

Costi e affidabilità

Il criterio fondamentale con il quale si sceglie un bene o un servizio si basa principalmente sul rapporto tra la sua qualità e il suo costo.

La valutazione della **qualità** può basarsi su 2 criteri:

- il primo tiene conto della **durata**, dell'**affidabilità** e della **manutenibilità**;
- il secondo considera la **conformità** e l'**affidabilità**.

Caratteristiche che riassumono la qualità di un prodotto

Durata	Quantità di tempo durante il quale può essere utilizzato il prodotto
Affidabilità	Capacità del prodotto di mantenere nel tempo le caratteristiche di funzionamento e di manutenibilità
Manutenibilità	Facilità di riparazione del prodotto
Conformità	Aderenza del prodotto alle prestazioni previste nelle specifiche

Costi e affidabilità

L'affidabilità di un elemento/sistema è la probabilità che l'elemento/sistema eseguirà una specifica funzione: sotto specifiche condizioni operative ed ambientali; ad un dato istante e per un prefissato intervallo di tempo.

L'affidabilità (“**reliability**”) si propone di descrivere e misurare la “capacità” di funzionamento di dispositivi o sistemi di produzione.

L'affidabilità è una probabilità: non è una grandezza deterministica, che può essere determinata con formule analitiche, ma una **variabile aleatoria**, il cui valore può essere previsto solo attraverso considerazioni di tipo probabilistico.

Con il termine **guasto** (“failure”) indichiamo invece la cessazione dell'attitudine di un dispositivo ad adempiere alla funzione richiesta, ovvero una variazione delle prestazioni del dispositivo che lo renda inservibile per l'uso al quale esso è destinato.

In un impianto industriale il **costo annuo totale** delle misure di riduzione del rischio (per aumentare l'affidabilità) comprende:

- **costi di investimento:** es. acquisto di nuove apparecchiature di sicurezza;
- **costi di manutenzione** degli impianti e delle apparecchiature di sicurezza;
- **costi operativi:** es. aggiunta di personale o addestramento dello stesso

Costi e affidabilità

I costi dipendono dal bilanciamento tra affidabilità e manutenzione:

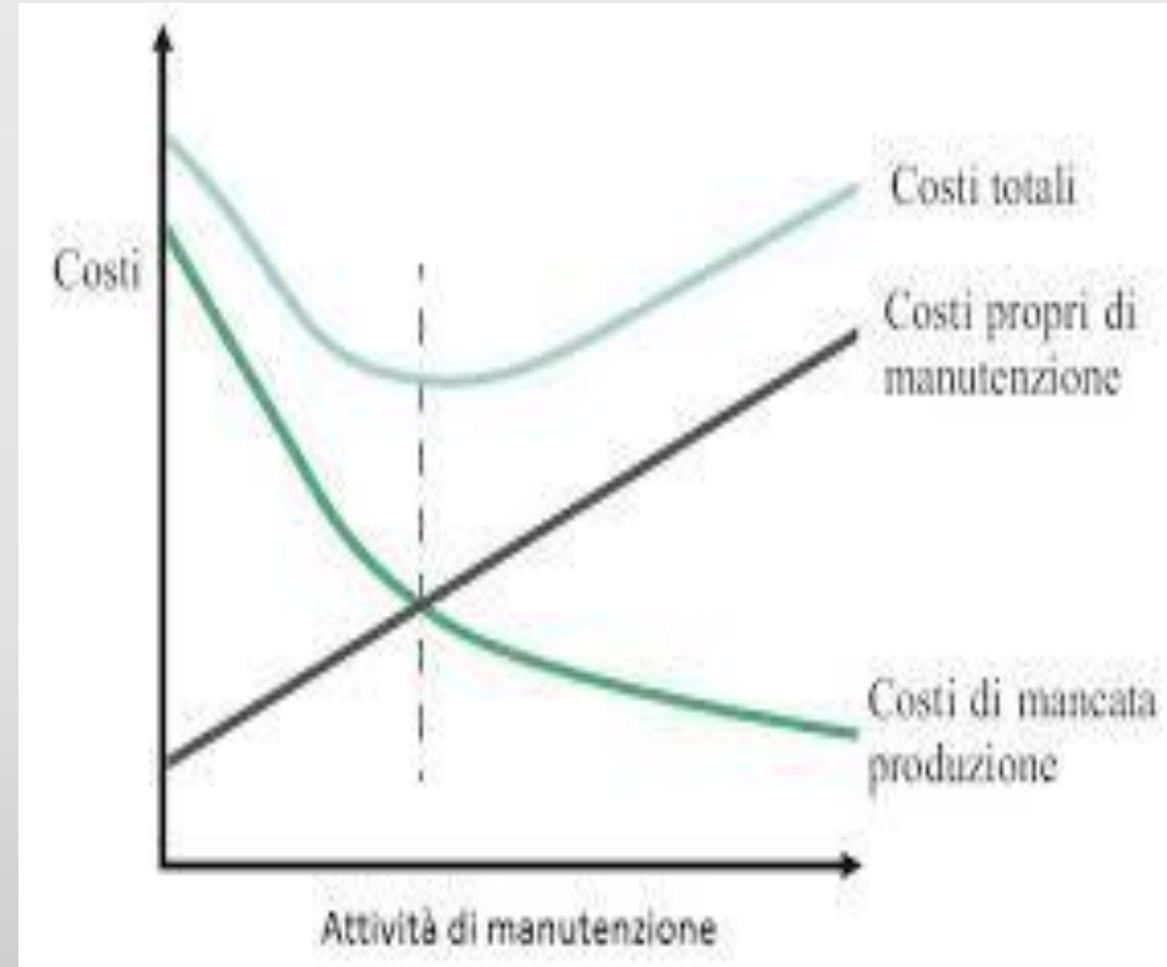
- Un' elevata affidabilità riduce i costi di manutenzione
- Una bassa affidabilità aumenta i costi di manutenzione

Questi costi vengono valutati, quindi, in funzione dell'affidabilità richiesta al sistema, in quanto questa può essere ottenuta con due diverse strategie:

- 1) richiedendo al fornitore un prodotto con affidabilità molto elevata: questo comporta costi rilevanti di progettazione e di produzione e, quindi, un costo d'acquisto piuttosto elevato ma minori costi di manutenzione;
- 2) richiedendo al fornitore un prodotto di affidabilità inferiore e, quindi, di costo inferiore, ma prevedendo un adeguato programma di manutenzione, con un aumento dei costi di manutenzione.

Costi e affidabilità

La figura mostra l'andamento qualitativo di come la curva **costo totale** sia data dalla somma dei costi sostenuti per azioni di incremento dell'affidabilità (**costi di manutenzione preventiva**) o disponibilità e dei costi di mancata produzione (**costi di fermo macchina**) dovuti all'inaffidabilità delle macchine stesse. Poiché le macchine si guastano, l'affidabilità e la disponibilità vengono garantite, ove possibile, attraverso adeguate politiche manutentive che, se da un lato contribuiscono a un funzionamento globale regolare e continuativo, dall'altro rappresentano un onere economico spesso non indifferente. Facendo riferimento alla Figura si può osservare che i costi di manutenzione preventiva aumentano al crescere delle attività di manutenzione, mentre i costi di un eventuale fermo macchina diminuiscono al crescere dall'attività di manutenzione. Ciò porta ad individuare un livello di manutenzione preventiva ottimale oltre il quale non si ha più un beneficio economico (potrebbero però esservi altri tipi di vantaggi o di obblighi). Per poter scegliere e attuare una politica di manutenzione occorre disporre di un insieme di informazioni e di uno strumento di analisi che generalmente si basa su strumenti statistici o probabilistici.



Costi e affidabilità

In un processo produttivo i **costi di produzione** che concorrono alla formazione del prezzo di un oggetto si possono riassumere in:

- **costi diretti (spese variabili):** sono quelli che si manifestano durante la produzione e sono direttamente proporzionali a essa. Tra questi si individuano i costi relativi:
 - ai materiali o materie prime (**Cmp**)
 - alla manodopera (**Cma**)
 - all'energia, ai consumi (**Cc**)
- **costi indiretti (spese fisse) (Ci):** sono legati indirettamente alla quantità prodotta e variano lentamente con l'evolversi della produzione, sono per esempio dovuti:
 - ai servizi amministrativi
 - alle manutenzioni delle macchine di produzione
 - alle manutenzioni delle macchine o degli strumenti non impiegati direttamente nel processo produttivo
 - agli ammortamenti
 - agli affitti
 - a servizi commerciali, finanziari e altre attività
- **costi non direttamente associabili (oneri generali)** alla produzione cioè a quelli diretti o indiretti: come i costi di preparazione delle macchine (set-up) e quelli relativi all'organizzazione della manutenzione

Costi e affidabilità

COSTO DEL PROCESSO NELL'UNITA' DI TEMPO

$$C_t = C_c + C_{ma} + C_{mp} + C_i$$

E' somma dei costi diretti e indiretti

Si possono verificare situazioni in cui i costi diretti di manodopera, dovuti al fermo macchina per guasto, possono essere ridotti o eliminati, per esempio mediante spostamento su un'altra unità produttiva del personale in esubero. Nel caso in cui il rapporto uomo/macchina sia minore di 1 il problema non si pone perché non c'è manodopera da ricollocare. Nel caso di fermo macchina, se il rapporto uomo/macchina è pari ad 1, e non vi sono unità operative su cui la manodopera può essere ricollocata, allora la manodopera stessa diventa un costo.

Nella procedura di valutazione dei costi, oltre a considerare quelli diretti e indiretti, è necessario valutare anche:

- Il **tempo** impiegato per produrre un determinato prodotto (**T_p**)
- Il **marginale di contribuzione unitario** del prodotto (**MC**)

Il margine di contribuzione è definito come la differenza fra prezzo delle vendite (ricavo) e costi variabili unitari.

“Si definisce margine di contribuzione la differenza tra il ricavato e i costi variabili per un dato volume di produzione. Il m.c. è quindi ciò che resta del ricavato, detratti i costi variabili, che è disponibile per coprire i costi fissi e, assolta questa funzione, per incrementare l'utile.”

Costi e affidabilità

BEP (**Punto di Pareggio**) è il fatturato che garantisce la copertura di tutti i costi e, quindi, assicura il risultato di parità

modalità di calcolo: **QUANTITA' DI PAREGGIO**

Scomponendo i costi in fissi e variabili:

$$CVt + CFt = Rt$$

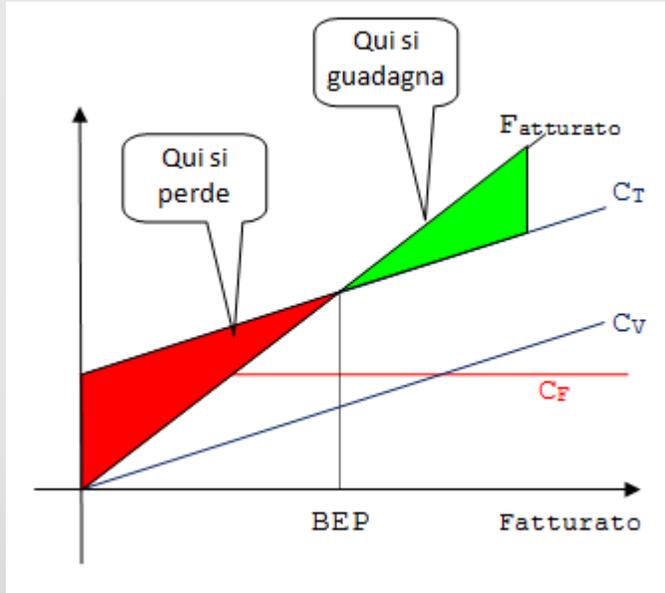
$$CVt = CVu \times Q$$

$$Rt = pxQ$$

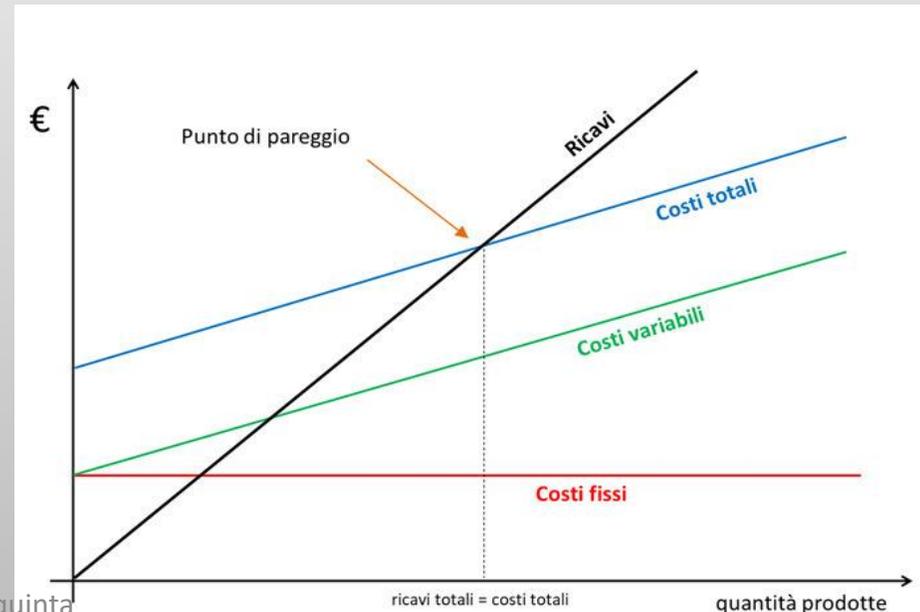
$$CVu \times Q + CFt = p \times Q$$

Risolviendo rispetto a Q si ottiene il volume di produzione Q da vendere per coprire i costi totali sostenuti

$$Q = CFt / (p - CVu)$$



La differenza $MCu = (p - CVu)$ è il **MARGINE DI CONTRIBUZIONE UNITARIO**:
esprime quanta parte dei ricavi di vendita rimane per la copertura dei costi fissi
e la generazione di un utile, dopo aver recuperato i costi variabili.



Costi e affidabilità

Esempio

Sia $p = 100 \text{ €}$ il prezzo di un pezzo prodotto durante un processo

$C_v = 30 \text{ €}$ il costo variabile per pezzo

$MC = 100 - 30 = 70 \text{ €}$ il margine di contribuzione unitario cioè per pezzo prodotto

$CF = 100000 \text{ €}$ costi fissi totali

Allora la quantità da vendere per essere in equilibrio è

$$Q = 100000 \text{ €} / 70 \text{ €} = 1429 \text{ pezzi}$$

Costi e affidabilità

- i **costi variabili**: sono direttamente legati al volume di produzione e maturano solo in presenza di una produzione.
Il costo variabile per eccellenza è la materia prima;
- i **costi fissi**: sono per lo più costanti e quindi indipendenti rispetto alla quantità prodotta. Un esempio è il costo dei macchinari usati per la produzione; un altro sono le retribuzioni del personale impiegatizio, che lavora per l'azienda nel suo complesso. L'incidenza dei costi fissi sui costi totali diminuisce man mano che aumenta la quantità prodotta e raggiunge il suo minimo quando l'azienda sfrutta al 100% la sua capacità produttiva.

La scomposizione dei costi nelle componenti fissa e variabile si rende indispensabile per **individuare il punto di equilibrio economico**, o **break even point**.

Per equilibrio economico intendiamo **il livello di produzione in cui i ricavi di vendita sono uguali ai costi totali** (dati dalla somma dei costi fissi e variabili). In questa situazione, il risultato economico dell'attività è pari a zero.

Un'impresa che vuole ottenere profitto dovrà quindi riuscire a vendere sul mercato un volume di prodotti superiore a quello di equilibrio economico.

Costi e affidabilità

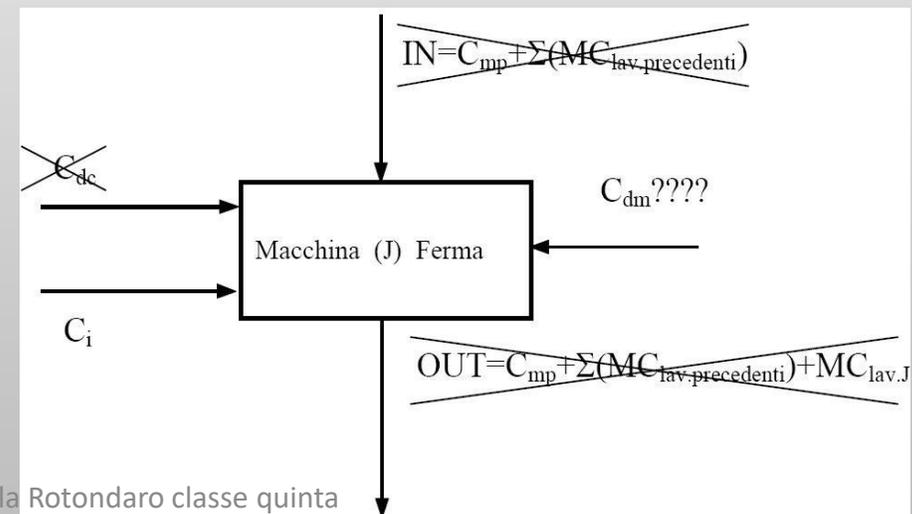
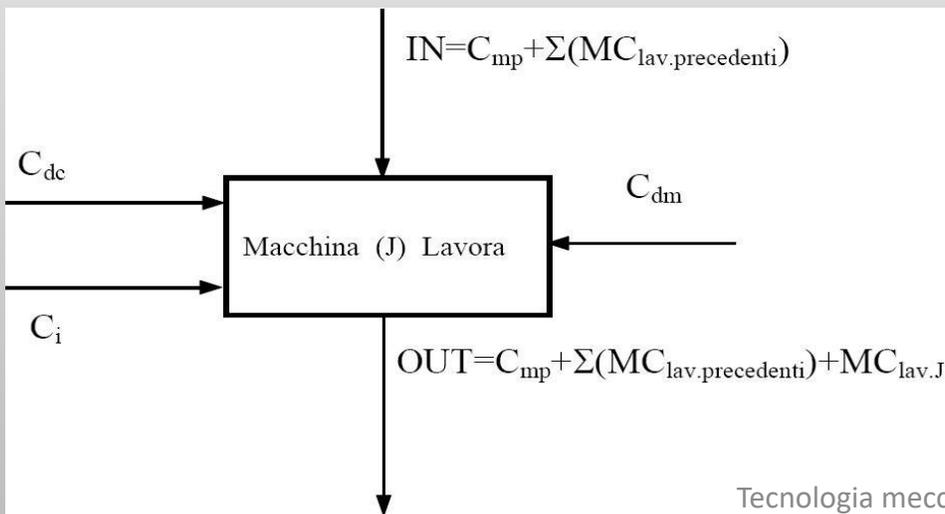
Costo di fermo macchina

Si è detto che i costi totali sono dati da

$$C_t = C_c + C_{ma} + C_{mp} + C_i$$

Il costo della materia prima è generalmente noto e dipende tipicamente dalla tipologia del prodotto finito. Il **costo finale dell'oggetto è rilevabile grazie alla distinta base, ai tempi standard** delle operazioni necessarie per produrlo, **ai costi delle materie prime, della manodopera**, ecc. In genere si conoscono i costi diretti, indiretti e pieni per ogni fase della lavorazione ed è noto il margine di contribuzione (MC) lordo medio.

Per valutare i costi di fermo macchina si analizzano i costi nello schema di una macchina che lavora e una che non lavora (guasta).



Costi e affidabilità

Dove con $MC_{lav,j}$ si intende il margine di contribuzione dovuto alla j -esima lavorazione.

In caso di capacità produttiva esuberante rispetto alla richiesta del mercato, il fermo temporaneo della linea non causa perdite per mancanza: se utilizzando il sistema produttivo per un ridotto periodo tempo, ad esempio un mese, produco quanto basta al mercato per un periodo più lungo, ad esempio un anno, e nel restante periodo di tempo il sistema produttivo rimane inutilizzato, allora perdere una limitata quantità di prodotto a causa del fermo macchina per guasto non causa una perdita di guadagno per mancata produzione. Al contrario, in caso di capacità produttiva scarsa, ovvero inferiore alla capacità di assorbimento del mercato, la perdita di produzione, anche temporanea, rappresenta un mancato guadagno e quindi un costo per l'azienda (perdita del margine di contribuzione).

Nel caso di macchina ferma non ci sono costi di materia prima, né margine di contribuzione, né costi di consumo, mentre sono presenti costi di manodopera e costi indiretti. Il fermo macchina si può trasformare per l'azienda in una perdita per mancato guadagno quando la capacità produttiva degli impianti è minore o uguale alla capacità di assorbimento di prodotto da parte del mercato. Nel caso in cui la capacità produttiva sia maggiore della richiesta proveniente dal mercato, un fermo macchina temporaneo non causa perdite.

Costi e affidabilità

Con riferimento al caso di capacità produttiva scarsa si consideri il caso di due ipotetiche macchine che lavorino in serie, di cui la prima (macchina A: tornio) abbia un ritmo produttivo superiore alla seconda (macchina B: fresa) che, in questo caso, rappresenta il collo di bottiglia. In fase produttiva si formerà, a monte della macchina B un certo quantitativo di materiale da smaltire già lavorato dalla macchina A. Una fermata di quest'ultima, il cui tempo complessivo non superi quello che impiega la macchina B a consumare tutto il semilavorato a monte, non produce alcun problema di fermo della linea, pertanto non si sostiene alcun costo di mancata produzione (perdita di margine di contribuzione).

Al contrario, se la macchina A avesse un ritmo produttivo inferiore alla macchina B, cioè fosse il collo di bottiglia della linea, una sua fermata, anche breve, causerebbe una fermata della macchina B (ed eventualmente di quelle che la seguono) per mancanza di materiale; il prodotto perso, in questo caso, non potrebbe più essere successivamente recuperato e quindi nemmeno il suo margine di contribuzione che, in termini di mancato guadagno, diventerebbe un costo da sostenere, costo di mancata produzione.