

---

# Ottimizzazione del tempo di ciclo Macchine ISO

---

## Sommaro

1	Informazioni generali .....	4
1.1	Contenuto del documento .....	4
1.2	Tempo di ciclo .....	4
1.3	Ogni secondo è prezioso .....	4
1.4	Processo di creazione di un pezzo.....	4
1.5	Dove è indicato il tempo di ciclo? .....	5
2	Definizione del processo di lavorazione .....	6
2.1	Definizione del piano operativo .....	6
2.2	Scelta degli utensili .....	7
2.3	Scelta dei processi di lavorazione .....	7
2.4	Montaggio degli utensili .....	8
2.5	Recupero del pezzo sul cannone.....	10
2.6	Lavorazione senza cannone .....	10
2.7	Alimentazione di più pezzi mediante serraggio .....	10
2.8	Le barre .....	11
2.9	Pompa AP .....	11
2.10	Creazione del pezzo al contrario.....	11
2.11	Opzione preriscaldamento macchina .....	12
3	Indicizzazione degli utensili .....	13
3.1	Chiamata di utensili simultanea .....	13
3.2	Avvicinamento degli utensili .....	15
3.3	Rilascio degli utensili .....	16
3.4	Avvicinamento/rilascio di una fresa in estremità.....	16
3.5	Avvicinamento/rilascio di una fresa circolare.....	17
4	Lavorazioni simultanee.....	18
4.1	Sbozzo-finitura simultanea .....	18
4.2	Sovrapposizione.....	19
4.3	Tre utensili contemporaneamente nel materiale .....	20
4.4	Foratura simultanea in operazione e contro-operazione.....	21
5	Programmazione .....	22
5.1	Dove risparmiare tempo nel programma?.....	22
5.2	Modello di programma .....	22
5.3	Fuori ciclo .....	22
5.4	Commenti .....	22
5.5	Numero di righe di codice.....	23
5.6	Ripetizione di codici .....	23
5.7	Chiamata di sottoprogramma .....	24

5.8	Sincronizzazioni dei canali .....	24
5.9	Contornatura collegata/Arresto preciso .....	24
5.10	Evitare i ritorni in posizione di riferimento .....	25
5.11	Ottimizzare i tempi di sosta .....	25
5.12	Posizionamento in asse C .....	26
5.13	Modalità Transmit .....	26
5.14	Taglio di pezzi.....	27
5.15	Controllo guasto del tranciatore .....	29
5.16	Foratura-sbavatura .....	29
5.17	Lavorazione durante l'alimentazione del materiale.....	30
5.18	Preso pezzo mediante il contromandrino .....	32
5.19	Gestione dell'espulsore .....	32
6	Per gli esperti di programmazione .....	33
6.1	Eliminazione delle macro.....	33
6.2	Macro B .....	33

## 1 Informazioni generali

### 1.1 Contenuto del documento

Questo documento è la prima edizione del testo "Suggerimenti" di Tornos.

Scopo del presente documento è mettere a disposizione delle aziende l'esperienza acquisita da Tornos in materia di tornitura.

Questa prima edizione verte su un argomento particolarmente importante nel mondo della tornitura, ovvero:

il tempo di ciclo.

### 1.2 Tempo di ciclo

Di fatto, che cos'è il tempo di ciclo?

Per tempo di ciclo si intende il tempo che la macchina impiega per produrre un pezzo.

Di conseguenza, il tempo di ciclo riveste un ruolo fondamentale nella tornitura.

Ciascun pezzo lavorato costituisce una fonte di reddito per l'azienda.

Più una macchina è rapida nella lavorazione del pezzo, maggiore sarà il numero di pezzi prodotti in un periodo specifico e, di conseguenza, maggiori saranno anche i profitti economici per l'azienda.

### 1.3 Ogni secondo è prezioso

Viene proposto di seguito un esempio pratico:

Si immagini:

- una serie di pezzi che richiede una produzione di massa nell'arco di un anno;
- un parco di 10 macchine destinate alla lavorazione del pezzo specifico.
- una produzione a tempo pieno, 24 ore su 24, 7 giorni su 7;
- un tempo di ciclo per creare il pezzo in 65 secondi;
- un prezzo per pezzo di 1.-

La capacità di produzione massima dell'officina è di **4.851.692 pezzi/anno**, che corrisponde a un fatturato di **4.851.692.-/anno**.

Si supponga ora di riuscire a ridurre il tempo di ciclo di soli 2 secondi; la capacità produttiva massima dell'officina passerà quindi a **5.005.714 pezzi/anno**, ovvero a un fatturato pari a **5.005.714.-/anno**.

È bastato un risparmio di soli 2 secondi per ottenere un profitto pari a **154.022.-**.

### 1.4 Processo di creazione di un pezzo

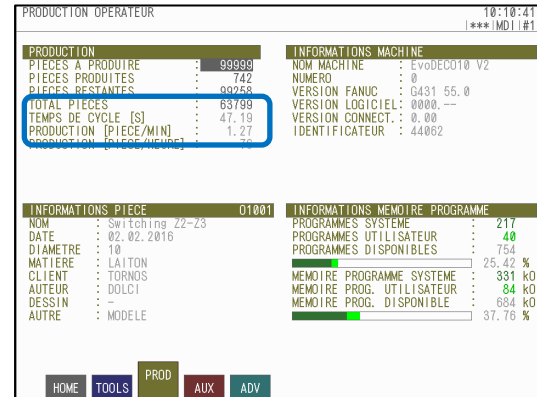
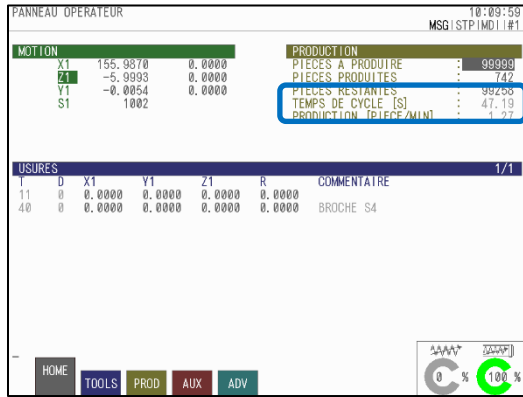
È importante sapere che ogni fase di realizzazione di un pezzo è fondamentale per ottenere un tempo di ciclo ottimale. Seguono le diverse fasi:

- 1) Definire il piano operativo (roadmap)
- 2) Definire l'elenco degli utensili
- 3) Programmare il pezzo
- 4) Eseguire l'avviamento
- 5) Mettere a punto il programma sulla macchina (estrarre il pezzo giusto)
- 6) Ottimizzare il tempo di ciclo adeguando il programma

## 1.5 Dove è indicato il tempo di ciclo?

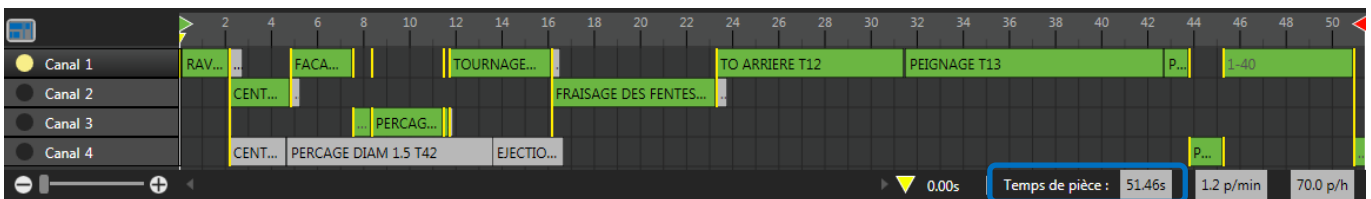
Sulle macchine Tornos ISO di ultima generazione, è possibile visualizzare il tempo di ciclo nell'interfaccia T-MI (pagina del CNC).

È sufficiente accedere alla pagina "HOME" o "PROD" della T-MI.



Non considerare mai il primo tempo di ciclo; per ottenere un tempo rappresentativo, occorre attendere sempre il secondo ciclo del programma. Oltretutto, poiché si tratta di un cronometraggio reale esistono piccole variazioni da un ciclo all'altro.

È anche importante sottolineare che il software di programmazione TISIS consente di ottenere una stima del tempo di ciclo.



## 2 Definizione del processo di lavorazione

### 2.1 Definizione del piano operativo

Perché un tempo di ciclo sia ottimale, occorre eseguire contemporaneamente un numero massimo di operazioni. Perciò, è necessario organizzare in modo logico il piano operativo per utilizzare al meglio tutti i canali della macchina.

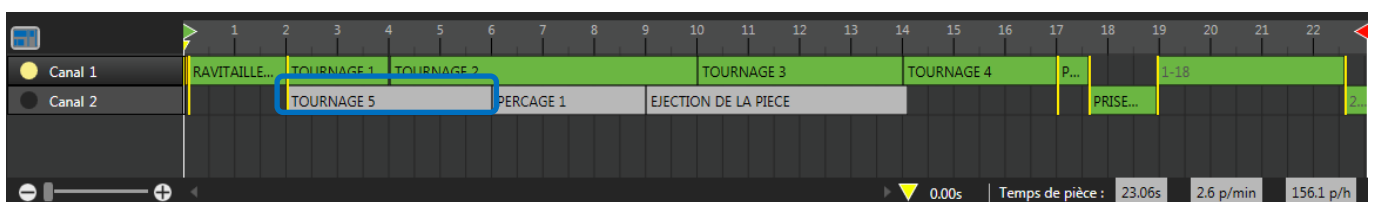
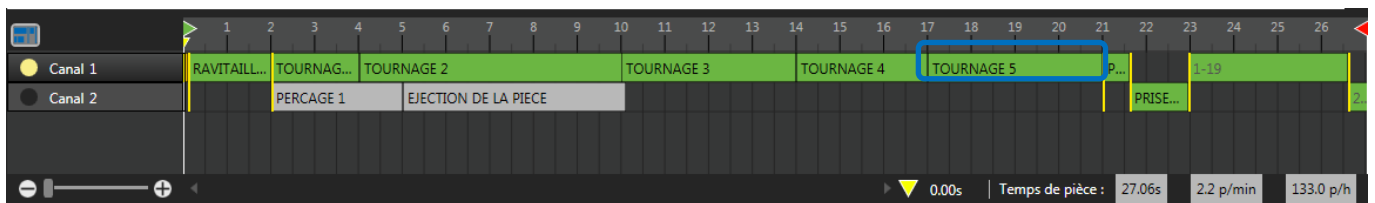
Ad esempio, su una macchina semplice di 2 canali, è possibile chiedersi se non sia opportuno eseguire operazioni di tornitura in contro-operazione per bilanciare al massimo i tempi di lavorazione nei 2 canali.

È interessante sapere che alcuni produttori di utensili propongono soluzioni per disporre di un portainsero allo scopo di eseguire operazioni di tornitura su posizioni in estremità. Il vantaggio consiste nel poter eseguire più operazioni di tornitura in contro-operazione.



#### Esempio:

Nell'esempio seguente, l'operazione "Tornitura 5" in contro-operazione è stata spostata, risparmiando così quattro preziosi secondi sul tempo di ciclo.



## 2.2 Scelta degli utensili

Per ottenere un tempo di ciclo ottimale, è importante che i tempi di lavorazione siano il più breve possibile (tempo che trascorrono gli utensili nel materiale).

A tale scopo, occorre disporre degli utensili adeguati a seconda del pezzo da lavorare.

Nella scelta degli utensili, occorre considerare:

- Le caratteristiche dell'utensile
- Il rivestimento dell'utensile
- La rigidità del supporto
- Il numero di denti (per una fresa)
- Il refrigerante integrato (dal centro)

Anche investire nell'acquisto di utensili di forma può rivelarsi una decisione vantaggiosa. Ciò consente di lavorare più elementi di un pezzo con una sola operazione.



Disporre di utensili adeguati rappresenta un investimento importante. Perciò, se gli utensili consentono avanzamenti più rapidi nel materiale, o passate di sbizzo più importanti, i tempi di ciclo riducono anche i costi dei pezzi.

## 2.3 Scelta dei processi di lavorazione

È sempre importante porsi questa domanda, ovvero sapere se il processo di lavorazione scelto è il migliore in termini di tempo di ciclo.

### Passo di vite:

È corretto realizzare un passo di vite mediante pettinatura (più passate)?

Perché non considerare una turbofilettatura o una rullatura che è spesso più rapida (una sola passata)?

### Lavorazione di piatti:

Per realizzare diversi piatti su un pezzo, la poligonatura è più rapida della fresatura trasversale.

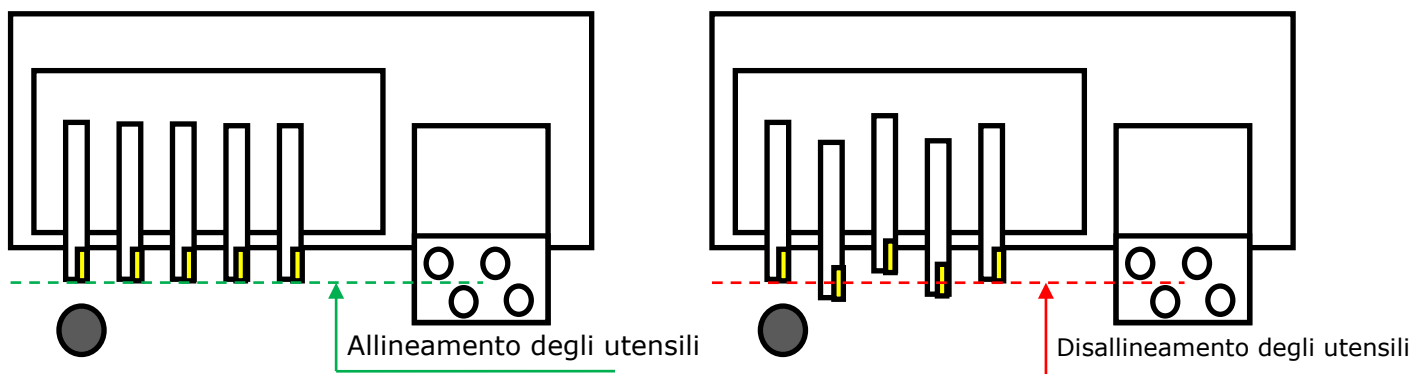
## 2.4 Montaggio degli utensili

Il montaggio degli utensili è fondamentale nel tempo di ciclo. Occorre considerare sempre i seguenti elementi:

- Geometrie degli utensili
- Senso degli utensili
- Ordinamento degli utensili (a seconda del processo)
- Avvicinamento degli utensili

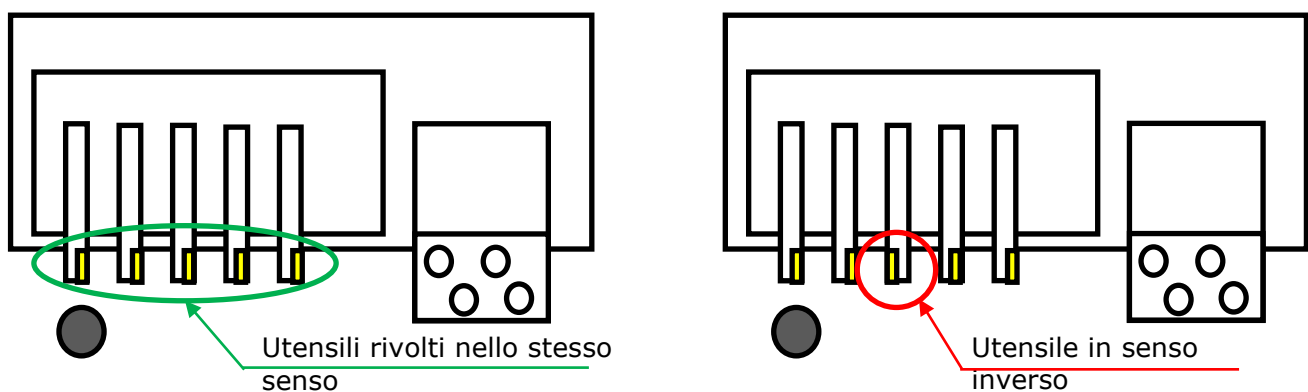
### Geometrie degli utensili:

È importante cercare di avere le stesse geometrie (X e Z) su tutti gli utensili di uno stesso sistema. Ciò consente di ridurre al massimo gli spostamenti degli assi durante le indicizzazioni degli utensili.



### Senso degli utensili:

È importante che gli utensili (portainserito) siano rivolti nello stesso senso. Ciò consente di evitare le inversioni del senso di rotazione del mandrino per materiale che richiede tempo di ciclo.

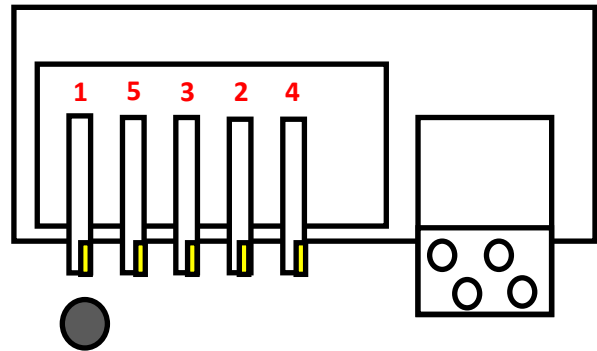
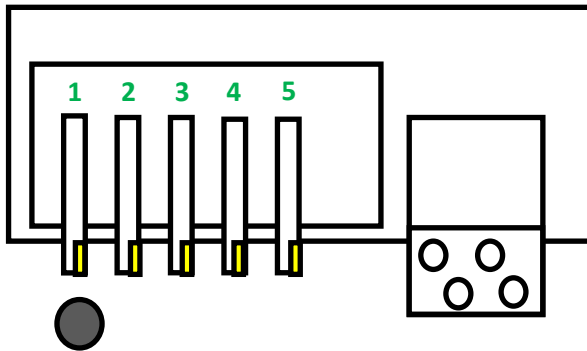


È importante constatare che durante la presa pezzo, in linea di massima il contromandrino ruota in senso antiorario [M404] in base al senso dei bulini. Inoltre, in molti casi si utilizza il contromandrino per lavorare su punte in contro-operazione. Perciò, in teoria, il contromandrino deve invertire il proprio senso di rotazione [M403], operazione che può richiedere tempo di ciclo. Può quindi essere importante utilizzare delle punte che tagliano a sinistra in modo da evitare le inversioni del senso di rotazione.



## Ordinamento degli utensili:

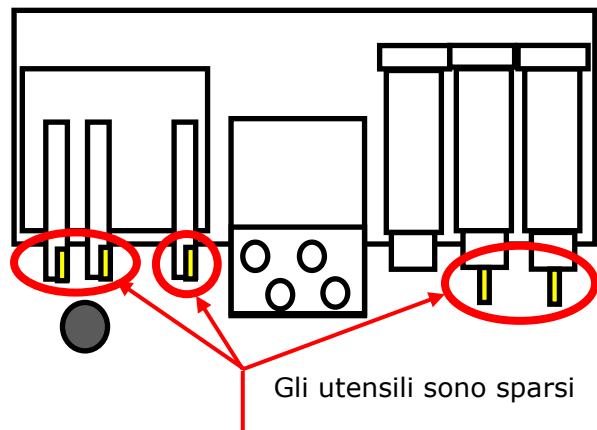
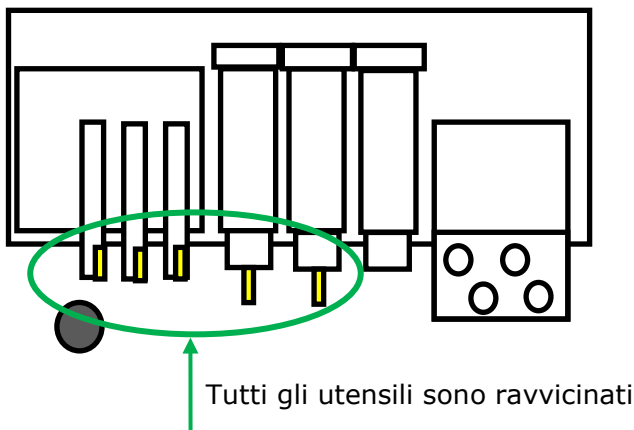
È fondamentale che gli utensili si trovino nell'ordine corrispondente al processo di lavorazione. Ciò significa che il primo utensile impiegato deve trovarsi a lato del secondo, il secondo utensile impiegato a lato del terzo, e così via. In questo modo è possibile evitare i movimenti del sistema di utensili durante le indicizzazioni.



## Avvicinamento degli utensili:

È importante provare ad avvicinare il più possibile gli utensili da utilizzare.

Lo scopo è sempre quello di ridurre al massimo gli spostamenti degli assi durante le indicizzazioni degli utensili.



Alcuni produttori di utensili offrono supporti che consentono un avvicinamento massimo tra gli utensili che, oltre ad aumentare il numero di utensili utilizzabili sulla macchina, ha il vantaggio di ridurre i tempi di indicizzazione degli utensili.



## 2.5 Recupero del pezzo sul cannone

Se il pezzo lo consente, Tornos offre soluzioni per recuperare direttamente il pezzo sul cannone, evitando così la presa pezzo in contromandrino e facendo risparmiare tempo.

## 2.6 Lavorazione senza cannone

Diverse macchine Tornos consentono di lavorare senza cannone. Uno dei vantaggi di lavorare senza cannone consiste nella riduzione della lunghezza dello spezzone. Riducendo la lunghezza dello spezzone, è possibile risparmiare quantità di materiale, nonché ridurre il numero di alimentazioni della nuova barra. In altre parole, si risparmia del tempo.

Questo approccio può rivelarsi interessante su serie molto lunghe.

Tornos consiglia di non realizzare pezzi di lunghezza superiore a 3 volte il diametro in modalità senza cannone.

## 2.7 Alimentazione di più pezzi mediante serraggio

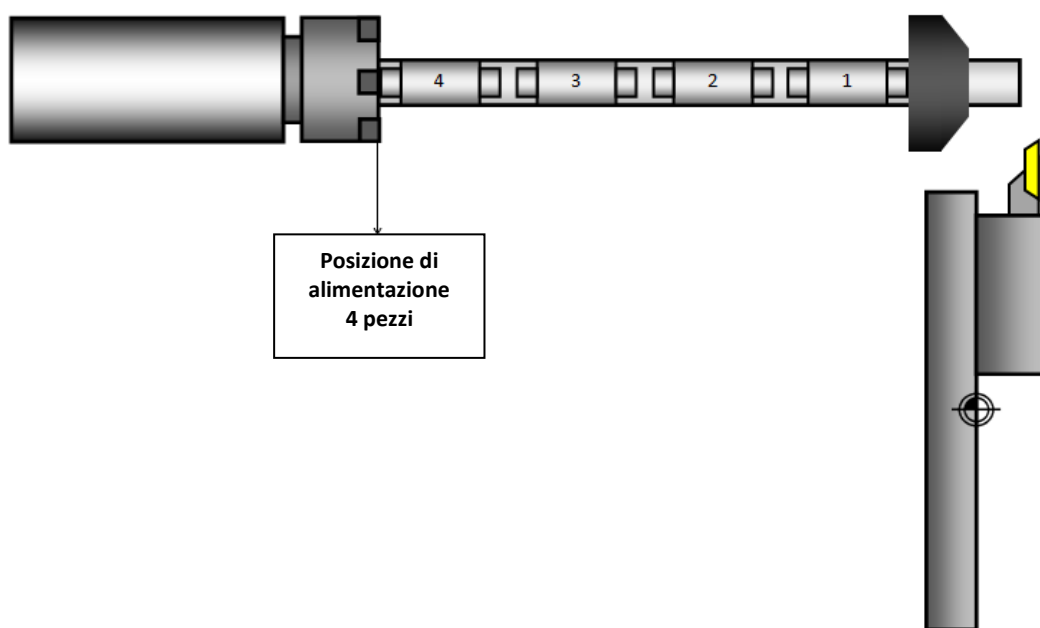
Per impostazione predefinita, la macchina esegue un pezzo per serraggio.

Se la corsa della testa lo consente, può essere opportuno alimentare più pezzi per serraggio per ridurre il tempo del ciclo medio di lavorazione di un pezzo.

Questo evento si verifica perché i tempi di apertura e di chiusura della pinza del mandrino, le rispettive temporizzazioni e la temporizzazione di fine movimento dell'asse Z durante l'alimentazione vengono considerati una sola volta per il numero di pezzi alimentati.

**Nota:** maggiore è il numero di pezzi lavorati per serraggio, maggiore deve essere preciso il valore inserito nella larghezza del tranciatore (G801 B\_).

Valori indicativi	
Numero di pezzi per serraggio	Tempo di ciclo risparmiato per pezzo [sec]
1	0
2	0.75
3	1
4	1.125
5	1.2
6	1.25
7	1.285
8	1.312
9	1.333
10	1.35



## 2.8 Le barre

Anche le barre utilizzate possono influenzare il tempo di ciclo.

La rettilinearità delle barre è particolarmente importante e, se garantita, maggiore è la lunghezza della barra, minore sarà la frequenza di alimentazione di una nuova barra, ottenendo così un vantaggio in termini di produttività.

Anche le barre profilate possono rappresentare una valida soluzione per risparmiare tempo di ciclo. Ad esempio, con una barra esagonale è possibile evitare di dover eseguire lavorazioni che richiedono tempo. Oggigiorno è piuttosto facile trovare barre profilate, nonché pinze e cannoni di forma.

Anche la lavorazione di barre tubolari può risultare interessante, poiché da un lato evita forature e dall'altro il taglio di pezzi è ridotto per il fatto che il taglio non viene eseguito fino al centro.

## 2.9 Pompa AP

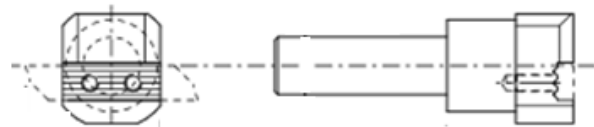
Per quanto riguarda le pompe ad alta pressione (AP), Tornos propone diverse soluzioni. Le pompe ad alta pressione, infatti, sono utili in termini di tempo di ciclo per 2 motivi:

- Consentono una migliore eliminazione dei trucioli, quindi del calore, favorendo spesso un sensibile aumento degli avanzamenti di lavorazione.
- Le pompe ad alta pressione consentono una migliore eliminazione dei trucioli, evitando così di arrestare le macchine per rimuoverli manualmente.

## 2.10 Creazione del pezzo al contrario

Si è mai pensato di creare il pezzo nel senso opposto? In altre parole, di creare il pezzo lavorato in operazione in contro-operazione, e viceversa. Spesso è importante porsi questa domanda. In alcuni casi, infatti, si può risparmiare tempo.

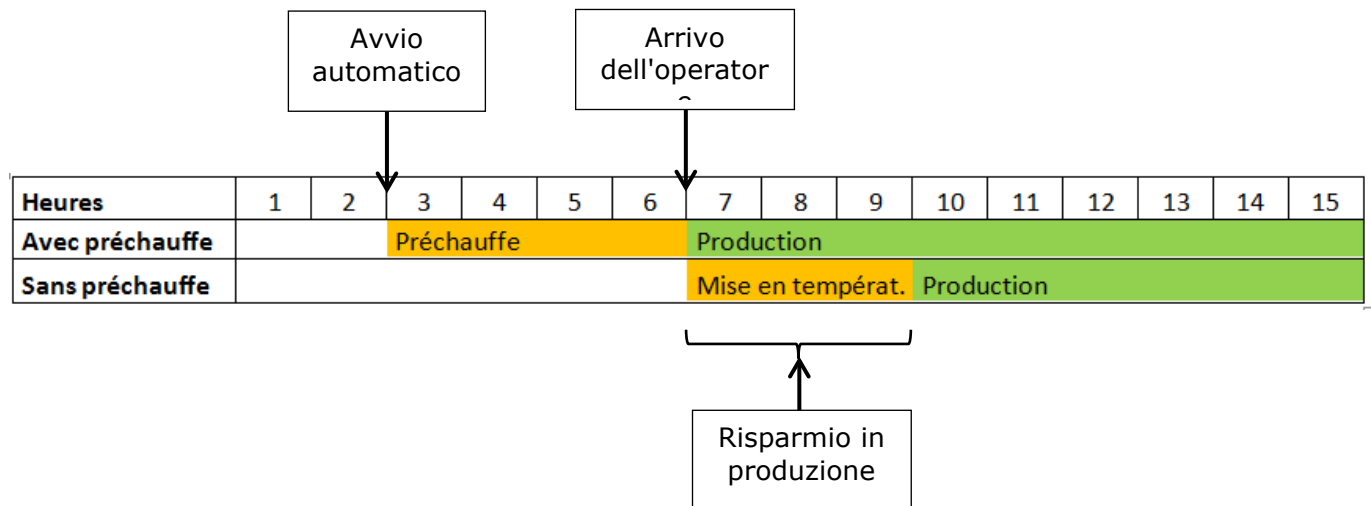
È bene sapere che alcuni produttori di utensili propongono soluzioni per ottenere un portainserito allo scopo di eseguire operazioni di tornitura su posizioni in estremità. Il vantaggio consiste nel poter eseguire più operazioni di tornitura in contro-operazione.



## 2.11 Opzione preriscaldamento macchina

Tornos propone come opzione una funzionalità di preriscaldamento della macchina per la produzione pezzi molto precisi. La macchina può quindi avviarsi automaticamente, in modalità senza materiale, una data e un'ora prestabilite. Il vantaggio di questa funzionalità consiste nel risparmiare tempo di attesa per il riscaldamento della macchina.

Esempio:

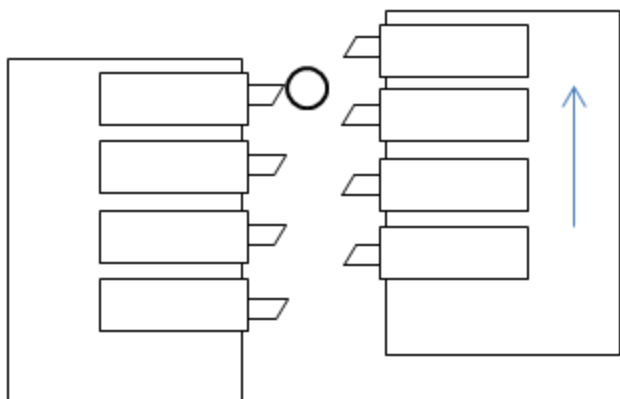


### 3 Indicizzazione degli utensili

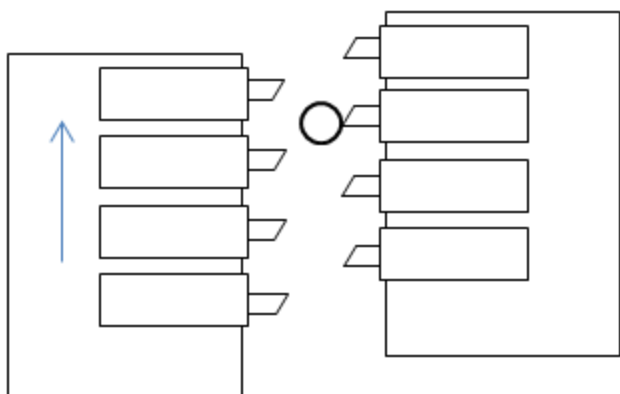
#### 3.1 Chiamata di utensili simultanea

Sulle macchine dotate dei sistemi di utensili indipendenti (EvoDECO, SwissNano) per la lavorazione alla barra, organizzare in modo logico gli utensili per poter indicizzare gli utensili mentre l'altro sistema è in fase di lavorazione, e viceversa.

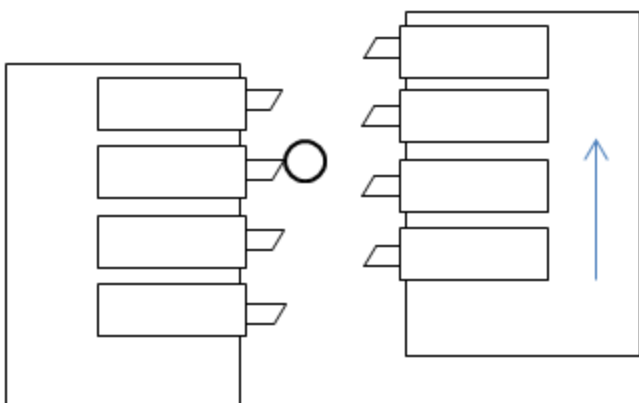
Esempio:



Lavorazione con un utensile del pettine 2  
Preparazione simultanea dell'utensile del pettine 1 successivo



Lavorazione con un utensile del pettine 1  
Preparazione simultanea dell'utensile del pettine 2 successivo



Lavorazione con un utensile del pettine 2  
Preparazione simultanea dell'utensile del pettine 1 successivo

Nota: è anche importante mettere contemporaneamente in rotazione gli utensili girevoli a partire dall'altro canale.

È possibile indicizzare un utensile in interpolazione circolare e impostarne la velocità di indicizzazione per consentire all'utensile di arrivare in posizione nel momento esatto in cui l'utensile dell'altro sistema ha completato la lavorazione. In questo modo è possibile evitare movimenti bruschi all'interno della macchina causati dall'indicizzazione dell'utensile (mentre l'altro sistema lavora nel materiale).

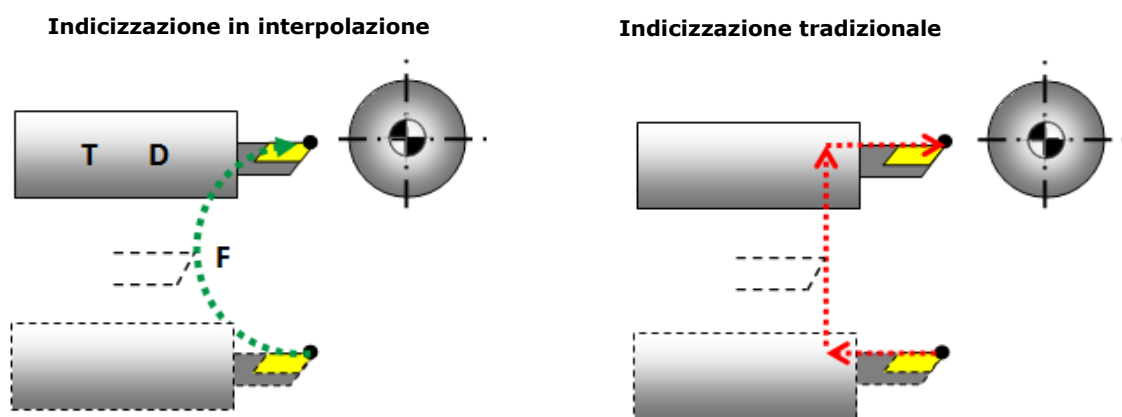
Esempio:

**G903 T\_ D\_ F\_**

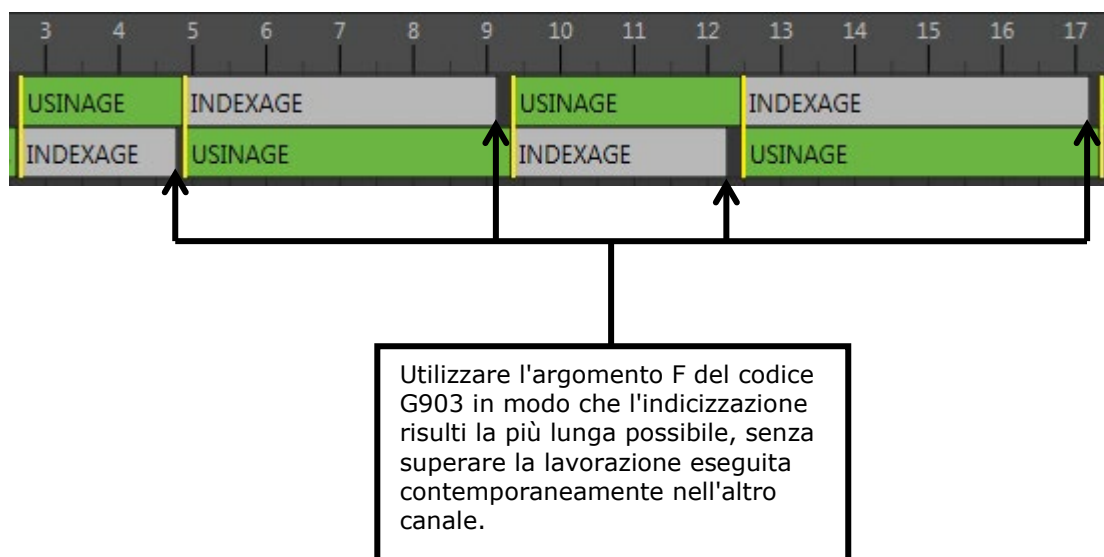
G903: Chiamata di un utensile in interpolazione circolare

T\_ D\_: Numero dell'utensile e del correttore desiderato

F\_: Avanzamento durante l'indicizzazione [mm/min]



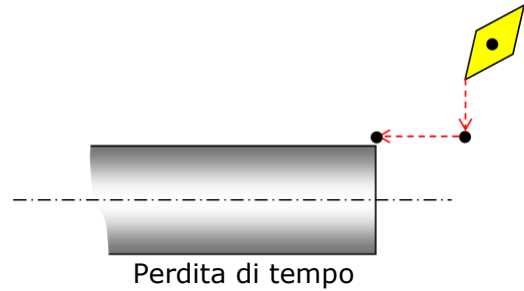
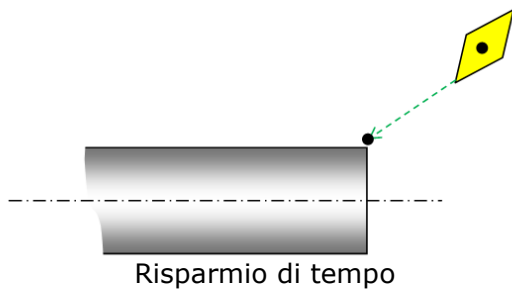
Il diagramma di Gantt disponibile nel software TISIS consente di determinare con particolare facilità l'avanzamento dell'indicizzazione in modo che l'utensile raggiunga la posizione al momento giusto.



## 3.2 Avvicinamento degli utensili

Cercare il più possibile di eseguire avvicinamenti di utensili in avanzamento rapido [G0] su più assi simultanei.

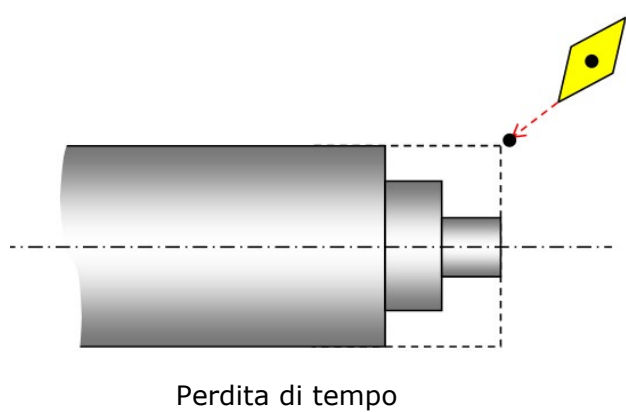
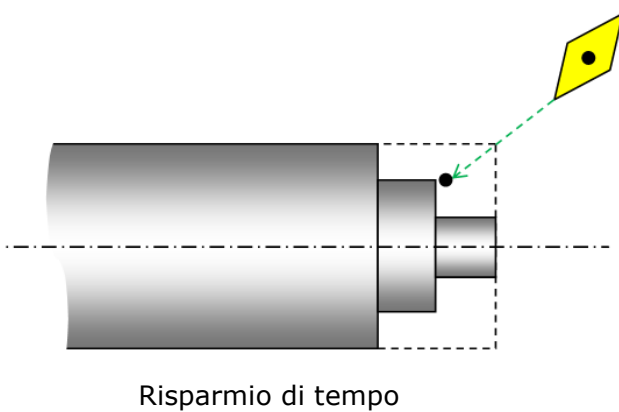
Esempio:



Tenere presente che è anche possibile eseguire contemporaneamente un avvicinamento dell'utensile su assi lineari e girevoli (ad esempio Y Z + C).

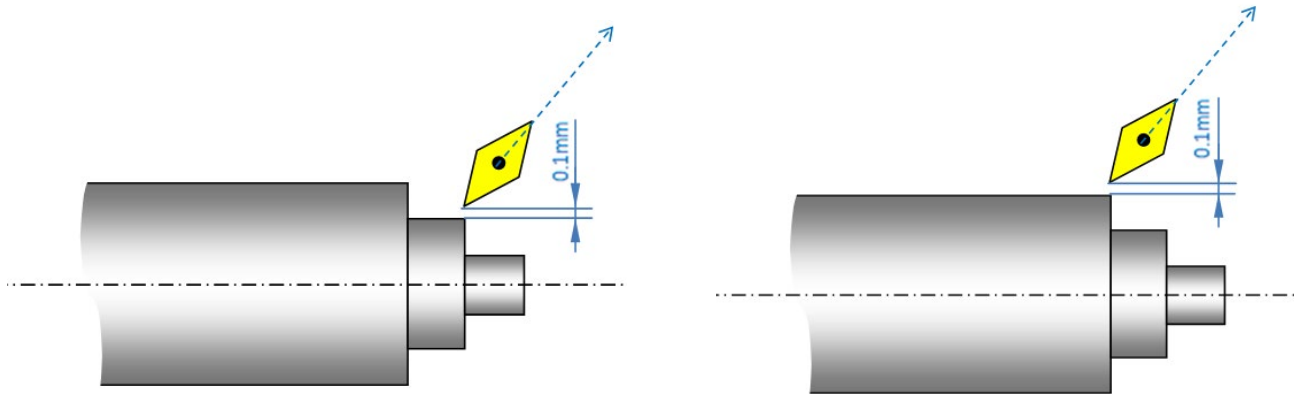
Durante l'avvicinamento di un utensile, è opportuno considerare che se il pezzo è già parzialmente lavorato, è possibile eseguire avvicinamenti degli utensili più prossimi al pezzo grezzo di partenza.

Esempio:



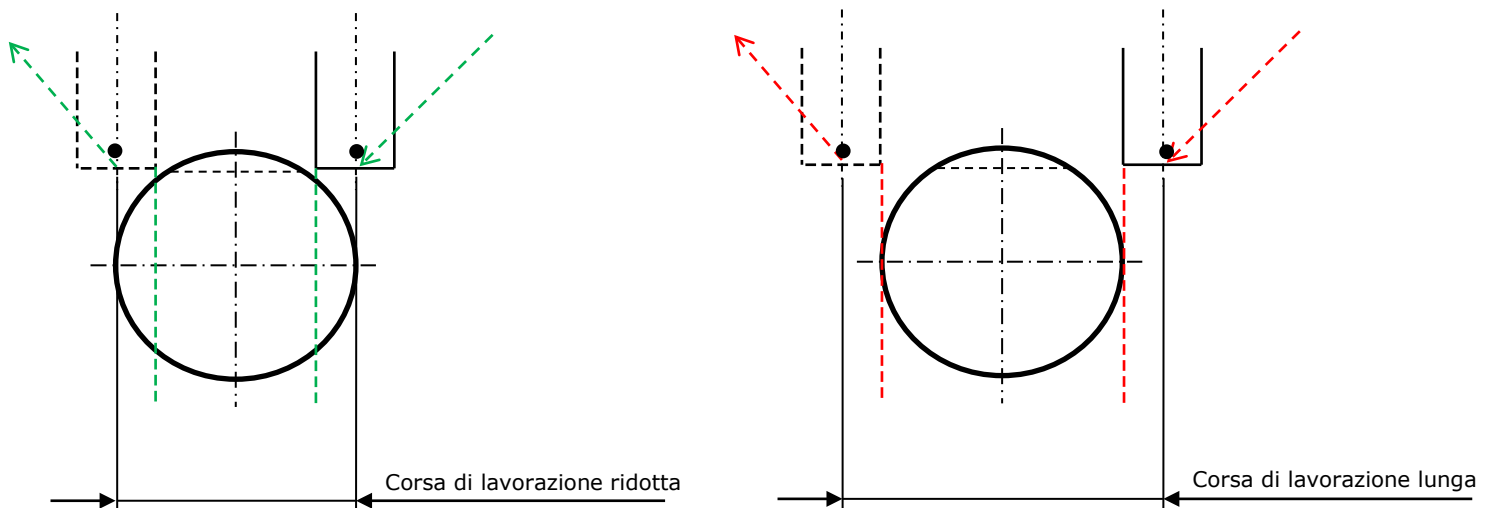
### 3.3 Rilascio degli utensili

Quando si estrae un utensile dal materiale [G1], se gli utensili sono preimpostati con precisione, sono di gran lunga sufficienti 0,1 mm di sicurezza prima del rilascio in avanzamento rapido [G0].



### 3.4 Avvicinamento/riuscita di una fresa in estremità

Quando si esegue una fresatura trasversale, è possibile avvicinarsi in avanzamento rapido più velocemente rispetto al diametro materiale + sicurezza. Lo stesso dicasi per il rilascio. Più la corsa di lavorazione [G1] è ridotta, maggiore è il tempo di ciclo che è possibile risparmiare.



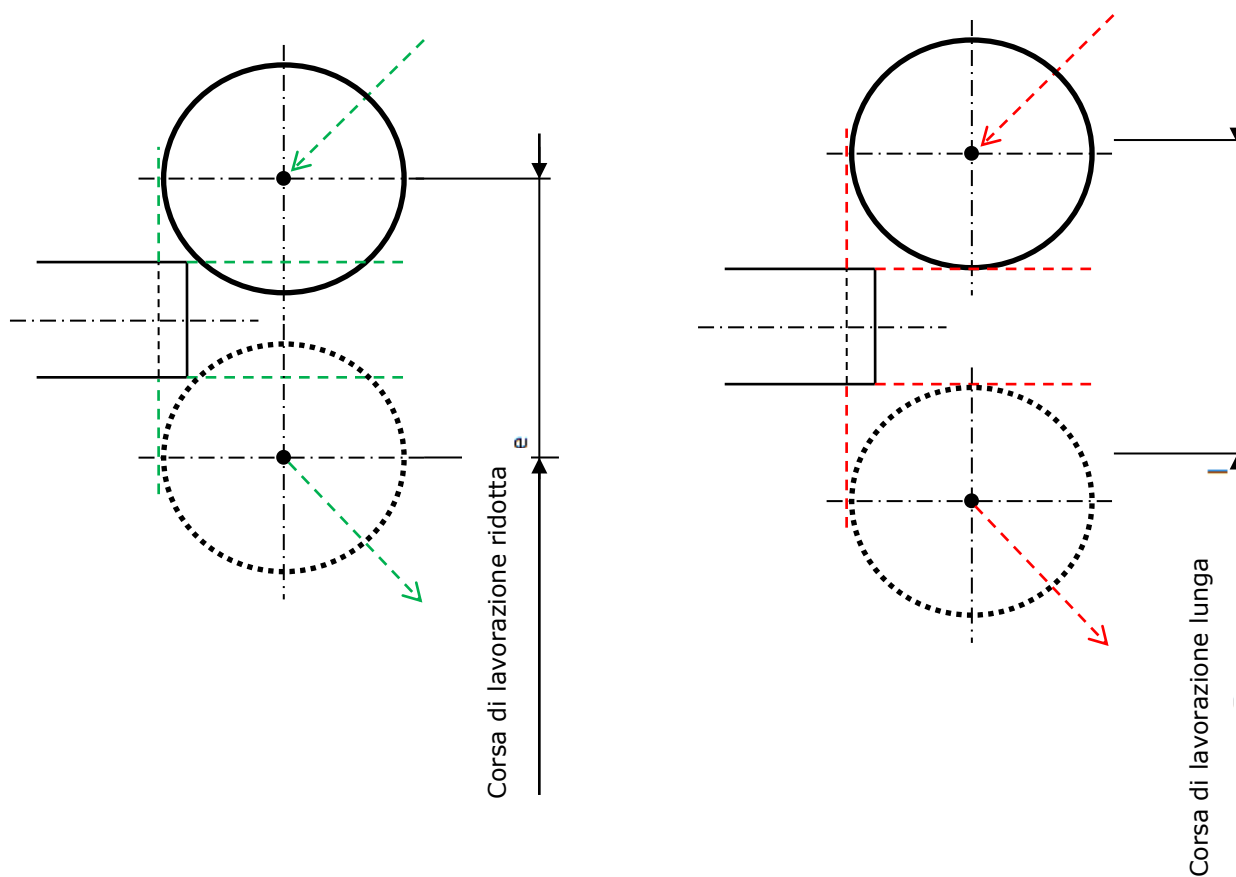


### 3.5 Avvicinamento/rilascio di una fresa circolare

Quando si esegue una fenditura, cercare sempre di ottimizzare gli avvicinamenti e i rilasci della fresa considerandone il raggio.

A tale scopo, esistono due soluzioni:

- Programmazione utilizzando gli accostamenti con correzione di traiettoria [G41/G42]
- Ottimizzazione degli avvicinamenti programmando avvicinamenti in posizioni macchine



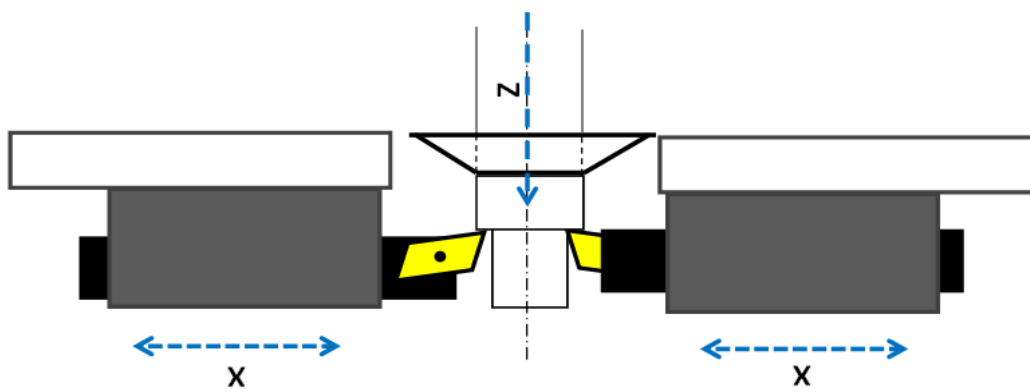
## 4 Lavorazioni simultanee

### 4.1 Sbozzo-finitura simultanea

Sulle macchine dotate di due sistemi di utensili indipendenti per lavorare sul mandrino per materiale, è possibile eseguire un'operazione di sbozzo-finitura simultanea.

A tale scopo, occorre disporre di un bulino per finitura sul primo sistema di utensili e di un di bulino per sbozzo sul secondo. In seguito, è sufficiente arretrare leggermente il bulino per sbozzo in Z (in genere di 0,1 mm) rispetto al bulino per finitura. Per la programmazione esiste una funzionalità di sincronizzazione degli assi X [M142/M144].

Esempio:



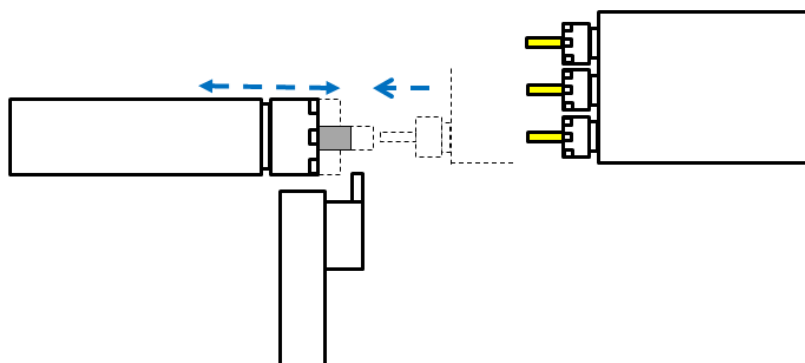
Esempio di programmazione	
Canale 1	Canale 2
G54	G95
G0 X5.3 Y0 Z1 T11 D0 M103 S4000	G0 X5 Y0 T21 D0
P1	
<b>M9005</b>	<b>M9005</b>
M142	
G1 Z-12 F0.05	
G1 X5.4	
G0 X10 Z2	
M143	
<b>M9006</b>	<b>M9006</b>

## 4.2 Sovrapposizione

Diverse cinematiche Tornos sono particolarmente adatte per l'utilizzo della funzione di sovrapposizione [M152]. Tale funzione consente di eseguire due operazioni contemporaneamente, generando quindi un risparmio di tempo. A tale scopo, è necessario che uno dei due utensili si trovi su un asse Z indipendente dall'asse Z del mandrino per materiale.

Esempio:

È possibile osservare una tornitura tradizionale con il pettine sul mandrino e, contemporaneamente, una foratura con l'unità in estremità. L'asse Z dell'unità in estremità compensa automaticamente lo spostamento del mandrino per materiale in modo istantaneo.



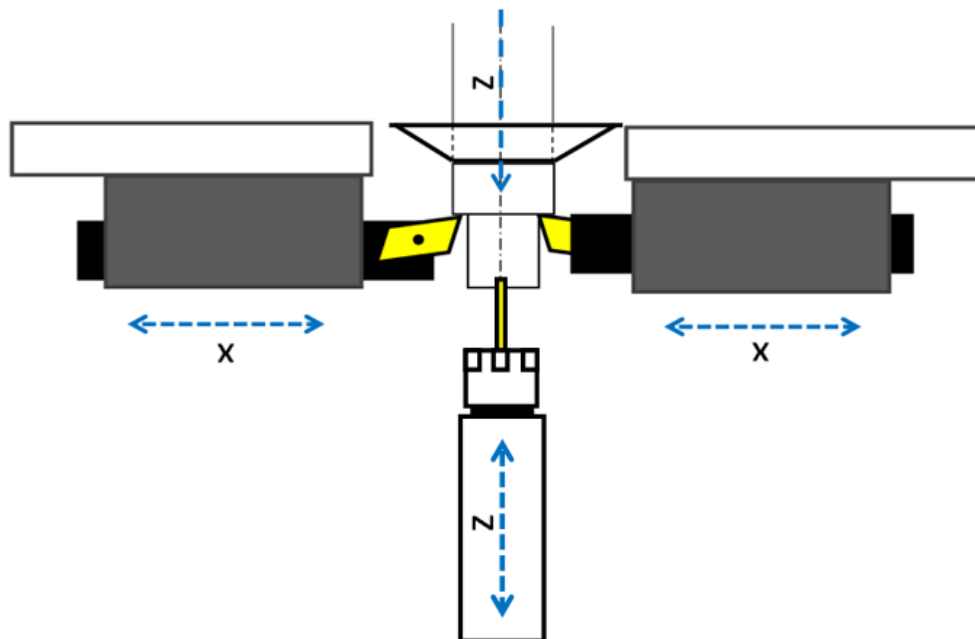
Esempio di programmazione	
Canale 1	Canale 2
G54 G95 G0 X3 Y0 Z1 T1 D0 M103 S4000 P1 <b>M9005</b>	G95 <b>M9005</b>
<b>M9006</b>	G915 G0 X0 Y0 Z1 T31 D0 <b>M9006</b>
<b>M9007</b> G1 Z-4 F0.04 X3.5 Z4.5 F0.03 X5 G0 X10	M152 <b>M9007</b> G1 Z-7 F0.06 G0 Z2
<b>M9008</b>	<b>M9008</b> M153

## 4.3 Tre utensili contemporaneamente nel materiale

Sulla EvoDECO è anche possibile attivare contemporaneamente un terzo utensile per il lavoro alla barra.

A tale scopo, usare "Sbozzo-finitura simultanea" + "Sovrapposizione".

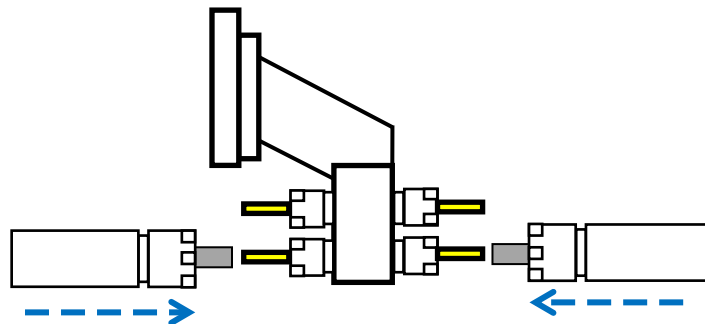
Esempio:



Esempio di programmazione		
Canale 1	Canale 2	Canale 3
G54 G95 G0 X5.3 Y0 Z1 T11 D0 M103 S4000 P1 <b>M9005 P13</b>	G95 G0 X5 Y0 T21 D0	G95
<b>M9006 P13</b>		<b>M9005 P13</b>
<b>M9007 P123</b> M142 G1 Z-12 F0.05 G1 X5.4 G0 X10 Z2 M143 <b>M9007 P123</b>	<b>M9007 P123</b>	G915 G0 X0 Z1 T31 D0 <b>M9006 P13</b> M152 <b>M9007 P123</b> G1 Z-7 F0.06 G0 Z2
	<b>M9007 P123</b>	<b>M9007 P123</b> M153

### 4.4 Foratura simultanea in operazione e contro-operazione

Diverse macchine Tornos possono utilizzare una base in estremità bidirezionale. Per risparmiare tempo di ciclo, è importante eseguire una foratura in operazione e contro-operazione in modo simultaneo.



Esempio di programmazione	
Canale 1	Canale 2
<b>M9005</b>	<b>M9005</b>
G54	G55
G0 G95 Y0 Z1 T354 G97 M103	G0 G95 Z1 T454 G97 M403 S4000 P4
S4000 P1	
G0 X0	
<b>M9006</b>	<b>M9006</b>
G1 Z-10 F0.04	G1 Z-12 F0.04
G0 Z2	G0 Z2
<b>M9007</b>	<b>M9007</b>
...	...

## 5 Programmazione

### 5.1 Dove risparmiare tempo nel programma?

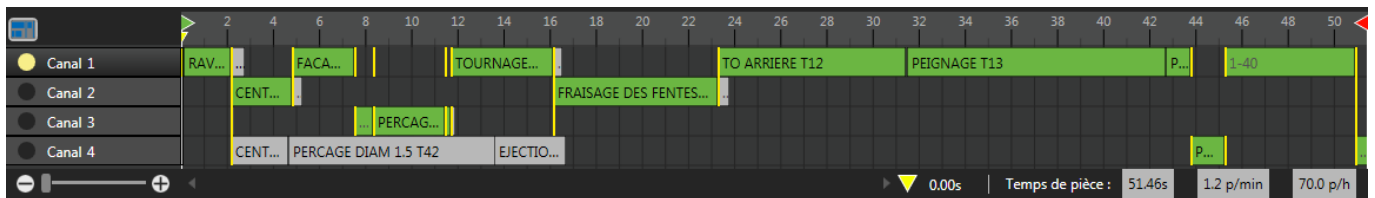
Il tempo di ciclo è il tempo che intercorre tra l'inizio e la fine del ciclo. Occorre quindi ottimizzare il programma solo tra l'inizio del ciclo [codice M120] e la fine [codice M121].

Un programma pezzo è ripartito su diversi canali. Pertanto, è inutile ottimizzare il programma su operazioni che non si trovano sul percorso critico.

Il software di programmazione TISIS offerto da Tornos consente di evidenziare il percorso critico.

#### Esempio:

Nel diagramma di Gantt illustrato di seguito, le operazioni in verde definiscono il percorso critico; pertanto, è inutile cercare di risparmiare tempo per le operazioni che non sono contrassegnate in verde.



### 5.2 Modello di programma

Tornos fornisce insieme alle macchine alcuni modelli di programma pezzo che consentono di lavorare un pezzo in completa sicurezza. Ovviamente, per risparmiare tempo di ciclo è possibile adattare questo modello in base alle proprie esigenze.

### 5.3 Fuori ciclo

È sempre necessario eseguire un numero massimo di operazioni fuori dal ciclo di lavorazione, ovvero prima del codice M120.

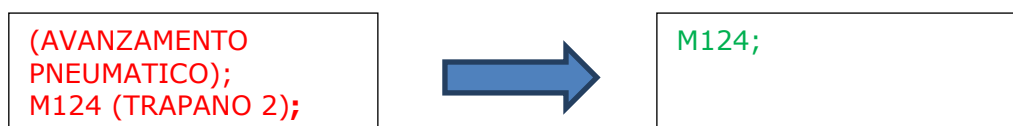
Esempio di codici:

- Attivazione refrigerante [M8]
- Messa in rotazione degli utensili [Mxx03]
- Inizializzazione dei valori
- Calcoli preliminari
- Spostamento d'origine
- ...

### 5.4 Commenti

L'eliminazione dei commenti nel programma consente di risparmiare tempo.

Esempio:

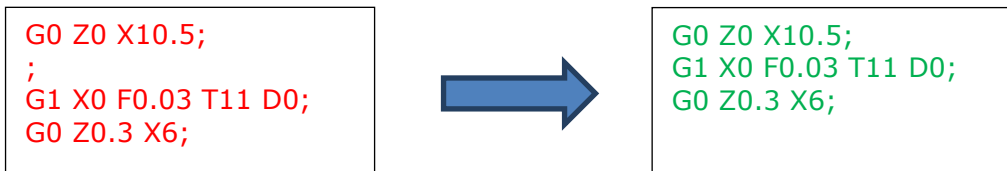


## 5.5 Numero di righe di codice

Per ottimizzare il tempo di ciclo, è necessario poter disporre del minor numero di righe di codice possibile.

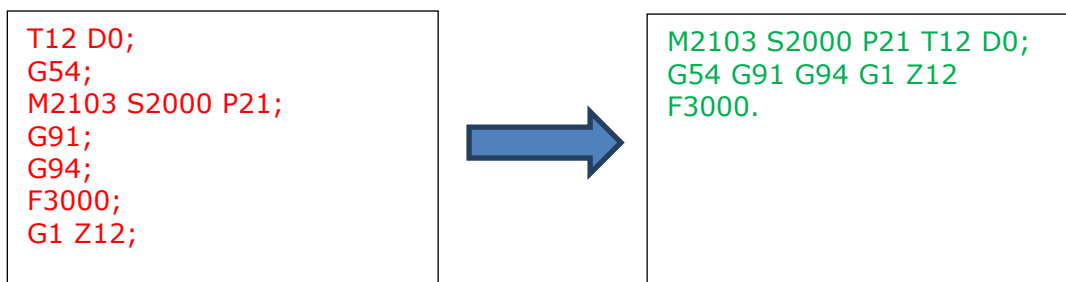
A tale scopo, eliminare gli inutili salti di riga.

Esempio:



Occorre anche inserire un numero massimo di codici sulla stessa riga.

Esempio:



**Nota:** sulla SwissNano, non è possibile mettere in rotazione il mandrino sulla stessa riga di richiamo dell'utensile.

## 5.6 Ripetizione di codici

Alcuni codici sono modali, ovvero rimangono attivi finché non vengono annullati. È quindi necessario evitare di ripeterli.

Vengono forniti di seguito alcuni esempi di codici modali:

- G0/G1
- G40/G41/G42
- G54/G55/G56/G57/G58/G59
- G61/G64
- G90/G91
- G94/G95
- G96/G97
- ...

Occorre anche evitare di ripetere diverse volte di seguito di richiamare lo stesso utensile T\_ D\_.

## 5.7 Chiamata di sottoprogramma

Le chiamate di sottoprogramma [G65] richiedono tempo di ciclo. È quindi opportuno evitarle, nel caso in cui non siano indispensabili.

## 5.8 Sincronizzazioni dei canali

Poiché anche le sincronizzazioni dei canali [M9xxx] richiedono tempo, occorre utilizzare solo quelle necessarie.

Sulle macchine che dispongono di più di 2 canali, non è necessario sincronizzare i 4 canali; è possibile sincronizzarne solo 2 o 3 alla volta.

Esempio di programmazione			
Canale 1	Canale 2	Canale 3	Canale 4
M9000 P1234	M9000 P1234	M9000 P1234	M9000 P1234
...	...	...	...
M9001 P12	M9001 P12	...	...
...	...	...	...
...	M9002 P24	...	M9002 P24
...	...	...	...
M9003 P134	...	M9003 P134	M9003 P134
...	...	...	...
...	...	...	...

## 5.9 Contornatura collegata/Arresto preciso

Sulle macchine Tornos, è possibile lavorare in modalità contornatura collegata [G64] o in modalità arresto preciso [G61].

L'arresto preciso è pratico per alcune operazioni di finitura, tuttavia, dopo l'attivazione rimane attivo finché non viene annullato [G64]. Infatti, l'arresto preciso fa perdere tempo perché segnala un breve tempo di inattività tra ciascun segmento.

La contornatura collegata è la modalità predefinita [G64].

G61



G64



È possibile utilizzare la funzione G9 che attiva un arresto preciso, ma solo sul blocco corrente.



## 5.10 Evitare i ritorni in posizione di riferimento

Nei programmi, accade molto spesso di vedere ritorni degli assi in posizione di riferimento [G28]. Occorre cercare in ogni modo di evitarli, qualora non siano necessari, poiché lunghi spostamenti richiedono necessariamente del tempo.

Se la finalità è solo quella di semplificare la programmazione, meglio propendere per la funzione [G53 G0 X\_Y\_Z\_].

Il codice [G53] consente di programmare una posizione macchina. Inoltre, poiché ha il vantaggio essere attivo solo su un blocco, non è necessario riattivare uno spostamento dell'origine.

Esempio:

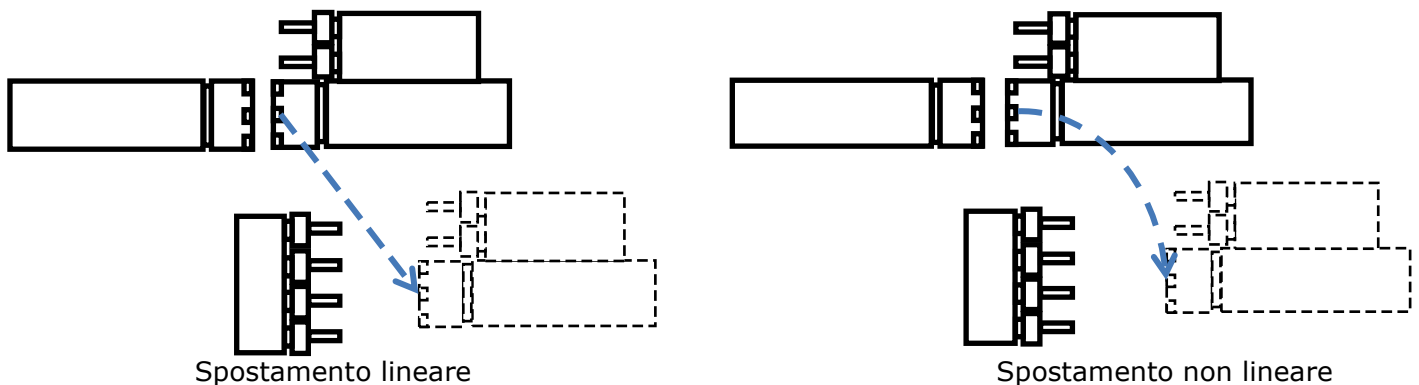
G53 G0 X212 → l'asse X si mette quindi in avanzamento rapido a una posizione macchina di 212.

È anche possibile eseguire degli spostamenti macchina su 2 assi simultanei.

Esempio:

G53 G0 X212 Z243 → l'asse X si mette quindi in avanzamento rapido a una posizione macchina di 212 e, contemporaneamente, l'asse Z a una posizione di 243.

Occorre anche tenere presente che quando si programmano contemporaneamente 2 assi in posizione macchina, lo spostamento non avviene in modo lineare.



## 5.11 Ottimizzare i tempi di sosta

È importante ottimizzare la durata dei tempi di sosta.

Effettuare alcune prove pratiche per ottimizzare i tempi di sosta.

Inoltre, alcuni elementi pneumatici includono limitatori di portata regolabili.

Nei modelli di programmi forniti da Tornos, nella sezione di inizializzazione è sempre disponibile una funzione G802 che consente di configurare i tempi di sosta non accessibili all'utente, disponibili all'interno delle macro Tornos (G9xx). Per impostazione predefinita, Tornos li configura in modo da garantire il corretto funzionamento della macchina. Pertanto, talvolta è possibile ottimizzare (ovvero ridurre) i tempi di sosta.

## Esempio:

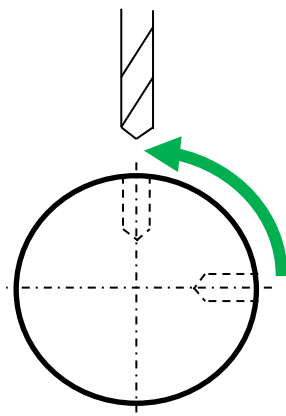
Ad esempio, se si considera un tempo di sosta per la chiusura della pinza del mandrino, scopo del tempo di sosta è garantire che la pinza sia chiusa prima che la macchina possa avviare un'altra operazione.

Per ottimizzare il valore del tempo di sosta, occorre conoscere a fondo la propria macchina. Infatti, i tempi di chiusura della pinza dipendono:

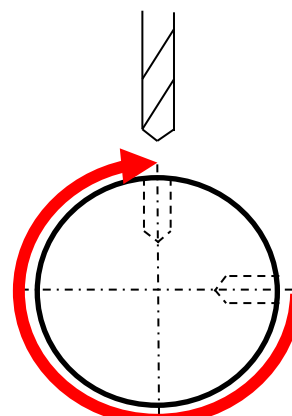
- Dal diametro della barra
- Dallo stato della pinza
- Dalla qualità (portata) del circuito pneumatico

## 5.12 Posizionamento in asse C

Quando si eseguono diversi orientamenti consecutivi dell'asse C, cercare sempre di seguire il percorso più breve.



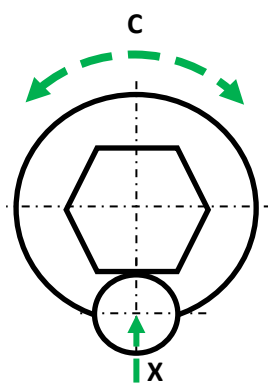
Percorso più breve



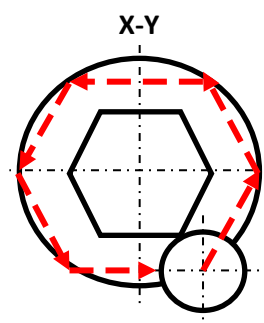
Percorso più lungo

## 5.13 Modalità Transmit

Quando occorre eseguire la fresatura di una faccia, scegliere una fresatura in modalità Transmit [G12.1] (spostamento in X e C) piuttosto che una fresatura tradizionale (spostamento in X e Y). In molti casi, questa scelta consente un risparmio in termini di tempo di ciclo.



Fresatura in modalità Transmit



Fresatura tradizionale

## 5.14 Taglio di pezzi

In genere, il taglio del pezzo si trova sul percorso critico. È quindi importante che l'operazione venga eseguita il più rapidamente possibile.

### Taglio in due tempi:

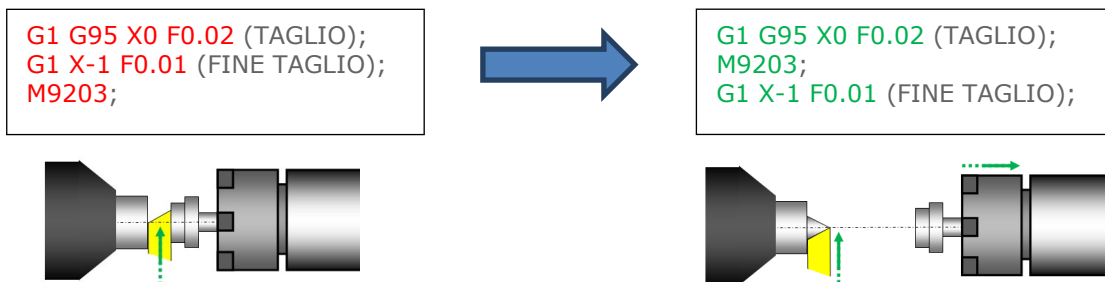
Nei modelli Tornos, il taglio viene eseguito in 2 tempi. Nel secondo tempo, l'avanzamento del taglio è ridotto perché la sollecitazione del taglio è maggiore quando il tranciatore raggiunge il punto centrale. Nel caso in cui non sia necessario, è possibile eseguire il taglio in una sola volta risparmiando tempo.

#### Esempio:



Un'altra possibilità consiste nell'eseguire la fine del taglio contemporaneamente al rilascio del contromandrino.

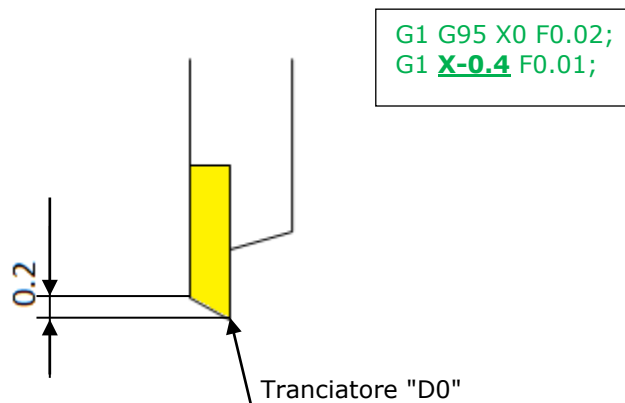
#### Esempio:



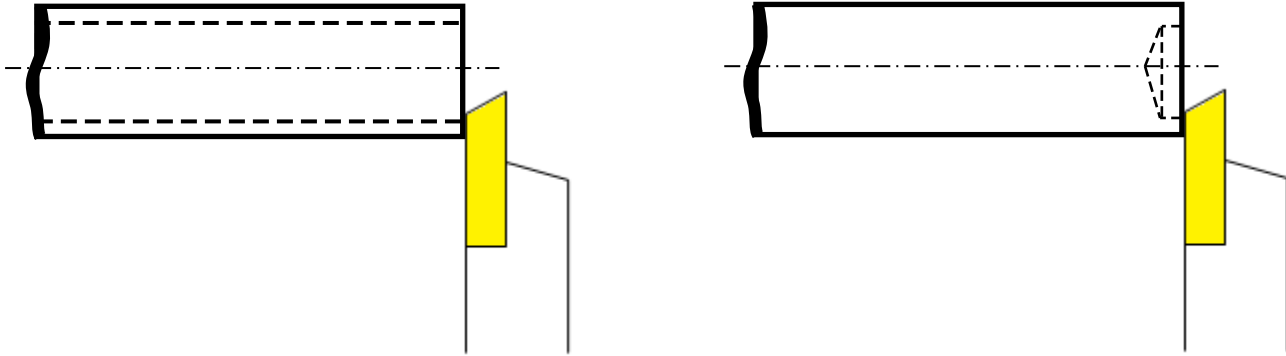
### Posizione di fine taglio:

Nei modelli Tornos, la posizione di fine taglio si trova a X-1 mm. È possibile ottimizzare questa distanza a seconda del tipo di tranciatore utilizzato. Per un tranciatore destro, è possibile definire X0 come posizione di fine taglio.

Per un tranciatore che presenta un angolo, attenersi all'esempio seguente:



Se si lavorano tubi o pezzi già forati da parte a parte in operazione, non è necessario eseguire il taglio fino al centro. L'esecuzione di un taglio fino al diametro interno del pezzo consente di risparmiare tempo.



Posizione di fine taglio per lavorazione di tubi

Posizione di fine taglio per pezzi forati da parte a parte

**Nota:** per la lavorazione di tubi, si consiglia di inserire un tappo a fine barra per evitare che l'olio da taglio finisca nell'alimentatore.

## Taglio a velocità costante:

Nei modelli Tornos, il taglio viene eseguito con un avanzamento in mm/giri [G95] e una frequenza di rotazione costante [G97].

Perciò, più un utensile (portainsero) si avvicina al centro della barra, minore è la quantità di materiale che rimuove.

Esiste quindi la possibilità di eseguire un taglio a velocità costante (m/min) [G96] e un avanzamento in mm/giri [G95].

Utilizzando [G95] + [G96], il vantaggio è che più ci si avvicina al centro della barra, più aumentano la velocità di rotazione del mandrino e l'avanzamento.

Questo vantaggio è particolarmente evidente nel caso del taglio di grandi diametri. È un metodo che consente di risparmiare tempo di ciclo.

## Esempio:

G1 G95 X0 F0.02 (TAGLIO);  
G1 X-1 F0.01 (FINE TAGLIO);

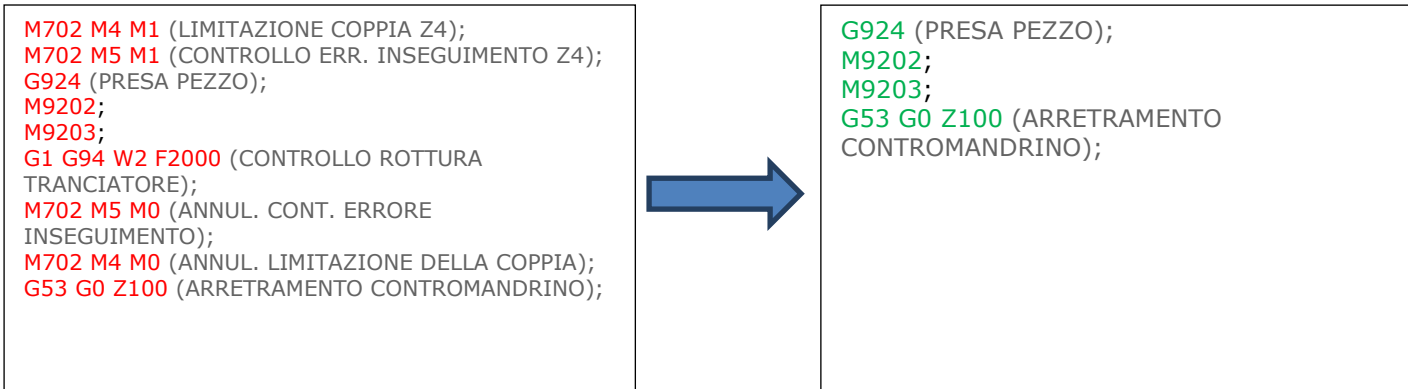


G92 S\_ (VELOCITÀ MAX/MIN);  
G95 G96;  
M103 S\_ P1 (VELOCITÀ M/MIN);  
G1 X-1 F0.02 (COPPIA);

## 5.15 Controllo guasto del tranciatore

Nei modelli forniti da Tornos, è sempre presente un controllo guasto del tranciatore integrato, che funziona controllando l'arretramento del contromandrino Z4 dopo la presa pezzo (con limitazione della coppia + controllo dell'errore di inseguimento). È un metodo pratico, ma richiede certamente più tempo di ciclo. Ovviamente, è possibile eliminarlo.

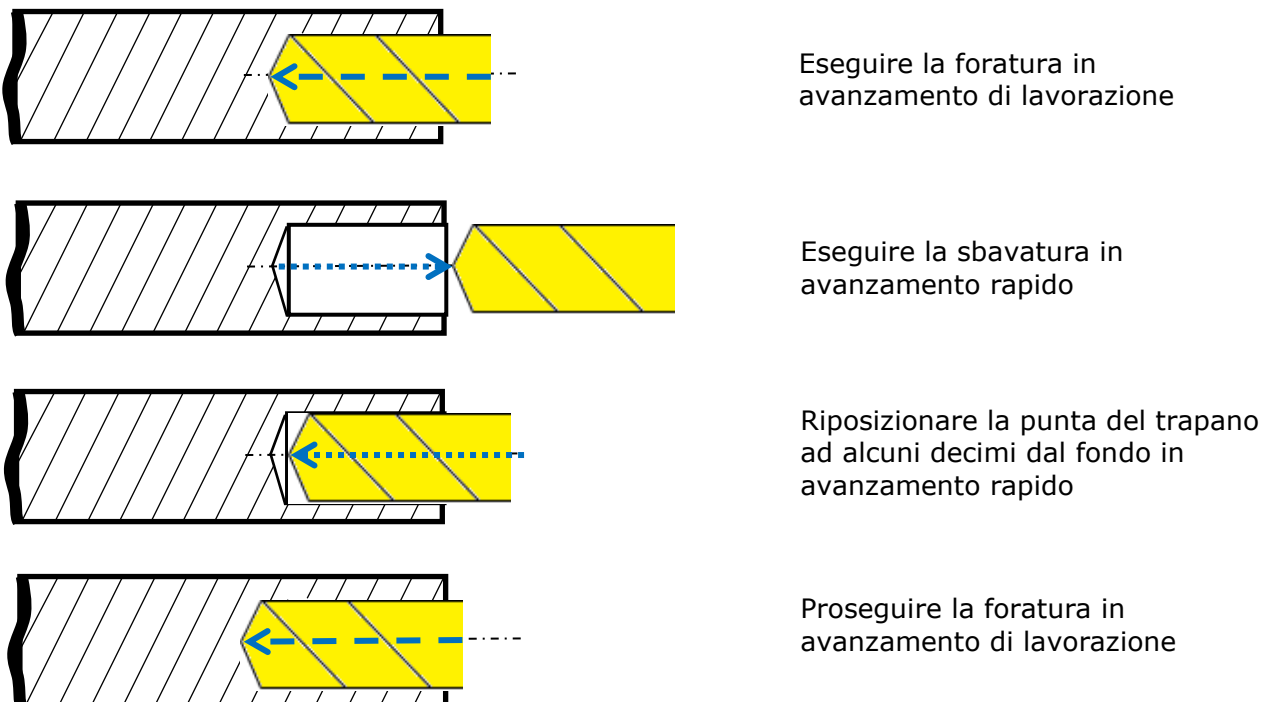
Esempio:



## 5.16 Foratura-sbavatura

Quando si programma un'operazione di foratura-sbavatura, eseguire sempre spostamenti che non rimuovono i trucioli in un avanzamento più rapido rispetto all'avanzamento di lavorazione.

Esempio:



### 5.17 Lavorazione durante l'alimentazione del materiale

Nei modelli forniti da Tornos, è disponibile la funzione G912 che consente di alimentare una quantità di materiale specifica per consentire la lavorazione di un pezzo. In genere, l'alimentazione del materiale si trova sul percorso critico. Tuttavia, è buona norma eseguire contemporaneamente alcune operazioni in altri canali.

Esempio 1:

Nell'esempio descritto di seguito, l'arretramento del contromandrino è stato spostato dopo la presa del pezzo. In questo modo, durante l'alimentazione del materiale il contromandrino viene arretrato e si risparmia tempo di ciclo. È importante aggiungere lo stesso arretramento dopo il codice M121, a condizione che quando il ciclo si arresta il contromandrino sia all'indietro.

Canal 1	Canal 2
Variables pièce (G800) Variables de coupe (G801) Variables de temporisation (G802) Variables éléments machine (G803)	
M9000	M9000
G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)
M9001	M9001
	Référence des axes Z4, X4 et Y4
M9002	M9002
Référence des axes X1, Y1 G910 (Coupe initiale)	
M9003	M9003
N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)
G913 (Test du fin de barre) G930 (Gestion du sans matière) G912 (Ravitaillement matière)	
M9004	M9004
Usinage	Usinage Ejection de la pièce
M9005	M9005
Appel du coupeur	
M9006	M9006
	Prise de pièce
M9007	M9007
Coupe	
M9008	M9008
	Recul de la contre broche
M121 (Fin de boucle)	M121 (Fin de boucle)
Arrêt des broches Arrêt de l'arrosage	Arrêt des broches
M9009	M9009
Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle
M9010	M9010
M99 P1 M2	M99 P1 M2

Canal 1	Canal 2
Variables pièce (G800) Variables de coupe (G801) Variables de temporisation (G802) Variables éléments machine (G803)	
M9000	M9000
G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)
M9001	M9001
	Référence des axes Z4, X4 et Y4
M9002	M9002
Référence des axes X1, Y1 G910 (Coupe initiale)	
M9003	M9003
N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)
G913 (Test du fin de barre) G930 (Gestion du sans matière) G912 (Ravitaillement matière)	<b>Recul de la contre broche</b>
M9004	M9004
Usinage	Usinage Ejection de la pièce
M9005	M9005
Appel du coupeur	
M9006	M9006
	Prise de pièce
M9007	M9007
Coupe	
M121 (Fin de boucle)	M121 (Fin de boucle)
Arrêt des broches Arrêt de l'arrosage	<b>Recul de la contre broche</b> Arrêt des broches
M9009	M9009
Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle
M9010	M9010
M99 P1 M2	M99 P1 M2

## Esempio 2:

Nell'esempio seguente, è stata eliminata la sincronizzazione dei canali [M9004] per poter avviare la lavorazione in contro-operazione contemporaneamente all'alimentazione del materiale. Attenzione: l'eliminazione della sincronizzazione è possibile solo se l'asse Z4 viene utilizzato per il lavoro in contro-operazione e non alla barra.

Canal 1	Canal 2
Variables pièce (G800) Variables de coupe (G801) Variables de temporisation (G802) Variables éléments machine (G803)	
M9000	M9000
G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)
M9001	M9001
	Référence des axes Z4, X4 et Y4
M9002	M9002
Référence des axes X1, Y1 G910 (Coupe initiale)	
M9003	M9003
N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)
G913 (Test du fin de barre) G930 (Gestion du sans matière) G912 (Ravitaillement matière)	
M9004	M9004
Usinage	Usinage Ejection de la pièce
M9005	M9005
Appel du coupeur	
M9006	M9006
	Prise de pièce
M9007	M9007
Coupe	
M9008	M9008
	Recul de la contre broche
M121 (Fin de boucle)	M121 (Fin de boucle)
Arrêt des broches Arrêt de l'arrosage	Arrêt des broches
M9009	M9009
Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle
M9010	M9010
M99 P1	M99 P1
M2	M2

Canal 1	Canal 2
Variables pièce (G800) Variables de coupe (G801) Variables de temporisation (G802) Variables éléments machine (G803)	
M9000	M9000
G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)
M9001	M9001
	Référence des axes Z4, X4 et Y4
M9002	M9002
Référence des axes X1, Y1 G910 (Coupe initiale)	
M9003	M9003
N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)
G913 (Test du fin de barre) G930 (Gestion du sans matière) G912 (Ravitaillement matière)	<b>Usinage en contre-opération</b>
Usinage	Ejection de la pièce
M9005	M9005
Appel du coupeur	
M9006	M9006
	Prise de pièce
M9007	M9007
Coupe	
M9008	M9008
	Recul de la contre broche
M121 (Fin de boucle)	M121 (Fin de boucle)
Arrêt des broches Arrêt de l'arrosage	Arrêt des broches
M9009	M9009
Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle
M9010	M9010
M99 P1	M99 P1
M2	M2

## 5.18 Presa pezzo mediante il contromandrino

Nei modelli forniti da Tornos, esiste sempre un avvicinamento del contromandrino a 2 mm di distanza dal pezzo prima di eseguire la presa pezzo. Se si desidera risparmiare tempo di ciclo, è possibile eseguire direttamente la presa pezzo. Si può anche aumentare l'avanzamento (che è pari a 4.000 mm/min per impostazione predefinita).

Se G924 A0 (l'avvicinamento avviene in avanzamento rapido).

Se G924 A1000 (l'avvicinamento avviene a 1.000 mm/min)

Se G924 (l'avvicinamento avviene a 4.000 mm/min).

Esempio:

```
G0 X0 T40;  
G0 Z2 (AVVICINAMENTO DEL  
CONTROMANDRINO);  
G924 (PRESA PEZZO);
```



```
G0 X0 T40;  
G924 A0 (PRESA PEZZO);
```

Nei modelli forniti da Tornos, esiste sempre una sincronizzazione tra le fasi del mandrino e le fasi del contromandrino [M418]. Il fatto stesso che il contromandrino ruoti già alla velocità corretta (la stessa velocità del mandrino, ma in senso opposto) durante l'esecuzione del codice M418, consentirà di risparmiare tempo.

Poiché la sincronizzazione delle fasi non è indispensabile, se si ritiene che nel proprio caso non sia necessaria, è possibile sostituirla con M417 che sincronizza semplicemente le velocità di mandrino e contromandrino per risparmiare tempo.

## 5.19 Gestione dell'espulsore

Talvolta è importante anticipare l'uscita dell'espulsore, appena prima dell'apertura della pinza del contromandrino. In questo modo, non appena la pinza viene aperta fisicamente, il pezzo viene espulso.

Esempio:

```
M11 (APERTURA DELLA PINZA);  
G4 X0.5 ;  
M84 (USCITA DELL'ESPULSORE);  
G4 X2 ;  
M85 ;
```



```
M84 (USCITA DELL'ESPULSORE);  
M11 (APERTURA DELLA PINZA);  
G4 X_ ;  
M85;
```

È anche importante eseguire l'arretramento dell'espulsore [M85] in concomitanza con un'altra operazione (ad esempio durante uno spostamento dell'asse).



## 6 Per gli esperti di programmazione

### 6.1 Eliminazione delle macro

L'enorme vantaggio delle macro Tornos [G9xx] consiste nella possibilità di gestire un numero elevato di impostazioni per soddisfare al meglio i requisiti dei singoli pezzi e di ciascun processo di lavorazione. È anche opportuno sapere che ad ogni ciclo vengono eseguiti diversi test e calcoli in tempo reale, durante l'interpretazione del programma sulla macchina.

I programmatori più esperti possono ignorare determinate macro e programmare in diretta. Ciò consente di non eseguire più i diversi test e calcoli all'interno delle macro, risparmiando così qualche centesimo di secondo.

Le macro che può essere utile eliminare per risparmiare tempo di ciclo sono:

- G911
- G912
- G915
- G924
- G930
- M120/M121

In caso di eliminazione, si perde la logica legata agli eventi.  
(Lavorazione senza materiale, arresto a fine ciclo, cronometraccio, conteggio pezzi, ecc.)

Si consiglia di non eliminare mai la funzione G913 perché gestisce il caricamento di una nuova barra.

### 6.2 Macro B

Agli esperti di programmazione di macro B, si consiglia di non eseguire mai un'istruzione di controllo "GOTO\_" nella parte iniziale del programma. Un simile approccio, infatti, fa perdere tempo e finisce per causare irregolarità significative nei tempi di ciclo.

Si consiglia quindi l'utilizzo di un codice "M99 P\_" o di un'istruzione "WHILE".

Esempio:

