

Il ciclo di lavorazione

-
- Si definisce ciclo di lavorazione la successione delle operazioni da compiere per la produzione di un particolare meccanico, nel rispetto delle indicazioni fornite da disegno esecutivo.
 - La stesura del ciclo di lavorazione va compiuta con la massima attenzione per individuare la corretta successione delle lavorazioni , eseguite con il minor tempo e il minor costo.

Non esiste un'unica soluzione per il ciclo di lavorazione.

Esso, infatti, può differenziarsi notevolmente perché legato a numerosi fattori:

- Forma e dimensione del pezzo;
- Tipo di materiale da lavorare;
- Finitura superficiale richiesta;
- Macchine, attrezzature e utensili utilizzati;
- Numero d'oggetti da produrre;
- Tempi di consegna del prodotto;
- Trattamenti termici da effettuare.

Nella stesura dei cicli di lavorazione occorre distinguere due diversi livelli di definizione:

- La successione delle operazioni;
- La successione delle fasi;

Le operazioni e il cartellino del ciclo di lavorazione

Con il termine OPERAZIONE s'intende qualsiasi intervento eseguito sul materiale o sul pezzo, in modo manuale o meccanico.

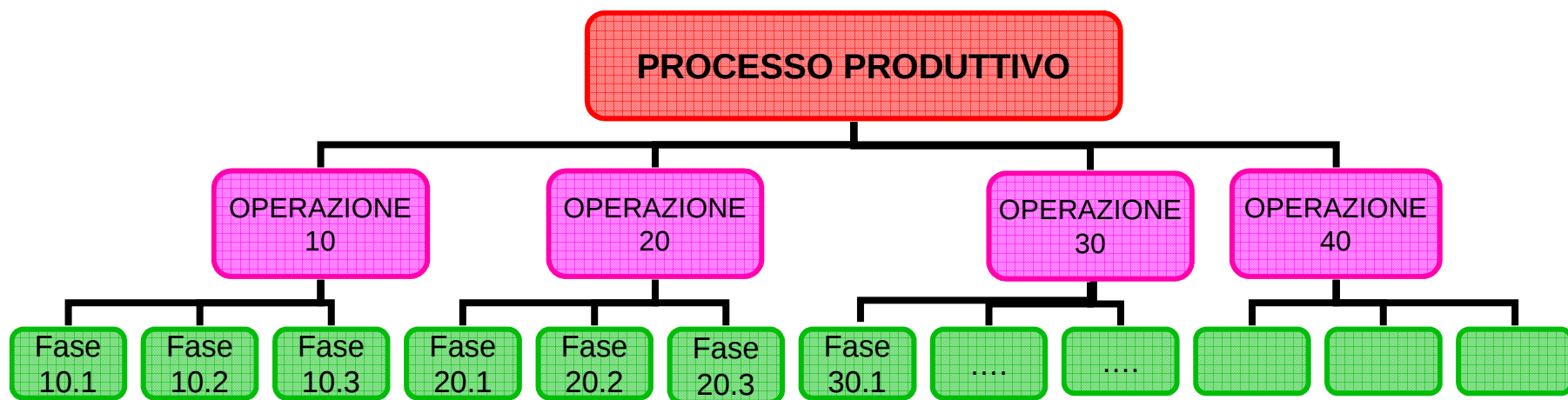
A volte possono essere considerate *semplici operazioni* un insieme di più lavorazioni eseguite sul pezzo con la stessa macchina o in uno stesso posto di lavoro.

La successione delle operazioni costituisce un documento detto **cartellino del ciclo di lavorazione**.

Le fasi e il foglio analisi operazione

Si chiamano FASI, invece, le singole azioni che vengono effettuate per l'esecuzione di un'intera operazione.

La successione delle fasi di un'operazione costituisce un documento detto **foglio analisi operazione**



Il disegno di fabbricazione

La stesura del ciclo di lavorazione deve essere elaborata dopo un'attenta analisi del **disegno di fabbricazione**.

Da questo si devono ricavare le seguenti informazioni:

- materiale utilizzato per la costruzione del pezzo;
- tecnologia di costruzione impiegata
- utensili, attrezzi e strumenti di controllo
- dimensioni del grezzo o semilavorato di partenza;
- sovrametalli per le lavorazioni successive;
- successione delle operazioni.

Per la scelta del grezzo o del semilavorato di partenza, occorre conoscere le principali caratteristiche dei materiali che sono:

- resistenza meccanica;
- durezza;
- lavorabilità alle macchine utensili;
- aspetto estetico;
- massa specifica
- fusibilità.

Il disegno di fabbricazione dovrà tener conto del tipo di TECNOLOGIA impiegata, dal grezzo o semilavorato di partenza, dei materiali impiegati e semilavorati di lavorazione.

Esso dovrà contenere tutte le quote e i trattamenti termici previsti sul pezzo, inoltre deve prescrivere le tolleranze di lavorazione, dimensionali e geometriche, che dovranno essere le più ampie possibili, poiché un particolare più preciso del necessario è sicuramente più costoso, ma raramente più funzionale.

Il sovrametallo di lavorazione

La conoscenza delle tolleranze dimensionali e geometriche è fondamentale per la valutazione del sovrametallo di lavorazione.

L'entità dei sovrametalli dipende:

- dal tipo di macchina utilizzato per la lavorazione
- dall'ampiezza della superficie da lavorare poiché più grande è la superficie maggiori sono le probabilità di errore e di deformazione;
- dal tipo di lavorazione (tornitura, fresatura, ecc..) e dal procedimento impiegato per ottenere il semilavorato (fusione, stampaggio, laminazione, ecc..);
- dalla qualità del materiale (ritiri, deformazione, ecc..);
- dalla rugosità richiesta.

Criteri per l'impostazione di un ciclo di lavorazione

Non esiste una soluzione ideale nell'elaborazione di un ciclo di lavorazione ma, caso per caso, si deve raggiungere il duplice obiettivo di soddisfare le richieste tecnologiche imposte dal disegno esecutivo (precisione, rugosità, ecc..) con il minor costo e tempo possibile.

Si ritiene pertanto opportuno riportare una serie di considerazioni di carattere generale:

1. Analizzare tutte le caratteristiche della lavorazione (materiale, quantità, stato di partenza, caratteristiche richieste, tempo di consegna, ecc...).
2. Ottenere dall'officina tutte le informazioni relative alla disponibilità di attrezzi già utilizzati precedentemente od utensili speciali già acquistati.

-
3. All'inizio dei cicli più significativi prevedere il controllo delle caratteristiche meccaniche del grezzo o del semilavorato da cui viene ottenuto il pezzo.
 4. Valutare l'opportunità di sottoporre i grezzi o i semilavorati di partenza ad operazioni preliminari: normalizzazione di distensione o raddrizzatura per le barre laminate, trafilati, elettrosaldati; sabbiatura, sgrossatura, invecchiamento artificiale o verniciatura di fondo per le fusioni; ricottura per i pezzi stampati.
 5. Schematizzare una rapida e provvisoria successione delle operazioni per poter fare la scelta delle superfici di riferimento e di presa del pezzo.

6. La successione delle operazioni deve anche essere tale da ridurre al minimo indispensabile i montaggi del pezzo gli spostamenti tra le macchine o tra i reparti e i cambi utensili.

Un ciclo di lavorazione tipico, in generale, risulta così organizzato:

- ❑ lavorazione per deformazione o fusione;
- ❑ eventuali controlli ed operazioni preliminari
- ❑ lavorazioni alle macchine utensili
- ❑ trattamenti termici;
- ❑ finitura alla rettifica;
- ❑ controllo finale.

7. Organizzare la successione delle operazioni con asportazione di truciolo in modo che siano distanziate il più possibile quelle di sgrossatura da quella di finitura, per dar modo al pezzo di smaltire il calore accumulato, causa dilatazioni.

8. La presenza di trattamenti termici introduce le seguenti esigenze:

- lasciare un sovrametallo sulle superfici che dopo la tempra devono essere lavorate e portate a misura con operazione di rettificazione;

- proteggere con vernici, nastri isolanti o sovrametallo da rimuovere dopo la cementazione, le superfici del pezzo;

per alberi lunghi e di piccolo diametro sottoposti a tempra, prevedere prima della rettificazione il raddrizzamento, mediante pressetta, dell'eventuale curvatura provocata del trattamento termico

9. Lavorare a fine ciclo le superfici delicate: filettature, profili scanalati, accoppiamenti precisi o dentati, ecc., per evitare un loro possibile danneggiamento durante il trasporto dei pezzi.

10. Prevedere, dopo le operazioni principali e a fine ciclo, opportuni controlli dimensionali in modo da evitare che un pezzo, fuori misura, subisca inutilmente le successive lavorazioni.

11. Le operazioni di rettificazione sono di particolare importanza perché normalmente accompagnate da tolleranze ristrette. E' necessario studiare la successione dei bloccaggi che garantisca la migliore precisione geometrica tra le superfici e l'eventuale esecuzione di fori da centro.

12. Nella stesura del cartellino di lavorazione si cambia numero d'operazioni ogni qual volta si movimentata il pezzo oppure quando la lavorazione è molto complessa.



Il cartellino del ciclo di lavorazione

Lo studio di un processo di lavorazione si esprime con una successione di operazioni ed ognuna di esse viene analizzata nelle sue singole fasi.

Nel cartellino del ciclo di lavorazione sono riportata la successione delle operazioni.

Le operazioni sono numerate di dieci in dieci, per consentire l'inserimento di successive nuove operazioni.

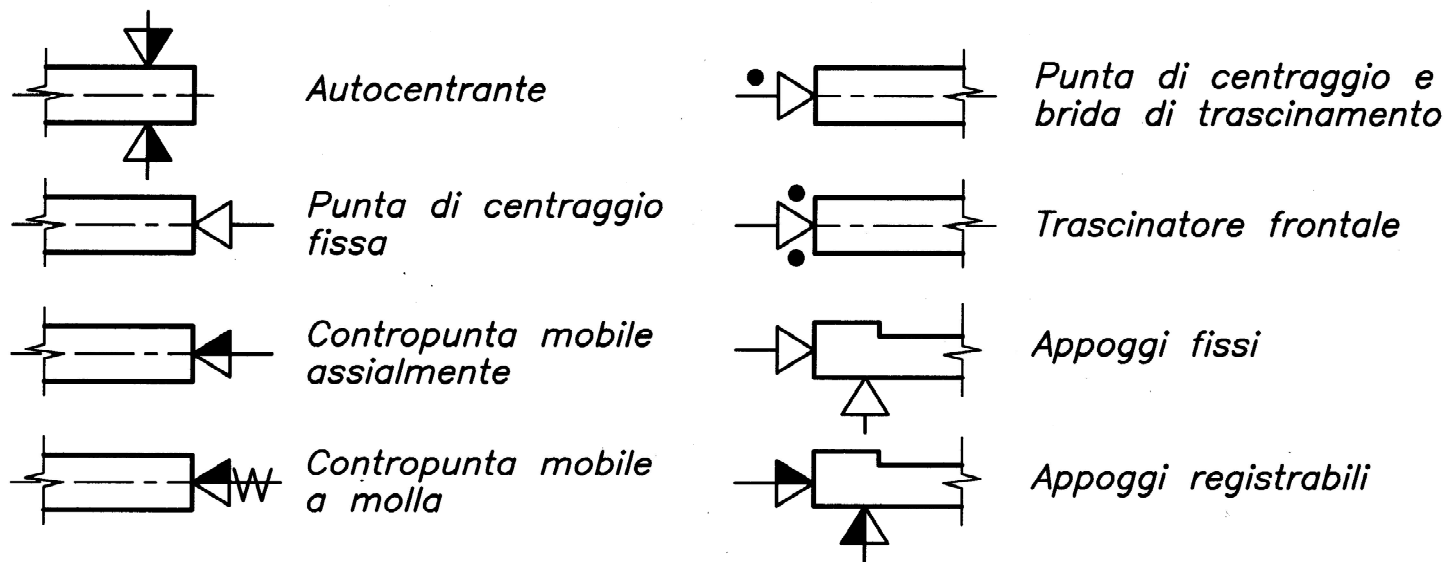
Per ogni operazione si riporta una breve descrizione delle singole attività che la compone e un disegno esplicativo della lavorazione effettuata con le relative quote.

La descrizione dell'operazione può anche contenere la modalità di bloccaggio del pezzo, le superfici di riferimento, la posizione e la direzione del moto degli utensili.

Il cartellino del ciclo di lavorazione riporta nel frontespizio tutti i dati generali relativi all'oggetto da costruire e alle lavorazioni da effettuare cioè:

- Denominazione;
- Materiale;
- Peso;
- Stato di fornitura;
- Carico di rottura;
- Durezza;
- Numero del disegno;
- Numero del complessivo di appartenenza;
- Numero del foglio (per cartellini che occupano più fogli);
- Quantità da produrre;
- Data di consegna.

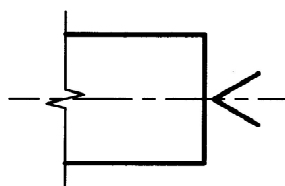
Scuola/Ditta		CARTELLINO DEL CICLO DI LAVORAZIONE		Foglio 1/	
Caratteristiche elemento finito					
Denominazione:			Tratt. termici:		
Ciclo n.	Complessivo n.		Particolare n.		Quantità :
Compilatore:		Visto:		Data:	
Caratteristiche materiale e semilavorato di partenza					
Materiale:		Rm [N/mm ²]:		Durezza HB:	
Ricavato da:				Massa [Kg]:	
N.	Descrizione operazione		Macch.	Utensili,attrezzi e calibri	Tempi



Segno grafico

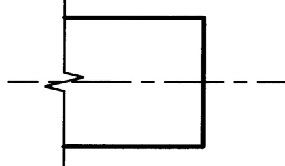
Rappresentazione

Descrizione (UNI 8189)

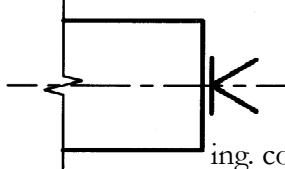


Il foro da centro deve esistere sul pezzo finito

Assente



Il foro da centro può esistere sul pezzo finito



Il foro da centro non deve esistere sul pezzo finito

-
- Ogni operazione elencata nel cartellino viene organizzata nei suoi dettagli mediante la compilazione del suo foglio analisi. Anche per questo non ci sono norme precise ed ogni ditta utilizza moduli elaborati in funzione della propria organizzazione.
 - L'obiettivo principale che si deve raggiungere è la precisazione, per ognuna di esse, delle condizioni di taglio e l'attribuzione (o il calcolo) dei tempi.

Le voci normalmente usate per esprimere le condizioni di taglio e le corrispondenti unità di misura, sono:

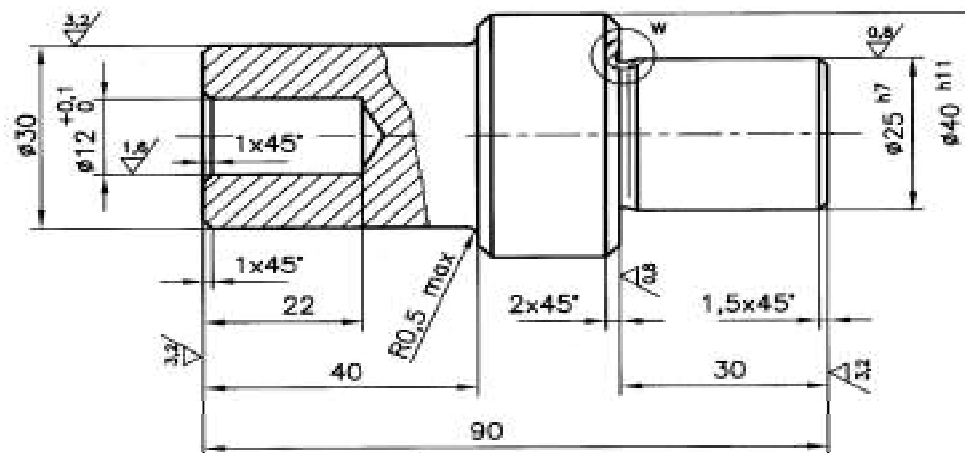
- velocità di taglio (V) [m/min]
- velocità di taglio per la mola (Vt) [m/s]
- numero di giri o numero di corse (n) [g/min o corse/min]
- profondità di passata (p) [mm]
- avanzamento (a) [mm/giro o mm/min]
- lunghezza di lavoro (l) [mm]
- numero di passate.

I **tempi** sono sempre espressi in minuti centesimali.

Quelli normalmente presi in considerazione sono:

- tempo operatore con macchina ferma **tmf**;
- tempo operatore con macchina in avanzamento manuale **tmm**;
- tempo operatore con macchina in lavoro **tml**;
- tempo macchina in avanzamento automatico **tma**;

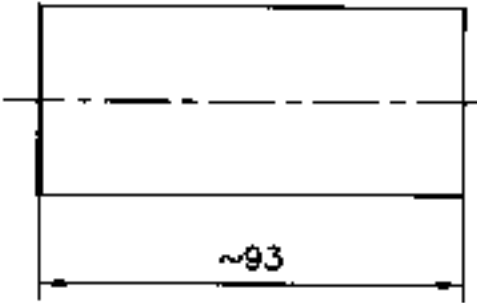
Esempio di cartellino del ciclo di lavorazione

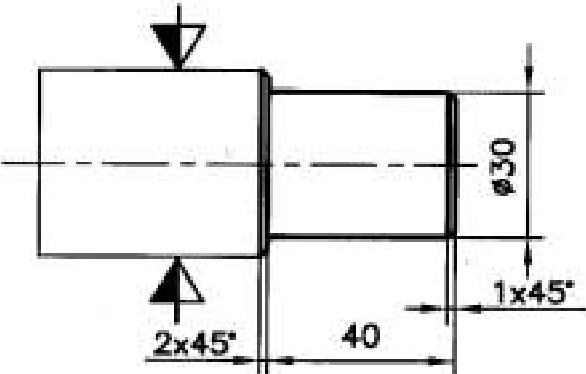


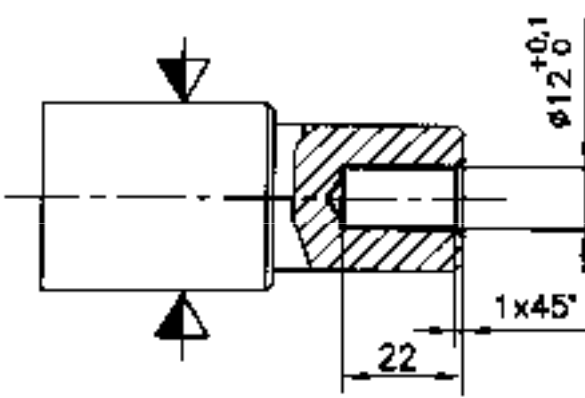
Gola F 0,6x0,3 UNI 4386

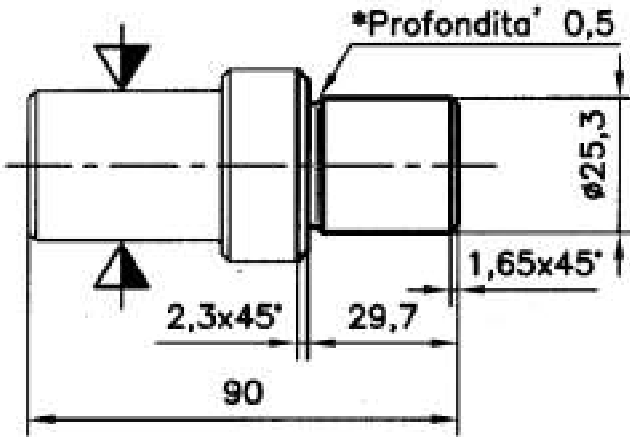
Caratteristiche elemento finito			
Denominazione: Perno forato		Tratt. termici: Bonifica	
Ciclo n. 1	Complessivo n.	Particolare n. 1	Quantità : 25
Compilatore:	Visto:	Data:	

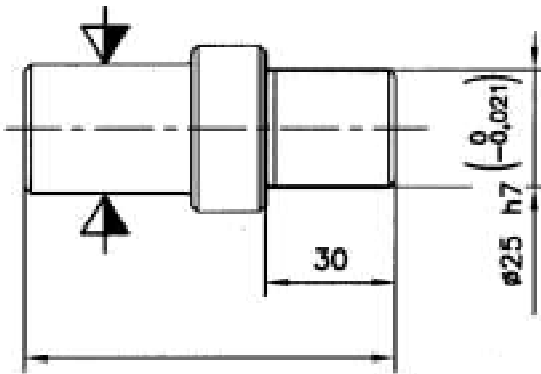
Caratteristiche materiale e semilavorato di partenza		
Materiale: EN 10083/1-C40	Rm [N/mm ²]: 650	Durezza HB: 220
Ricavato da: Spezzone calibrato h11, Ø40x93		Massa [Kg]: 0,930

N.	Descrizione operazione	Macch.	Utensili, attrezzi e calibri	Tempi
10	 10.1-Taglio degli spezzoni	Segatrice a disco	-Sega 250x3 N UNI 4103 -Calibro a corsoio 1/20	

20	 20.1–Montaggio dello spezzone sull'autocentrante 20.2–Esecuzione sfacciatura 20.3–Tornitura di sgrossatura $\varnothing 32 \times 39,5$ 20.4–Tornitura di finitura $\varnothing 30 \times 40$ 20.5–Esecuzione smussi	Tornio parallelo	–Utensile 16x16 UNI 4103–P20 –Utensile 16x16 UNI 4104–P20 –Calibro a corsoio 1/20	
----	--	---------------------	--	--

30	 30.1—Centratrice 30.2—Foratura $\phi 11 \times 22$ $+0,1$ 30.3—Alesatura foro $\phi 12$ 0 30.4—Esecuzione smusso interno	Tornio parallelo	—Punta a centrare A 2 UNI 3223 —Punta elicoidale N 11 UNI 5620 —Allargatore per fori ciechi 12 DIN 212 —Allargatore conico 90/16 UNI 6847 —Calibro a corsoia 1/20
----	---	---------------------	---

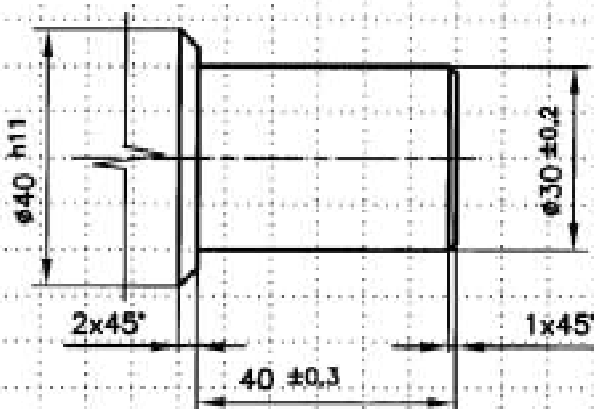
N.	Descrizione operazione	Macch.	Utensili, attrezzi e calibri	Tempi
40	 40.1-Capovolgimento del pezzo e bloccaggio nell'autocentrante sul diametro $\varnothing 30$ 40.2-Esecuzione sfacciatura 40.3-Tornitura $\varnothing 25,3 \times 29,7$ 40.4-Esecuzione smussi 40.5-Esecuzione gola 40.6-Smontaggio pezzo e controllo dimensionale	Tornio parallelo	-Utensile 16x16 UNI 4103-P20 -Utensile 16x16 UNI 4104-P20 -Utensile per gole 2,5 UNI 6369 -Calibro a corsoio 1/20	

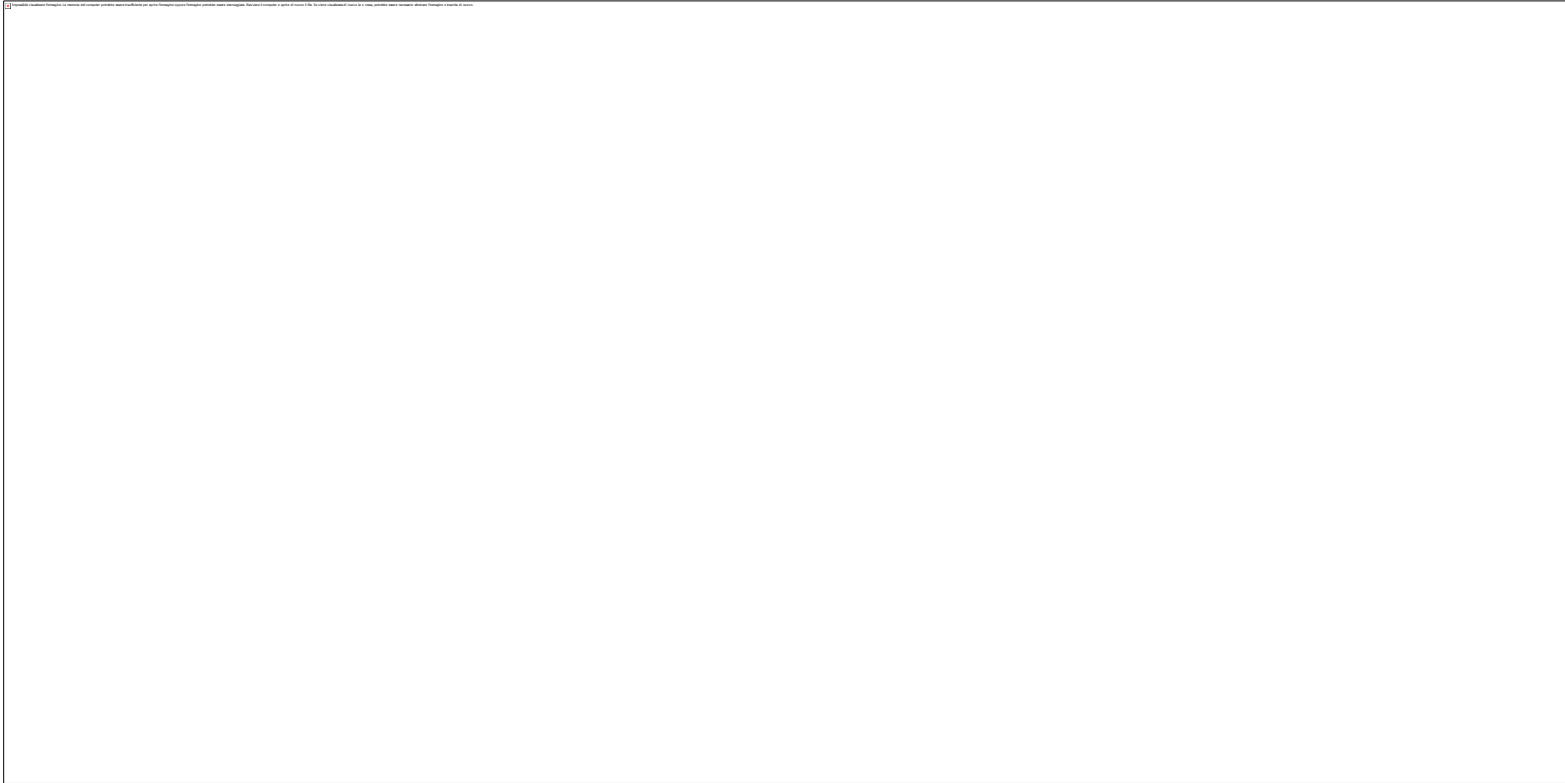
50	50.1-Trattamento termico di bonifica	Forno elettrico		
60	 60.1-Montaggio del pezzo sull'autocentrante 60.2-Rettificazione cilindrica $\varnothing 25 \text{ h7} \times 30$	Rettificatrice cilindrica per esterni	-Mola forma1 250x50x76,2- A 36 L 5 V- 30 m/s -Micrometro digitale 1/1000	
70	70.1-Controllo dimensionale		-Micrometro digitale 1/1000 -Calibro a consolo 1/20	



Foglio analisi operazione

Per compilare correttamente un foglio analisi operazione occorre conoscere le macchine utensili, i materiali da lavorare, gli utensili e i parametri di taglio.

Compilatore:	Visto:	Data:							
Disegno n. 1	Ciclo n. 1	Operazione n. 20							
Utensili, calibri e attrezzi	Schizzo dell'operazione								
									
-Utensile piegato per spallamenti retti 16x16 UNI 4104-P20									
-Utensile piegato per passata 16x16 UNI 4103-P20									
-Calibro a corsoio ventesimale									
	Velocità	Giri	Avanz.	Passate/Corse		Tempi [min]			
	[m/min]	[g/min]	[mm/g] [mm/min]	Prof. [mm]	n.	Tmf	Tmm	Tml	Tmo
Descrizione delle fasi									
1-Prendere il pezzo e montarlo sull'autocentrante						0,90			



Descrizione delle fasi	Velocità	Giri	Avanz.	Passate/Corse		Tempi [min]			
	[m/min]	[g/min]	[mm/g] [mm/min]	Prof. [mm]	n.	Tmf	Tmm	Tml	Tma
11-Avviare la macchina						0,05			
12-Accostare l'utensile						0,20			
13-Inserire la lubrificazione						0,05			
14-Innestare l'avanzamento automatico						0,05			
15-Eseguire tornitura ø32x39,5				4	1				0,15
16-Disinnestare l'avanz. automatico						0,05			
17-Disimpegnare l'utensile						0,10			
18-Disinserire la lubrificazione						0,05			
19-Fermare la macchina						0,05			
20-Selezionare n. di giri	~ 115	1140				0,18			
21-Selezionare l'avanz. automatico			0,08			0,18			
22-Avviare la macchina						0,05			
23-Accostare l'utensile						0,20			
-Totali parziali						3,27	0,16		0,15

Disegno n. 1	Ciclo n. 1		Operazione n. 20						
Descrizione delle fasi	Velocità	Giri	Avanz.	Passate/Corse		Tempi [min]			
	[m/min]	[g/min]	[mm/g] [mm/min]	Prof. [mm]	n.	Tmf	Tmm	Tml	Tma
-Riporto dei tempi						3,27	0,16		0,15
24-Inserire la lubrificazione						0,05			
25-Inserire l'avanz. automatico						0,05			
26-Eseguire tornitura Ø30x39,5				1	1				0,45
27-Disinnestare l'avanz. automatico						0,05			
28-Finire manualmente lo spallamento							0,30		
29-Disimpegnare l'utensile						0,10			
30-Dibinserire la lubrificazione						0,05			
31-Fermare la macchina						0,05			
32-Ruotare la torretta portautensili (Ut. 16x16 UNI 4103)						0,20			
33-Selezionare n. giri		900				0,18			
34-Avviare la macchina						0,05			
35-Accostare l'utensile						0,20			
36-Eseguire smusso 1x45°							0,10		
37-Posizionare l'utensile						0,20			
38-Eseguire smusso 2x45°							0,10		
39-Disimpegnare l'utensile						0,10			
40-Fermare la macchina						0,05			
41-Smontare il pezzo dall'autocentrante						0,40			
42-Controllare le dimensioni						0,60			
Totali						5,60	0,66		0,60