

I sistemi produttivi

Sistema produttivo: complesso di risorse materiali e immateriali (macchine o persone) che concorrono a dare luogo ad altre risorse materiali o immateriali di maggior valore, attraverso la realizzazione del processo primario e dei processi secondari. Il sistema si rappresenta tramite la Teoria dei Sistemi. Esistono due modi: secondo la dimensione tecnologica (risorse->prodotti) e dalla dimensione economica (capitale->profitto).

Classificazione dei Beni

Prodotti standard (commodities): materie prime o altri beni senza particolari differenze qualitative

Prodotti differenziabili (Critical To Quality): beni che presentano elementi distintivi

Beni di prima necessità vs Beni di lusso

Beni a consumo costante vs Beni a consumo stagionale

Prodotti: la principale produzione dell'azienda

Co-prodotti: produzione con caratteristiche in comune alla principale e che l'affianca (pari dignità industriale).

Sottoprodotti: beni derivanti da dei residui del processo principale

Scarti: prodotti non conformi che non possono essere venduti

Sfridi: materiali in esubero dal processo di produzione

Classificazione degli impianti produttivi

1) Settore Industriale

Produzione primaria (agricoltura, pesca), secondaria (industriale, manifatturiera) o terziaria (servizi, turismo).

2) Tipologia di bene

Produzione di materiali (prodotti grezzi indefiniti impiegati in successivi impieghi) o produzioni di parti (standard o speciali, componenti di impiego nella produzione)

3) Per dimensioni

Microimpresa [<10 occupanti + fatturato <= 2 milioni] o [bilancio tot<= 2M]

Piccola impresa [<50 occupanti + fatturato <= 10 milioni] o [bilancio tot<= 10 M]

Media impresa [< 250 occupanti + <= 50 milioni] o [bilancio tot<=43M]

4) Natura del processo

Metallurgico: laminazione, estrusione...

Chimico: raffinazione, distillazione...

Meccanico: lavorazione legno industria tessile, carta...

5) Modalità formatura

6) Grado di integrazione

7) Composizione del capitale

Capital intensive: pochi occupanti, tanto capitale (cementificio)

Labour intensive: molti occupanti, modesto capitale. (aziende tessili)

Classificazione per diagramma tecnologico

Diagrammi di flusso che rappresentano un processo produttivo mostrando le fasi e la sequenza.

1) Andamento flusso

Lineare: le fasi si susseguono (prod. carta)

Sintetico: si parte da più componenti e si giunge ad un prodotto unico (prod. auto)

Analitico: si parte da un componente e si giunge a più prodotti finiti (raffinazione greggio)

Misto: si parte da più componenti, si giunge ad un unico e da questo si riottengono più componenti.

2) Continuità del flusso

Continuo: le fasi tecnologiche evolvono senza interruzione in magazzini o buffer intermedi. Impiegato in impianti monoprodotto.

Discontinuo: materiali subiscono delle pause o delle attese tra una lavorazione e la successiva. I buffer garantiscono minor sensibilità ai disturbi dovuti alle differenti prestazioni delle diverse fasi tecnologiche.

3) Classificazione composita

Individua l'azienda in base a tre dimensioni di valutazione. **Mercato** (come l'azienda risponde alla domanda dei beni che essa produce, produzione su commessa o per magazzino), **Tecnologia di produzione** (distinzione tra tecnologia di processo o manifattura per parti) e **Gestione** (modalità di realizzare il volume unitaria, lotti, o continua).

Classificazione in base alla flessibilità

Elasticità: è la capacità del sistema di adeguarsi in maniera rapida ed economica alle richieste del mercato.

Flessibilità statica: è la capacità del sistema di adeguarsi in maniera rapida ed economica alle richieste del mercato relativamente a prodotti non in portafoglio.

Flessibilità dinamica: è la capacità del sistema di adeguarsi in maniera rapida ed economica alle richieste del mercato relativamente a prodotti in portafoglio.

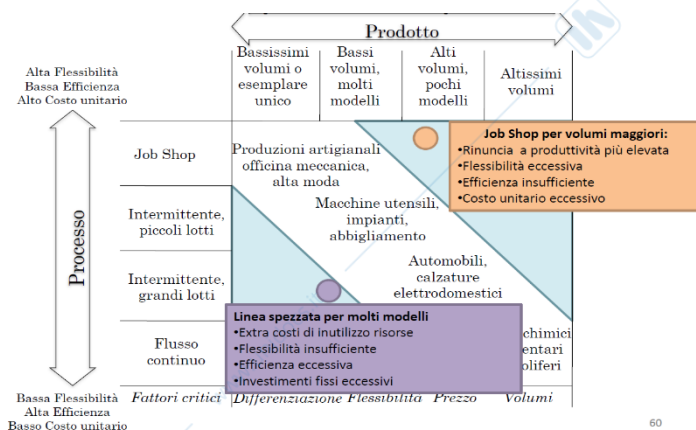
Flessibilità al mix: facoltà del sistema di cambiare in maniera rapida ed economica il piano di produzione relativamente a prodotti già in portafoglio.

Classificazione in base alla forma giuridica

Impresa individuale: l'imprenditore è il responsabile dell'andamento aziendale. Forma giuridica che permette molta rapidità d'azione, ridotti oneri amministrativi ma mette a rischio tutto il patrimonio personale.

Società: permettono l'esercizio collettivo dell'attività. Possono essere a **scopo di lucro** (fare utili per poi dividere tra soci), a **scopo mutualistico** (fornire beni o servizi ai contraenti), a **scopo consortile** (coordinare le attività economiche di più imprese).

Matrice Prodotto/Processo



Classificazione produzione per magazzino

Wortman suddivide gli impianti secondo il CODP (customer order decoupling point) ovvero il momento in cui la produzione passa da essere su previsione ad essere basata sull'ordine del cliente. Lo schema che sintetizza il posizionamento di un'azienda è detto **Matrice delle cinque fattispecie produttive** e individua le fasi tipiche di realizzazione del prodotto (asse X).

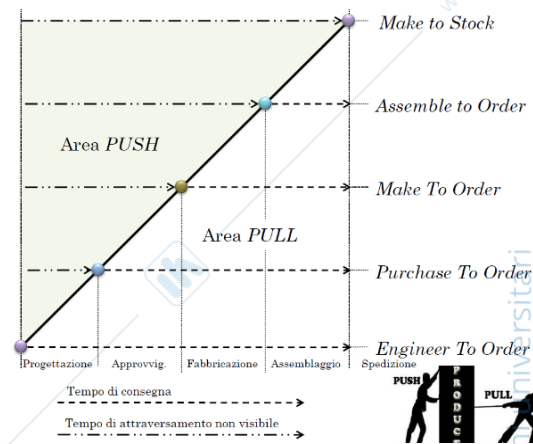
Make to stock (MTS): opera per il magazzino, realizza il prodotto finito prima dell'ordine del cliente.

Assemble to order (ATO): si realizzano ancora su previsione ma non completa, il CODP è a valle della fase di fabbricazione.

Make to order (MTO): si attende l'ordine anche per iniziare la fabbricazione dei componenti.

Purchase to order (PTO): non si ha un magazzino di materiali l'approvvigionamento si effettua solo a seguito dell'ordine.

Engineer to order (ETO): il prodotto non è stato progettato, azienda fatta di sole competenze, tempo di evasione massimo per il cliente.

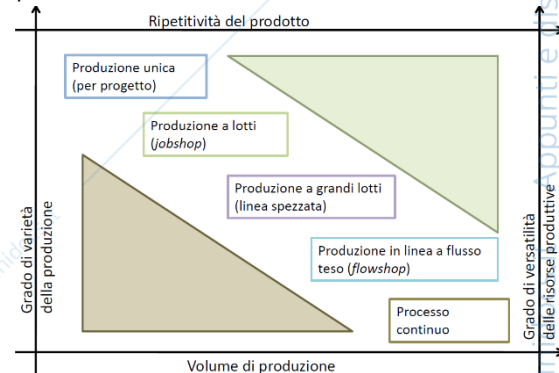


Classificazione in base ai volumi/varietà

La matrice volume-varietà permette di capire, a seconda della combinazione tra le due dimensioni quale sia la tipologia produttiva più efficace.

Produzione unica: apparato produttivo configurato per lo specifico prodotto, unico. **Produzione a piccoli lotti (jobshop):** sviluppano la produzione di piccola o piccolissima serie. **Produzione a grandi lotti:** produzione di tipo standard. **Produzione in linea (flowshop):** produzione standard a bassa diversificazione, mezzi produttivi rigidi, medio-bassa flessibilità.

Processi continui: volti alla produzione di un unico prodotto, sistemi produttivi ad alta intensità di capitale dediti a realizzare beni a basso valore aggiunto da qui la necessità di raggiungere un'alta saturazione dell'impianto.

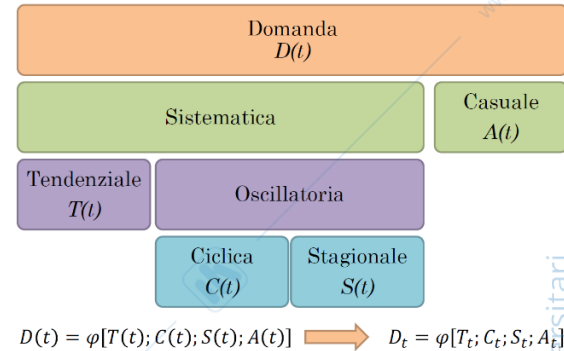


Tramite la matrice prodotto-processo è possibile individuare le corrette combinazioni tra numerosità dei prodotti e tipologia organizzativa dell'impianto produttivo. E' conveniente organizzare la struttura come *shop* se abbiamo bassi volumi o addirittura una produzione unitaria. Aumentando la quantità prodotta si attraversano altre configurazioni fino ad arrivare all'impianto a flusso continuo. Le combinazioni non previste nella matrice prodotti processo sono antieconomiche.

La previsione della domanda

La domanda è vista come funzione di alcune componenti fondamentali, sistematiche e casuali. Le componenti sistematiche sono di tipo tendenziale (trend) e di tipo oscillatorio, essendo quest'ultime costituite da una componente ciclica e da una stagionale.

Il **trend** tiene conto dell'andamento a lungo termine del valore medio della domanda. La **componente ciclica** rappresenta l'oscillazione derivante da fenomeni esterni. La **componente stagionale** si tratta di una componente oscillatoria che ha un lungo periodo di oscillazione pari a sei mesi o un anno. La **componente aleatoria** considera gli scostamenti effettivamente riscontrati della domanda rispetto a quelli che avrebbe avuto per effetto delle precedenti componenti.



Costi e profitti degli impianti

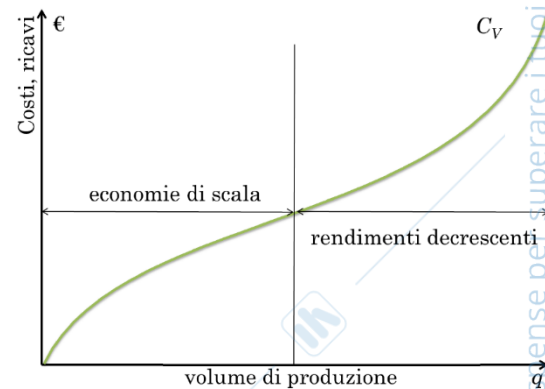
Classificazione dei costi: **Costi diretti**: costi per i quali esiste la possibilità di correlare in modo univoco il costo ad uno scopo. (es: materie prime), viceversa si parla di **costi indiretti**.

Costi variabili: quando il costo è direttamente proporzionale ai volumi di produzione, sotto un certo volume produttivo si parla di **economia di scala** (è conveniente aumentare la produzione poiché i costi variabili crescono in modo meno proporzionale), oltre tale volume si parla di zona a **rendimenti decrescenti**. All'interno di un intervallo ristretto, detto **intervallo operativo** è possibile fare un'approssimazione di tipo lineare, senza commettere eccessivi errori.

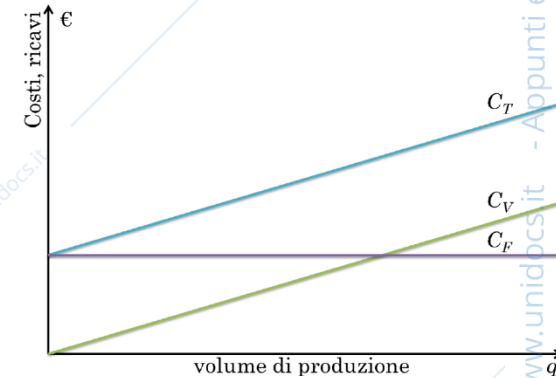
Se il costo non è direttamente dipendente dalla variazione del volume realizzato è detto, **costo fisso**. I **costi totali** si ottengono sommando i costi fissi e i costi variabili.

I costi variabili che non si annullano quando la quantità prodotta è uguale a zero, cioè mantengono una dipendenza lineare dal volume di produzione ma mantengono un valore minimo che permane, anche se la produzione si arresta, si dicono **costi semi-variabili**.

Anche i costi fissi sono tali soltanto in un certo intervallo detto intervallo di rilevanza, si parla di **costi semifissi** quando i costi si mantengono costanti finché il livello di produzione non raggiunge un valore critico, oltre il quale si riscontra un incremento puntuale.

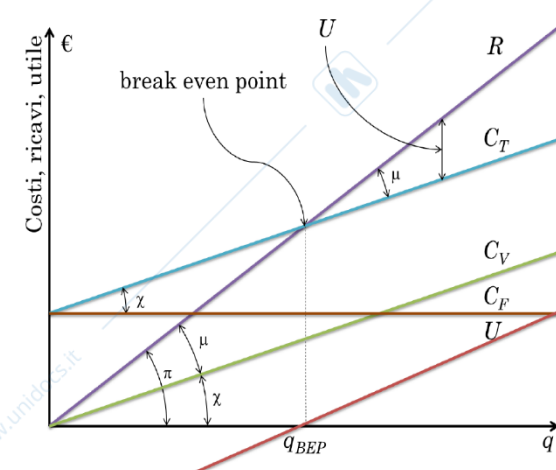


$$C_T(q) = C_F(q) + C_V(q) = C_F + c_{VU} \cdot q$$



Punto di pareggio (BEP): determinabile dal diagramma di redditività. Gli utili sono dati dalla differenza tra i ricavi e i costi totali. Il punto in cui i ricavi superano i costi totali prende il nome di punto di pareggio, il volume di produzione corrispondente al punto di pareggio è detto q_{BEP} . La determinazione del punto di pareggio è importante per un corretto dimensionamento dell'impianto. Produrre meno del q_{BEP} significa avere delle perdite e quindi è da evitare. Solo quando il prezzo di vendita è maggiore del costo variabile unitario, troveremo un valore di produzione corrispondente al punto di pareggio maggiore di zero. Produzione tanto più conveniente quanto prima si raggiunge il q_{BEP} .

Il volume di produzione pianificato dall'azienda, al fine di tutelare l'azienda stessa, discosta dal valore q_{BEP} di una certa quantità detta **marginale di sicurezza Ms**. Tale margine in termini relativi è detto indice di elasticità che fornisce una misura del margine di sicurezza relativa al volume di produzione.



Il margine di contribuzione esprime la parte dei ricavi che può essere impiegata per coprire i costi fissi e per generare utile.

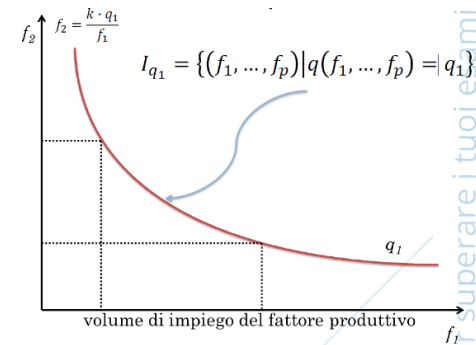
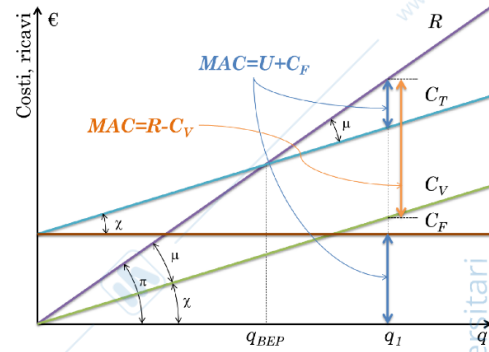
$$MAC(q) = R(q) - Cv(q)$$

Il margine di contribuzione unitario ci permette di stabilire velocemente quale sia l'incremento di utile derivante dall'incremento di produzione:

$$mac_u(q) = p - cv_u$$

Un incremento positivo ovvero un aumento della produzione causa un aumento dell'utile, viceversa un incremento negativo, ossia una riduzione della produzione causa una perdita di utile, si parla di costi di inefficienza.

Ottimizzazione grafica di due fattori interscambiabili (curve isoquanto): la combinazione ottimale di due fattori produttivi, detta ottimo globale, non coincide necessariamente con il punto in cui sono ottimizzati tutti i componenti presi singolarmente. Dato un livello di produzione è possibile rappresentare la funzione che lega le due variabili alla produzione, su un diagramma cartesiano. La curva isoquanto è l'insieme delle diverse combinazioni dei fattori produttivi che permettono di raggiungere una certa quantità predefinita q_1 . Esiste una combinazione ottimale dei due fattori produttivi per produrre una data quantità fissata e si può identificare graficamente come la retta tangente alla curva isoquanto. Al variare del livello produttivo si trovano più curve, il luogo dei punti di tangenza delle varie curve è detta **curva eutopica**. L'azienda dovrà combinare i fattori produttivi lungo la curva eutopica in modo da ottimizzare il costo delle risorse. Ciò è valido solo con 2 fattori.



Costi e profitti degli impianti

Definizioni importanti:

- **Valore attuale netto-VAN:** metodologia tramite cui si definisce il valore attuale di una serie attesa di flussi di cassa, attualizzandoli sulla base di un tasso di rendimento.
- **Tasso di rendimento globale-ORR:** è quel rendimento che, applicato al capitale al capitale iniziale, permette di avere un risultato economico analogo a quello che l'investimento permetterà di avere. Maggiore è il tasso di rendimento globale e più conveniente sarà l'investimento.

$$\sum_{k=0}^n F_k \cdot (1+i)^{-k} \geq 0$$

VAN

- Capitale di terzi:
 - $VAN(i) = \sum_{k=0}^n F_k \cdot \frac{1}{(1+i)^k} \geq 0$
- Capitale proprio:
 - $VAN(m) = \sum_{k=0}^n F_k \cdot \frac{1}{(1+m)^k} \geq 0$
- Ovvero
 - $FV(i) = VAN(i) \cdot (1+i)^n \geq 0$
 - $AE(i) = FV(i) \cdot \frac{i}{(1+i)^n - 1}$

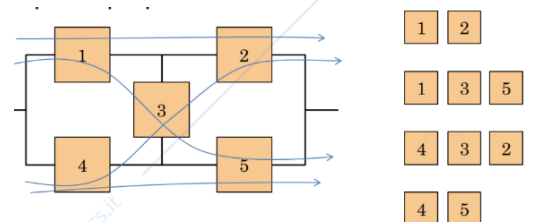
$$I_0 \cdot (1 + ORR)^n = \sum_{k=1}^n F_k \cdot (1 + i)^{n-k}$$

- **Periodo recupero capitale- PBP:** tempo per il quale l'investimento iniziale viene recuperato dai flussi di cassa.

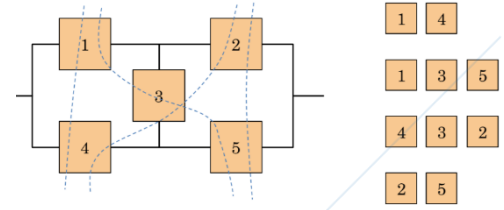
$$-\sum_{k=0}^{PB} F_k \cdot (1 + i)^{-k} \geq 0$$

Affidabilità e manutenzione

Minimal path set: sottoinsieme dei componenti di un sistema tale che il funzionamento di tutti i componenti nel sistema implica il funzionamento del sistema stesso.



Minimal cut set: sottoinsieme dei componenti di un sistema tale che, il guasto di tutti i componenti nel sottoinsieme implica il non funzionamento del sistema.



Sistemi riparabili: Sistema che, dopo il guasto, può essere ripristinato ad una condizione funzionante da una qualsiasi azione di manutenzione, compresa la sostituzione di tutto il sistema.

Manutenzione correttiva (CM): eseguita in risposta a degli errori del sistema. Può essere sia una riparazione che una sostituzione.

Manutenzione preventiva (PM): destinata a ritardare o prevenire i guasti, non vengono eseguite in risposta ad un fallimento del sistema. Esse corrispondono sia a riparazione che a sostituzione.

Manutenzione programmata (SM): composta da interventi di manutenzione ordinaria previsti sulla base di precise misure del tempo operativo trascorso.

Manutenzione su condizione (CBM): individua, se esiste, un parametro misurabile che esprima con accuratezza le condizioni di degrado del sistema. La scelta del parametro da misurare è fondamentale. Per monitorare i sistemi meccanici si sfrutta la manutenzione predittiva, ovvero quel tipo di manutenzione che, tramite il controllo continuo di alcuni parametri, permette di prevedere in quale istante il sistema si potrà rompere.

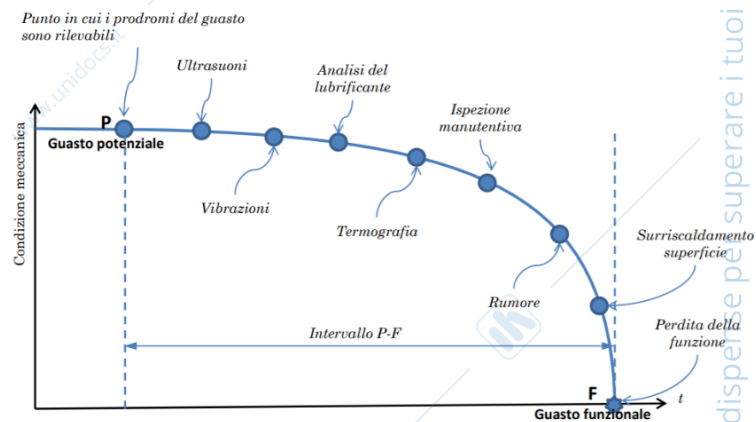


Diagramma P-F: descrive il processo di degrado che inizia con il punto P dopo il quale iniziano a manifestarsi dei segnali deboli che precedono il guasto. L'intervallo tra il punto P e il punto F dipende dal modo di guasto, e può oscillare da pochi secondi a mesi interi.

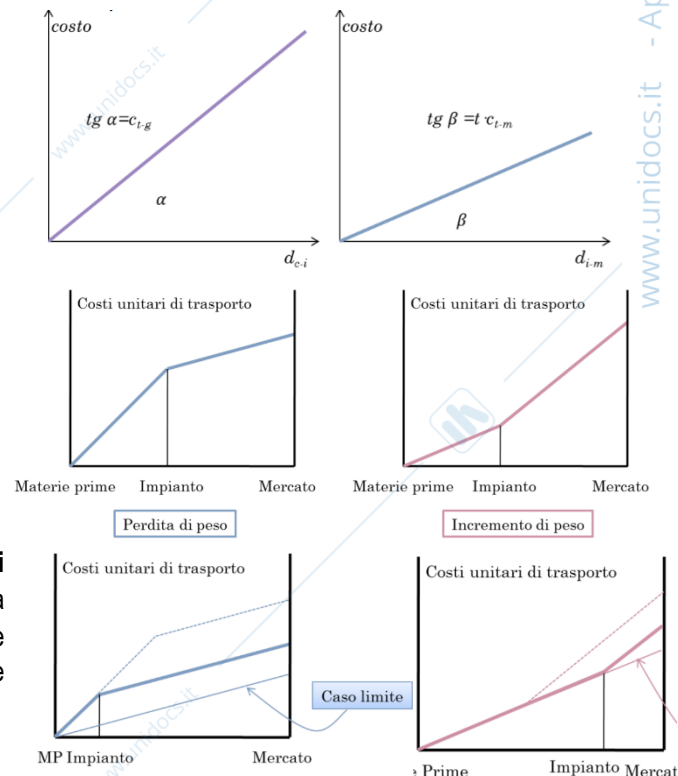
Ubicazione degli impianti

Fattori ubicazionali importanti: **Costi di costruzione**, variano da zona a zona anche in base alle condizioni climatiche. **Caratteristiche del mercato**, se è localizzato l'impianto sarà localizzato vicino al mercato viceversa potrà essere anche distante. **Costi di trasporto**, è conveniente ridurli il più possibile, sia i costi di approvvigionamento che di consegna.

Materie prime, se il processo produttivo produce un aumento del peso del prodotto, conviene posizionare l'impianto vicino al mercato (diminuendo i costi unitari di consegna), viceversa, è più conveniente posizionarlo in prossimità delle materie prime.

L'andamento del costo totale è dato dalla somma dei due addendi corrispondenti ai costi necessari a trasportare sia il materiale grezzo dalla cava all'impianto che dall'impianto fino al mercato.

Componendo i due diagrammi in un unico grafico si ottiene il **modello di Alfred Weber**. Tale modello dice che: se la trasformazione implica una perdita di peso è conveniente posizionare l'impianto in prossimità della fonte di approvvigionamento delle materie prime viceversa è opportuno collocare l'impianto in prossimità del mercato.



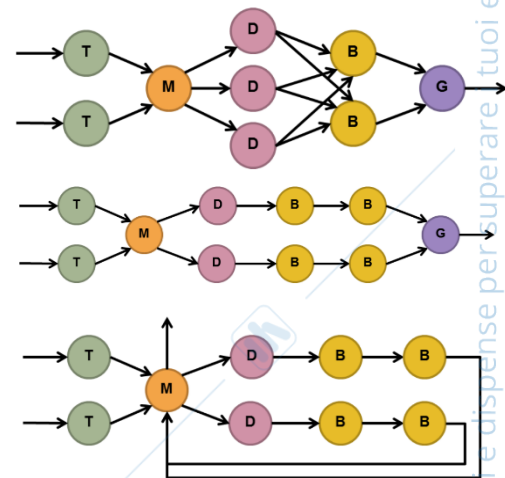
La disposizione dell'impianto

Configurazioni: **a postazione fissa**, le attrezzature sono disposte in modo tale che il prodotto rimanga nello stesso punto dall'inizio alla fine della produzione (cantieri navali). **A reparti (job shop)**, area produttiva divisa in tanti reparti capaci di applicare una particolare tecnologia di fabbricazione, ogni ordine di lavorazione richiede l'esecuzione di una ben precisa serie di operazioni, ogni ordine deve essere seguito individualmente e si muove in modo non ripetitivo tra i vari reparti. Aumentando il numero degli ordini di lavoro, la mancanza di una sequenza tipica di lavorazione comporta notevole complessità nella movimentazione logistica dei semilavorati all'interno dello stabilimento. **In linea (flow shop)**, asseconda nel modo migliore possibile gli spostamenti dei semilavorati, nelle produzioni a ciclo obbligato la configurazione del layout è obbligatoria e le fasi del ciclo avvengono secondo una sequenza prefissata, le macchine saranno messe in linea. Tale configurazione permette di ridurre al minimo i costi di trasporto interno, il tempo di produzione complessivo risulta più basso, l'occupazione dello spazio risulta ottimizzata può essere utile, per svolgere un'operazione usare più macchine in serie o in parallelo.

Layout parallelo: se esistono fasi produttive più lente di altre (collo di bottiglia), si usa tale disposizione per aumentare la velocità complessiva, cioè più macchine analoghe che svolgono la stessa attività in parallelo.

Layout serie: l'impianto è diviso in linee indipendenti, il prodotto non può cambiare linea, al termine di una fase di lavorazione, il prodotto accede alla fase successiva, sempre rimanendo sulla propria linea. Le operazioni troppo lunghe possono essere suddivise, facendole svolgere a macchine analoghe poste consecutivamente realizzando la parcellizzazione (macchina B).

Layout misto: tutte le configurazioni non riconducibile né ad una configurazione né ad un'altra.



Volume critico di produzione (V_c): Elemento importante da prendere in considerazione nella scelta del layout produttivo è la quantità prodotta dall'impianto. Rappresentando su un diagramma i ricavi R , i costi totali e gli utili della configurazione produttiva in linea e quelli legati alla configurazione in reparti si nota come, al crescere del volume produttivo è più favorevole la produzione in linea, rispetto a quella a reparti. Il punto d'intersezione delle due linee è detto volume critico di produzione V_c .

Se $V_a < q < V_b$, solo la configurazione per processo da utili;

Se $V_b < q < V_c$, entrambe danno utili anche se sono maggiori quelle per reparto. Se si prevede un aumento della produzione conviene comunque adottare un layout linea anche se all'inizio gli utili sono minori a causa del costo d'investimento più alto.

Se $q > V_c$ la favorevole è la disposizione in linea.

Algoritmi di costruzione

- **CORELAP:** prevede la costruzione del layout calcolando l'indice di vicinanza totale (**TCR**) per ciascun reparto. Tale indice è dato dalla somma dei valori numerici assegnati alle relazioni di prossimità del triangolo di Buff.
- **ALDEP:** procedura di piazzamento obbligato che prevede di scegliere a caso il primo reparto, poi si cerca quale reparto è legato al primo da una relazione forte (indicata con A), se due reparti hanno la stessa relazione il criterio di spareggio è la scelta casuale. Il primo reparto dev'essere ubicato nell'angolo superiore sinistro ed estendersi verso il basso.

