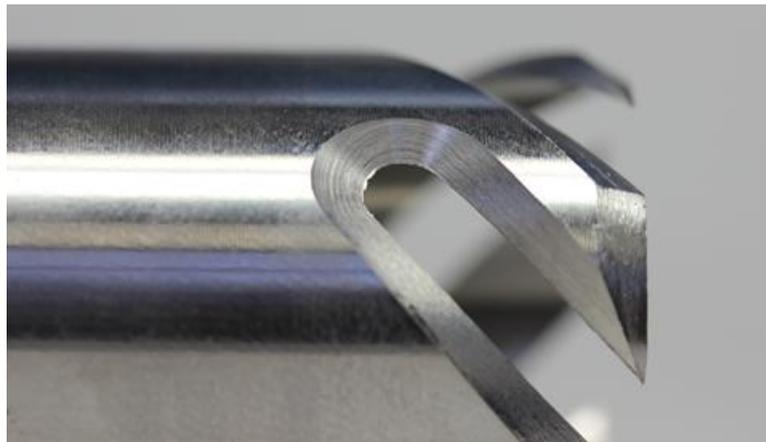
Velocità del pezzo:

3000 1/min

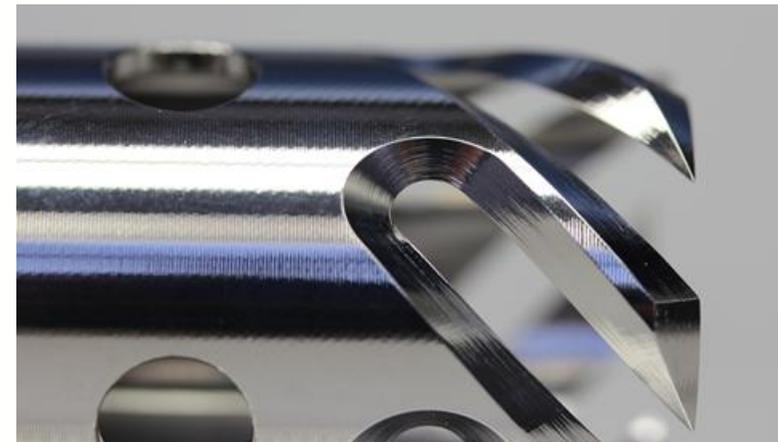
Materiali di finitura:

H1/400 + M18

non lavorato



lavorato



Test: 11263-22013



## **Funzione:** levigatura di palette fisse

Durata del processo:	16 minuti
Angolo B:	0°
Direzione di rotazione del contenitore:	100% verso sinistra
Velocità del contenitore:	40 1/min
Direzione di rotazione del pezzo:	8 Min. +30° /8 Min. -30° (tempi)
Velocità del pezzo:	0 1/min
Materiali di finitura:	KM 6

non lavorato



lavorato

Test: 11181-21813





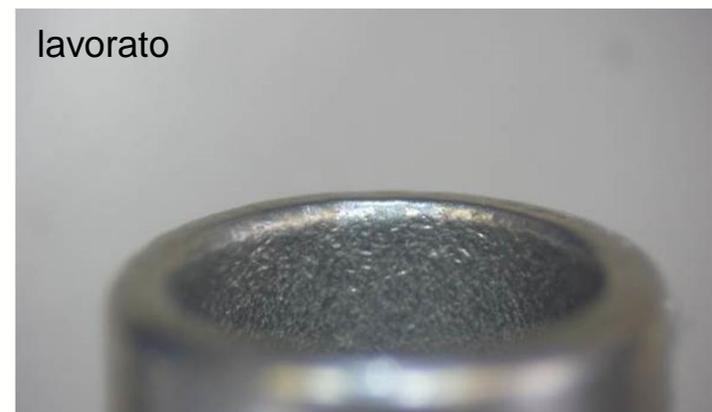
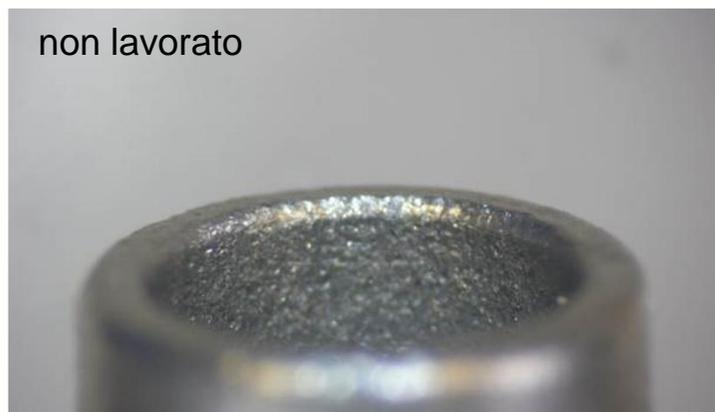
**Funzione:** sbavatura di tubi freno

Durata del processo:	0,5 - 1 min
Angolo B:	25°
Macchina:	SF 3-105
Velocità del contenitore:	60 1/min
Velocità del pezzo	2500 1/min
Materiali di finitura:	KXMA 24



**Finora lavorato con:** spazzole

**Risultato:** dopo 30 secondi, le bave vengono rimosse dall'apertura





## **Funzione:** levigatura/sbavatura a umido

Durata del processo:	1 minuto
Angolo B:	0°
Materiale:	Alluminio
Materiali di finitura:	KXMA 24
Mandrino:	2000 1/min (2 sec. rotazione verso sinistra, 2 sec. rotazione verso destra, finitura a impulso)
Velocità del contenitore:	65 1/min



Test: 23473



Pezzo



Bave iniziali nel foro trasversale



Dopo un minuto senza finitura a impulso



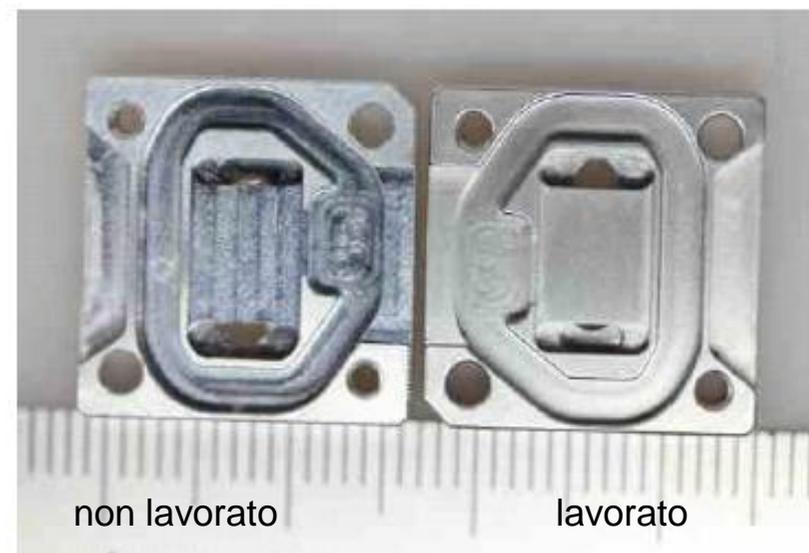
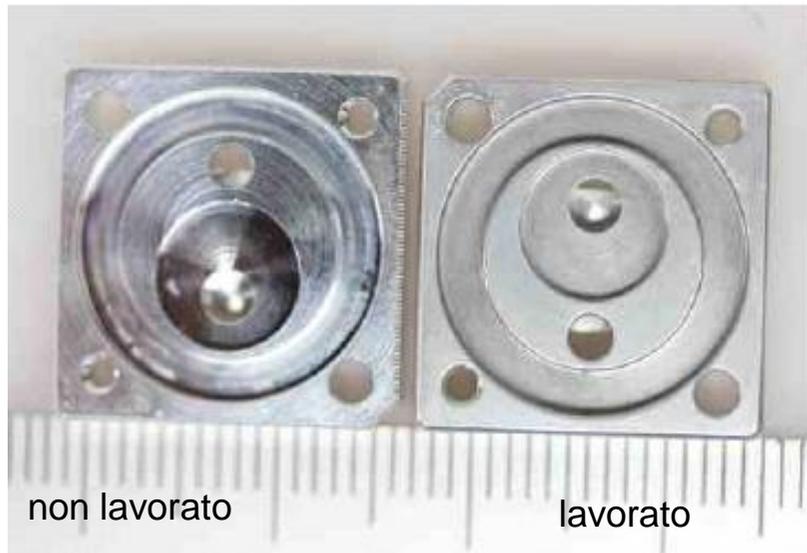
Dopo un minuto con finitura a impulso



## Funzione: Levigatura/sbavatura a umido

Durata del processo:	1 minuto
Angolo B:	15°
Materiale:	Alluminio
Materiali di finitura:	KXMA 24
Mandrino:	2000 1/min (1 sec. rotazione verso sinistra, 1 sec. rotazione verso destra, finitura a impulso)
Velocità del contenitore:	60 1/min

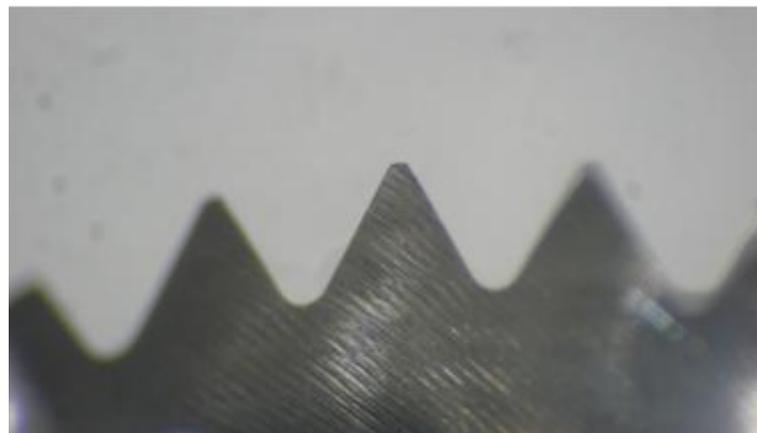
Test: 23560





## **Funzione:** lucidatura di maschi

Durata del processo:	1 minuto
Angolo B:	0°
Materiale:	HSS
Materiali di finitura:	H1/400
Mandrino:	2000 1/min (1 sec. rotazione verso sinistra, 1 sec. rotazione verso destra, finitura a impulso)
Velocità del contenitore:	80 1/min

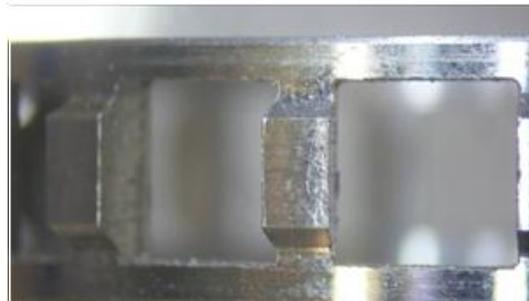
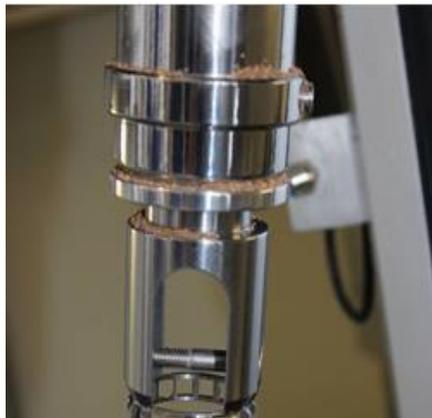


Test: 23169

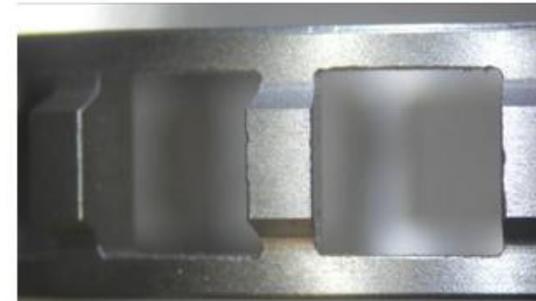


## Funzione: sbavatura di angoli interni

2 x 1 min; Materiali di finitura: HSC 1/300; Mandrino: 4000 1/min; Angolo B = 15°;  
Velocità del contenitore: 80 1/min



non lavorato

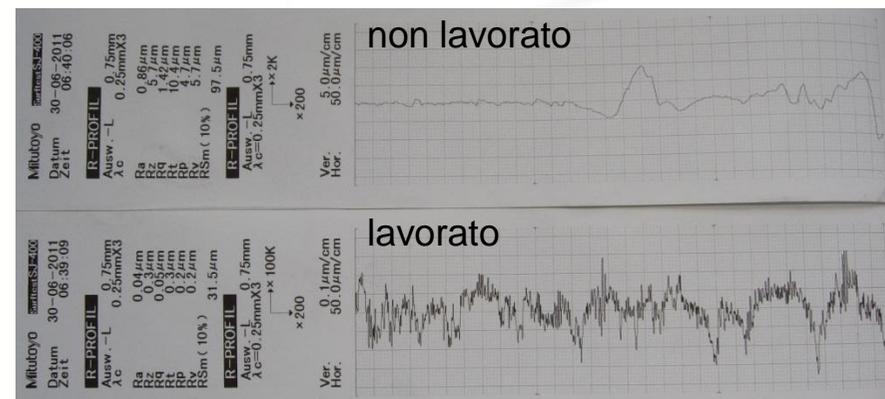
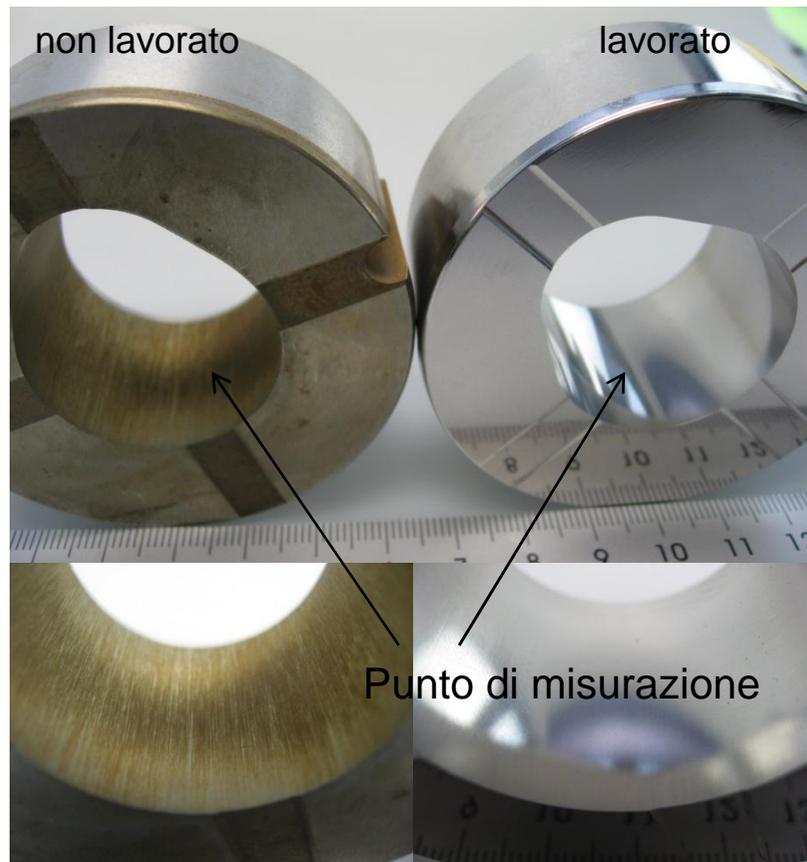


lavorato





## Funzione: lucidatura interna





## **Funzione:** lucidatura di punzoni in metallo duro

L'obiettivo della lucidatura consiste nel raggiungimento di una rugosità nettamente inferiore a Ra 0,1. La qualità finale che si ottiene con le procedure tradizionali è di Ra 0,2  $\mu\text{m}$ .

Durata del processo: 8-12 minuti

Materiali di finitura: M4/300

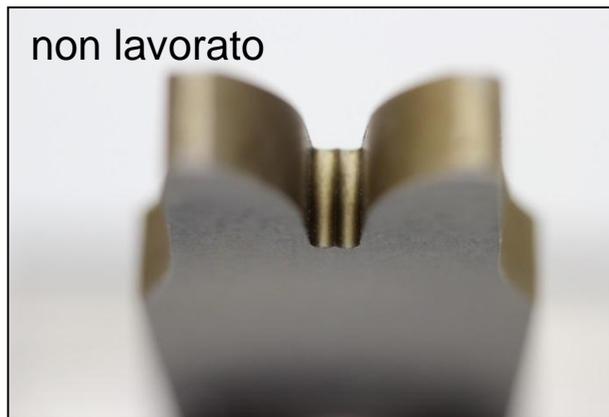
Macchina: SF-3





**Funzione:** lavorazione di utensili per crimpatura

Durata del processo:	10 - 20 minuti
Macchina:	SF 3/-1050
Materiali di finitura:	H1/500 + 5 kg M18
Numero di giri del contenitore di lavoro:	85 1/min
Numero di giri del pezzo	0 (angolo di rotazione fisso A)





**Funzione:** lavorazione di blisk e ruote delle pale di turbine a pale intercambiabili

Macchina: SF-3  
Materiali di finitura: M4/300  
Tempo di lavorazione: 40 minuti  
Numero di giri del contenitore: 20 1/min  
Numero di giri del pezzo: 5 1/min



**Risultato:** Pale sbavate e arrotondate solo leggermente, Ra 0,08  $\mu\text{m}$

Macchina: SF-3  
Materiali di finitura: QZ 1-3  
Tempo di lavorazione: 30 minuti  
Numero di giri del contenitore: 20 1/min  
Numero di giri del pezzo: 5 1/min



**Risultato:** Scanalature sbavate, arrotondate di circa 0,1 mm



## 7. Macchine speciali per applicazioni specifiche

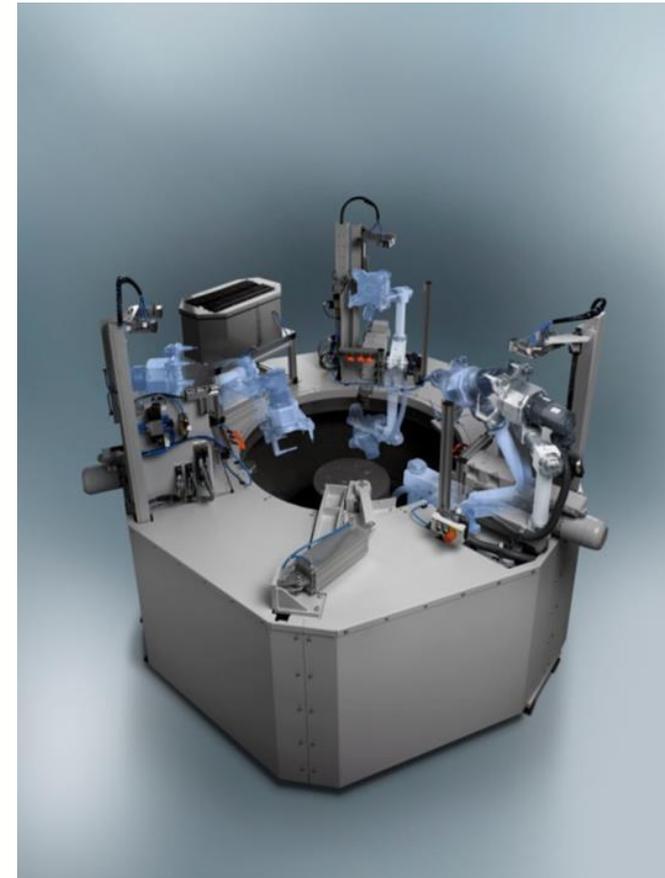


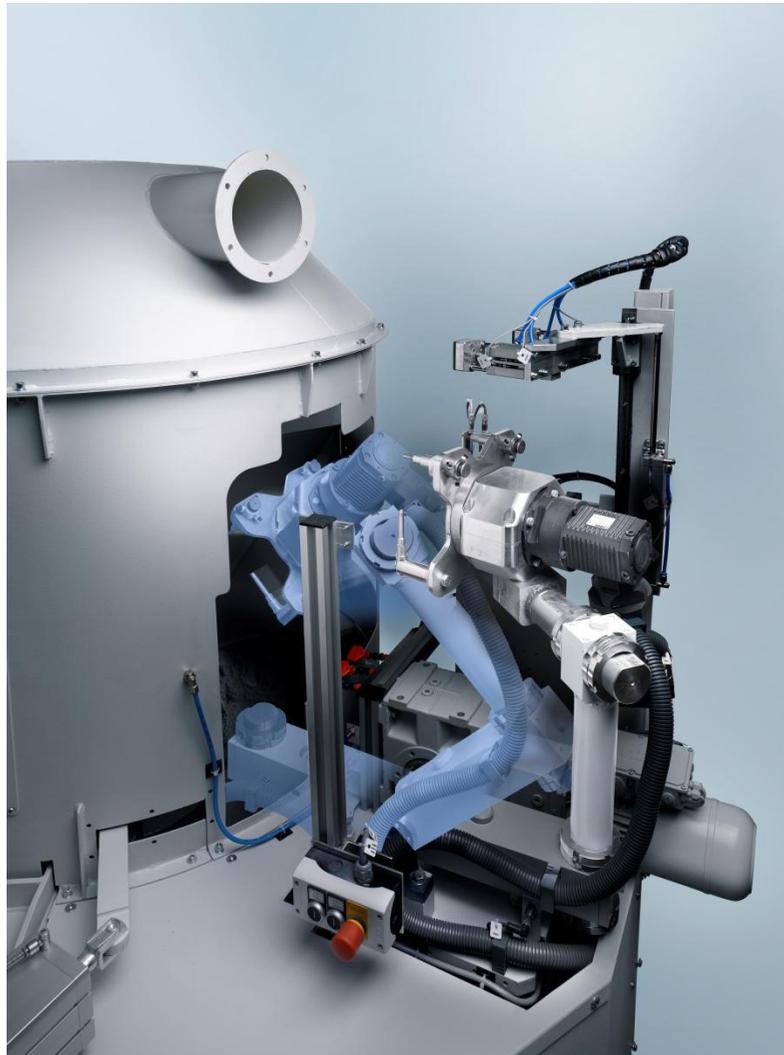
### 7.1. SF 3-200

La nuova macchina per finitura a flusso abrasivo SF 3-200 di OTEC si contraddistingue per le seguenti caratteristiche:

- Struttura molto robusta e stabile
- Motore principale più performante (50 kW)
- Numero di giri del contenitore: fino a 150 1/min con contenitore dal diametro di 2 metri
- Peso: 4.700 kg
- Dimensioni: 3 x 3 m
- Tre stazioni di lavorazione; i pezzi vengono serrati ad esempio con un sistema pneumatico
- Solo per lavorazione a secco
- Tempi di lavorazione estremamente brevi
- Ciclo automatico
- È possibile caricare i pezzi usando un robot
- Durante la lavorazione, i pezzi possono essere ruotati o è possibile effettuare dei movimenti angolari

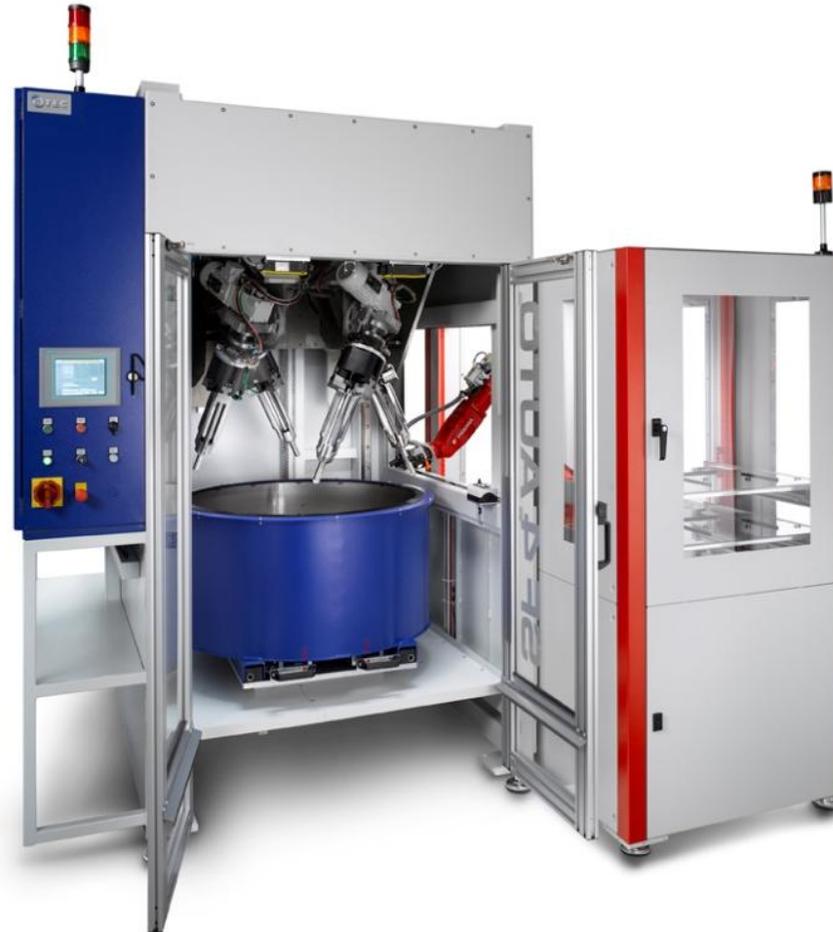
Questa macchina si presta particolarmente alla lavorazione di rubinetterie da bagno, parti decorative ecc.







## 7.2 Macchina per lucidatura di utensili per pastigliatura (SF-4)





## Carico della SF-4





## 7.3 SF 2-680

**Pezzi:** pistoni per impianti d'iniezione nel settore automobilistico

- La macchina possiede un'unità di sollevamento con 2 alloggiamenti per i pezzi
- Le guide sono rigide per garantire un'elevata precisione nel caricamento e nello scaricamento dei pezzi
- I pezzi vengono serrati tramite pinze ad azione pneumatica
- Serraggio tramite molle a tazza, rilascio tramite cilindro pneumatico ad aria compressa
- Entrambi i pezzi vengono lavorati contemporaneamente
- Estraeendoli dal contenitore, i pezzi vengono automaticamente puliti

[Video SF 2-680](#)



## 7.4 Macchina per lucidatura di pistoni d'iniezione



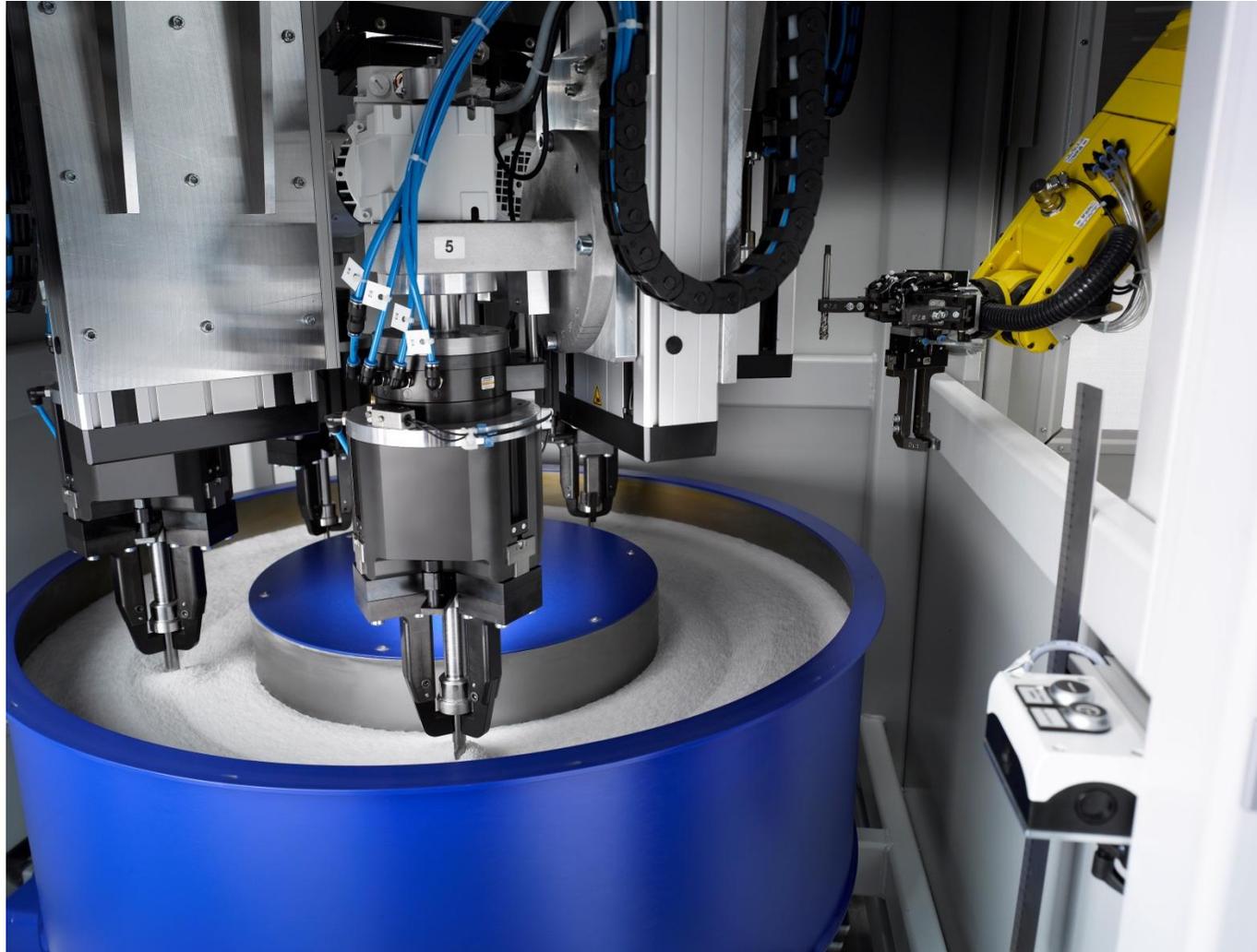






## 7.5 SF-5 con robot per gli utensili







## 7.6 Impiego della macchina per finitura a flusso abrasivo nella produzione in serie di componenti di alberi a camme

Macchina per finitura a flusso abrasivo con motore per finitura a impulso pronta per funzionamento automatico integrazione nella produzione in serie

- Levigatura delle superfici di contatto (raggio albero a camme)
- Levigatura delle camme ( $R_{pk} \leq 0,1$ )
- Levigatura delle scanalature
- Sbavatura/arrotamento delle scanalature
- Sbavatura/arrotamento dell'albero dentato





## Panoramica sul processo di finitura a flusso abrasivo

- Sviluppo mirato di processi e impianti per la lavorazione meccanica delle superfici
- Leggera automatizzazione dei processi di carico e scarico
- Esecuzione del processo monitorando e determinando tutti i parametri rilevanti
- Continuo sviluppo dei processi di lavorazione





**Grazie  
per l'attenzione**