



Studio del flusso dei materiali e delle attività operative

**Corso di Progettazione
Impianti Industriali
Prof. Sergio Cavalieri**

Riprendiamo le fasi di una Analisi di Fattibilità:

■ ANALISI GENERALE

- VERIFICA DELLA DISPONIBILITA' FINANZIARIA
- DEFINIZIONE DEL PRODOTTO
- **ANALISI E RICERCA DI MERCATO**

■ PARTE TECNICA

- SCELTA DEI PROCESSI PRODUTTIVI
- FISSAZIONE DELLA CAPACITA' PRODUTTIVA E SCELTA DELLE LAVORAZIONI DA AFFIDARE A TERZI (MAKE OR BUY)
- **SCELTA DELL'UBICAZIONE**
- DIMENSIONAMENTO DEI MEZZI PRODUTTIVI
- DEFINIZIONE DEL LAYOUT
- PROGETTAZIONE DEI SERVIZI GENERALI D'IMPIANTO

■ PARTE ECONOMICA

- PREVISIONE DEI COSTI D'IMPIANTO
- PREVISIONE DEI COSTI DI ESERCIZIO
- PREVISIONE DELLE ENTRATE E DELLE USCITE
- PIANO FINANZIARIO E ANALISI DI REDDITIVITA'
- ANALISI DEL RISCHIO

STUDIO DEL LAYOUT

Consiste nella progettazione della disposizione delle macchine, degli impianti, degli addetti e dei materiali

QUANDO E' NECESSARIO EFFETTUARE UNO STUDIO DEL LAYOUT ?

- RIPROGETTAZIONE PARZIALE O TOTALE DEL PRODOTTO
- INTRODUZIONE DI UN NUOVO PRODOTTO
- SENSIBILI VARIAZIONI DELLA DOMANDA
- OBSOLESCENZA DELLE ATTREZZATURE ESISTENTI
- ATMOSFERA DI LAVORO INSODDISFACENTE
- NECESSITA' DI RIDURRE I COSTI

Obiettivi di uno Studio di Lay-out

- **SEMPLIFICARE IL PROCESSO PRODUTTIVO**
 - DISPORRE GLI IMPIANTI PER ASSICURARE IL MAX GRADO DI UTILIZZO
 - NON CREARE CONGESTIONI DI MATERIALE
 - GENERARE UN BUON BILANCIAMENTO DELLE LINEE DI PRODUZIONE
 - GARANTIRE FLESSIBILITA' (PER MODIFICHE DI MIX)
 - GARANTIRE ELASTICITA' (PER MODIFICHE DI VOLUME)
- **RIDURRE IL COSTO DEL TRASPORTO DEI MATERIALI**
- **RIDURRE AL MINIMO LE SCORTE DI PRODUZIONE**
- **UTILIZZARE LO SPAZIO DISPONIBILE NEL MODO PIU' EFFICACE**
- **STIMOLARE UNA EFFICACE UTILIZZAZIONE DELLA MDO**

Fasi di progettazione del layout

- (A) DISPOSIZIONE DELLE MACCHINE
- (B) ANALISI DEL FLUSSO DEI MATERIALI
- (C) STUDIO DELLE ATTIVITA' DI SERVIZIO
- (D) DETERMINAZIONE DEL DIAGRAMMA DI FLUSSO E/O RAPPORTO TRA LE ATTIVITA'
- (E) DETERMINAZIONE DELLO SPAZIO RICHIESTO
- (F) DETERMINAZIONE DEL DIAGRAMMA DEI RAPPORTI TRA GLI SPAZI
- (G) STESURA DI UN PRIMO LAY-OUT
- (H) RIORDINAMENTO DEL DIAGRAMMA DEI RAPPORTI TRA GLI SPAZI E DEL PRIMO LAY-OUT

A) Disposizione delle macchine

- LAYOUT PER PROCESSO
- LAYOUT PER PRODOTTO
- LAYOUT MISTI (FAMIGLIE, PUNTO FISSO...)

Nel Layout per Processo macchine ed attrezzature funzionalmente identiche sono raggruppate nello stesso reparto

Nel Layout per Prodotto le macchine sono disposte secondo la sequenza prevista nel ciclo produttivo tecnologico

■ LAYOUT PER PRODOTTO - I VANTAGGI

- 1 - Minor costo totale dei trasporti del materiale
- 2 - Minor tempo complessivo di produzione
- 3 - Minor scorte di produzione
- 4 - Maggior incentivi per i reparti ad aumentare la produttività
- 5 - Minor superficie di stabilimento
- 6 - Semplificazione del controllo della produzione

■ LAYOUT PER PROCESSO - I VANTAGGI

- 1 - Minor duplicazione di macchinari
- 2 - Maggiore flessibilità di produzione
- 3 - Controlli e supervisione più efficaci in quanto più specializzati
- 4 - Maggior incentivi per i singoli dipendenti all'aumento della produttività
- 5 - Migliore controllo dei processi ad alta precisione o particolarmente complessi
- 6 - Maggiore possibilità di ovviare ad avarie del macchinario

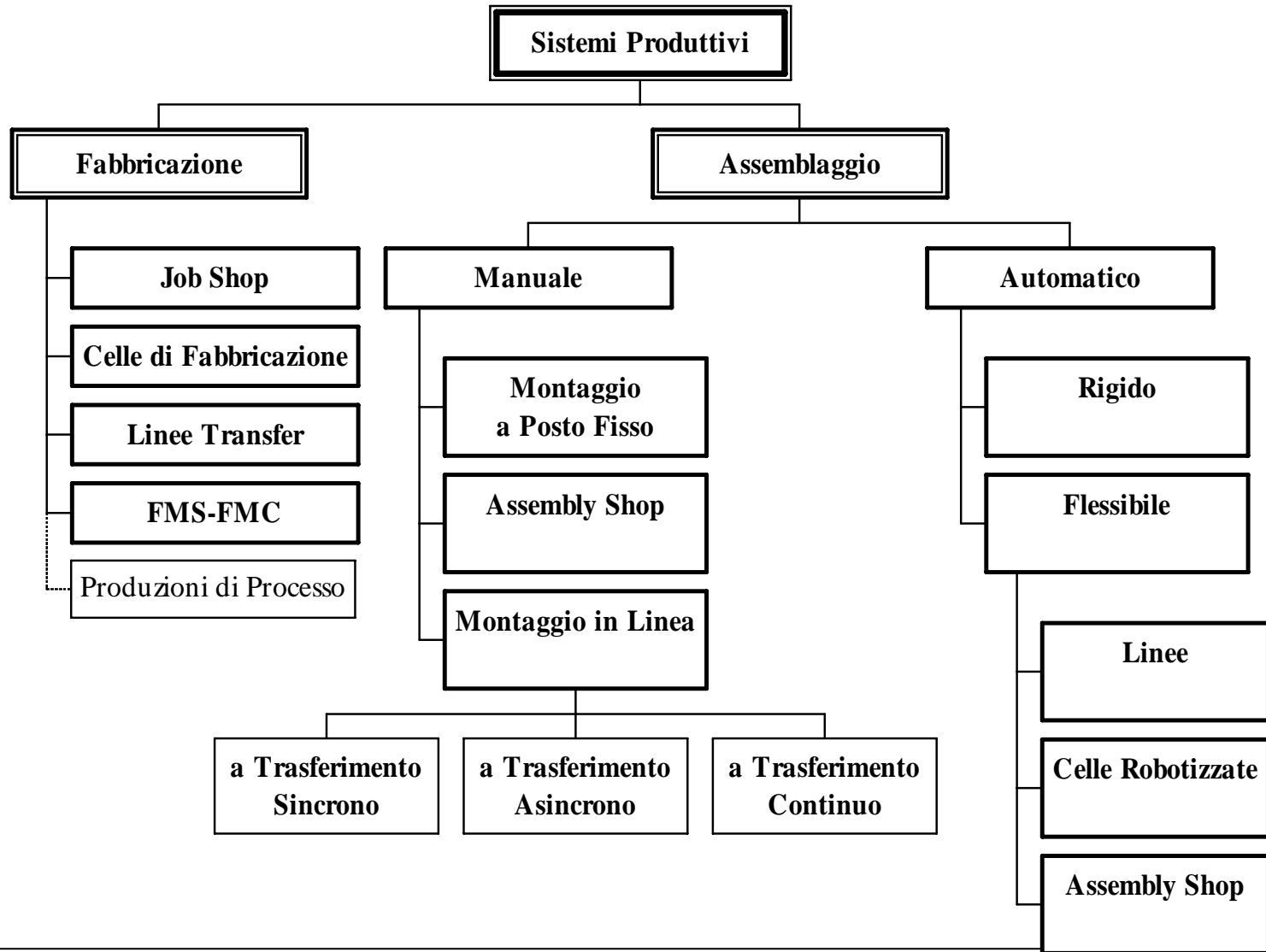
■ **LAYOUT PER PRODOTTO - QUANDO ?**

- 1 - Pochi prodotti (mix ridotto)
- 2 - Elevati volumi di produzione
- 3 - Possibilità di effettuare controllo e valutazione dei tempi di produzione
- 4 - Possibilità di buon bilanciamento dell'impianto
- 5 - Pochi controlli necessari in fase di produzione
- 7 - Materiali trasportabili in grosse quantità o in modo continuo
- 8 - Possibilità di destinare la singola macchina ad una operazione specifica

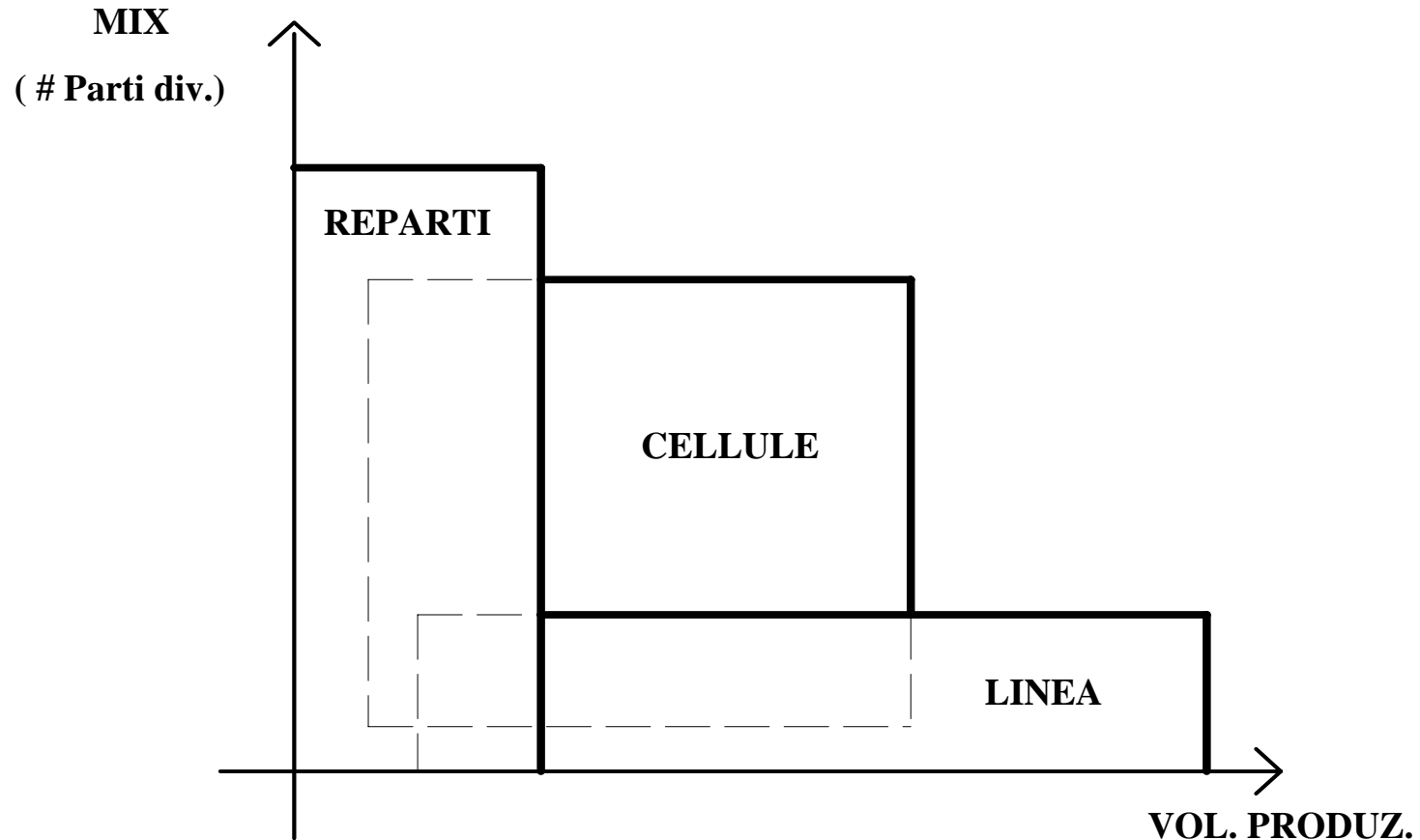
■ **LAYOUT PER PROCESSO - QUANDO ?**

- 1 - Molti prodotti (mix elevato)
- 2 - Produzione limitata nei volumi
- 3 - Analisi dei tempi e metodi complessa o impossibile
- 4 - Scarso bilanciamento dell'impianto
- 5 - Molti controlli in fase di produzione
- 7 - Materiali difficilmente trasportabili in quanto molto voluminosi
- 8 - Frequente necessità di impiego della stessa macchina per attività differenti

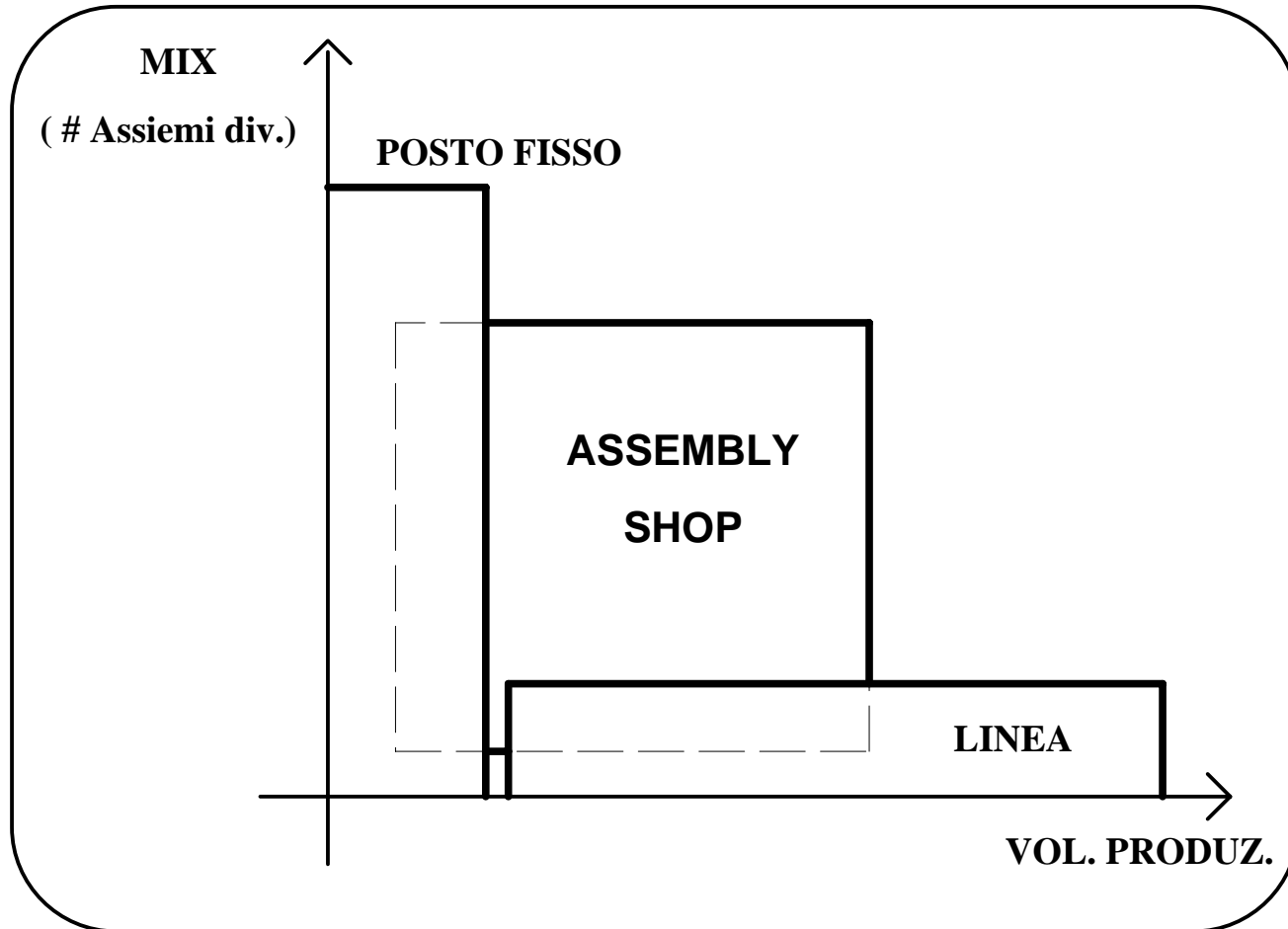
Classificazione tipologie di sistemi di produzione



Campi tipici di impiego soluzioni di fabbricazione



Campi tipici di impiego soluzioni di montaggio

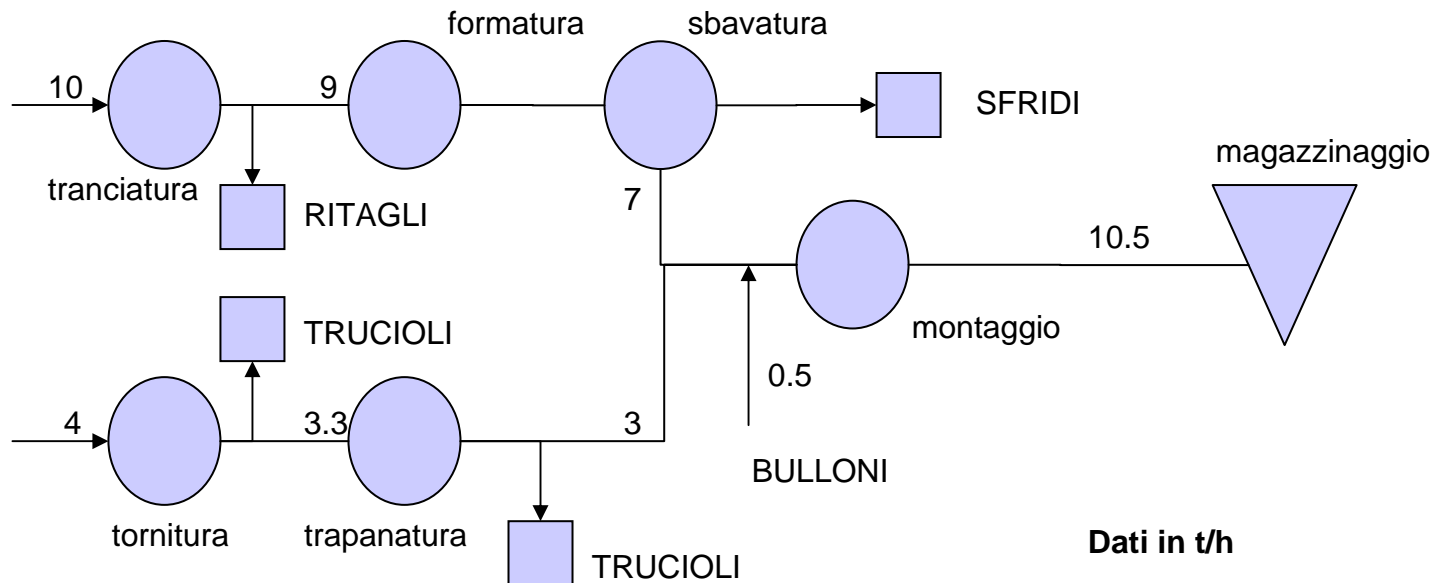


B) Analisi del flusso dei materiali

Con un solo prodotto si utilizza il **foglio del processo operativo** di montaggio o di lavorazione (**“Operation Process Chart”**) che corrisponde in pratica alla descrizione del ciclo tecnologico aderente alle normative ASME.

Il **foglio del processo operativo** deve indicare:

- l'intensità del flusso dei materiali
- l'eventuale eliminazione ed allontanamento degli sfridi



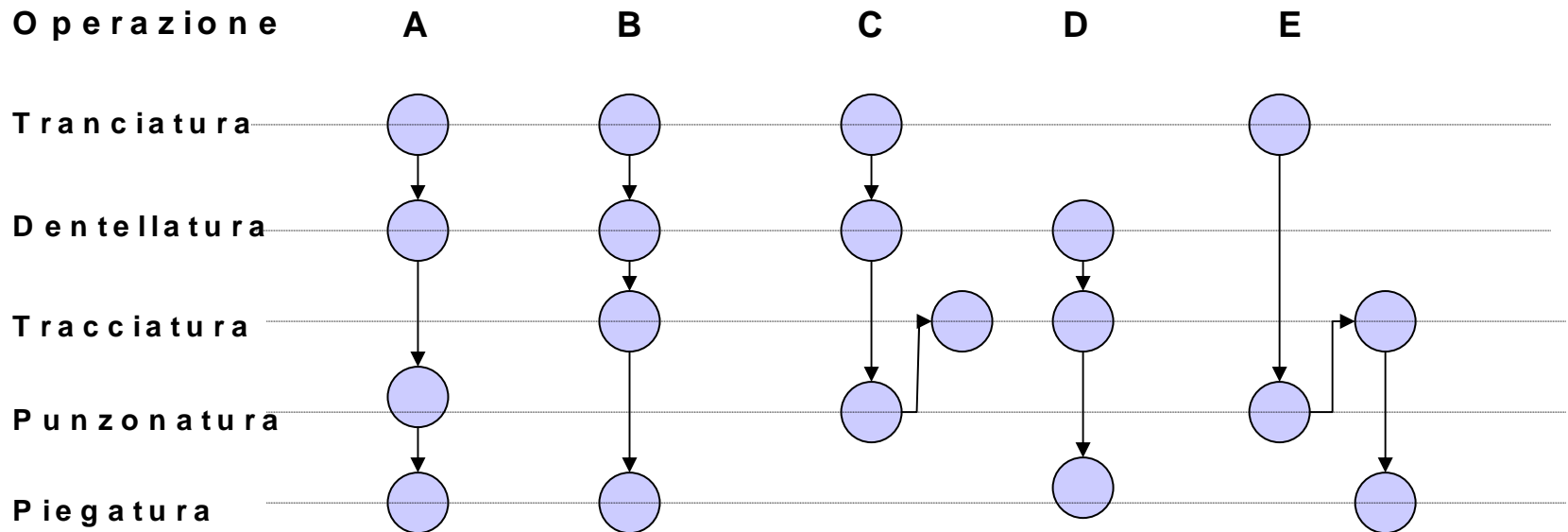
Esempio di foglio di processo operativo

Processo produttivo di costruzioni metalliche

Costruzioni metalliche								
Descrizione	Simboli				distanza (m)	tempo (sec)	quantità (kg)	Osservazioni
Magazzino	○	→	D	■	▼			Gru a ponte
da magazzino a cesoiatura	○	→	D	■	▼	30	60	Lotti di 2.500
Cesoiatura	○	→	D	■	▼		80 pezzo	
Deposito intermedio	○	→	D	■	▼			Spazio accanto alla cesoia
da deposito intermedio a presso-piegatura	○	→	D	■	▼	20		2.200
Presso-piegatura	○	→	D	■	▼		45 pezzo	
Deposito intermedio	○	→	D	■	▼			Spazio accanto alla pressa
da deposito intermedio ad assiematura	○	→	D	■	▼	25		
Assiematura	○	→	D	■	▼		240	
Controllo	○	→	D	■	▼			Il controllo avviene nello stesso luogo di assiematura
da controllo a saldatura	○	→	D	■	▼			
Saldatura	○	→	D	■	▼	30	600	
Deposito intermedio	○	→	D	■	▼			Spazio accanto reparto di saldatura
da deposito intermedio a verniciatura	○	→	D	■	▼	20		
Verniciatura	○	→	D	■	▼		500	
da verniciatura a magazzino	○	→	D	■	▼	20		
Magazzino	○	→	D	■	▼			

B) Analisi del flusso dei materiali

Per pochi prodotti (5 ÷ 6) è conveniente utilizzare il “**Multi Product Process Chart**”. L’obiettivo a livello di Layout sarà quello di avere un flusso progressivo con un minimo di ritorno e di disporre vicine le operazioni legate tra loro da una grande intensità di flusso



B) Analisi del flusso dei materiali

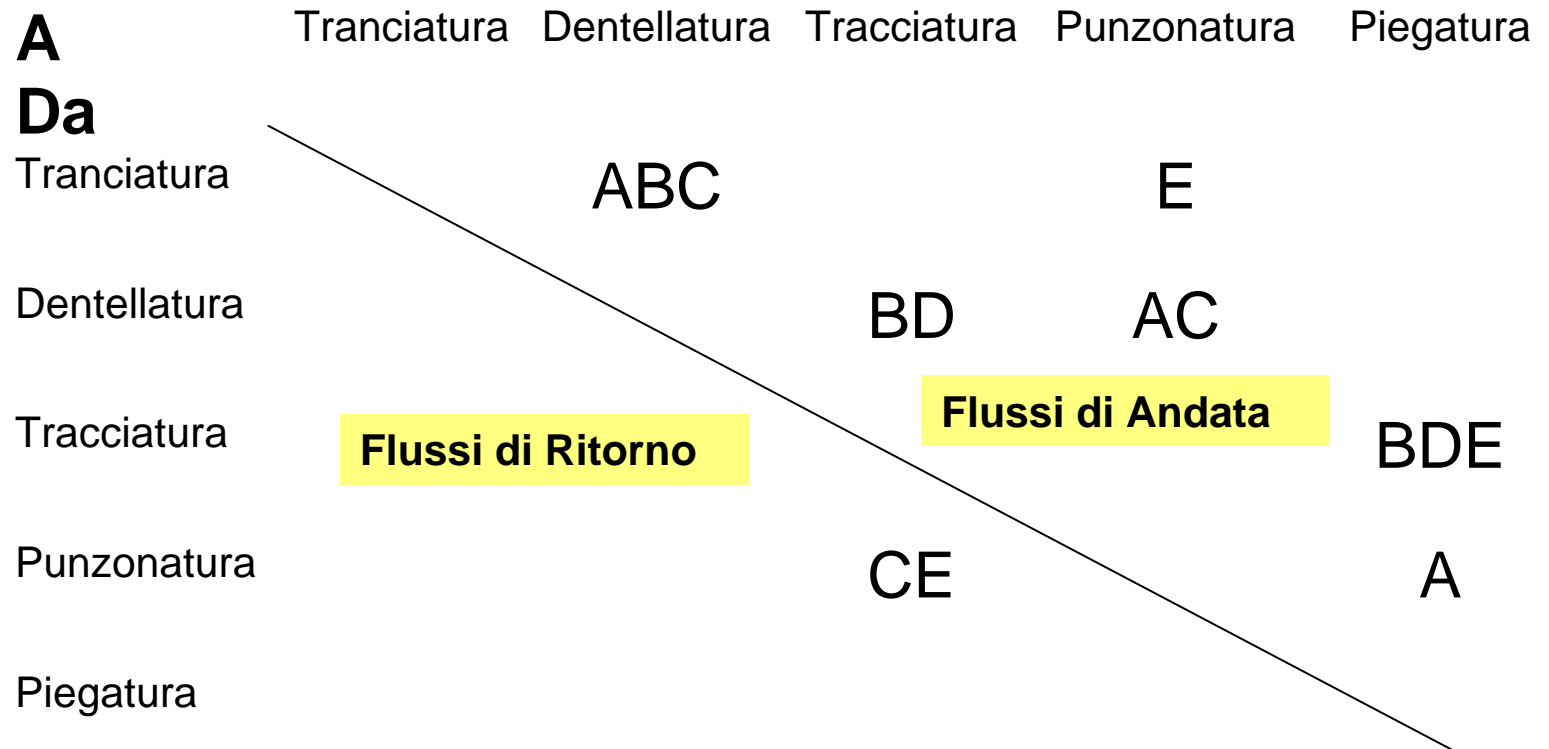
Per molti prodotti è conveniente utilizzare il **foglio Origine - Destinazione (“from to Chart”)**.

Quando ogni casella della matrice mostra i flussi dei prodotti, espressi secondo una opportuna unità di misura (tonnellate, barili, palletts,...) il foglio di Origine - Destinazione prende il nome di **Foglio degli itinerari e dei percorsi**.

In generale:

- le caselle poste al di sopra della diagonale rappresentano gli spostamenti dei prodotti verso la fase di completamento
- le caselle poste al di sotto della diagonale mostrano i flussi dei materiali di ritorno

Esempio di foglio origine-destinazione



Esempio di foglio itinerari - percorsi

A		Tranciatura	Dentellatura	Tracciatura	Punzonatura	Piegatura
Da						
280	Tranciatura		205		75	
245	Dentellatura			145	100	
230	Tracciatura					230
160	Punzonatura			110		50
	Piegatura					
			205	255	175	280

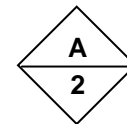
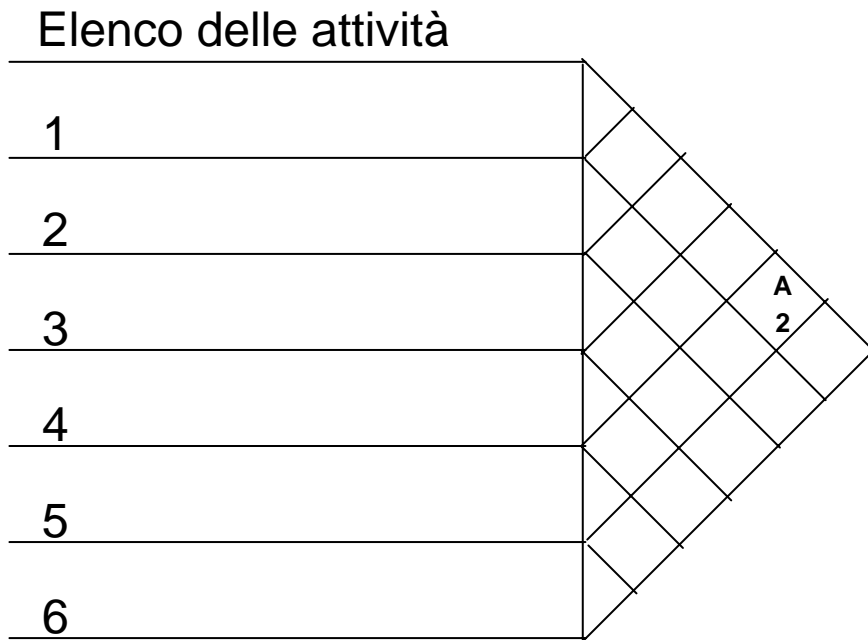
C) Studio delle attività di servizio

Oltre allo studio del flusso dei materiali, lo studio del Layout richiede:

- Integrazione dei servizi ausiliari con i flussi dei materiali (manutenzione, ufficio produzione, spogliatoi, sale d'attesa...)
- Esigenza di controllo di qualità, di sorveglianza delle persone e dei prodotti (possibilità di contaminazione o condizioni di pericolo per il personale)
- Nel caso di imprese di servizi, dove il flusso dei materiali è nullo, è maggiormente importante fare riferimento al movimento della documentazione e delle persone

Per lo studio delle attività di servizio si utilizza la **tabella dei rapporti** (“**Relationship Chart**”) che, a differenza **degli itinerari e dei percorsi**, dà un'analisi puramente qualitativa

Tabella dei rapporti (“Relationship Chart”)



A	ROSSO
E	ARANCIONE
I	VERDE
O	AZZURRO
N	NON COLORATO
X	NERO

VALORE	RAPPORTO
A	Assolutamente necessario
E	Eccezionalmente importante
I	Importante
O	Di ordinaria importanza
N	Non importante
X	Indesiderato

Codice	Ragioni
1	Comodità
2	Necessità rapporti
3	Rumore
4

(D) Determinazione del diagramma di flusso

Partendo dalla tabella **Origine - Destinazione** e dalla “**Relationship Chart**” è possibile tracciare il diagramma dei rapporti tra le attività. Esso è una visualizzazione delle informazioni raccolte nelle tabelle appena citate.

(E) Determinazione dello spazio richiesto

Si procede quindi alla determinazione dello spazio necessario da assegnare ad ogni attività di produzione e servizio, dopo aver fissato la disposizione topografica mediante il diagramma dei rapporti

Esistono diversi metodi tra cui

CALCOLO DIRETTO


Si determina lo spazio occupato dalle macchine, dagli operatori, dai magazzini dopo aver calcolato il numero necessario delle attrezzature

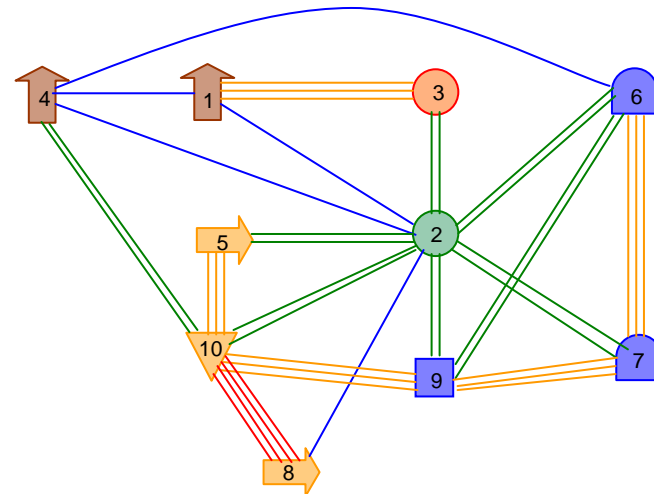
SPAZI STANDARD

Si ricorre a spazi standard stabiliti dalla pratica industriale ed indicati in tabelle di riferimento ufficiali

(D) Determinazione del diagramma di flusso

Valutazione	Collegamenti	Colore	Linea
A	Assolutamente necessario	Rosso	4 diritte
E	Eccezionalmente importante	Arancione	3 diritte
I	Importante	Verde	2 diritte
O	Di ordinaria importanza	Blu	1 diritta
N	Non importante	0
X	Indesiderato	Marrone	1 frastagliata
XX	Estremamente indesiderabile	nero	1 frastagliata

Simbolo	Colore	Attività
	Rosso	Montaggio
	Verde	Fabbricazione
	Arancione	Trasporto
	Blu	Ispezione
	Arancione	Magazzino
	Blu	Servizi
	Marrone	Uffici esterni



(F) Determinazione del diagramma dei rapporti tra gli spazi

Partendo da:

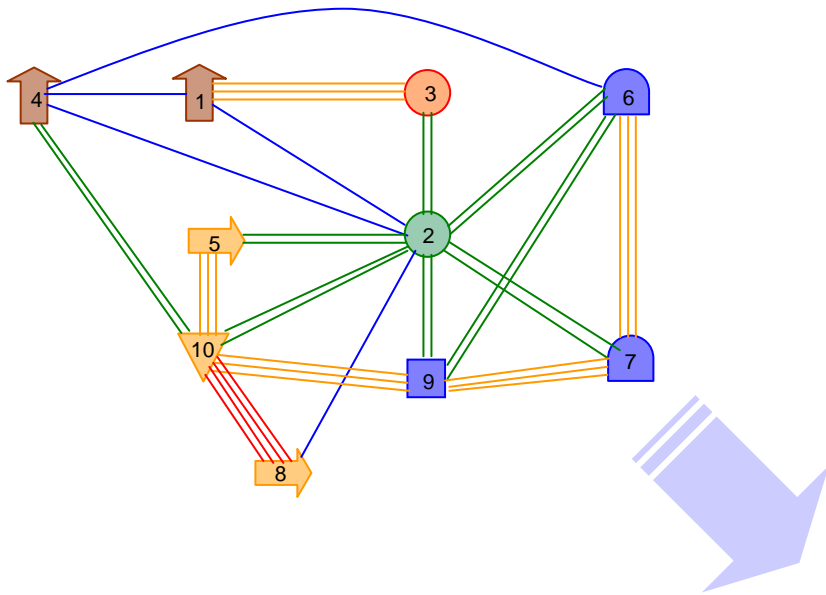
- Diagramma rapporti tra le attività
- Calcolo dell'area richiesta dalle singole attività

Si perviene alla creazione del **Diagramma dei rapporti tra gli spazi**

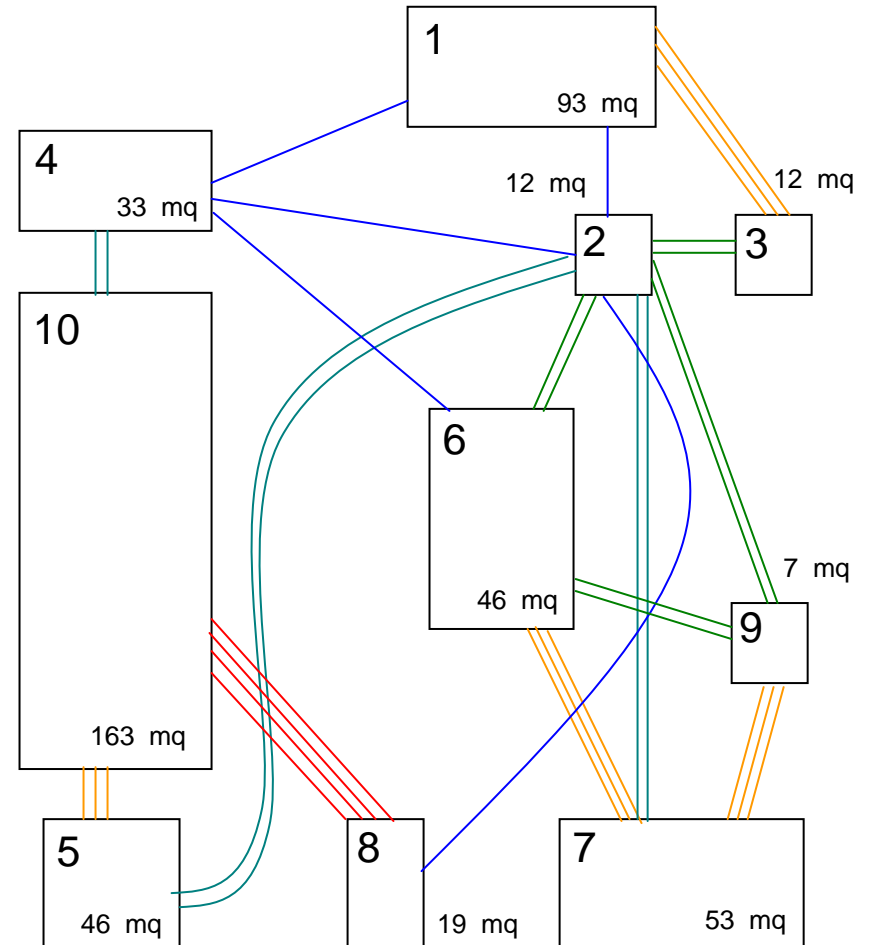
(G) Stesura di un primo layout

Il passo successivo è quello di rendere contigue le aree identificate nella fase precedente: viene così stesa la prima bozza di LAYOUT

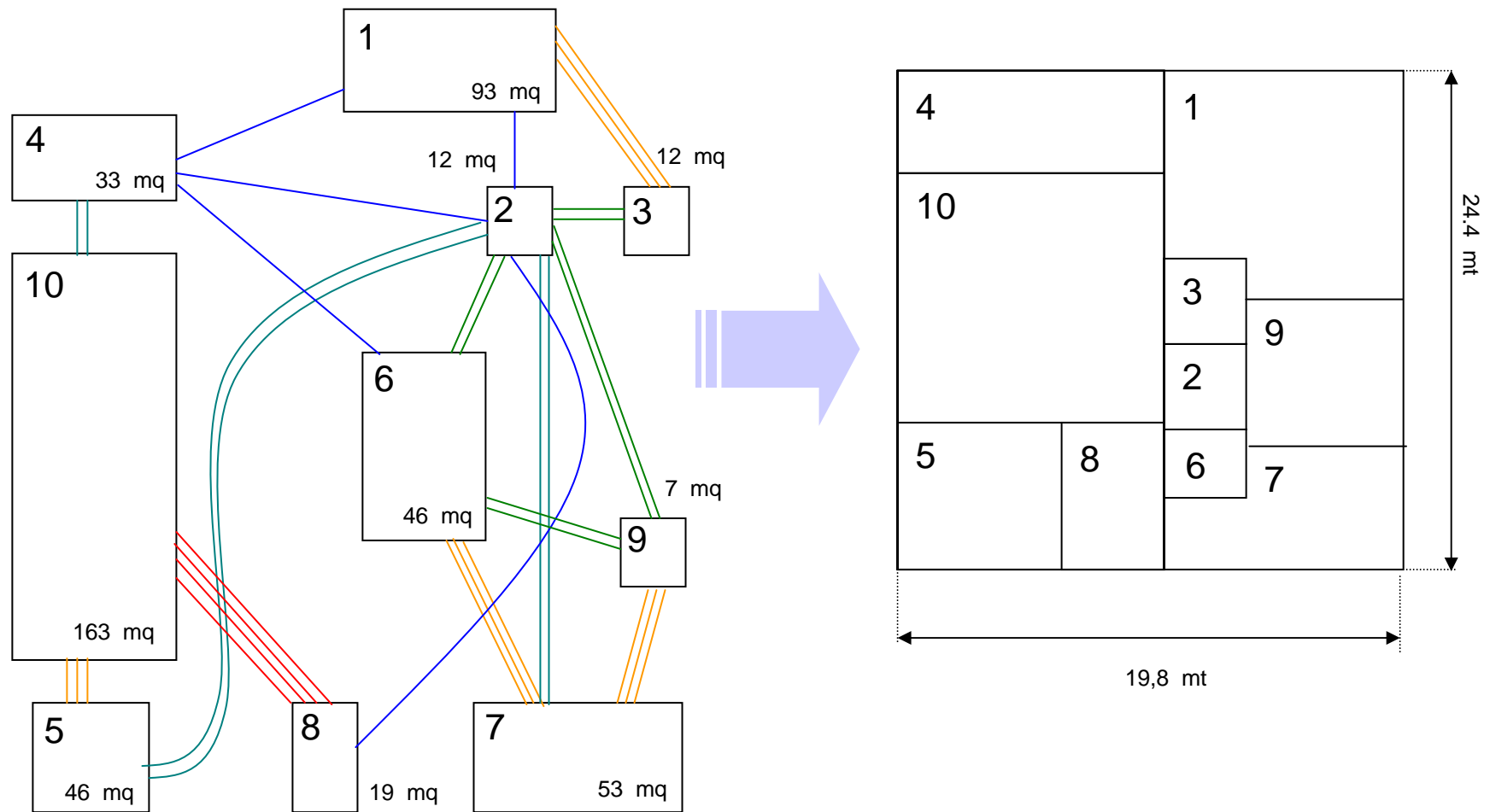
Esempio di diagramma dei rapporti tra gli spazi



TOT AREA
484 mq



Esempio di stesura di un primo layout



(H) Riordinamento del diagramma dei rapporti fra gli spazi e del primo layout

Può essere necessario effettuare un riordinamento del diagramma dei rapporti fra gli spazi e del primo Layout al fine di tenere conto di:

- Considerazioni di modifica dovute ad esigenze particolari quali:
 - Sistema di trasporto
 - Struttura dei fabbricati
 - Caratteristiche ed esigenze del personale
 - Sistemi di controllo
- Limitazioni pratiche imposte
 - Dall'ubicazione dell'impianto
 - Dalle caratteristiche del terreno
 - Dalle caratteristiche dei fabbricati esistenti

Analisi economica

A questo punto bisogna verificare se la costruzione dell'impianto può risultare economicamente vantaggioso oppure no.

Essa si sviluppa nelle seguenti fasi:

- PREVISIONE DEI COSTI D'IMPIANTO
- PREVISIONE DEI COSTI DI ESERCIZIO
- PREVISIONE DEL FATTURATO
- ANALISI DI REDDITIVITA'

I modelli di previsione vengono sviluppati partendo dall'analisi dei Budget di Stato Patrimoniale, Conto Economico e di Cash Flow

PREVISIONE DEI COSTI D'IMPIANTO (I_k)

Possiamo definire i costi d'impianto tutti quei capitali di Investimento fisso cui si deve disporre per dare inizio all'attività industriale.

- Costo del terreno
- Costo dei fabbricati
- Costo dei servizi d'impianto
- Costo dei macchinari e delle attrezzature (fornitura, trasporto e montaggio)
- Scorte di materiali

Tali mezzi finanziari possono pervenire:

- Direttamente da capitale proprio (disponibilità finanziarie, aumenti di capitale..)
- Da fonti finanziarie esterne (Banche ed Istituti di credito)

In questa fase occorre anche definire:

- Lo scaglionamento del tempo degli investimenti (piano di finanziamento)
- Il ciclo di vita dei beni (la loro durata)
- Il piano di ammortamento per valutare la loro incidenza sui costi di esercizio

PREVISIONE DEI COSTI DI ESERCIZIO (C_k)

Identificano le spese che verranno sostenute per le attività di esercizio dell'impianto.

■ Costi fissi

- Spese generali

■ Costi variabili

- Mano d'opera
- Materie prime
- Energia
- Trasporti

PREVISIONE DEL FATTURATO (R_k)

A seconda della quota di mercato, delle strategie legate alle politiche di prezzo o alla tecnologia applicata vengono stimati i prezzi in ingresso al mercato e le corrispondenti previsioni di fatturato

ANALISI DEI FLUSSI DI CASSA (FC_k)

Partendo dai valori ottenuti ai punti precedenti calcoliamo i flussi di cassa per i singoli periodi dell'investimento (FC_k).

$$FC_k = R_k - I_k - C_k - IP_k - T_k$$

IP_k = Interessi passivi relativi all'anno k-esimo $IP_k = K_k * \delta$

K_k = Capitale preso a prestito al tasso d'interesse bancario δ

T_k = Tasse pagate al k-esimo anno $T_k = (R_k - C_k - A_k) * t$ $T_k \geq 0$

A_k = Ammortamenti relativi all'anno k-esimo

t = Aliquota fiscale

ANALISI DI REDDITIVITA - CALCOLO NPV

Il Net Present Value (NPV) considera l'insieme dei flussi futuri di cassa attualizzati al periodo dell'analisi. Il fattore di attualizzazione generalmente utilizzato (ρ) è il costo capitale, o il tasso di interesse minimo garantito in investimenti a rischio nello (BOT, CCT, CTZ...)

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{FC_k}{(1+\rho)^k} \quad k = 1, 2, \dots, n$$

n = vita utile dell'impianto

NPV > 0 L'investimento è redditizio

NPV = 0 Condizione di incertezza

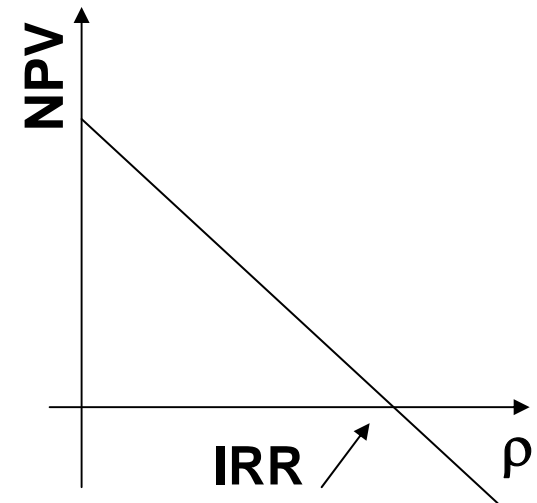
NPV < 0 L'investimento non è conveniente

ANALISI DI REDDITIVITA - CALCOLO IRR

IRR identifica il tasso interno di redditività massimo per il quale si possano ripagare gli investimenti attuati in numero di anni pari alla vita utile dell'impianto. **IRR rappresenta il valore di ρ per cui NPV è nullo.**

$$0 = \sum_{k=1,2, \dots, n} \frac{FC_k}{(1 + IRR)^k}$$

- IRR > ρ L'investimento è redditizio
- IRR = ρ Condizione di incertezza
- IRR < ρ L'investimento non è conveniente



ANALISI DI REDDITIVITA - CALCOLO PBT

Pay Back Time (PBT) identifica il tempo necessario per recuperare il capitale investito. **PBT rappresenta il valore di n per cui NPV è nullo.**

$$NPV = \sum_k \frac{FC_k}{(1 + \rho)^k} = 0 \Rightarrow k = n_0$$

$k < n$ L'investimento è redditizio

$k = n$ Condizione di incertezza

$k > n$ L'investimento non è conveniente

Riferimenti

- Da pag 165 a pag 202 Pareschi