



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
eCAMPUS

Corsi Pas

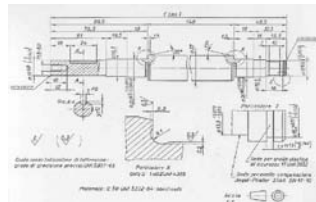
Il ciclo di lavorazione

Che cosa è un ciclo di
lavorazione?

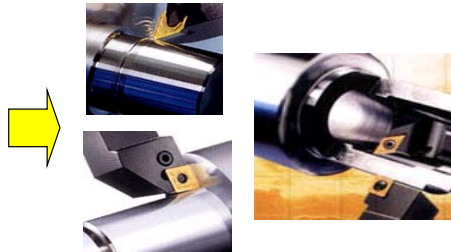
IL CICLO DI LAVORAZIONE

Il *ciclo di lavorazione* (o *ciclo tecnologico*) è l'insieme delle operazioni necessarie a fabbricare un singolo elemento attraverso una successione di processi tecnologici (fusione, stampaggio, lavorazioni per asportazione di truciolo, trattamenti termici o superficiali, ecc.). E' quindi l'elemento chiave per rendere possibile il passaggio dal progetto di un prodotto alla sua realizzazione fisica.

progetto



ciclo tecnologico



prodotto



IL CICLO DI LAVORAZIONE

E' ovvio come una pianificazione oculata e razionale del ciclo di lavorazione rappresenti un fattore di estrema importanza per la produttività e la competitività di un'industria meccanica. Infatti, la scelta appropriata e razionale di macchine, utensili, attrezzature, processi, ecc., ha un notevole impatto sulla qualità e sul costo del prodotto finale.

IL CICLO DI LAVORAZIONE

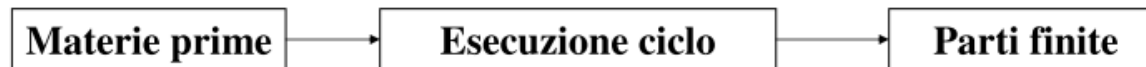
Lo studio e l'impostazione di un efficiente ciclo di lavorazione è un problema complesso a più soluzioni, in quanto la trasformazione del grezzo in prodotto finito può essere ottenuta utilizzando molteplici sequenze di operazioni, diversi processi, ecc.

Inoltre, la scelta di processi e di macchine, la sequenza ottimale, gli utensili e i parametri di lavorazione da adottare è basata sull'abilità e sulle conoscenze del pianificatore.

IL CICLO DI LAVORAZIONE

Il *ciclo di lavorazione* consente di definire “**COME**” produrre.

La *programmazione della produzione* consente di definire “**QUANTO**” e “**QUANDO**” produrre.



IL CICLO DI LAVORAZIONE

La progettazione del ciclo tecnologico avviene a partire dal progetto del prodotto o, meglio ancora, contestualmente al progetto del prodotto.

La *progettazione del prodotto* consente di definire “**COSA**” produrre.

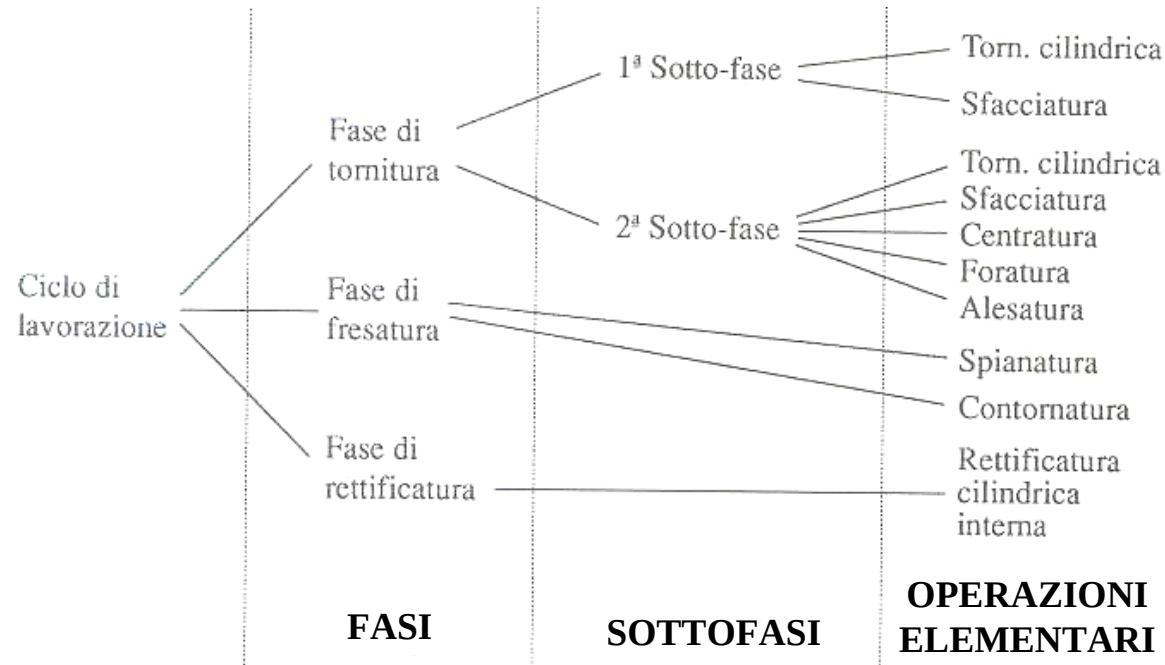


IL CICLO DI LAVORAZIONE

- ♦ **CICLO**: è l'insieme ordinato di fasi necessarie alla trasformazione del grezzo (o semilavorato) in prodotto finito
- ♦ **FASE**: è l'insieme ordinato di sottofasi e/o operazioni realizzate presso la *medesima stazione di lavoro*
- ♦ **SOTTOFASE**: è l'insieme ordinato di operazioni realizzate nella *medesima stazione di lavoro* e con lo *stesso posizionamento del pezzo*
- ♦ **OPERAZIONE ELEMENTARE**: è la lavorazione di una superficie elementare realizzata con il *medesimo utensile*



STRUTTURA GENERALE DI UN CICLO DI LAVORAZIONE



PROCESSO DI STESURA DEL CICLO DI LAVORAZIONE

Il processo di stesura del ciclo di lavorazione di un elemento meccanico, di cui sia stato già preventivamente preparato il disegno costruttivo e che debba essere lavorato su macchine utensili ad asportazione di truciolo, può essere suddiviso nei seguenti punti:

1. analisi critica del disegno di progetto e valutazione dei dati di partenza (materiale, numeri pezzi da produrre, ...)
2. scelta dei processi tecnologici e delle sequenza delle fasi
3. raggruppamento delle operazioni in sottofasi
4. scelta della sequenza delle operazioni elementari

PROCESSO DI STESURA DEL CICLO DI LAVORAZIONE

5. scelta degli utensili
6. scelta dei parametri di processo
7. scelta e progettazione delle attrezzature
8. scelta degli strumenti e procedure di controllo
9. calcolo dei tempi e dei costi di fabbricazione
10. stesura dei fogli di lavorazione

Nelle seguenti sessioni di studio verranno trattati singolarmente i precedenti punti.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
eCAMPUS

Corsi Pas

Il ciclo di lavorazione

Stesura del ciclo di lavorazione
(I parte)

ANALISI CRITICA DEL DISEGNO DI PROGETTO

Il punto di partenza per la stesura del ciclo di lavorazione può essere considerato il *disegno costruttivo dell'elemento*, dal quale è possibile rilevare i seguenti dati fondamentali:

- ***dimensioni del pezzo***: da esse dipendono le dimensioni delle macchine utensili e delle attrezzature da impiegare
- ***finitura superficiale e tolleranze dimensionali e di forma***: influenzano la scelta dei processi, delle macchine utensili, degli utensili, dei parametri di taglio e del posizionamento del pezzo

ANALISI CRITICA DEL DISEGNO DI PROGETTO

- **trattamenti termici**: influenzano il ciclo in quanto devono occupare una posizione ben definita tra le varie fasi di lavorazione (ad es. un trattamento di tempra di un acciaio va eseguito tra sgrossatura e finitura)
- **collegamenti con altri elementi**: alcuni accoppiamenti possono richiedere la lavorazione contemporanea di più componenti (ad es. le spine di riferimento richiedono l'esecuzione dell'alesatura dei fori dopo l'accoppiamento)
- **materiale**: influenza la scelta degli angoli caratteristici e del materiale dell'utensile e gli accorgimenti da adottare per il bloccaggio del pezzo

ANALISI CRITICA DEL DISEGNO DI PROGETTO

Non è corretto affermare che la pianificazione del ciclo di lavorazione di un elemento ha luogo solo dopo aver completato il disegno del prodotto



Il vero progettista imposta il suo lavoro anche sotto il punto di vista della **produzione**

- Devono essere note le caratteristiche dei vari processi tecnologici
- Devono essere noti quali processi sono disponibili in officina

E' necessario e fondamentale il dialogo tra l'ufficio progettazione e l'ufficio metodi

VALUTAZIONE DEI DATI DI PARTENZA

Altre informazioni necessarie per una corretta impostazione del ciclo sono:

- ***tipo di grezzo o semilavorato***: permette di stabilire le operazioni preliminari da eseguire, il sovrametallo da asportare e le superfici iniziali di riferimento e di bloccaggio. Questo può essere una barra, un getto, uno stampato, un laminato, ecc.
- ***quantità di pezzi da produrre e produttività richiesta***: influenza l'impostazione del ciclo che varia sensibilmente con il n° di pezzi

VALUTAZIONE DEI DATI DI PARTENZA

- ***regime di produzione***: influenza la scelta dei mezzi di produzione e il calcolo dei parametri di taglio.

Se si adotta:

- il regime economico: il ciclo deve essere ottimizzato in modo da minimizzare il costo di lavorazione
 - il regime produttivo: il ciclo deve essere ottimizzato in modo da minimizzare il tempo di produzione
-
- ***disponibilità di mezzi e di macchine***: è considerata nella stesura del ciclo al pari di nuove acquisizioni

VALUTAZIONE DEI DATI DI PARTENZA

- ***ubicazione del macchinario***: viene considerata allo scopo di ridurre i tempi di trasporto tra le varie stazioni di lavoro (soprattutto per elevati volumi di produzione, cioè con produzione in serie)
- ***grado di efficienza del personale e automazione delle macchine***: influenza indirettamente la scelta dei processi di fabbricazione

SCELTA DEI PROCESSI E DELLA SEQUENZA DELLE FASI

Per la scelta dei processi:

- Si individuano le superfici da lavorare
- In base alla loro forma, alla precisione dimensionale e alla finitura superficiale, si ipotizzano i processi tecnologici da usare
- Si raggruppano le superfici in modo da poterne lavorare il maggior numero possibile con lo stesso processo (convenienza economica)

SCELTA DEI PROCESSI E DELLA SEQUENZA DELLE FASI

Per la scelta della sequenza dei processi:

- Si controllano i vincoli di precedenza tra i processi (tenendo conto della superficie di riferimento)
- Se i vincoli non sussistono, diventa importante la disposizione delle macchine nel reparto con l'obiettivo di minimizzare le perdite di tempo per il trasporto dei pezzi tra le varie stazioni
- ***Si elaborano più cicli di lavorazione che utilizzano diverse combinazioni di macchine e si confrontano sulla base dei tempi e dei costi di lavorazione***

SCELTA DEI PROCESSI E DELLA SEQUENZA DELLE FASI

E' necessaria una approfondita conoscenza delle macchine utensili in termini di:

- Caratteristiche tecnologiche
- Grado di automazione
- Potenza disponibile
- Costo
- Ammortamento
- Quantità di pezzi da produrre
- Tempo e costo di attrezzaggio

RAGGRUPPAMENTO DELLE OPERAZIONI IN SOTTOFASI

Per ciascuna fase si controlla se tutte le superfici possono essere lavorate con il medesimo posizionamento del pezzo. Questa è la soluzione preferibile sia in termini di tempi che di precisione.

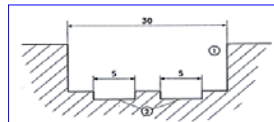
Se ciò non è possibile, le operazioni vengono suddivise in **sottofasi**, con l'accortezza di lavorare (se possibile) nella stessa sottofase le superfici legate da tolleranze di posizione

Il sequenziamento delle sottofasi viene stabilito sulla base di vincoli di precedenza, di problematiche relative all'afferraggio del pezzo, ...

SCELTA DELLA SEQUENZA DELLE OPERAZIONI

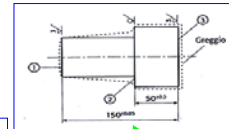
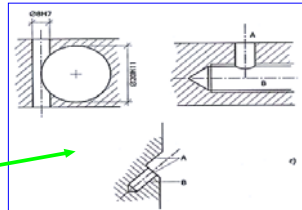
Si verifica quasi sempre l'esistenza di relazioni di precedenza tra le operazioni che possono nascere a causa di esigenze:

- economiche
- dimensionali
- tecnologiche



Precedenza di
tipo economico

Precedenza di
tipo tecnologico



Precedenza di tipo
dimensionale

SCELTA DEGLI UTENSILI

Influenza la qualità e il costo della lavorazione.

Scegliere un utensile comporta la definizione di:

- **geometria di taglio**
 - controlla, con i parametri di taglio, la formazione del truciolo
 - dipende dal materiale del pezzo e dell'utensile, dal tipo di lavorazione (sgrossatura, finitura, ecc.), dalla geometria del pezzo, dalle condizioni di lavoro e stabilità della lavorazione
- **materiale del tagliente**
 - dipende dalle caratteristiche meccaniche del materiale da asportare, dalle condizioni di lavoro (taglio interrotto o stazionario, presenza di fluido lubrorefrigerante, ecc.) e dai parametri di taglio adottati

SCELTA DEGLI UTENSILI

- *forma e dimensioni del portautensile*
 - dipende dalla geometria delle superfici da lavorare, dall'entità della forza di taglio e dalla macchina utensile utilizzata

SCELTA DEI PARAMETRI DI TAGLIO

Noti

- l'operazione da eseguire
- la macchina utensile
- il piazzamento del pezzo
- l'utensile impiegato

occorre determinare i valori dei *parametri di taglio* da impostare durante le singole operazioni:

- velocità di taglio
- avanzamento
- profondità di passata

SCELTA DEI PARAMETRI DI TAGLIO

La scelta dei parametri di taglio consente di ottimizzare le operazioni previste nel ciclo.

- In **REGIME ECONOMICO** si considera la *velocità economica di taglio*:
 - L'espressione analitica del costo viene ottenuta in funzione dei parametri di taglio
 - Il calcolo, in corrispondenza del minimo, si effettua sulla base della combinazione ottimale dei parametri

SCELTA DEI PARAMETRI DI TAGLIO

- In **REGIME PRODUTTIVO** si considera la *velocità di massima produttività*:
 - L'espressione analitica del tempo viene ottenuta in funzione dei parametri di taglio
 - Il calcolo, in corrispondenza del minimo, si effettua sulla base della combinazione ottimale dei parametri



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
eCAMPUS

Corsi Pas

Il ciclo di lavorazione

Stesura del ciclo di lavorazione
(II parte)

SCELTA E PROGETTAZIONE DELLE ATTREZZATURE

La scelta e la progettazione delle attrezzature si basano sull'analisi:

- delle superfici del pezzo e delle operazioni da effettuare in ogni fase e sottofase
- della precisione dimensionale e della finitura superficiale

I principali obiettivi per eseguire correttamente le lavorazioni sono:

- individuare le superfici attraverso le quali riferire il pezzo nello spazio di lavoro della macchina utensile
- bloccare il pezzo in posizione stabile e senza deformazioni durante la lavorazione

SCELTA E PROGETTAZIONE DELLE ATTREZZATURE

- **Superfici di riferimento (SR):**

- sono superfici in cui sono definiti i punti che entrano in contatto con l'attrezzatura
- devono essere sufficientemente ampie per garantire un appoggio sicuro
- per quanto possibile, devono coincidere con i riferimenti di quotatura

- **Superfici di partenza (SP):**

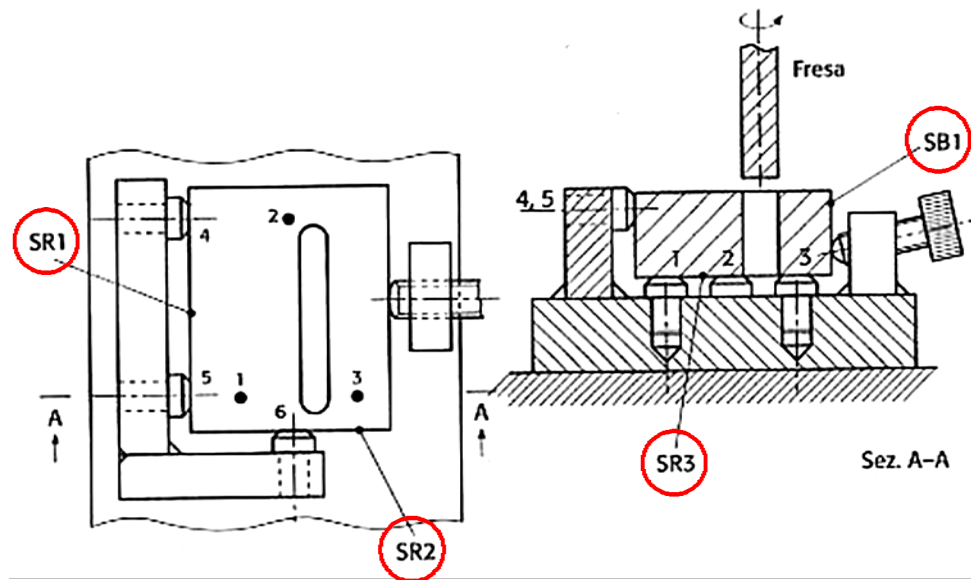
- sono superfici del grezzo di partenza che svolgono la funzione di superfici di afferraggio del pezzo; in genere, durante la prima sottofase, sono destinate a realizzare le superfici di riferimento vere e proprie

SCELTA E PROGETTAZIONE DELLE ATTREZZATURE

- *Superfici di bloccaggio (SB):*
 - superfici sulle quali agiscono i dispositivi di bloccaggio dell'attrezzatura
 - possono coincidere con quelle di riferimento



SCELTA E PROGETTAZIONE DELLE ATTREZZATURE



SCELTA E PROGETTAZIONE DELLE ATTREZZATURE

Le attrezzature possono essere fundamentalmente di due tipi:

1. Attrezzature standard

- piattaforme autocentranti, morse, contropunte, divisori, staffe, blocchetti a V, ecc. (normalmente a corredo delle macchine utensili)
- sono usate per afferrare o riferire pezzi di forme e lavorazioni semplici o nel caso di produzioni di pochi pezzi di forma complessa

SCELTA E PROGETTAZIONE DELLE ATTREZZATURE

2. Attrezzature speciali

- sono specifiche per la lavorazione di una determinata tipologia di pezzo
- spesso vengono automatizzate per ridurre i tempi di montaggio e smontaggio
- sono giustificate quando non sia possibile utilizzare attrezzature standard o nel caso di volumi di produzione elevati

SCELTA DELLE PROCEDURE DI CONTROLLO

Per ciascuna superficie lavorata devono essere verificate dimensioni e posizione rispetto alla superficie presa per riferimento.

Le indicazioni sulla qualità superficiale o sulle tolleranze geometriche o di forma riportate nel disegno devono essere controllate con idonei strumenti

SCELTA DELLE PROCEDURE DI CONTROLLO

Questo comporta che nel ciclo di lavorazione devono essere specificate le procedure di controllo delle superfici lavorate e gli strumenti da utilizzare.

Essi possono essere:

- **Strumenti manuali**
 - Calibri a corsoio, micrometri, comparatori,

- **Strumenti speciali**
 - Attrezzature di misura specifiche per il pezzo
 - Macchine di misura a coordinate

CALCOLO DEI TEMPI E DEI COSTI

Il *calcolo dei tempi e dei costi* permette di scegliere il ciclo più conveniente, di individuare le macchine e le attrezzature da adottare e di selezionare la combinazione ottimale dei parametri di taglio.

CALCOLO DEI TEMPI

I tempi necessari all'esecuzione del ciclo di lavorazione possono essere classificati in:

- **TEMPI ATTIVI**: tempi del ciclo durante i quali avviene il movimento relativo tra utensile e pezzo con asportazione di truciolo (dipendono da v_t , a , L)
- **TEMPI PASSIVI**: tempi del ciclo durante i quali non avviene la lavorazione (sono necessari per il montaggio e lo smontaggio dell'utensile o del pezzo, l'avvicinamento e l'allontanamento dell'utensile)
- **TEMPI DI PREPARAZIONE**: tempi necessari alla preparazione della macchina utensile, al prelievo dal magazzino di utensili e strumenti di controllo e alla interpretazione del foglio di ciclo da parte dell'operatore

CALCOLO DEI TEMPI

Possono essere usati due metodi per il calcolo dei tempi:

- **rilevamento diretto**
- **preventivazione** attraverso l'analisi dei movimenti elementari compiuti dall'operatore (**metodo M.T.M.**, Method and Time Measurement):
 - si confronta l'operazione da analizzare con altre standardizzate per le quali sia previsto il tempo normale di esecuzione
 - si scinde l'intera attività in una sequenza di azioni elementari definite nelle tabelle dei tempi standard e a queste si assegna il tempo previsto

CALCOLO DEI TEMPI

Esempio: Metodo M.T.M.

Tempi di preparazione macchina
in tornitura

Ausiliari - Attrezzi	Azione	Tempo standard (min)
Piattaforma autocentrante	Montare	0,6
	Smontare	0,6
	Regolare apertura	0,1
Piattaforma a 4 morsetti indipendenti	Montare	2,1
	Smontare	2,1
	Regolare 1 morsetto	0,3
Piattaforma a «plateau»	Montare	0,9
	Smontare	0,9
	Montare 1 staffa + 1 bullone	0,9
	Montare contrappeso	1,1
Menabrida	Montare	0,4
	Smontare	0,4
Contropunta-Punta	Montare nel mandrino	0,5
	Montare sulla controtesta	0,4
Lunetta fissa	Montare	0,6
	Smontare	0,6
	Regolare	1,2
Lunetta mobile	Montare	0,6
	Smontare	0,6
	Regolare	0,9

CALCOLO DEI COSTI

Il *costo di lavorazione* deve tener conto di diversi termini che interessano direttamente o indirettamente le fasi necessarie alla realizzazione di una parte:

- costo della manodopera
- ammortamenti
- costo dell'energia
- costo dei materiali di consumo
- costo delle attrezzature
- costi degli utensili
- costi di manutenzione
- quota parte delle spese generali dell'azienda

CALCOLO DEI COSTI

Esempio: lavorare una barra tramite un'unica fase di tornitura

	Costi iniziali	Costi di lavorazione
Macchina utensile tradizionale	bassi	elevati
Macchina utensile a CNC	elevati	bassi

STESURA DEI FOGLI DI LAVORAZIONE

Il ***foglio di lavorazione*** rappresenta il documento riassuntivo della sequenza di operazioni da effettuare per trasformare il grezzo in prodotto finito

Nel caso in cui il ciclo preveda l'uso di macchine utensili a CN, le informazioni nel foglio devono essere tradotte in un *part program*.

STESURA DEI FOGLI DI LAVORAZIONE

I fogli di lavorazione sono di due tipi:

- **FOGLI DI CICLO:**
 - contengono indicazioni relative all'intero ciclo di lavorazione

- **FOGLI DI FASE:**
 - descrivono la successione particolareggiata delle operazioni nell'ambito di ciascuna fase di lavorazione del ciclo

FOGLIO DI CICLO

Contiene:

1. Il disegno del pezzo con evidenziate, mediante indicazione numerica, le superfici da lavorare e quelle di riferimento o di partenza
2. Il numero progressivo delle fasi di lavorazione (di solito impostato di 10 in 10 per l'inserimento di fasi intermedie senza variare la numerazione)
3. La descrizione di fasi, sottofasi e singole operazioni
4. L'indicazione del reparto nel quale è eseguita la fase

FOGLIO DI CICLO

5. La designazione della macchina utensile prescelta e della potenza disponibile
6. Lo schizzo relativo a ciascuna fase con indicazione delle superfici lavorate
7. Le attrezzature necessarie
8. L'indicazione dei tempi suddivisa in tempi di preparazione per il lotto, tempi attivi e passivi per ciascuna operazione e tempo totale di produzione
9. L'indicazione delle superfici di riferimento o di partenza per ciascuna operazione



ESEMPIO DI FOGLIO DI CICLO

UNIV. DEGLI STUDI DI PISA Facoltà d'Ingegneria Istituto di Tecnologia Meccanica		Ciclo lavoraz. elemento (MATR. N°		RIFERIMENTI		Compil.		Data	Foglio
				¹ Dis. N. ⁽¹¹⁾ Distinta base N. ² Matricola N.		Controll. Visto			
DESIGNAZIONE SUPERFICI	FASI	N.	Descrizione	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	Attrezzature	COMP. TEMPI		Superficie di riferimento (o provvista di partenza)	NOTE
						Tempo prep. per lotto 35	Tempo di lavorazione 38		

FOGLIO DI FASE

Contiene:

1. L'indicazione del materiale del pezzo
2. Lo stato iniziale, le caratteristiche meccaniche e le dimensioni del grezzo
3. Il numero progressivo di fase
4. Il simbolo progressivo di sottofase (lettera dell'alfabeto)
5. Lo schizzo di lavorazione dove si rappresentano schematicamente la superficie lavorata, l'utensile e la loro posizione reciproca per una o più operazioni
6. Il numero progressivo e la denominazione dell'operazione

FOGLIO DI FASE

7. L'indicazione degli utensili usati in ciascuna operazione
8. L'indicazione dell'attrezzatura utilizzata
9. Le apparecchiature di controllo impiegate
10. I dati di taglio relativi a ciascuna operazione (potenza massima, potenza assorbita, rendimento della macchina, velocità di taglio, velocità di rotazione del mandrino, profondità di passata, numero di passate, avanzamento)



ESEMPIO DI FOGLIO DI FASE

UNIV. DEGLI STUDI DI PISA Facoltà d'Ingegneria Istituto di Tecnologia Meccanica		Fasi di lavoraz. elemento (MATR. N°		RIFERIMENTI 1 Dis. N. (11) Distinta base N. 2 Matricola N.		Compil. Controll. Visto		Data	Foglio		
prime Materie	Materiale ⁸ Stato Caratteristiche ⁹ Dimensioni					TAGLIO				NOTE	
						Hp _m (kW)	Hp _{ass} (kW)	V (m³/min) 28	n (g/min) 29		
Fasi	S. fasi	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	n°	OPERAZIONI	Utensili 24	Attrezzature 23	Controllo 19	η	p (mm) 31	n° pass 32	a (mm/g) 33



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
eCAMPUS

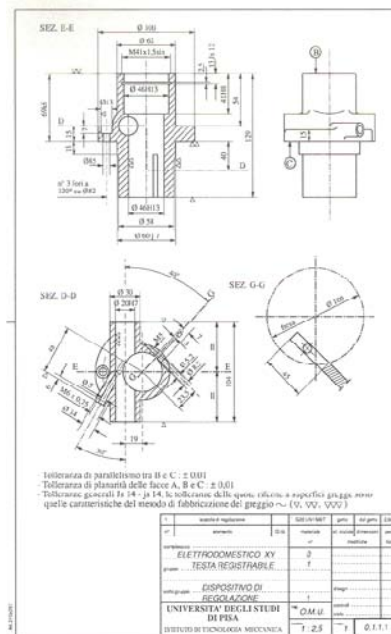
Corsi Pas

Il ciclo di lavorazione

Esempio di un ciclo di lavorazione



ESEMPIO DI UN CICLO DI LAVORAZIONE

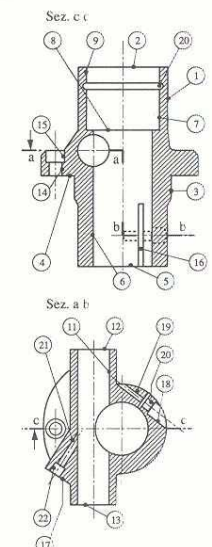


Scatola di regolazione:

- Realizzazione di 500 esemplari
- Parco macchine tradizionale
- Grezzi ottenuti per fusione
- Materiale in ghisa grigia con resistenza a trazione di 200 N/mm²

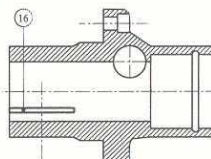
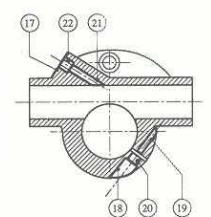


ESEMPIO DI UN CICLO DI LAVORAZIONE

UNIV. DEGLI STUDI DI PISA Facoltà d'Ingegneria Istituto di Tecnologia Meccanica		Ciclo lavoraz. elemento (MATR. N°)		RIFERIMENTI Dis. N. 0.1.1.1 (1) Distinta base N (2) Matricola N.		Compil.	Data	Foglio 1 di 2
DESIGNAZIONE SUPERFICI		FASI	Reper. tipo di macchina	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	Attrezzature	COMP. TEMPI		NOTE
N. Descrizione						Tempo prep. per lotto 35 Tempo passivo 37 Tempo attivo 38	Superficie di riferimento (o provvis. di partenza)	
		10	SBATURA					NOTA 1: SUPERFICI DI PARTENZA: SP3: SUP. ③ SP4: SUP. ④ SUPERFICI DI RIFERIMENTO SR1: SUP. ① SR2: SUP. ② SR3: SUP. ③ SR4: SUP. ④ SR6: SUP. ⑥ SR14: SUP. ⑭
			TORNITURA			25'	SP3	
		a	SGROSSATURA ② CILINDRATURA ①			18,8' 3,0'	SP4	
		b	SFACCIATURA ⑤ SGROSSATURA ④ SGROSSATURA ③ SGROSSATURA ⑥				SR1 SR2	
		20	ALESATURA ⑦ SFACCIATURA ⑧ FINITURA ② ALESATURA ⑥ ESECUZIONE GOLA ⑩ FILETTATURA ⑨				SR3 SR4	
		d	FINITURA ③ FINITURA ④				SR6 SR2	
			FORATURA			20'	SR6	
		a	FORATURA ⑪ ALESATURA ⑫ LAMATURA ⑬ e ⑭			67' 20'		
		b	FORATURA ⑮ LAMATURA ⑮				SR3 SR4	
		30						



ESEMPIO DI UN CICLO DI LAVORAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA Facoltà d'Ingegneria Istituto di Tecnologia Meccanica		Ciclo lavoraz. elemento (MATR. N° 1)		Dis. N. 0.1.1.1 (11) Distinta base N 2 Matricola N.		Compil. Controlli Visto		Data	Foglio 2 di 2
DESIGNAZIONE SUPERFICI	FASI	Reparto Tipo di macchina	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	Attrez- zature	COMP. TEMPI Tempo prep. per lotto 35 Tempo passivo Tempo attivo 37		Superficie di riferimento (o provvista di partenza)	NOTE	
N.	Descrizione	18 20		23					
VEDERE FOGLIO 1	FRESATURA	O.M.U. FRESATRICE 3,6 kW		ATTREZZATURA SPECIALE	15'		SR3 SR4 SR14		
	2,9' / 2,8'				5,7'				
	40	FRESATURA (16)							
VEDERE FOGLIO 1	FORATURA	O.M.U. TRAPANO A COLONNA 1,2 kW		ATTREZZATURA SPECIALE	20'		SR3 SR4 SR14		
	5,1' / 0,7'				5,8'				
	50	SPIANATURA (18) FORATURA (19) MASCHIATURA (20) SPIANATURA (21) FORATURA (22) MASCHIATURA (23)							



ESEMPIO DI UN CICLO DI LAVORAZIONE: il foglio di fase

UNIV. DEGLI STUDI DI PISA Facoltà d'Ingegneria Istituto di Tecnologia Meccanica		Fasi di lavoraz. elemento (MATR. N° 1)		RIFERIMENTI Dis. N. 0.1.1.1 Distinta base N. Matricola N.		Compil. Controlli. Visto.		Data	Foglio 1 di 4
prime Materie		Materiale G20 UNI 5007 Stato GETTG		Caratteristiche Rm = 200 N/mm²		TAGLIO		NOTE	
Fasi	S. fasi	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	OPERAZIONI	Utensili 24	Attrezzature 23	Controllo 19	η H_{p20} (kW) H_{p25} (kW) V (m/min) n (g/min) a (mm/g)	p (mm) n° per a (mm/g)	n (g/min) a (mm/g)
20	a								



ESEMPIO DI UN CICLO DI LAVORAZIONE: il foglio di fase

UNIV. DEGLI STUDI DI PISA Facoltà d'Ingegneria Istituto di Tecnologia Meccanica		Fasi di lavoraz. elemento (MATR. N° 1)		RIFERIMENTI Dis. N. 0.1.1.1 Distinta base N. Matricola N.		Compil.	Data	Foglio		
Materiale G20 UNI 5007		Stato GETTC		Caratteristiche Rm = 200 N/mm²		Dimensioni				
prime Materie		TAGLIO								
		Hp _{av} (kW)		Hp _{av} (kW)		V (m/min)		n (g/min)		
		p (mm)		n° pass		a (mm/g)				
		31		32		33				
20	c	SCHIZZO DI LAVORAZIONE		OPERAZIONI		Utensili: 24		Attrezzature 23	Controllo 19	NOTE
		n°								
		4		ESEGUIRE LA GOLA DI SCARICO ⑩		UTENSILE P8 UNI 4255 X80WCo 1810 KU UNI 2955		Piattaforma autocentrante con morsetti duri	Calibro per filettatura M48	
		5		FILETTARE LA ⑨		UTENSILE FILETTATORE (VEDI ALLEGATO)				
		1		PEZZO MONTATO SU SPINA E FINITURA SUPERFICI ③ E ④		UTENSILE 20 x 32 UNI 4106-68 MAT. PLACCHETTA: K10		Punta e contropunta	Calibro a corsoio	
								Attrezzat. A1 (FIG. 9-94)	Calibro Ø60j6 UNI 1162	
		1		FORARE LA ⑪ A Ø 19,7		ALLARGATORE 19,75 UNI 6839-71 X80WK UNI 2995		Attrez. A2 (fig. 9-95)	Calibro a corsoio	
		2		ALESARE LA ⑪ A Ø20 H7		ALESATORE 20 UNI 6854-71 X82 WM0 0650 KU UNI 12995			Calibro Ø 20H7 UNI 1218	
		3		LAMARE LA ⑫, RUOTARE L'ATTREZZATURA E LAMARE LA ⑬		ALLARGATORE 32 x 20 UNI 6842-71 X80 WK UNI 2995				



ESEMPIO DI UN CICLO DI LAVORAZIONE: il foglio di fase

UNIV. DEGLI STUDI DI PISA Facoltà d'Ingegneria Istituto di Tecnologia Meccanica		Fasi di lavoraz. elemento (MATR. N° 1)		RIFERIMENTI		Compil.		Data		Foglio	
		SCATOLA DI REGOLAZIONE		¹ Dis. N. 0.1.1.1 ¹¹¹ Distanza base N. ² Matricola N.		Controlli				3 di 4	
						Visto					
Materiale: G20 UNI 5007		Stato: GETTO		Caratteristiche: Rm = 200 N/mm ²		Dimensioni:		TAGLIO H ₁₀ (N) H ₁₀ (N) V (mm/min) a ₁ (mm) a ₂ (mm)		NOTE	
Fasi	S. ind.	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	n°	OPERAZIONI	Utensili	Attrezzature	Controllo	11	11	11	11
30	1		1	FORARE I 3 FORI (1) CON MASCHERA DI FORATURA	PUNTA N. 8,5 UNI 5620-65 X82 WMo 0605 KU UNI 2995	Piattaforma autocentrante	Calibro a corsoio	1,2	0,25	22	820
			2	TOGLIERE MASCHERA DI FORATURA E LAMARE (2)	ALLARGATORE 13,5 x 8,5 UNI 4013 X80WM KU UNI 2995	Maschera di foratura A3 (Fig. 9-96)		0,8	4,25	1	0,2
								1,2	0,25	20	480
								0,8	2,5	3	0,2
40	2		1	SU APPOSITA ATTREZZATURA, FRESARE LA (3)	SEGA 100 x 1 N UNI 4101 X90 WM KU UNI 2995	Attrezzatura A4 (Fig. 9-97)		3,6	0,01	30	125
			2	SRAVARE LA FENDITURA				0,8	3	2	32 ^(*)
											(*) AVANZAMENTO IN mm/1
50	3		1	SPIANARE LA (4)	FRESA B 8,5 UNI 1914 X75 WM KU UNI 2995			1,2	0,25	22	820
			2	FORARE LA (5) A Ø4	PUNTA N4 UNI 5620-65 X82 WMo 0605 KU UNI 2995	Attrezzatura A2 (Fig. 9-95)		0,8	4,25	1	0,2
			3	ALLARGARE LA (6) A Ø5,2	ALLARGATORE 5,2 UNI 4013 X80 WMo 0605 KU UNI 2995			1,2	0,05	24	1950
			4	MASCHIARE LA (7) A M5	MASCHIO M5 UNI 7437-75 X82 WMo 0605 KU UNI 2995			0,8	2	1	0,08
								1,2	0,05	24	1900
								0,8	0,6	1	0,15
								—	—	17	1080
								0,8	—	1	0,8



ESEMPIO DI UN CICLO DI LAVORAZIONE: il foglio di fase

UNIV. DEGLI STUDI DI PISA		Fasi di lavoraz. elemento (MATR. N° 1)		RIFERIMENTI		Compil.		Data		Foglio	
Facoltà d'Ingegneria		SCATOLA DI REGOLAZIONE		1 Dis. N. 0.1.1.1		Controllo:				4 di 4	
Istituto di Tecnologia Meccanica				110 Distinta base N.		Visto:					
				2 Matricola N.							
Materiale: G20 UNI 5007		Stato: GETTO		Caratteristiche: Rm = 200 N/mm ²		Dimensioni:		TAGLIO		NOTE	
								H _{bs} (N/mm ²)		H _{bs} (N/mm ²)	
								V (m/min)		n (rpm)	
								f (mm/giro)		a _p (mm)	
								1		2	
								3		4	
								5		6	
								7		8	
								9		10	
								11		12	
								13		14	
								15		16	
								17		18	
								19		20	
								21		22	
								23		24	
								25		26	
								27		28	
								29		30	
								31		32	
								33		34	
								35		36	
								37		38	
								39		40	
								41		42	
								43		44	
								45		46	
								47		48	
								49		50	
								51		52	
								53		54	
								55		56	
								57		58	
								59		60	
								61		62	
								63		64	
								65		66	
								67		68	
								69		70	
								71		72	
								73		74	
								75		76	
								77		78	
								79		80	
								81		82	
								83		84	
								85		86	
								87		88	
								89		90	
								91		92	
								93		94	
								95		96	
								97		98	
								99		100	