

VALORE AGGIUNTO

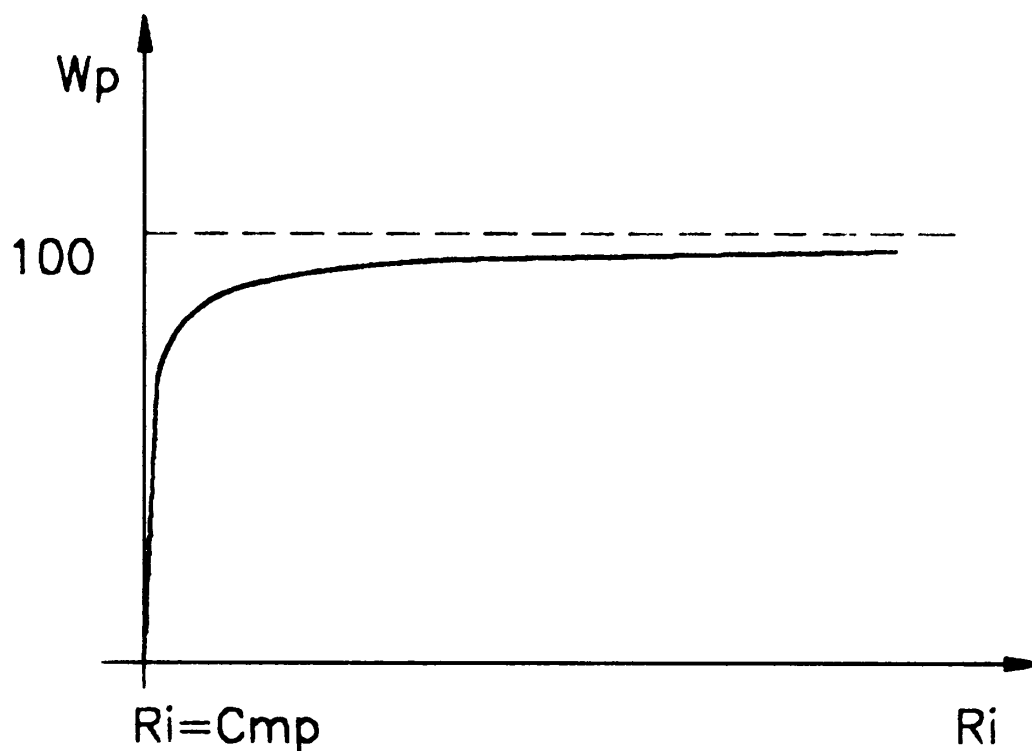
Si definisce **Valore aggiunto** (W_a) di un prodotto la differenza tra il **Ricavo** (R_i) dalla vendita del prodotto stesso ed il **Costo** della materia prima (C_{mp})

$$W_a = R_i - C_{mp}$$

Per **Valore aggiunto percentuale** (W_p) si indica il rapporto tra il Valore aggiunto (W_a) e il Ricavo (R_i) moltiplicato per cento

$$W_p = \frac{W_a}{R_i} 100$$

Il **Valore aggiunto percentuale** (W_p) rappresenta dunque l'indice di trasformazione che una risorsa ha subito.

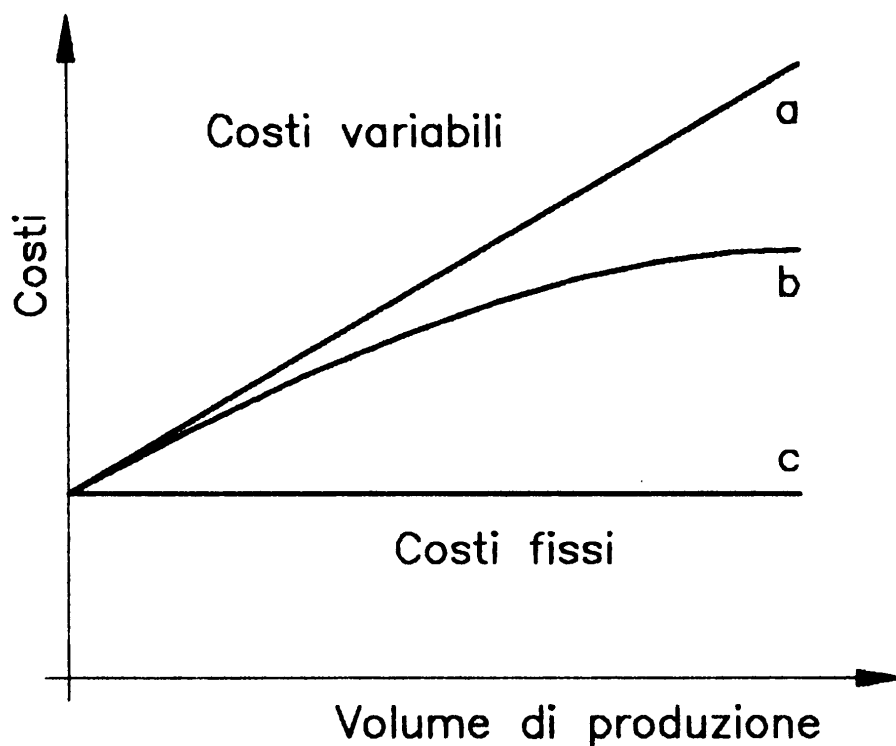


COSTI VARIABILI E FISSI

Al crescere della produzione aumenta la quantità di materia prima, la manodopera, i materiali di consumo, l'energia.....

Questi costi si definiscono **variabili** perché variano con la produzione

Altri costi come quelli derivanti dall'affitto dei locali, di ammortamento, stipendi di impiegati e dirigenti...non variano al variare della produzione e sono detti costi **fissi**.



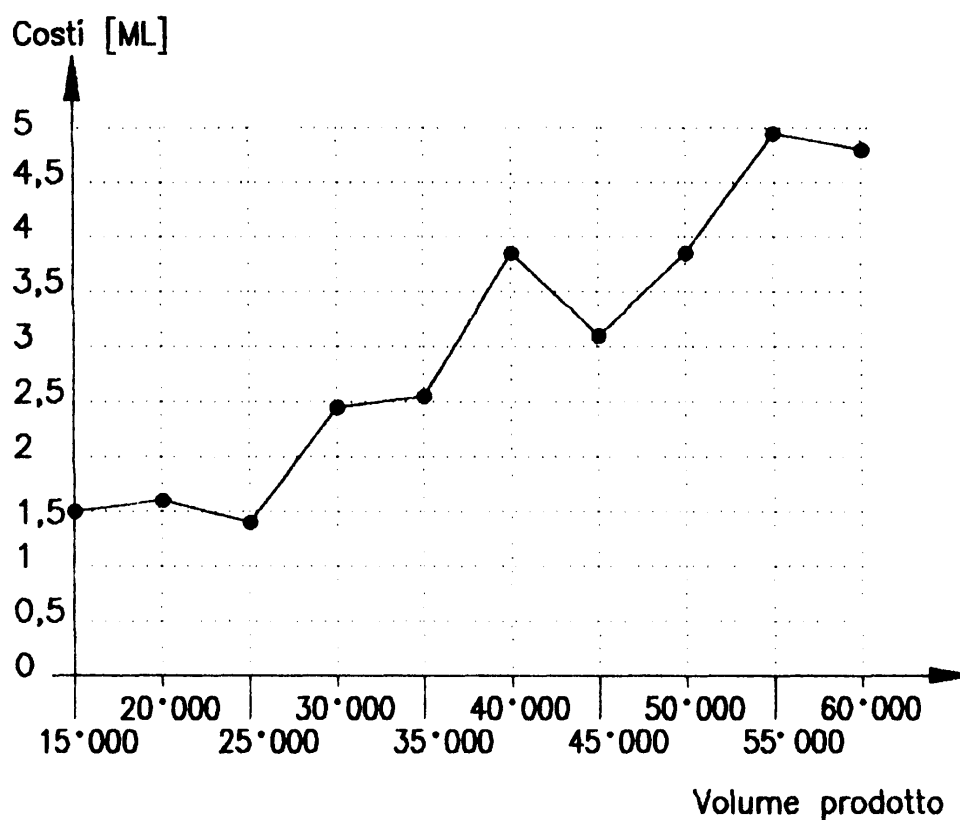
DETERMINAZIONE DELLA RETTA COSTO-VOLUME

La pianificazione delle strategie aziendali richiede la conoscenza dei ricavi (R_i), degli utili (U) e dei costi variabili (C_v) che sono subordinati al volume di produzione (V)

Il problema della determinazione della retta Costo-Volume di produzione nasce quando i dati che si riferiscono ai costi unitari NON sono costanti ma variano a loro volta in funzione del volume di produzione.

La mancanza di costanza dei prezzi unitari comporta una variabilità non lineare dei costi. In tali casi si può procedere alla linearizzazione con procedimenti grafici e/o matematici.

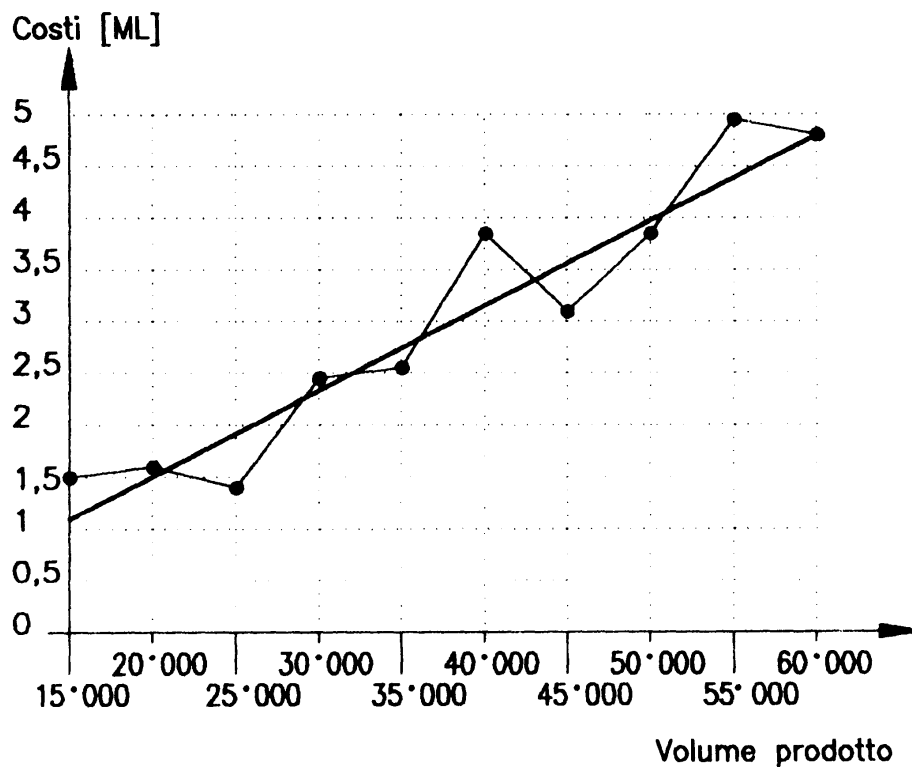
Tutti questi metodi mirano ad ottenere la retta che *meglio* rappresenta la variabilità dei costi.



DETERMINAZIONE DELLA RETTA COSTO-VOLUME

METODO GRAFICO

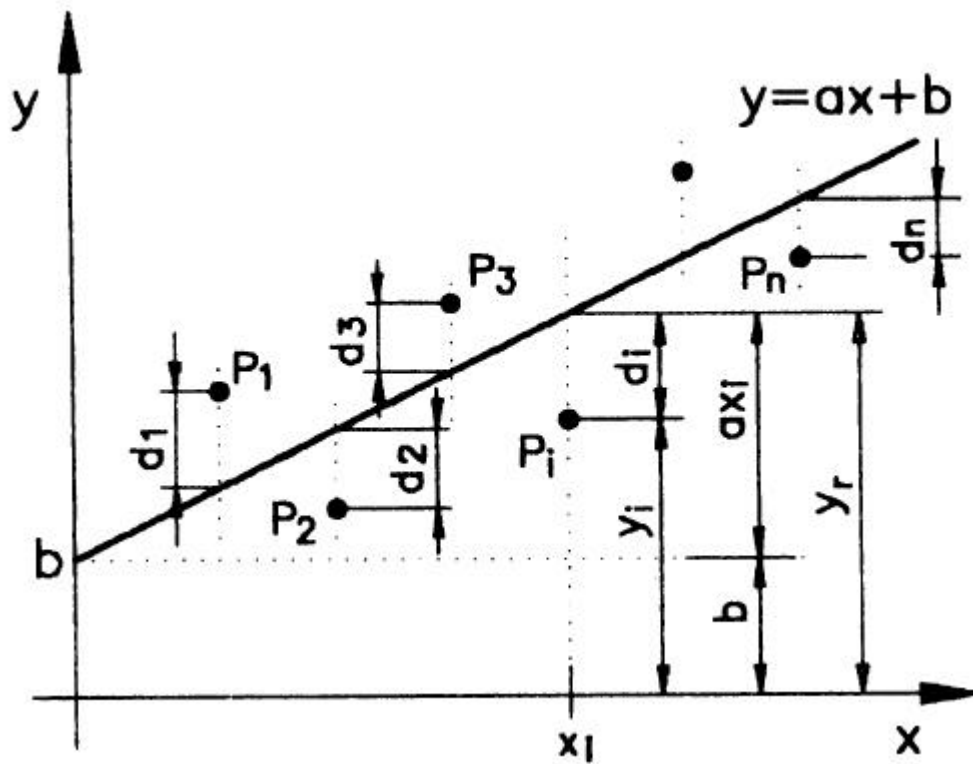
- 1) Si riportano su un diagramma Costo-Volume i punti relativi al periodo di osservazione considerato
- 2) Si traccia una retta che interpoli *'al meglio'* i punti riportati.



DETERMINAZIONE DELLA RETTA COSTO-VOLUME

METODO DEI MINIMI QUADRATI

La retta dei minimi quadrati è una retta che rende **MINIMA** la somma dei quadrati delle distanze tra gli n punti e la retta stessa .



Il problema consiste perciò nel determinare i coefficienti **a** e **b** di tale retta

$$\bar{y} = a + b\bar{x}$$

Una delle caratteristiche principali della retta dei minimi quadrati è quella di passare per il 'baricentro' dei dati ovvero per il punto del piano avente come coordinate i valori medi delle osservazioni poste sulle ascisse e sulle ordinate

$$\bar{y} = a + b\bar{x}$$

Il coefficiente **b** si trova con la seguente relazione:

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

ANALISI COSTI-PROFITTI

Il **Ricavo** (R_i), ottenuto dalla vendita di un prodotto, deve comprendere i **Costi totali** (C_t) e un margine di guadagno che viene definito **Utile** (U)

$$R_i = C_t + U$$

$$R_i = R_{iu} + V$$

$$C_t = C_f + C_v$$

$$C_t = C_f + C_{vu}V$$

$$U = R_i - C_t$$

$$U = (R_{iu} - C_{vu}) \cdot V - C_f$$

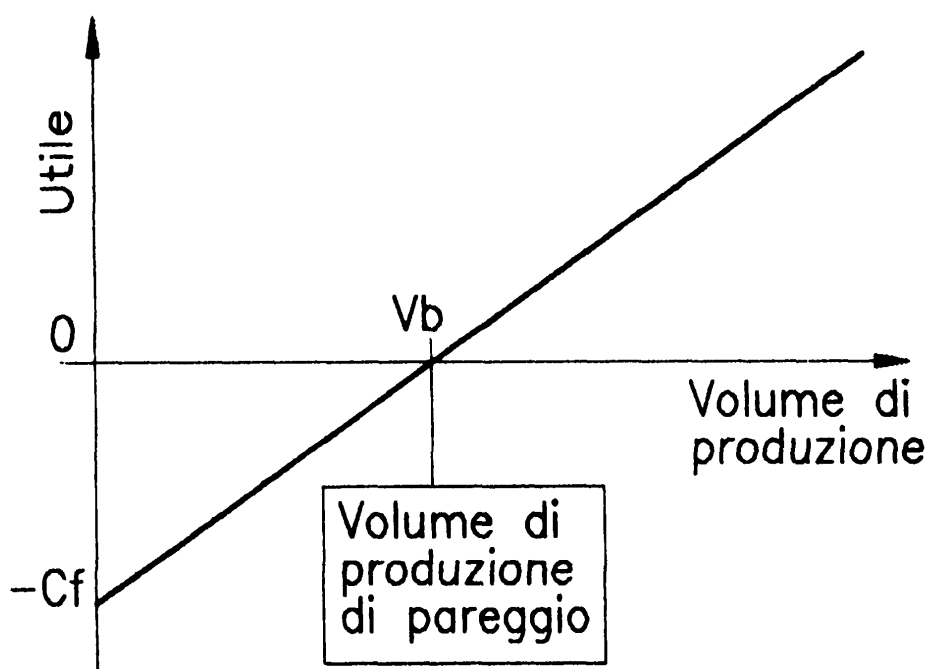
Quando la produzione è nulla anche i ricavi sono nulli e l'azienda, dovendo in ogni caso far fronte a costi fissi, va in perdita

Col crescere della produzione, nonostante che ai costi fissi si aggiungano quelli variabili, i ricavi cominciano a compensare detti costi e l'utile tende a spostarsi verso valori sempre più elevati sino a diventare positivo

Quando l'utile è pari a zero si ottiene il **Volume di produzione di pareggio** (V_b)

$$V_b = \frac{C_f}{(R_{iu} - C_{vu})}$$

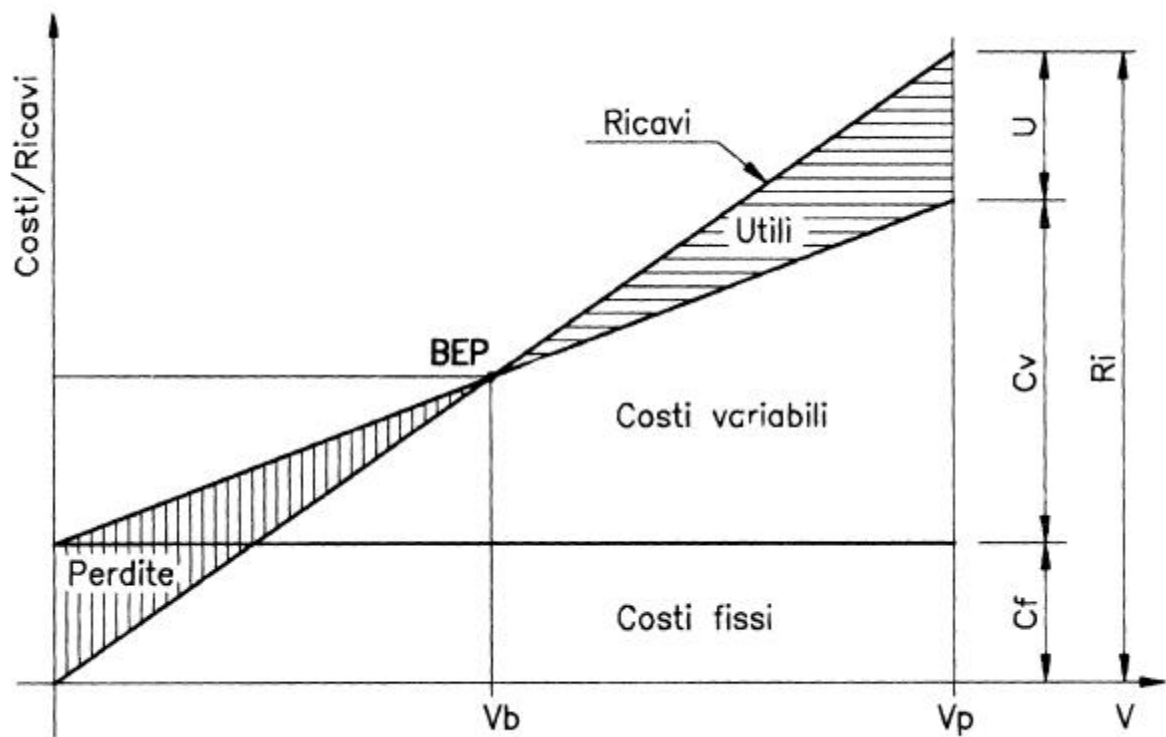
Si definisce Margine di sicurezza (M_s) la differenza tra Volume di produzione programmato (V_p) e il Volume di produzione di pareggio (V_b)



PUNTO DI EQUILIBRIO BREAK EVEN POINT (BEP)

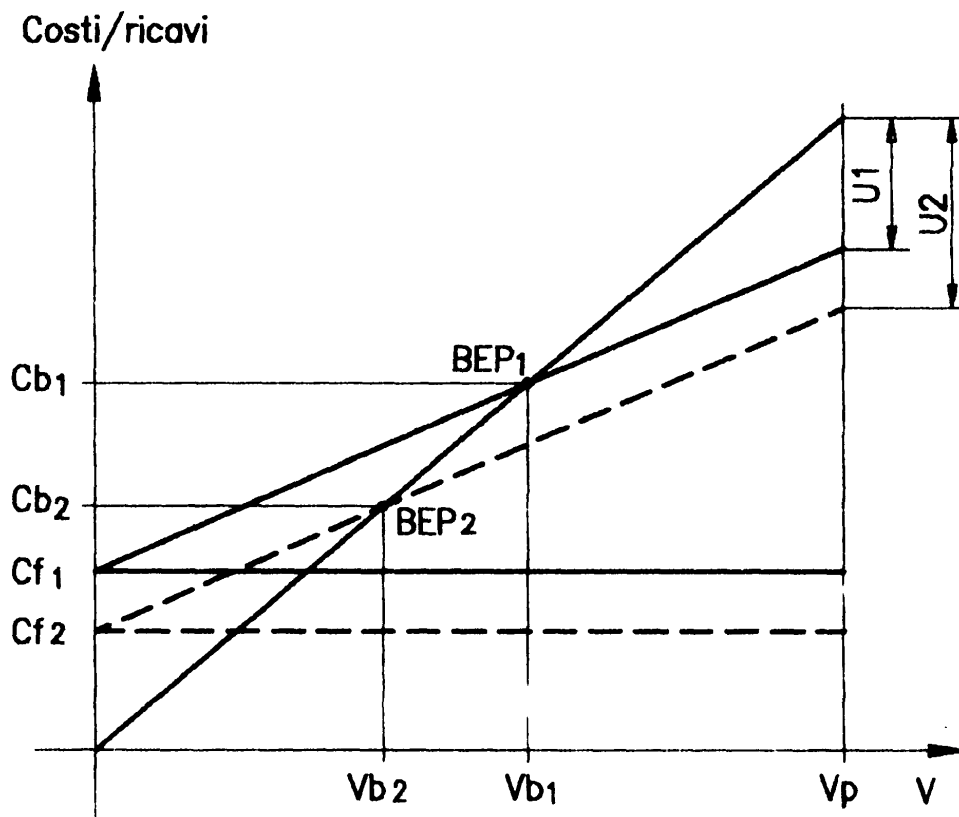
Il punto di intersezione della retta degli utili con l'asse dei volumi viene definito **Break Even Point** (BEP) e indica il volume di produzione per il quale i ricavi sono pari ai costi

Considerando ora separatamente le equazioni che rappresentano la variazione dei ricavi e dei costi al variare dei volumi di produzione si ottiene il grafico sotto riportato



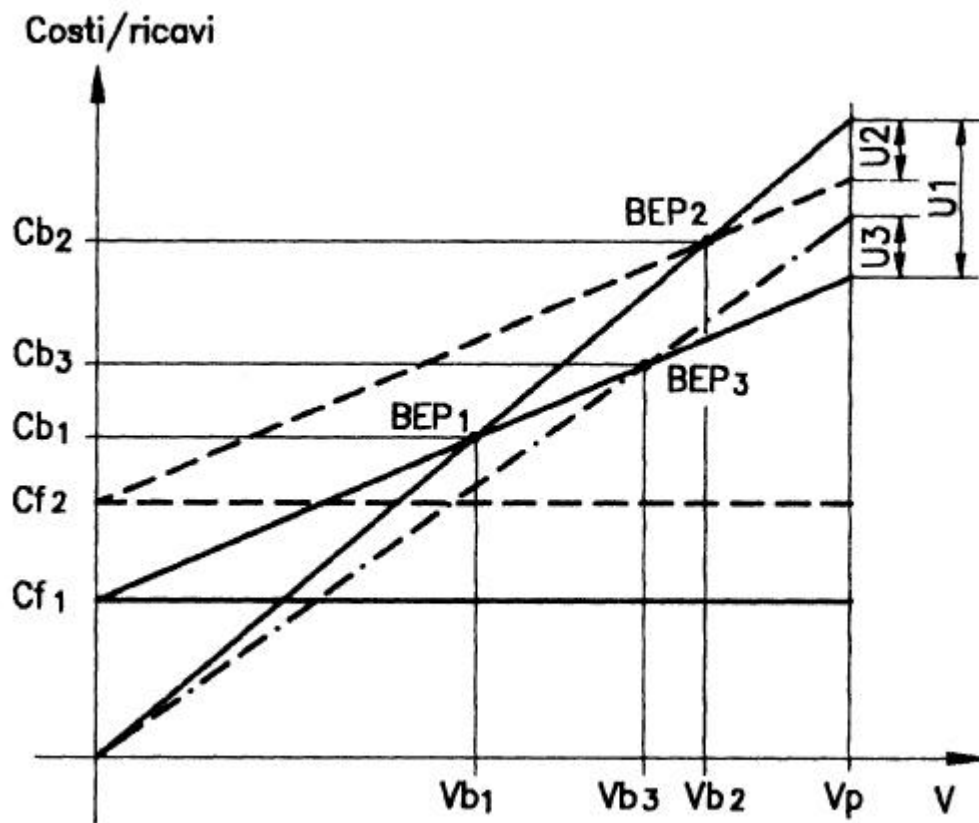
DIMINUZIONE DEI COSTI FISSI

I costi fissi sono condizionanti per la determinazione del margine di sicurezza. Abbassando i costi fissi la retta dei costi totali trasla verso il basso e di conseguenza si ottiene uno spostamento verso sinistra del punto di pareggio. Questo spostamento del BEP induce una maggiore capacità di risposta del sistema produttivo alla variazione delle vendite ed una maggiore realizzazione di utili qualora la produzione raggiunta sia quella programmata.



DIMINUZIONE DEI RICAVI

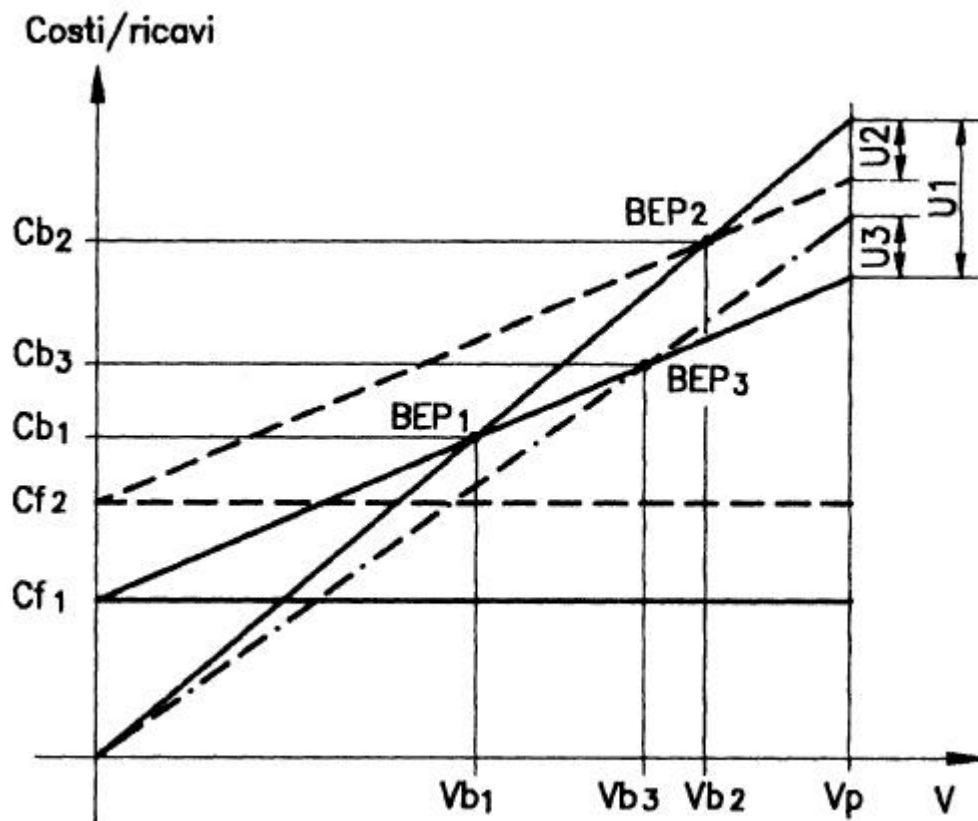
In condizioni di concorrenza si tende a diminuire il prezzo unitario del prodotto R_{iu} . Così facendo si diminuiscono anche gli utili e si sposta il punto di equilibrio verso destra (BEP_3). Si riduce in questo caso il margine di sicurezza (M_s) e diminuiscono gli utili (U_3)



AUMENTO DEGLI INVESTIMENTI

In questo caso crescono i costi fissi (C_{f2}) e si alza la curva dei Costi totali (C_t) spostando il punto di equilibrio verso destra (BEP₂).

Vengono a ridursi il Margine di sicurezza M_s e gli utili (U_2)



COSTI

Costi per settore

Facendo riferimento al settore funzionale dell'azienda per il quale la spesa viene effettuata, i costi possono essere suddivisi in:

costi di **produzione**: connessi con la fabbricazione del prodotto

costi dei **servizi ausiliari** (manutenzione, aria compressa, energia elettrica...)

costi **amministrativi**: costi relativi alla gestione contabile e amministrativa dell'azienda

costi **finanziari**: oneri che l'azienda affronta per avere capitali in prestito

I costi amministrativi, finanziari e di distribuzione vengono indicati come **spese generali**

Si definiscono **CENTRI DI COSTO** le diverse entità fisiche (stabilimento, reparto, ufficio tecnico, energia elettrica, aria compressa...) o convenzionali (settore amministrativo, commerciale, finanziario), nelle quali i costi di un'azienda vengono riuniti ed elaborati.

Classificazione dei centri di Costo

I costi elaborati in un centro di costo possono essere *originari* o *derivati*

originari si manifestano nel centro di costo

derivati pervengono da un altro centro di costo

I centri di costo definibili in un'azienda sono funzione dei diversi settori presenti. Essi possono essere classificati in:

AUSILIARI (settore finanziario, commerciale, amministrativo)

INDIRETTI (progettazione, ricerca, sperimentazione, controlli..)

DIRETTI (entità produttive)

Centri di costo **DIRETTI**

In essi vengono riuniti i costi di produzione originari e i costi derivati

Facendo riferimento a un reparto produttivo (TORNITURA) il **Costo Medio di Esercizio** (Cme) si ottiene dividendo la somma dei costi originari e derivati sostenuti dal centro di costo in un determinato periodo per le ore macchina effettuate nello stesso periodo dal centro

Il costo di produzione (Cp) da attribuire a un prodotto si otterrà dalla semplice moltiplicazione del Costo Medio di Esercizio (Cme) per il Tempo di Lavorazione impiegato (t) a produrre quel prodotto

$$C_p = C_{me} t$$

COSTO DELLA MATERIA PRIMA

Media Ponderale

Il prezzo unitario della materia prima, in uscita dal magazzino, si calcola dividendo la somma dei costi dei materiali presenti per la loro quantità

$$C_u = \frac{\sum Q_i C_{ui}}{\sum Q_i}$$

Costo delle materie prime col metodo della Media ponderale

Giorno	ENTRATE			USCITE		GIACENZE		
	Q.tà	Prezzo unitario	Valore totale	Q.tà	Valore totale	Q.tà	Prezzo unitario	Valore totale
1	300	75	22.500					
	500	68	34.000			800	70,63	56.500
2				200	14.125	600	70,63	42.375
3	700	83	58.100			1.300	77,29	100.475
4				550	42.509	750	77,29	57.966
5	600	87	52.200			1.350	81,60	110.166
6	350	80	28.000			1.700	81,27	138.166
7				800	65.019	900	81,27	73.147
8	550	83	45.650			1.450	81,93	118.797
9				920	75.375	530	81,93	43.422
10				300	24.579	230	81,93	18.844

FIFO (First In First Out)

Al materiale in uscita viene attribuito il costo che aveva quando è entrato. L'uscita del materiale deve essere sistematica (deve uscire per primo il materiale che è entrato per primo)

Costo delle materie prime col metodo FIFO

<i>ENTRATE</i>				<i>USCITE</i>		<i>GIACENZE</i>		
<i>Giorno</i>	<i>Q.tà</i>	<i>Prezzo unitario</i>	<i>Valore totale</i>	<i>Q.tà</i>	<i>Valore totale</i>	<i>Q.tà</i>	<i>Prezzo unitario</i>	<i>Valore totale</i>
1						300 500	75 68	56.500
2				200	15.000	100 500	75 68	41.500
3	700	83	58.100			100 500 700	75 68 83	99.600
4				550	38.100	50 700	68 83	61.500
5	600	87	52.200			50 700 600	68 83 87	113.700
6	350	80	28.000	350	80	50 700 600 141.700	68 83 87	
7				800	65.850	550 350	87 80	75.850
8	550	84	46.200			550 350 550	87 80 83	121.500
9				920	77.510	530	83	43.990
10				300	24.900	230	83	19.090

LIFO (Last In First Out)

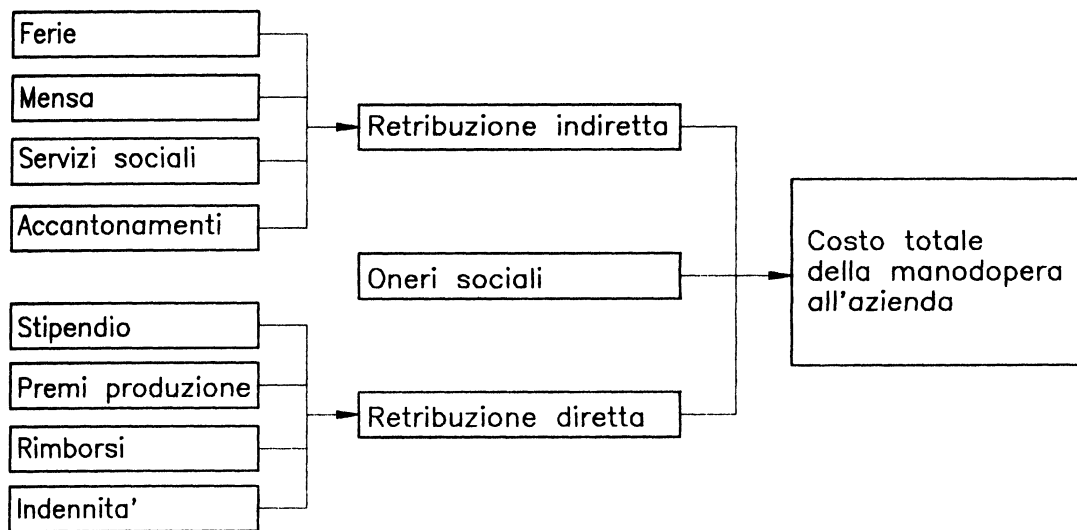
Questo metodo attribuisce ai materiali che entrano in produzione i costi degli ultimi materiali acquistati

Costo delle materie prime col metodo LIFO

<i>ENTRATE</i>				<i>USCITE</i>		<i>GIACENZE</i>		
<i>Giorno</i>	<i>Q.tà</i>	<i>Prezzo unitario</i>	<i>Valore totale</i>	<i>Q.tà</i>	<i>Valore totale</i>	<i>Q.tà</i>	<i>Prezzo unitario</i>	<i>Valore totale</i>
1						300 500	75 68	56.500
2				200	13.600	300 300	75 68	42.900
3	700	83	58.100			300 300 700	75 68 83	101.000
4				550	38.100	300 300 150	75 68 83	55.350
5	600	87	52.200			300 300 150 600	75 68 83 87	107.550
6	350	80	28.000			300 300 150 600 350	75 68 83 87 80	135.550
7				800	67.150	300 300 150 150	75 68 83 87	68.400
8	550	84	46.200	70		300 300 150 150 550	75 68 83 87 84	114.600
9				920	76.460	300 230	75 68	38.140
10				300	20.890	230	75	17.250

COSTO DELLA MANODOPERA

Il Costo totale della manodopera (Cmt) è dato dalla somma della Retribuzione diretta (Cmd), della Retribuzione indiretta (Cmi) e degli Oneri sociali (Cos)



La tabella sotto rappresentata illustra i costi relativi all'azienda presa in esame

Voci e loro costi

	<i>COSTI [ML]</i>
Materie prime	30
Interessi passivi	5
Utili	5
Ammortamento macchine	15
Stipendi Tecnici	15
Stipendi Impiegati	12
Spese di pubblicità	1
Ammort. macchine d'ufficio	1
Amm. impianto di riscaldam.	1
Spese di riscaldamento	2
Ammortamento forza motrice	1
Spese forza motrice	2
Manodopera	55,8

DOBBIAMO STABILIRE UN CRITERIO DI RIPARTIZIONE DEI COSTI

Ripartizione dei costi

	<i>Costi</i> [ML]	<i>Spazio</i> <i>Occupato</i> [m ²]	<i>Potenza</i> <i>Installata</i> [Kw]	<i>Impegno</i> <i>Mensile</i> [h]
Torni CNC	250	80	30	800
Fresatrici	100	35	10	500
Piallatrici	150	40	15	200
Rettificatrici	120	40	15	600
Altri	210	150	40	1000
Magazzino	—	60	—	—
Uffici	—	85	—	—
Totali	830	490	110	3100

Criterio di ripartizione in funzione del **Costo delle macchine**

ammortamenti dovuti all'acquisto dei macchinari

Criterio di ripartizione in funzione della **Superficie occupata**

impianto di riscaldamento, spese illuminazione

Criterio di ripartizione in base alla **Potenza installata**

forza motrice

Criterio di ripartizione in funzione dell'**Impegno orario** mensile delle macchine

stipendi

Criterio di ripartizione in funzione del **Volume d'affari**

stipendi dei tecnici dei centri di costo ausiliari (finanziario, commerciale, amministrativo), ammortamenti e spese di pubblicità

Suddivisione dei costi

	<i>C. di C. Diretti</i>	<i>C. di C. Indiretti</i>	<i>C. di C. Ausiliari</i>	<i>Totali</i>
Materie prime	30			30
Interessi passivi			5	5
Utili			5	5
Ammortamento macchine	15			15
Stipendi Tecnici		10	5	15
Stipendi Impiegati		6	6	12
Spese di pubblicità			1	1
Ammort. macchine ufficio			1	1
Ammort. imp. riscaldamento			1	1
Spese riscaldamento		2		2
Ammort. forza motrice		1		1
Spese forza motrice		2		2
Manodopera	55,8			55,8
Totale	100,8	19	26	145,8

Assegnazione dei costi ai Centri di costo

	<i>C. di C. Diretti</i>					<i>C. di C. Indiretti</i>		<i>C. di C. Ausiliari</i>		Totali
	Torni	Fresatrici	Piallatrici	Rettificatrici	Altri	Uff. tec.	Magazz.	Amministr.	Vendite	
Materie prime	10	7	3	5	5					30
Interessi passivi								5		5
Utili								5		5
Amm. macchine	4,51	1,81	2,71	2,17	3,8					15
Stipendi Tecnici						10		5		15
Stipendi Impiegati						3	3	4	2	12
Spese di pubblicità									1	1
Amm. macch. uff.								1		1
Amm. imp. riscald.								1		1
Spese riscald.								2		2
Amm. forza motr.						1				1
Spese forza motr.	0,55	0,18	0,27	0,27	0,73					2
Manodopera	14,40	9,00	3,60	10,80	18,00					55,8
Totale	29,46	17,99	9,58	18,24	27,53	14	3	23	3	145,8
Volumi d'aff. parz.	29,46	17,99	9,58	18,24	27,53	14	3			119,8

Ripartizione dei costi ausiliari

	<i>Centri di Costo Diretti</i>										<i>Centri di Costo Indiretti</i>				
	Torni		Fresatrici		Piallatrici		Rettificatrici		Altri		Ufficio tec.		Magazzino		Totali
	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	

	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.	Orig.	Aus.		CRITERI
Materie prime	10		7		3		5		5						30	scritt. contabili
Int. passivi		1,24		0,75		0,40		0,76	1,15			0,58		0,12	5	volume affari
Utili		1,24		0,75		0,40		0,76	1,15			0,58		0,12	5	volume affari
Amm. macch.	4,51		1,81		2,71		2,17		3,80						15	costo macchine
Stip. Tecnici		1,24		0,75		0,40		0,76	1,15		10	0,58		0,12	15	volume affari
Stip. Impieg.		1,48		0,90		0,48		0,91		1,38	3	0,70	3	0,15	12	volume affari
Spese pubbl.		0,25		0,15		0,08		0,15		0,23		0,12		0,02	1	volume affari
Amm. macch. ufficio		0,25		0,15		0,08		0,15		0,23		0,12		0,02	1	volume affari
Amm. imp. risc.		0,17		0,07		0,08		0,08		0,31		0,17		0,12	1	superf. occup.
Spese riscald.		0,34		0,14		0,16		0,16		0,62		0,34		0,24	2	superf. occup.
Amm. forza motrice											1				1	pot. installata
Spese forza motrice	0,55		0,18		0,27		0,27			0,73					2	pot. installata
Manodopera	14,40		9,00		3,60		10,80			18,00					55,8	impegno mens.
Totali	29,46	6,21	17,99	3,66	9,58	2,08	18,24	3,73	12,25	21,50	14	3,19	3	0,91	145,8	

Ripartizione dei costi indiretti

Centri di Costo Diretti

	Torni			Fresatrici			Piallatrici			Rettificatrici			Altri			Ind.	Totali	Criteri	
	Orig.	Ind.	Aus.	Orig.	Ind.	Aus.	Orig.	Ind.	Aus.	Orig.	Ind.	Aus.	Orig.	Ind.	Aus.				
Materie prime	10			7			3			5			5				30	Scritt. cont.	
Interessi passivi		0,18	1,24		0,11	0,75		0,05	0,40		0,14	0,76		1,15	0,23		0,70	5	Orario impegno
Utili		0,18	1,24		0,11	0,75		0,05	0,40		0,14	0,76		1,15	0,23		0,70	5	Orario impegno
Ammortamento macchine	4,51			1,81			2,71			2,17			3,80				15		
Stipendi Tecnici		2,76	1,24		1,73	0,75		0,69	0,40		2,07	0,76		1,15	3,45		10,70	15	Orario impegno
Stipendi Impiegati		1,77	1,48		1,10	0,90		0,44	0,48		1,33	0,91		2,21	1,38	6,85	12	Orario impegno	
Spese di pubblicità		0,04	0,25		0,02	0,15		0,01	0,08		0,03	0,15		0,05	0,23	0,14	1	Orario impegno	
Ammortamento mach. ufficio		0,04	0,25		0,02	0,15		0,01	0,08		0,03	0,15		0,05	0,23	0,14	1	Orario impegno	
Amm. impianti riscaldamento		0,07	0,17		0,05	0,07		0,02	0,08		0,06	0,08		0,09	0,31	0,29	1	Orario impegno	
Spese riscaldamento		0,15	0,34		0,09	0,14		0,04	0,16		0,11	0,16		0,19	0,62	0,58	2	Orario impegno	
Ammortamento forza motrice		0,26			0,16			0,06			0,19			0,32		1,00	1	Orario impegno	
Spese forza motrice	0,55			0,18			0,27			0,27				0,73		2			
Manodopera	14,40			9,00			3,60			10,80				18,00		55,8			
Totali differenziati	29,46	5,45	6,21	17,99	3,40	3,66	9,58	1,36	2,08	18,24	4,08	3,73	12,25	6,81	21,50	21,10	145,8	Orario impegno	
Totali C. di C.	41,12			25,05			13,02			26,05			40,56			145,8			

COSA

QUANDO

QUANTO

COME

DOVE

Produzione in **SERIE**

La produzione in serie consiste nel costruire i singoli elementi di un sistema, l'uno indipendente dall'altro, assicurandone l'intercambiabilità

Produzione a **LOTTI**

Per produzione a lotti si intende la fabbricazione di un numero ridotto di esemplari

Processo di tipo **CONTINUO**

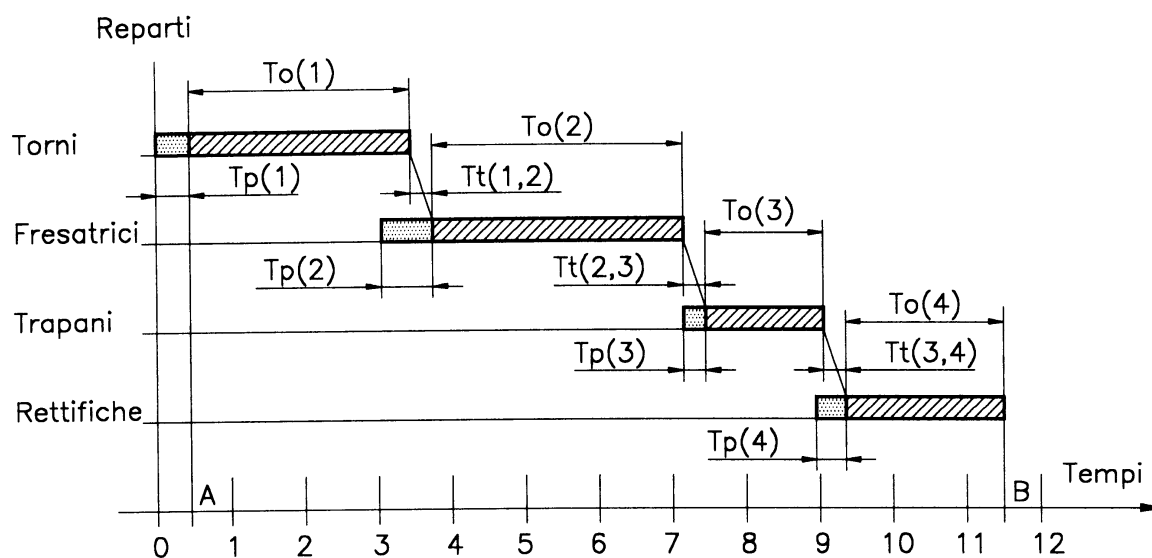
Un processo si dice continuo quando è destinato ad attuare un solo ciclo di lavorazione per un periodo di tempo indeterminato

Processo di tipo **INTERMITTENTE**

Un processo si dice di tipo intermittente quando si avvale di un impianto predisposto in modo da ottenere la contemporanea fabbricazione di prodotti diversi

Produzione per **REPARTI**

Sono definiti reparti quelle zone dell'azienda nelle quali si eseguono delle lavorazioni simili (tornitura, foratura, saldatura..)

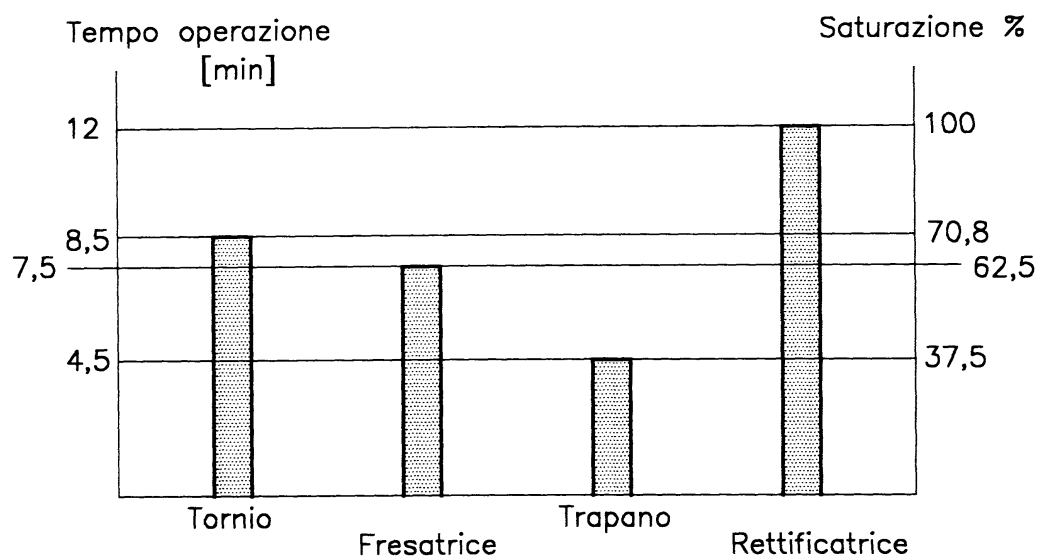


Produzione in LINEA

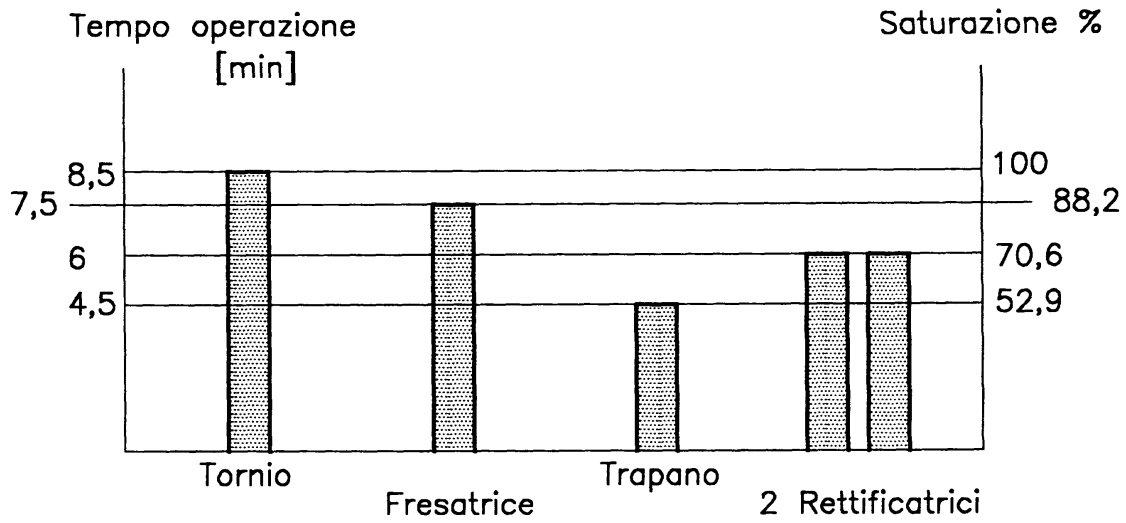
Si definisce linea di produzione una successione concatenata di posti di lavoro che eseguono delle operazioni in cascata

10	Tornitura	8.5	min
20	Fresatura	7.5	min
30	Foratura	4.5	min
40	Rettificazione	12	min

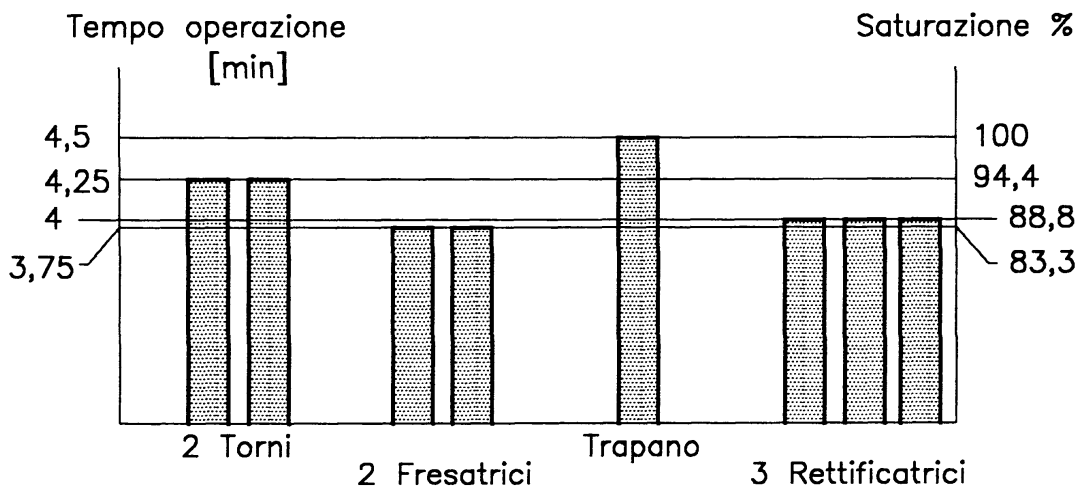
Tornio	$100(8.5/12)$	70.8%
Fresatrice	$100(7.5/12)$	62.5%
Trapano	$100(4.5/12)$	37.5%
Rettificatrice	$100(12/12)$	100%



Tornio	100(8.5/8.5)	100%
Fresatrice	100(7.5/8.5)	88.2%
Trapano	100(4.5/8.5)	52.9%
Rettificatrice	100(12/17)	70.6%



Tornio	100(8.5/9)	94.4%
Fresatrice	100(7.5/9)	83.3%
Trapano	100(4.5/4.5)	100%
Rettificatrice	100(12/13.5)	88.8%



LOTTO ECONOMICO DI PRODUZIONE

Si supponga che un'azienda abbia dimensionato una linea di produzione con una **potenzialità**, per un certo prodotto, pari a **p_i**

Si ipotizzi, inoltre, che contemporaneamente, la **domanda** del mercato per quel prodotto **d_i**

Nel caso in cui la potenzialità sia maggiore della domanda si ha necessariamente una produzione a lotti

Qual è il lotto da produrre (**LOTTO ECONOMICO**), prima di fermare gli impianti affinché risultino **ottimizzati** sia i *costi di immobilizzo* sia quelli *di produzione* ?

Il calcolo del lotto economico si effettua in funzione dei costi che intervengono nella produzione del lotto. Possono essere articolati in due gruppi

COSTI D'ORDINE (C_o) ovvero i costi di avviamento della lavorazione ed i costi amministrativi

$$C_o = a \frac{D}{q}$$

$$D = d g$$

C_o	£	costo totale d'ordine
g	giorni	giorni lavorativi in un anno
d	pezzi/giorno	domanda giornaliera
D	pezzi/anno	domanda annuale
a	£/lotto	costo unitario di emissione dell'ordine
q	pezzi	lotto (quantità relativa a un ordine)
D/q	ordini/anno	numero di ordini emessi in un anno

COSTI DI SCORTA (C_s) ovvero i costi connessi con l'immobilizzo del materiale in magazzino e quelli relativi all'incremento di valore che la materia prima subisce per effetto della lavorazione

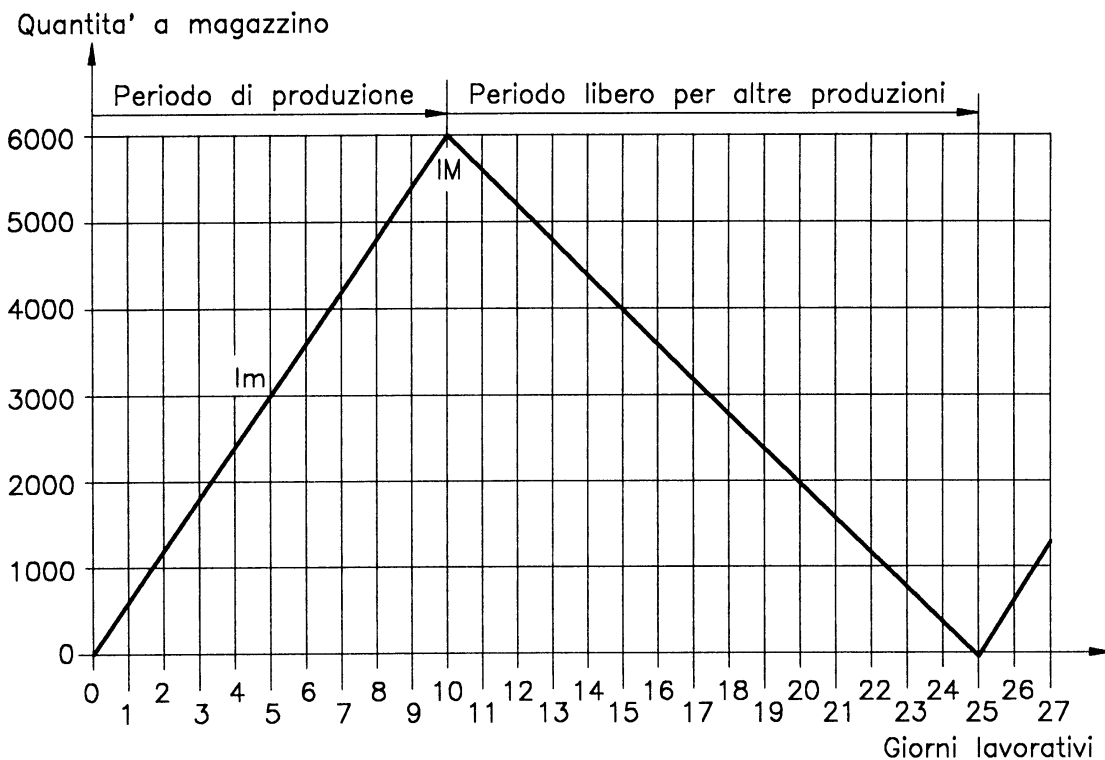
Il processo di trasformazione accresce il valore di un capitale immobilizzato precedente (materia prima)

$$C_s = c I_m$$

I_m quantità media di prodotto che va a magazzino

c è il costo di mantenimento annuo per unità di prodotto. Esso risulta composto dal costo di immagazzinamento dell'unità di prodotto e dal costo del capitale immobilizzato iV (con i costo del denaro e V valore aggiunto nella trasformazione)

Si riporta un grafico illustrante l'andamento delle scorte nel caso di un lotto economico di 10000 pezzi, di un'ipotesi di vendita di 400 pezzi/giorno e con una potenzialità di impianto di 1000 pezzi/giorno



In assenza di scorte di sicurezza, se q è il lotto prodotto in n_g giorni si ha che la quantità massima a magazzino (I_M) sarà:

(p = produttività/giorno)

$$I_M = q - n_g d$$

$$6000 = (10000 - 10 \cdot 400)$$

$$I_M = q - \frac{dq}{p} = q \left(1 - \frac{d}{p} \right)$$

$$I_M = \frac{q \left(1 - \frac{d}{p} \right)}{2}$$

$$C_t = C_0 + C_s = a \frac{D}{q} + \frac{cq(1 - d/p)}{2}$$

Il valore di q che rende minimo il costo totale rappresenta il lotto economico

$$\frac{d(c_t)}{dq} = -a \frac{D}{q^2} + \frac{c(1 - d/p)}{2} = 0$$

$$q_e = \sqrt{\frac{2aD}{c(1 - d/p)}}$$

Se la domanda è pari alla produzione il lotto diviene infinito e si rientra nel caso della produzione continua

Si possono ora calcolare il numero totale di lotti annui e il costo totale minimo

$$n_e = \frac{D}{q_e} = \sqrt{\frac{D c (1 - d/p)}{2a}}$$

$$C_t = \sqrt{2a c D (1 - d/p)}$$

DOMANDA CRITICA PER IL LOTTO ECONOMICO

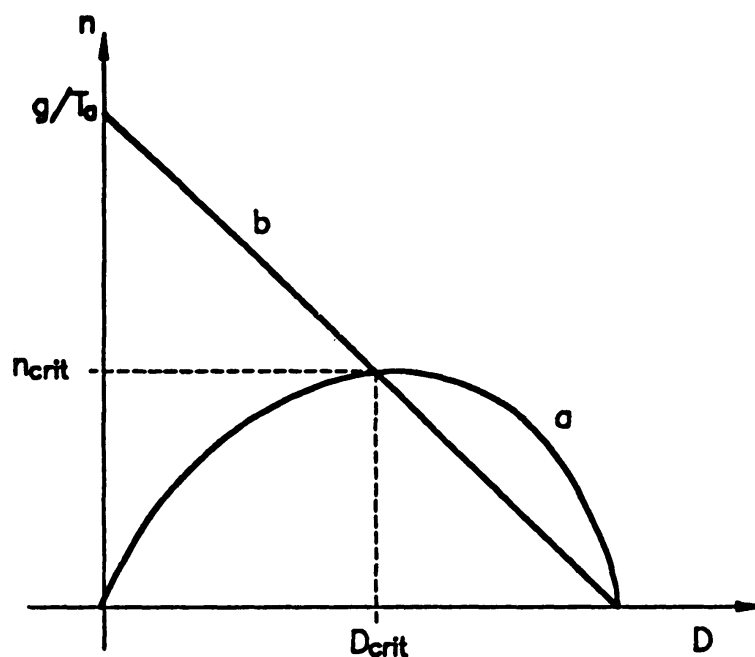
Esiste una domanda critica al di sopra della quale il lotto economico non è più programmabile

$$n = \sqrt{\frac{Dc \left(1 - \frac{D}{gp} \right)}{2a}}$$

Partendo dal presupposto che la somma dei giorni di attrezzaggio (nT_a) e di quelli necessari per la lavorazione (D/p) non deve superare i giorni annui disponibili si può scrivere:

$$D/p - nT_a \leq g$$

$$D_{crit} = \frac{2apg^2}{2ag + cpT_a^2}$$



IL PERT Program Evaluation and Review Technique

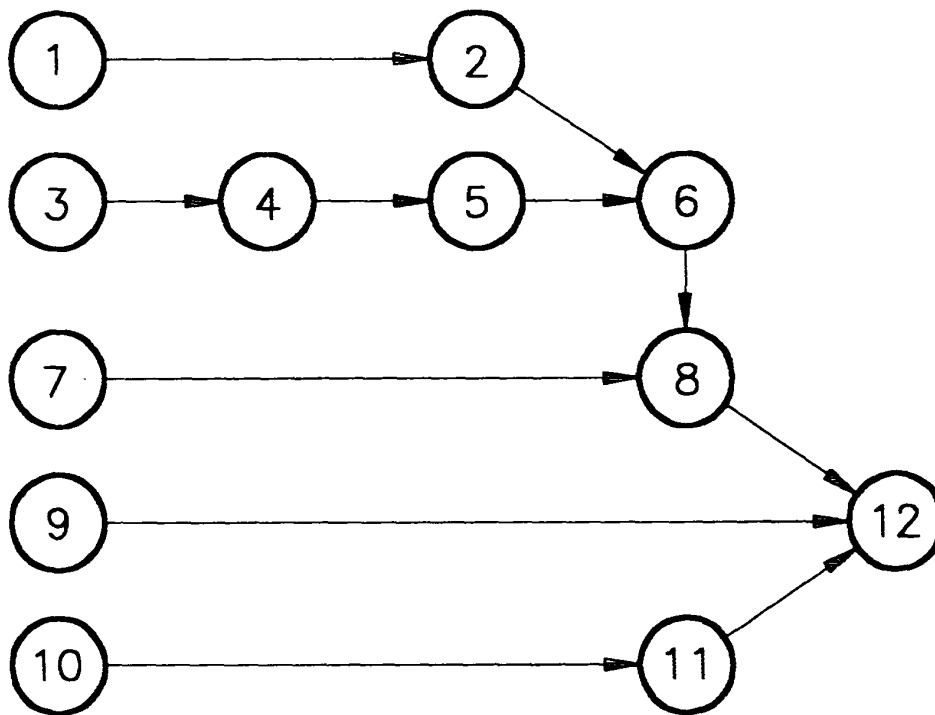
E' una tecnica reticolare grafica orientata alla soluzione di programmazioni operative

La pianificazione operativa consiste in:

suddivisione del progetto in operazioni elementari

previsione della durata di ogni singola operazione

determinazione delle sequenze cronologiche delle singole operazioni



COME SI PROCEDE

Ogni operazione viene indicata con un cerchio contenente un numero indicativo

Si inizia disponendo, in verticale, a partire da sinistra le operazioni che non sono precedute da altre

Si dispongono le altre operazioni rispettando le precedenze definite

Ogni cerchio viene congiunto, con un segmento orientato, con le operazioni che le precedono

Si associa ad ogni operazione la rispettiva durata riportandola tra parentesi tonde

Si determina quindi il **tempo al più presto** entro il quale può terminare ciascuna operazione (in avanti)

Procedendo a ritroso si calcola il **tempo al più tardi**

Si determinano le operazioni e i percorsi critici

Dati relativi all'esempio

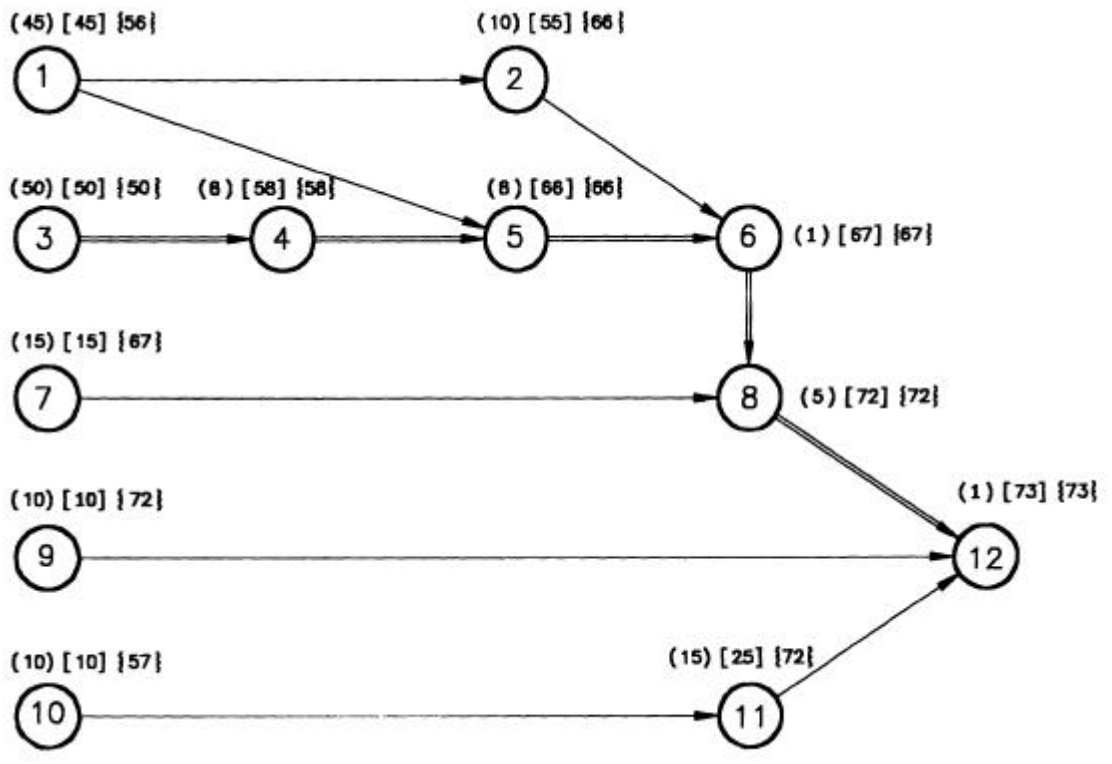
<i>N.</i>	<i>Operazioni</i>	<i>Durata [giorni]</i>	<i>Precedenze (delle operazioni)</i>
1	Ottenere la pressa (tempo di consegna)	45	-
2	Costruire le attrezzature necessarie	10	1
3	Preparare le fondazioni	50	-
4	Predisporre l'impianto elettrico	8	3
5	Montare la pressa	8	1-4
6	Montare le attrezzature	1	2-5
7	Costruire gli asservimenti per la movimentazione	15	-
8	Montare gli asservimenti	15	6-7
9	Predisporre il magazzino prodotti finiti	10	-
10	Predisporre il magazzino materie prime	10	-
11	Ottenere la materia prima	15	10
12	Collaudo impianto	1	8-9-11

Le **operazioni critiche** sono quelle in cui il tempo al più presto coincide con il tempo al più tardi (ogni eventuale ritardo si ripercuote sulla durata del progetto)

Il **percorso critico** è il percorso che comprende tutte le operazioni critiche

Controllo dati

N.	Operazioni	Durata gg.	Inizio Op.		Fine Op.		Commenti
			+ presto	+ tardi	+ presto	+ tardi	
1	Ottenere la pressa (tempo di consegna)	45	1	11	45	56	-
2	Costruire le attrezzature necessarie	10	45	56	55	66	-
3	Preparare le fondazioni	50	1	1	50	50	critica
4	Predisporre l'impianto elettrico	8	50	50	58	58	critica
5	Montare la pressa	8	58	58	66	66	critica
6	Montare le attrezzature	1	66	66	67	67	critica
7	Costruire gli asservimenti per la movimentazione	15	1	52	15	67	-
8	Montare gli asservimenti	5	67	67	72	72	critica
9	Predisporre il magazzino prodotti finiti	10	1	62	10	72	-
10	Predisporre il magazzino materie prime	10	1	47	10	57	-
11	Ottenere la materia prima	15	10	57	25	72	-
12	Collaudo impianto	1	72	72	73	73	critica



IL PERT STATISTICO

Nel PERT statistico, per ogni operazione, occorre conoscere :

- ▶ durata minima (a) previsione ottimistica
- ▶ durata massima (b) previsione pessimistica
- ▶ durata probabile (m)

Inoltre si suppone che la durata effettiva sia una variabile casuale con media μ e varianza σ^2 ricavabili dalle seguenti relazioni:

$$m = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$s^2 = \frac{(b - a)^2}{36}$$

COME SI PROCEDE

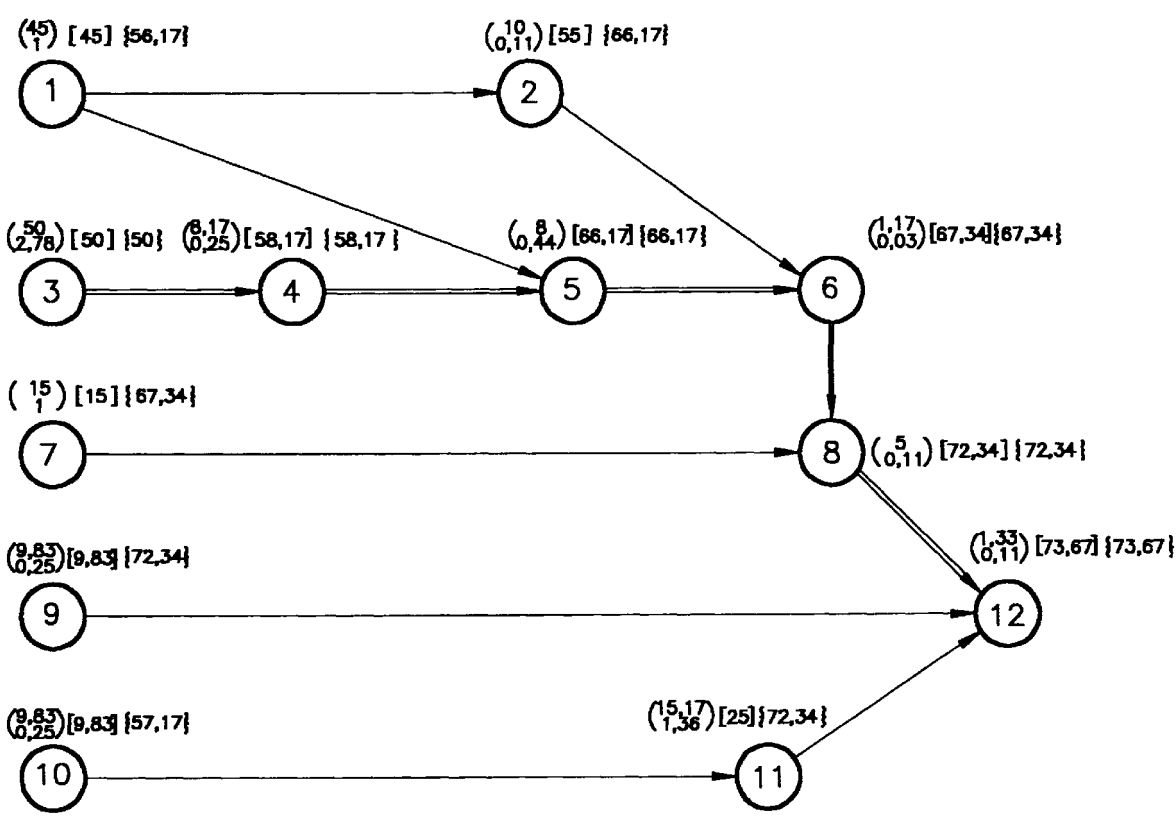
- ipotizzare i tre valori della durata (a, b, m)
- determinare per ogni operazione media μ_i e varianza σ^2
- tracciare il diagramma reticolare riportando per ogni operazione anche la durata media e la varianza
- determinare , nel modo consueto, il tempo al più presto e il tempo al più tardi
- individuare il percorso critico
- determinare il tempo totale come somma dei tempi medi delle singole operazioni contenute nel percorso critico
- determinare la varianza del tempo totale come somma delle varianze delle singole operazioni appartenenti al percorso critico

Calcolo durata utili nel Pert Statistico

N.	Operazioni	Durata [giorni]				
		<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>	μ	σ^2
1	Ottenere la pressa (tempo di consegna)	42	45	48	45,00	1,00
2	Costruire le attrezzature necessarie	9	10	11	10,00	0,11
3	Preparare le fondazioni	45	50	55	50,00	2,78
4	Predisporre l'impianto elettrico	7	8	10	8,17	0,25
5	Montare la pressa	6	8	10	8,00	0,44
6	Montare le attrezzature	1	1	2	1,17	0,03
7	Costruire gli asservimenti per la movimentazione	12	15	18	15,00	1,00
8	Montare gli asservimenti	4	5	6	5,00	0,11
9	Predisporre il magazzino prodotti finiti	8	10	11	9,83	0,25
10	Predisporre il magazzino materie prime	8	10	11	9,83	0,25
11	Ottenere la materia prima	12	15	19	15,17	1,36
12	Collaudo impianto	1	1	3	1,33	0,11

Dati utili per la costruzione del diagramma

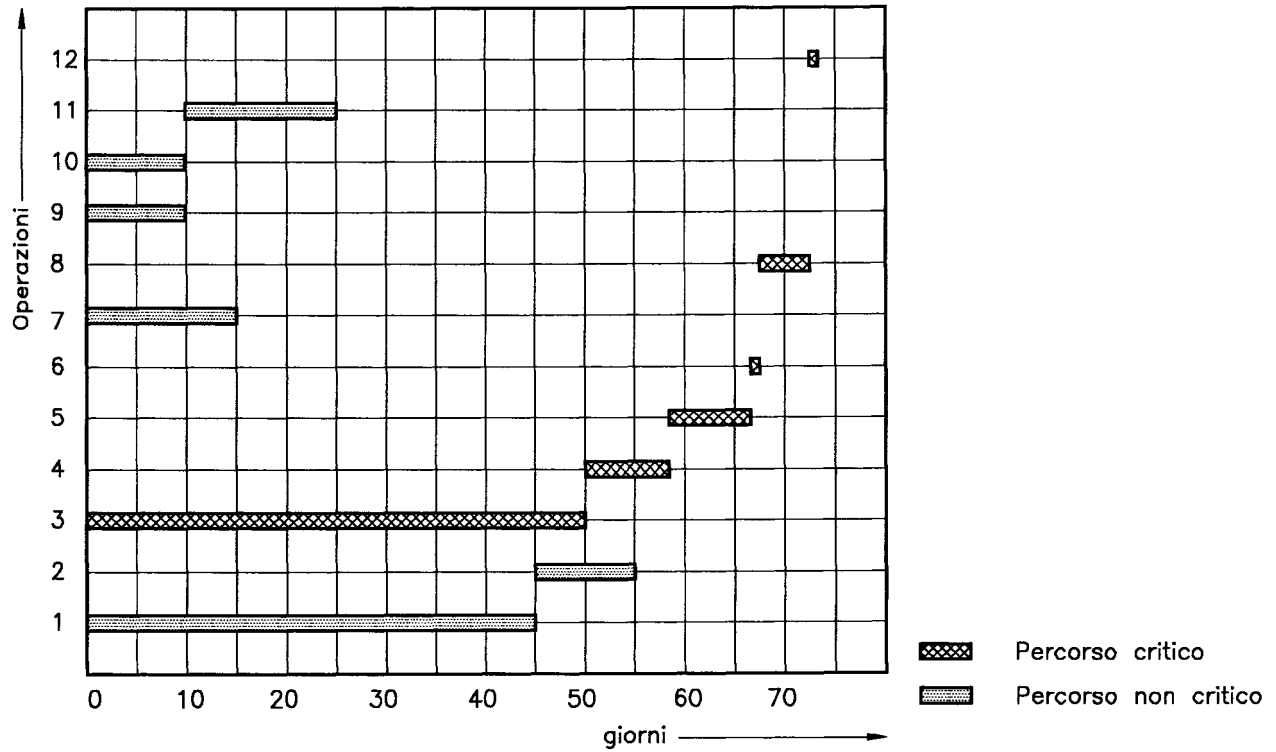
N.	Operazioni	Durata [giorni]		Precedenze (delle operazioni)
		μ	σ^2	
1	Ottenere la pressa (tempo di consegna)	45,00	1,00	-
2	Costruire le attrezzature necessarie	10,00	0,11	1
3	Preparare le fondazioni	50,00	2,78	-
4	Predisporre l'impianto elettrico	8,17	0,25	3
5	Montare la pressa	8,00	0,44	1-4
6	Montare le attrezzature	1,17	0,03	2-5
7	Costruire gli asservimenti per la movimentazione	15,00	1,00	-
8	Montare gli asservimenti	5,00	0,11	6-7
9	Predisporre il magazzino prodotti finiti	9,83	0,25	-
10	Predisporre il magazzino materie prime	9,83	0,25	-
11	Ottenere la materia prima	15,17	1,36	10
12	Collaudo impianto	1,33	0,11	8-9-11



DIAGRAMMI DI GANTT

I diagrammi di Gantt consistono in una tecnica di rappresentazione che mediante segmenti rende facilmente visualizzabile i piani di attività e lo stato di avanzamento dei lavori.

Di seguito si riporta il diagramma di Gantt relativo all'esempio trattato alla pagina precedente



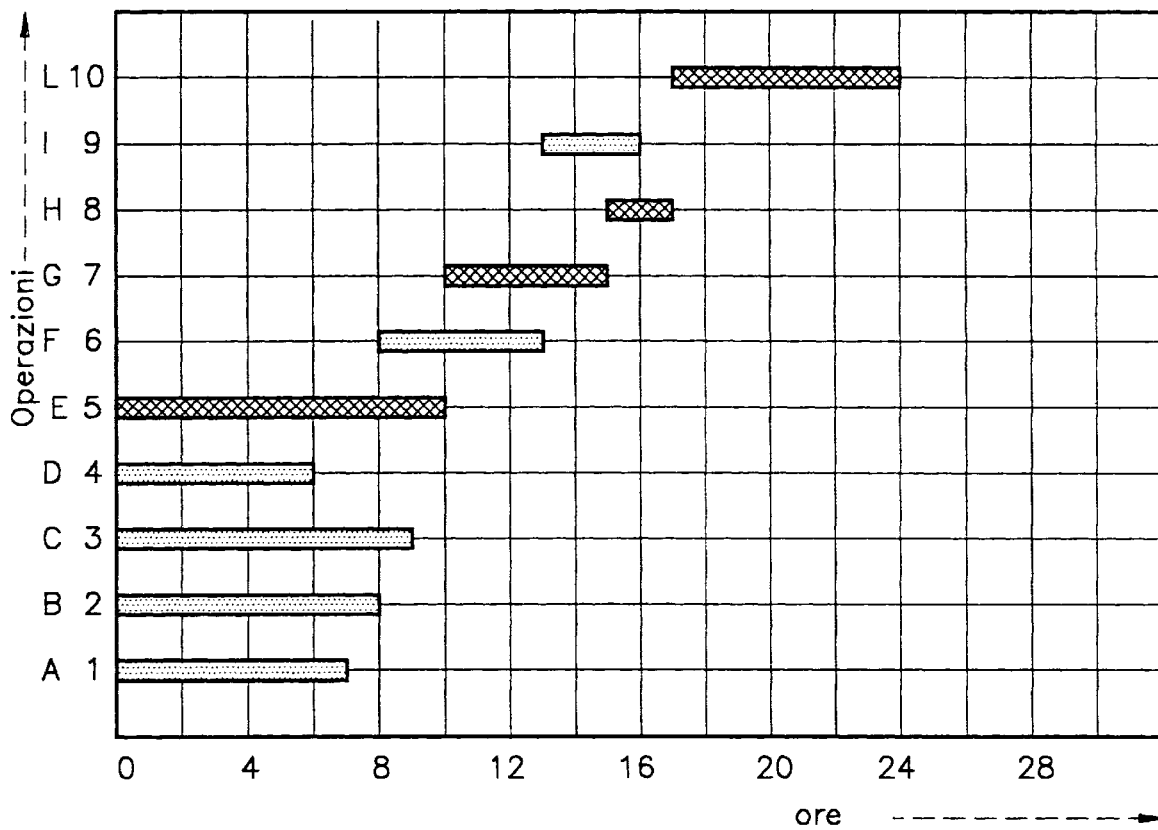
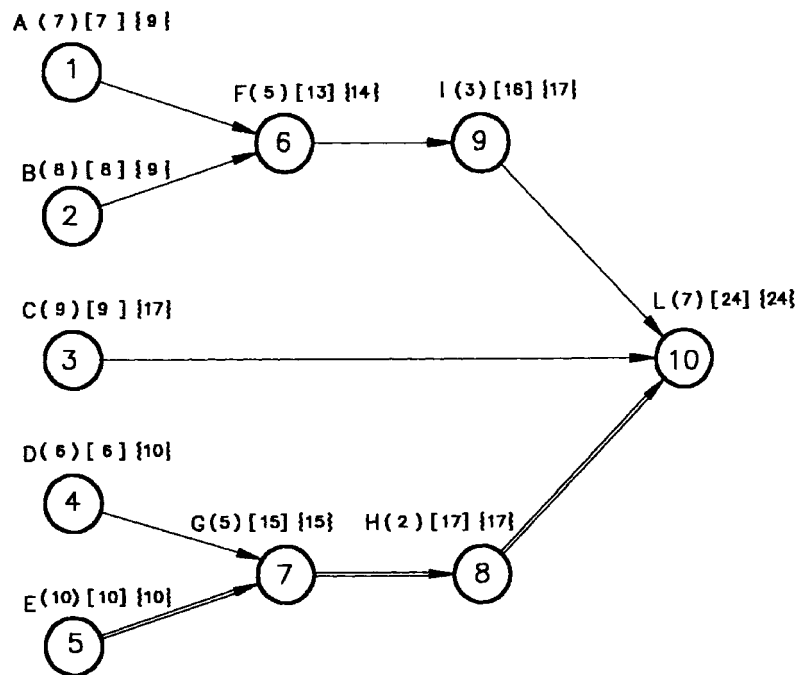
CASO DI UNA OPERAZIONE PER OGNI MACCHINA

Si supponga si debba impostare un ciclo produttivo secondo la tabella riportata

Programmazione d'officina e Pert

<i>N.</i>	<i>Operazioni</i>	<i>Durata [ore]</i>	<i>Precedenza</i>	<i>Macchina</i>
1	Produrre a	7	-	A
2	Produrre b	8	-	B
3	Produrre c	9	-	C
4	Produrre d	6	-	D
5	Produrre e	10	-	E
6	Montare a + b	5	1-2	F
7	Montare d + e	5	4-5	G
8	Rettificare d + e	2	7	H
9	Rettificare a + b	3	6	I
10	Montare (a + b) + (d + e) + c	7	3-8-9	L

La programmazione della lavorazione si ottiene tracciando il diagramma reticolare e di Gantt di seguito riportati.



CASO DI PIU' OPERAZIONI SULLA STESSA MACCHINA

Si faccia riferimento sempre al ciclo produttivo esaminato al [punto precedente](#), ma si ipotizzi che la macchina B compia le operazioni 2 e 3 e la macchina H le operazioni 8 e 9.

Programmazione d'officina e Pert

<i>N.</i>	<i>Operazioni</i>	<i>Durata [ore]</i>	<i>Precedenza</i>	<i>Macchina</i>
1	Produrre a	7	-	A
2	Produrre b	8	-	B
3	Produrre c	9	-	B
4	Produrre d	6	-	D
5	Produrre e	10	-	E
6	Montare a+b	5	1-2	F
7	Montare d+e	5	4-5	G
8	Rettificare d+e	2	7	H
9	Rettificare a+b	3	6	H
10	Montare (a+b)+(d+e)+c	7	3-8-9	L

La procedura di ottimizzazione del carico delle macchine deve scegliere, in questo caso, far quattro alternative:

- iniziare prima l'operazione 2 o l'operazione 3 ?
- la macchina H viene avviata con l'operazione 8 o con l'operazione 9 ?

Per determinare la situazione ottimale sarà necessario costruire i diagrammi relativi alle quattro combinazioni possibili. Come si può osservare la programmazione migliore si ottiene con la sequenza

2 → 3 9 → 8

