

## Definizione e classificazione degli impianti di servizio

Gli impianti di servizio sono sistemi di produzione e distribuzione dei servizi di stabilimento. Questi supportano il funzionamento degli impianti tecnologici senza partecipare direttamente alla realizzazione del processo produttivo.

Gli impianti di servizio possono essere classificati in base a:

- a. *entità servita*
- b. *tipo di servizio*
- c. *funzione svolta*

a. Con riferimento alla entità servita si distinguono in impianti di servizio di supporto a:

- mezzi produttivi
- persone

Gli impianti di produzione dei servomezzi e gli impianti di movimentazione dei materiali sono esempi di impianti di servizio di supporto ai mezzi produttivi; gli impianti di climatizzazione e gli impianti di movimentazione delle persone sono invece esempi appartenenti alla seconda categoria.

b. Il tipo di servizio può risultare di:

- alimentazione: il servizio prodotto da un'unità centrale viene distribuito nei punti di utilizzazione (ad esempio energia elettrica, acqua industriale, vapore)
- scarico: l'oggetto del "servizio" viene raccolto dalle utenze e convogliato ad un centro di raccolta (ad esempio degli effluenti liquidi)

I primi, a sviluppo "centrifugo", prevedono generalmente una centrale di produzione del servizio che alimenta più utenze. Gli impianti di produzione e distribuzione del vapore, dell'aria compressa e dell'energia elettrica sono esempi di impianti con servizio di alimentazione.

Gli impianti con tipologia di servizio di scarico hanno uno sviluppo "centripeto". Essi prevedono una unità di trattamento di effluenti provenienti a più utenze. Esempi di questa tipologia sono gli impianti di trattamento delle acque reflue, gli impianti di trattamento delle emulsioni oleose o di eliminazione dei metalli pesanti nonché gli impianti di depurazione delle polluzioni atmosferiche.

c. Con riferimento alla *funzione svolta*, gli impianti di servizio possono suddividersi tra:

- impianti di produzione e distribuzione dell'energia (elettrica, termica, pneumatica da fluidi in pressione);
- impianti di controllo delle condizioni ambientali di lavoro (riscaldamento, ventilazione, condizionamento, illuminazione, ecc...);
- impianti di trasporto di materiali solidi e liquidi;
- impianti di controllo delle interazioni con l'ambiente esterno (trattamento effluenti liquidi e gassosi, approvvigionamento e trattamento acqua industriale, ecc...).

## Classificazione dei costi di produzione in base al tempo

Facendo riferimento non al volume produttivo  $q$ , ma agli istanti di tempo, durante la vita economica dell'impianto, i costi possono essere distinti in due categorie:

- costi di installazione (o di impianto)  
costo riferito al periodo di tempo che va dallo studio di fattibilità alla messa in esercizio
- costi di esercizio  
costo riferito ad un determinato periodo di tempo (periodo d'esercizio), normalmente un anno della futura gestione, rispetto al quale le aziende sono tenute anche a tenere un bilancio

Il **costo di installazione** è dato dalla somma di tutti gli esborsi che l'impresa deve effettuare per potere disporre dell'impianto pronto a produrre.

Il costo di installazione è dato dalla somma di:

- costi di capitale fisso:
  - costo dell'ingegneria
  - costo per l'acquisizione del terreno
  - costo per l'edilizia
  - costo dei materiali, delle macchine e attrezzature costituenti l'impianto di produzione e gli impianti di servizio
  - costo del montaggio comprensivo della mano d'opera e delle eventuali attrezzature speciali necessarie
  - costo dei beni immateriali (brevetti, licenze, know-how)
  - costi vari (costituzione della rete di vendita, assunzione ed addestramento del personale, collaudi tecnici, emissioni di azioni, adempimenti fiscali)
  - costo degli interessi passivi
- costo *del capitale circolante*:
  - materie prime ed accessorie esistenti a magazzino come scorte
  - materiali in lavorazione
  - prodotti finiti non ancora venduti e accumulati a magazzino
  - crediti ai clienti (o anticipazioni finanziarie sul ricavato)
  - capitale in cassa

Il **costo di esercizio** è dato dalla somma di tutti i costi da affrontare in un dato periodo di tempo (in genere un anno) per fare funzionare correttamente e gestire l'impianto produttivo. Esso è dato dalla somma di:

- costo totale di produzione
- costo di inefficienza.

Il **costo di produzione** (corrisponde ad un effettivo esborso di denaro) a sua volta è dato da:

- costo variabile o tecnico (*energie, lubrificanti, materie prime,...*)
- costo fisso (*ammortamento capitale investito, manutenzione, personale,...*)

Il **costo dell'inefficienza di servizio** corrisponde ad un effettivo esborso di denaro, ma al mancato introito derivante dalla mancata o ridotta produzione conseguente al non efficiente funzionamento dell'impianto

## **Cifre indice**

Le cifre indice vengono utilizzate nella fase di determinazione dei servizi necessari alla produzione.

Lo studio dei servizi di stabilimento richiede, oltre alla conoscenza dei prodotti e dei relativi cicli di produzione, la conoscenza della potenzialità produttiva dell'impianto.

La potenzialità produttiva ottimale dell'impianto è, però, definita solo in seguito all'analisi economica dell'investimento impiantistico che richiede anche la conoscenza dei costi di servizio.

Le cifre indice servono ad indicare per un'ipotetica potenzialità produttiva la quantità di servizi richiesti e quindi ad effettuare una stima preliminare dei costi produzione per unità di prodotto; tale stima, a sua volta, consente la valutazione della redditività economica dell'iniziativa e della potenzialità ottimale dell'impianto tecnologico.

Solo a questo punto sono univocamente definiti i fabbisogni qualitativi e quantitativi dei servizi occorrenti al corretto funzionamento dell'impianto tecnologico.

## Modello di minimizzazione dei costi dei trasporti esterni

Posizione del problema: determinare l'ubicazione di un nuovo impianto industriale, rispetto ad assegnati punti fissi (località di estrazione e rifornimento delle materie prime ed accessorie, punti di vendita del mercato dei prodotti finiti), in modo da minimizzare una funzione del costo totale dei trasporti opportunamente definita.

Ipotesi consueta: costo totale di trasporto proporzionale alla distanza.

Formulazione generale del problema:

Esistono m punti noti  $P_i$  ( $i=1, \dots, m$ ).

Un nuovo impianto deve essere ubicato nel punto incognito  $X(x,y)$ .

Fra i punti  $P_i$  e  $X$  esistono dei trasporti, il cui costo è supposto proporzionale alle relative distanze percorse.

Sia  $d(X, P_i)$  la distanza percorsa per ogni viaggio fra  $X$  e  $P_i$ ;

$w_i$  il prodotto del costo per unità di percorso e del numero di viaggi all'anno fra  $X$  e  $P_i$ .

Il costo totale annuale dei trasporti fra il nuovo impianto e gli m punti noti vale:

$$f(X) = \sum_{i=1}^m w_i \cdot d(X, P_i)$$

dove i termini  $w_i$  sono detti comunemente "pesi".

Si tratta di determinare il valore di  $X^*$  per cui:

$$f(X^*) = \min f(X)$$

ovvero per cui risulta minimo il costo totale annuale di trasporto.

Nota: in molti casi il costo per unità di percorso è costante, per cui il problema è\* la minimizzazione del costo di trasporto totale si riduce a quello di minimizzazione o.e. = distanza totale percorsa.

La distanza  $d(X, P_j)$  può essere:

- 1) euclidea (rettilinea)
- 2) rettangolare

1) *distanza euclidea*

$$f(x,y) = \sum_{i=1}^m w_i \sqrt{(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2}$$

dove  $X(x_i, y_i)$ ,  $P_i(a_i, b_i)$ .

Problemi di trasportatori aerei e di tracciato di pipelines utilizzano la distanza euclidea.

2) *distanza rettangolare*

$$f(x,y) = \sum_{i=1}^m w_i (|x - a_i| + |y - b_i|)$$

In molti problemi di ubicazione di macchine, di spostamento del personale in palazzine uffici, o di traffico in aree urbane, conviene riferirsi a distanze rettangolari, ovvero a distanze percorse in direzioni  $x$  e  $y$  ortogonali (tratti di corridoi ortogonali, tratti di strade urbane ortogonali, ecc.)

In alcuni problemi di ubicazione di una singola unità, il costo non è una funzione lineare della distanza, ad esempio nel *problema baricentrico* la distanza appare al quadrato:

$$f(x,y) = \sum_{i=1}^m w_i [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]$$

## Manutenzione – Politiche di manutenzione – Disponibilità operativa

Si definisce **manutenzione** la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o riportare un'entità (componente, dispositivo, unità funzionale, apparecchiatura o sistema) in uno stato in cui possa eseguire una funzione richiesta.

L'influenza della manutenzione sulla disponibilità degli impianti dipende dalle politiche di manutenzione e dalle prestazioni tecniche del servizio manutenzione.

Si distinguono politiche di manutenzione (UNI 10147:2003 Manutenzione - Terminologia):

- a. "a guasto", o correttiva;
  - b. preventiva
- 
- a. La manutenzione eseguita a seguito della rilevazione di un'avaria e volta a riportare un'entità nello stato in cui essa possa eseguire una funzione richiesta.
  - b. La manutenzione eseguita a intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre la probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento di una entità. La manutenzione di tipo preventivo può risultare:
    - ciclica: manutenzione preventiva periodica in base a cicli di utilizzo predeterminati (a data o età costante) effettuata indipendentemente dallo stato dell'entità;
    - precettiva, manutenzione preventiva effettuata a seguito dell'individuazione e della misurazione di uno o più parametri e dell'extrapolazione secondo modelli appropriati del tempo residuo prima del guasto;
    - secondo condizione: manutenzione preventiva subordinata al raggiungimento di un valore limite predeterminato (di uno o più parametri).

E' inoltre possibile definire:

- *manutenzione migliorativa* l'insieme delle azioni di miglioramento o di piccola modifica che non incrementano il valore patrimoniale dell'entità;
- *manutenzione produttiva* l'insieme di azioni volte alla prevenzione, al miglioramento continuo e al trasferimento di funzioni manutentive elementari al conduttore dell'entità, avvalendosi del rilevamento di dati e della diagnostica sull'entità da mantenere.

In presenza di attività di manutenzione a guasto e preventiva, si definisce la **disponibilità operativa** del componente o dell'impianto come:

$$A^* = \frac{T_o - T_r - T_p}{T_o}$$

ove:

$T_o$  = tempo operativo o di possibile impiego del componente;

$T_r$  = tempo di attesa e riparazione del componente;

$T_p$  = tempo per la manutenzione preventiva.

Le economie dei costi di produzione sono strettamente connesse alle economie di scala consentite da macchine ed impianti a maggiore potenzialità. E' noto infatti che l'andamento del costo di un impianto, C, di fissata tipologia o anche di una semplice macchina, cresce in modo meno che proporzionale con la potenzialità, P, secondo una legge del tipo:

$$\frac{C}{C_0} = \left( \frac{P}{P_0} \right)^m$$

ove si è posto:

- $(C_0, P_0)$  = (Costo, Potenzialità) di riferimento;
- $m$  = fattore di scala,  $m < 1$ .

Il fattore di scala varia con il tipo di impianto o di macchina. Generalmente  $m$  assume valori compresi fra 0.5 e 0.9. Ad esempio, per gli impianti chimici<sup>8</sup> valori di orientamento sono  $m = 0.6 \div 0.7$  mentre negli impianti di termoutilizzazione dei rifiuti solidi urbani<sup>9</sup> si stima  $m = 0.5 \div 0.6$ .

Negli impianti chimici, costituiti prevalentemente da serbatoi, colonne, mescolatori e altri componenti simili, si può ritenere che il costo sia proporzionale alla superficie di tali componenti mentre la potenzialità dipende essenzialmente dal loro volume per cui, in prima approssimazione, indicando con  $d$  il diametro di questi elementi a geometria cilindrica risulta:  $(C/C_0) = k_c (d/d_0)^2$  e  $(P/P_0) = k_p (d/d_0)^3$  per cui  $(C/C_0) = k (P/P_0)^{2/3}$ , con  $k_c$ ,  $k_p$  e  $k$  costanti di opportuno valore.

## Indici patrimoniali

- Indice di indebitamento:

$$\frac{\text{Passività totali}}{\text{CTI}} = \frac{\text{PC} + \text{PML}}{\text{PC} + \text{PML} + \text{PN}}$$

- Indice di indipendenza finanziaria

$$\frac{\text{PN}}{\text{CTI}} = \frac{\text{PN}}{\text{PC} + \text{PML} + \text{PN}}$$

- Indice di leva finanziaria

$$\frac{\text{Passività totali}}{\text{PN}} = \frac{\text{PC} + \text{PML}}{\text{PN}}$$

- Indice di copertura delle immobilizzazioni

$$\frac{\text{PN}}{\text{Immobilizzazioni}} = \frac{\text{PN}}{\text{AF}}$$

$$\frac{\text{PN} + \text{PML}}{\text{Immobilizzazioni}} = \frac{\text{PN} + \text{PML}}{\text{AF}}$$

- Margine di struttura

$$\text{PN} - \text{Immobilizzazioni} = \text{PN} - \text{AF}$$

- Indice di garanzia dei debiti a medio-lungo termine

$$\frac{\text{Immobilizzazioni}}{\text{PML}} = \frac{\text{AF}}{\text{PML}}$$

- Analisi delle fonti di finanziamento

$$\frac{\text{PC}}{\text{Passività totali}} = \frac{\text{PC}}{\text{PC} + \text{PML}}$$

$$\frac{\text{PML}}{\text{PN}}$$

- Analisi degli impieghi

$$\frac{\text{Immobilizzazioni}}{\text{CTI}} = \frac{\text{AF}}{\text{CTI}}$$

$$\frac{AC}{\text{Immobilizzazioni}} = \frac{AC}{AF}$$

$$\frac{AF}{CTI} = \frac{\text{Immobilizzazioni}}{CTI}$$

- Indice di obsolescenza tecnologica

$$\frac{\text{Ammortamenti}}{\text{Immobilizzazioni}}$$

## Indici di liquidità

- Current ratio

$$\frac{AC}{PC}$$

- Quick ratio (o Acid test)

$$\frac{AC - \text{Rimanenze}}{PC} = \frac{AC - \text{Scorte}}{PC}$$

- Capitale circolante netto

$$AC - PC$$

## Indici operativi

- Dilazione dei crediti

$$\frac{\text{Crediti verso clienti}}{\text{Ricavi}} * 365 \quad [\text{in giorni}]$$

- Dilazione dei debiti

$$\frac{\text{Debiti verso fornitori}}{\text{Acquisti}} * 365 \quad [\text{in giorni}]$$

- Copertura delle scorte

$$\frac{\text{Scorte}}{\text{Ricavi delle vendite}} * 365 \quad [\text{in giorni}]$$



- Rotazione dei crediti

$$\frac{\text{Ricavi}}{\text{Crediti verso clienti}}$$

- Rotazione dei debiti

$$\frac{\text{Acquisti}}{\text{Debiti verso fornitori}}$$

- Rotazione delle scorte

$$\frac{\text{Ricavi delle vendite}}{\text{Scorte}}$$

## Indici di redditività

- Margine lordo percentuale

$$\frac{\text{Margine operativo lordo}}{\text{Ricavi}}$$

- Utile netto percentuale

$$\frac{\text{Utile netto}}{\text{Ricavi}}$$

- Return on sales (ROS)

$$\text{ROS} = \frac{\text{Utile operativo}}{\text{Ricavi}}$$

- Turnover del capitale investito

$$\frac{\text{Ricavi}}{\text{CTI}}$$

- Indice per valutare l'incidenza delle attività non strettamente produttive sull'attività globale dell'impresa

$$\frac{\text{Utile operativo}}{\text{Utile netto}}$$

- Return on investments (ROI)

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utile operativo}}{\text{CTI}}$$

$$= \frac{\text{Utile operativo}}{\text{Ricavi}} * \frac{\text{Ricavi}}{\text{CTI}} = \text{ROS} * \text{Turnover del capitale investito}$$

- Return on equity (ROE)

$$\text{ROE} = \frac{\text{Utile netto}}{\text{Capitale netto}}$$

$$= \frac{\text{Utile operativo}}{\text{CTI}} * \frac{\text{CTI}}{\text{Capitale netto}} * \frac{\text{Utile netto}}{\text{Utile operativo}}$$

- Return on debts (ROD)

$$\text{ROD} = \frac{\text{Oneri finanziari}}{\text{Debiti (solo debiti finanziari)}}$$

L'effetto di leva finanziario implica che:

- $\text{ROI} > \text{ROD}$  conviene ricorrere al capitale di credito ( il ROE aumenta)
- $\text{ROI} < \text{ROD}$  non conviene ricorrere al capitale di credito ( il ROE diminuisce)

## **Il MAG**

Il MAG è una unità di misura introdotta per misurare l'attitudine dei materiali ad essere trasportati; noto il numero di MAG per un certo oggetto, il prodotto di questo per il numero di pezzi in esame ci da l'intensità di flusso di quel materiale od oggetto.

I fattori che influiscono sulla trasportabilità di un oggetto sono:

- dimensioni dell'oggetto
- densità (o volume specifico) dell'oggetto
- forma dell'oggetto
- rischio di danno al materiale, ai mezzi di trasporto o al personale
- condizioni e stato fisico dell'oggetto
- valore (o costo) dell'oggetto (scio in alcuni casi)

Un MAG equivale ad un pezzo di materiale che

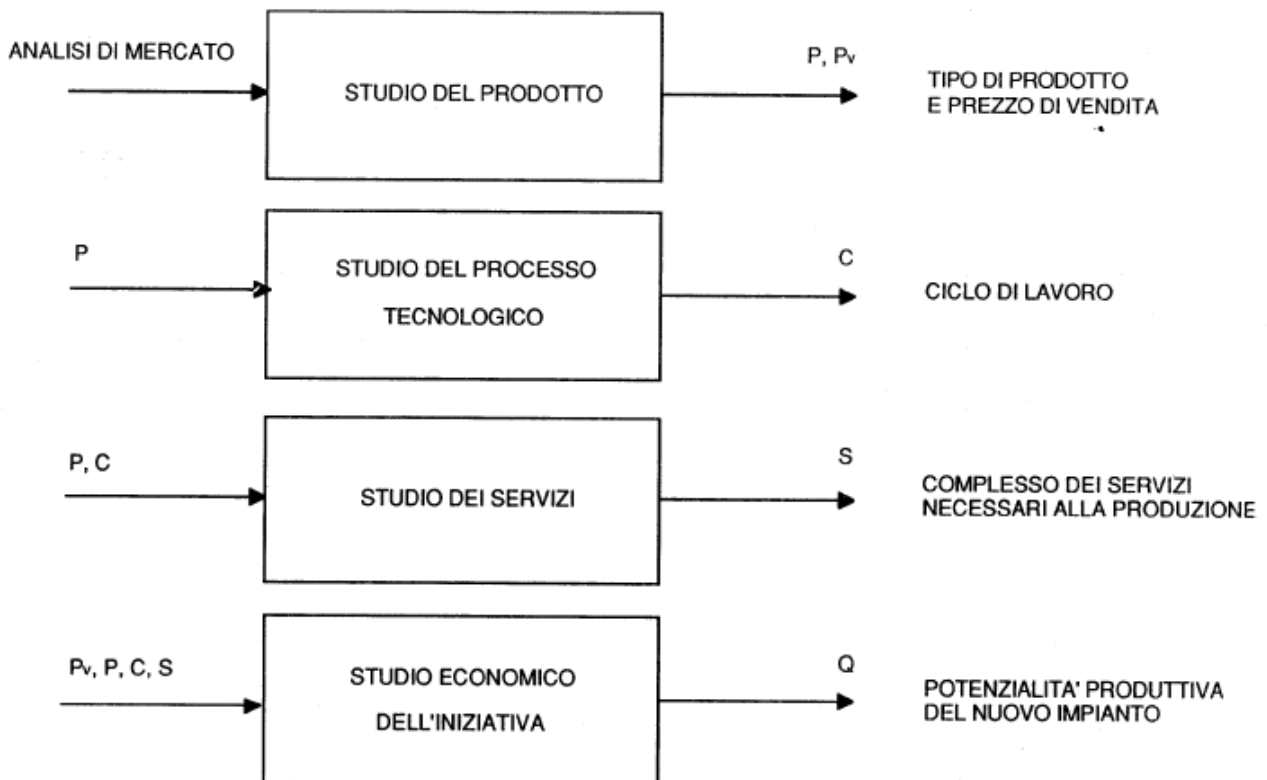
- può essere tenuto con facilità in una mano
- è ragionevolmente solido
- ha una forma compatta e si può accatastare in qualche modo
- è poco suscettibile di danneggiamento
- e ragionevolmente pulito, saldo e stabile

Queste caratteristiche sono rappresentate da un blocco di legno secco tagliato in un cubo di lato un po' maggiore di  $5\text{cm}^3$ .

## Fasi dello studio di fattibilità

Lo studio di fattibilità ovvero la scelta di una nuova unità produttiva si articola seguenti fasi

1. scelta (tramite ricerca di mercato) e studio del prodotto P (product design)
2. scelta del ciclo produttivo C e definizione qualitativa del diagramma di lavorazione
3. definizione dei servizi S necessari al funzionamento dell'impianto di produzione
4. scelta della potenzialità produttiva Q ottimale sulla base del confronto costi preventivi di produzione/prezzi di vendita e valutazione della redditività economica dell'investimento impiantistico in esame.



## Dimensionamento degli accumulatori

Nel caso di servizio accumulabile ed in presenza di una domanda del servizio variabile nel tempo è necessario installare una centrale con potenzialità nominale non inferiore a quella media richiesta ed un accumulatore polmone (figura 14) in grado sia di contenere le unità di servizio non erogate alle utenze nel periodo in cui la domanda,  $q(t)$ , è inferiore al tasso di produzione del servizio,  $q_G(t)$ , sia di fornire l'eccesso di domanda nel periodo in cui il ritmo di produzione del servizio è inferiore alla domanda.

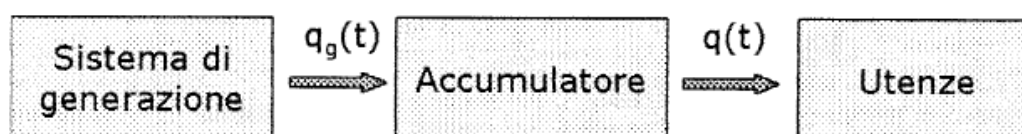


Figura 14 – Sistema “Centrale di produzione del servizio – Accumulatore – Utenze”

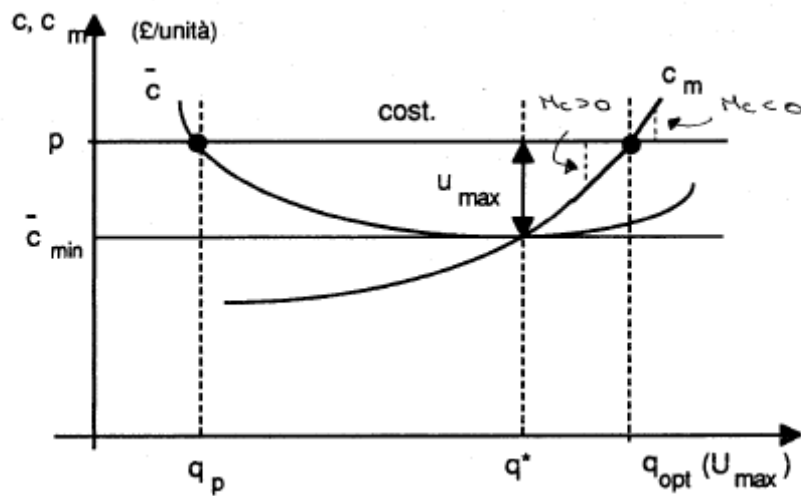
Si assume inizialmente che il generatore del servizio abbia una potenzialità pari alla potenzialità media richiesta dalle utenze nel periodo  $T$ :

$$q_G = q_m = \frac{1}{T} \int_0^T q(t) \cdot dt$$

La capacità minima di accumulo sarà pari alla somma del valore minimo negativo e massimo positivo, presi in valore assoluto, della quantità:

$$V_t = \int_0^t [q(\tau) - q_G] \cdot d\tau, t \in [0, T]$$

## Diagramma di redditività relativo alle grandezze unitarie

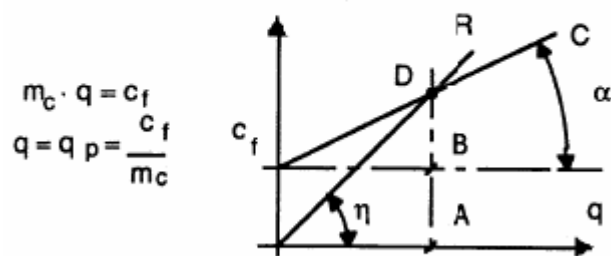


### Dimostrazione della condizione che individua il punto di pareggio

Poiché nel punto di pareggio  $U = 0$ , dalla (38):

$$M_C = c_f \Leftrightarrow M_C = C_F + \dots$$

Se la curva di  $c_v$ , quindi dei costi totali  $C$ , è lineare, si ha:



$$m_c \cdot q = c_f$$

$$q = q_p = \frac{c_f}{m_c}$$

Nel punto di pareggio si ha:

$$U = 0 \Rightarrow R - C = 0 \Rightarrow$$

$$p \cdot q_p - c_v \cdot q_p - c_f = 0 \Rightarrow$$

$$q_p = \frac{c_f}{p - c_v} = \frac{c_f}{p - c_m} = \frac{c_f}{m_c}$$