

# **Industrial Design Manufacturing&Plants**

**Introduzione**

**Marco Raimondi  
([mraimondi@liuc.it](mailto:mraimondi@liuc.it))**

# Agenda

- **Sessioni:**

1. **Tecnologie e concezione del sito produttivo**
2. **Pianificazione e approvvigionamenti**
3. **Logistica e verifica generale impostazione del plant**
4. **Personale, qualità, sicurezza, reportistica e controllo**
5. **Una esempio reale: il Plant Electrolux di Solaro**

- **Tutoring:**

**solo su prenotazione ([mraimondi@liuc.it](mailto:mraimondi@liuc.it))**

**Maggio: 25/27 dalle h. 8.15**

**Giugno: 1/3/8/10 dalle h. 8.15**

# **Industrial Design Manufacturing&Plants**

**Tecnologia e concezione del Plant**

## Tecnologia e Concezione del Plant

- L'industrializzazione di prodotto
- le "Operations"
- Il ciclo di vita di un impianto industriale
- Scelte di impianto
- La progettazione del Plant
  - Un esempio reale

# L'industrializzazione di prodotto

## Le principali funzioni aziendali protagoniste nello sviluppo di nuovi prodotti

- **Marketing**
- **R&D**
- **Engineering&Manufacturing**
- **Esistono molti legami operativi tra queste funzioni:**
  - **Coordinamento**
  - **Timing**
  - **Risorse**
  - **Decisioni**
  - **.....**

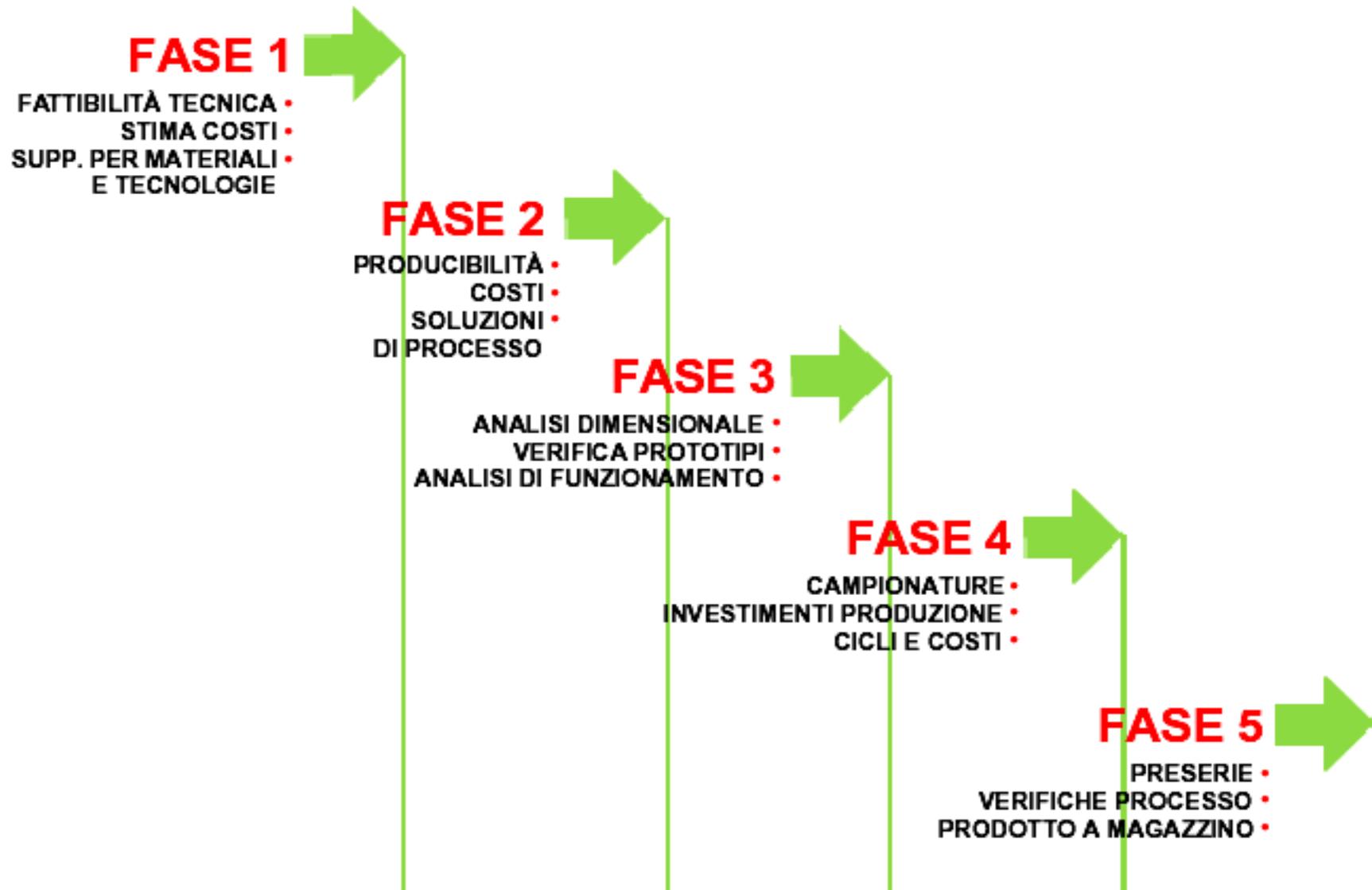
# Engineering

- **Si definisce genericamente “engineering” la disciplina che verifica la fattibilità tecnica dei componenti costituenti un prodotto valutandone e definendone le modalità produttive**
- **Nelle realtà industriali più evolute si parla di:**
  - **“Engineering” quando l’attività svolta riguarda il prodotto**
  - **“Manufacturing engineering” quando l’attività svolta riguarda il processo produttivo**
- **Tale differenziazione non è esplicitata in piccole realtà industriali, è invece ben presente presso le grandi aziende**

## Engineering

- **Gli esperti di industrializzazione di prodotto normalmente seguono lo sviluppo del prodotto già nella fase di progettazione, supportandola con informazione riguardo materiali, tecnologie, fattibilità, costi**
- **Una volta chiusa la fase di progettazione sarà infatti necessario definire il processo, le attrezzature, i cicli definitivi**
- **Questo avrà un impatto sui macchinari, i flussi di materiali, l'organizzazione del lavoro, ....**

# Engineering



# Manufacturing engineering

- La “Manufacturing Engineering” è definita dalla Society of Manufacturing Engineers (SME) come:

*"that specialty of professional engineering which requires such education and experience as is necessary to understand, apply, and control engineering procedures in manufacturing processes and methods of production of industrial commodities and products; and requires that ability to plan the practices of manufacturing, to research and develop the tool, processes, machines and equipment, and to integrate the facilities and systems for producing quality products with optimal expenditure."*

# Manufacturing engineering

- **Tutti i prodotti, dagli aerei ai giocattoli devono essere realizzati: la “manufacturing engineering” è l’insieme delle scienze e delle arti che rendono possibile la realizzazione di prodotti di qualità ad un costo ragionevole**
- **Si tratta di un campo multi disciplinare che include elementi di ingegneria a tutti i livelli:**
  - **Tecnologie industriali**
  - **Scienza dei materiali**
  - **Economia**
  - **Gestione e organizzazione aziendale**
  - **.....**

# Manufacturing engineering

- **Le principali aree di esperienza di questa disciplina sono:**
  - **la progettazione dei processi industriali**
  - **la pianificazione dei cicli produttivi**
  - **il controllo della qualità**
  - **la gestione degli impianti e delle attrezzature**
  - **la robotica e l'automazione**
  - **le tecnologie di supporto (CAM, CIM, FMS, ...)**
  - **.....**

# Le Operations

## Cosa si intende per “Operations”

- **Il termine può assumere valenze anche molto diverse per ampiezza di contenuti: ricerca le migliori soluzioni industriali in senso lato**
- **Ovvero si preoccupa di:**
  - **programmare e controllare la produzione**
  - **gestire le risorse impegnate nel sistema produttivo**
  - **definire la logistica in ingresso, interna, in uscita**
  - **stabilire la migliore configurazione di acquisto**
  - **provvedere ad una gestione oculata delle scorte**
  - **garantire la disponibilità del prodotto nei tempi e nelle modalità stabilite**
  - **offrire il giusto target di qualità**
  - **.....**

## Definizioni

- **Impresa industriale: attività economica che si esplica mediante la produzione e la vendita di beni**
- **Produzione: qualsiasi attività che mira a soddisfare bisogni o incremento di utilità (valore) nelle cose**
- **Azienda: complesso di mezzi tecnici, infrastrutture e risorse umane organizzati dall'imprenditore per l'esercizio dell'impresa**

## Definizioni

- **Processo:** insieme di risorse e di attività tra loro interconnesse che trasformano delle entità in ingresso (materiali o semilavorati) in entità in uscita (prodotto)
- **Processo industriale:** una successione di attività che, partendo da un certo semilavorato, ne modificano successivamente la forma fino ad ottenere il prodotto finito
- **Impianto (plant) o sistema produttivo :** complesso di mezzi tecnici atti a produrre beni o servizi utili all'uomo con processi (tecnologie) di vario genere, facenti parte di una più ampia organizzazione (azienda industriale)

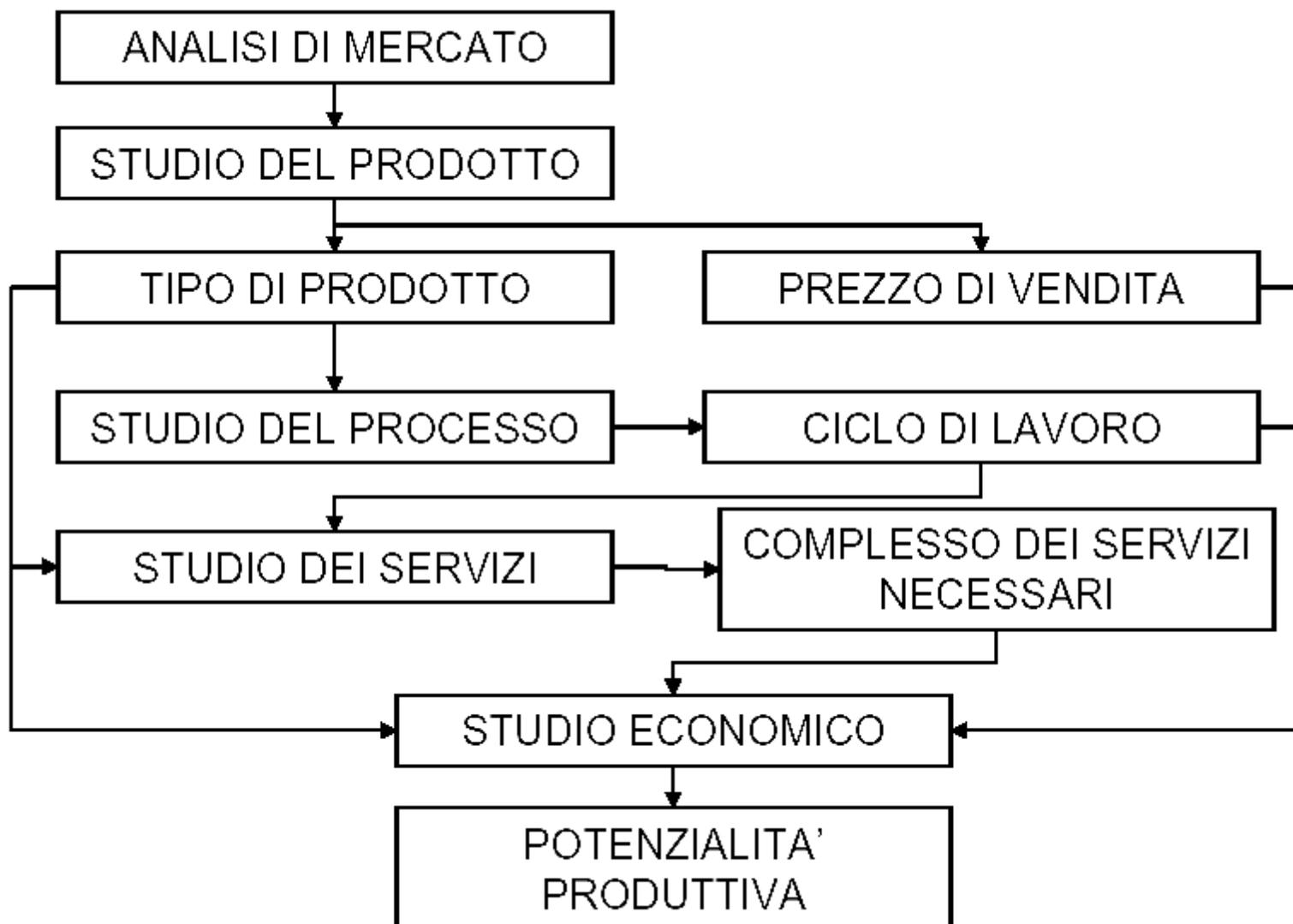
## **Analisi di fattibilità**

- **L'Analisi di Fattibilità è un insieme organico di studi tecnici ed economici effettuati allo scopo di verificare le convenienze di un investimento mirante alla realizzazione e/o re-engineering di un sistema produttivo**
- **Fasi logiche di realizzazione di un impianto industriale**
  - **STUDIO DI FATTIBILITA'**
  - **PROGETTAZIONE (preliminare, definitiva, esecutiva)**
  - **REALIZZAZIONE**
  - **START UP**

## Esempi

- **L'Analisi di Fattibilità si inserisce in un contesto di analisi generale che comporta altresì le fasi di analisi e ricerca di mercato, definizione del prodotto, verifica economico-finanziaria**
- **Esempi**
  - **Necessità di inserire un prodotto caratterizzato da diversa tecnologia in uno stabilimento esistente**
  - **Installazione di una nuova acciaieria in estremo oriente**
  - **Ristrutturazione di un lay-out di impianto a seguito di contrazione dei volumi di vendita**
  - **Realizzazione di un nuovo stabilimento per la produzione di elettrodomestici nell'Est Europeo**
  - **Revamping di un impianto siderurgico esistente**
  - **.....**

## Analisi di fattibilità



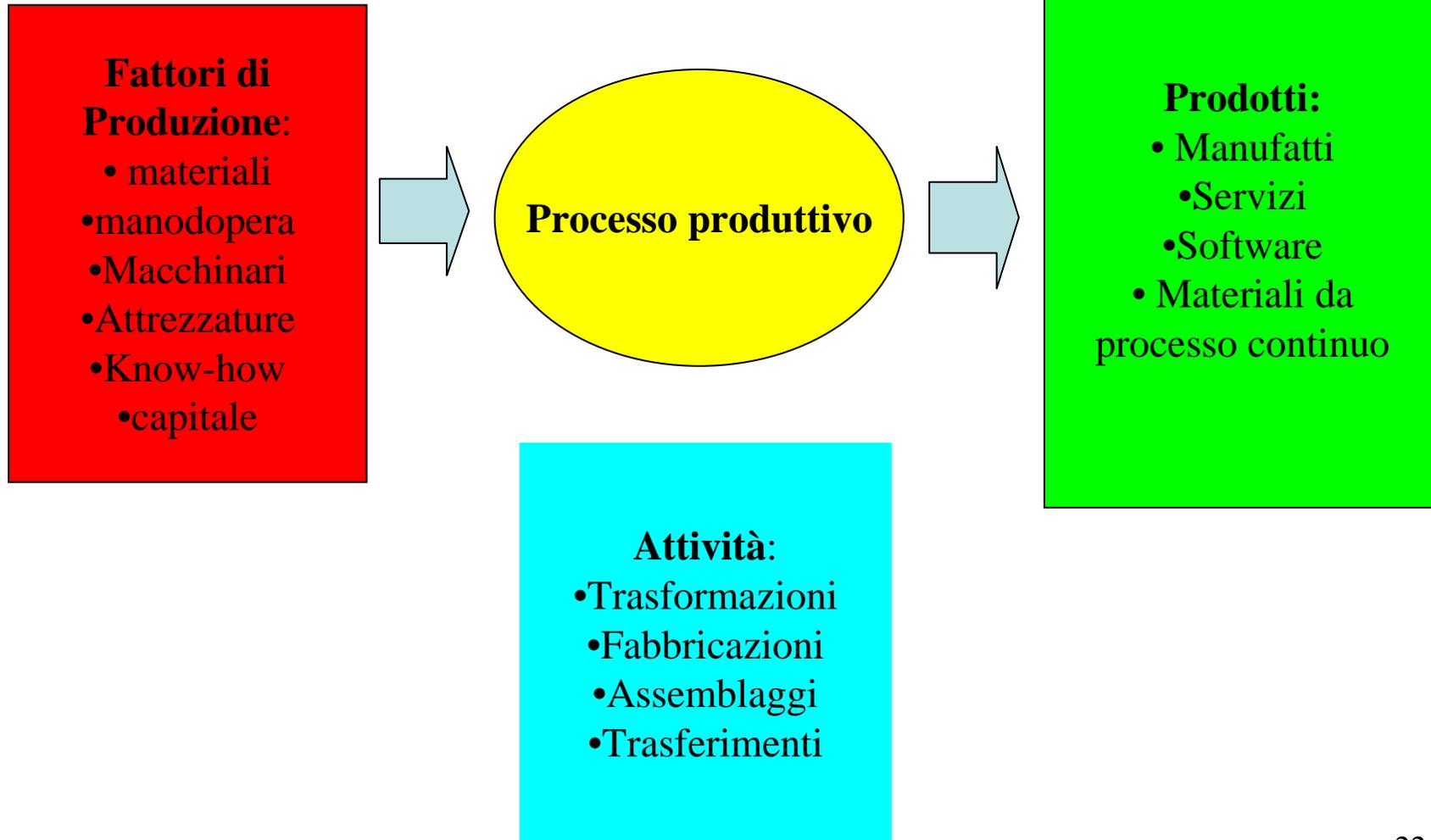
## Perché analizzare la domanda?

<b>MOTIVO</b>	<b>FATTORI CHIAVE</b>	<b>TIPO DI ANALISI</b>
<b><i>Nuovi impianti</i></b>	Innovazione tecnologica Componente di trend	Lungo periodo (10 ÷ 15 anni)
<b><i>Nuovi prodotti</i></b>	Componente di trend Componente congiunturale	Medio periodo (1 ÷ pochi anni)
<b><i>Programma di produzione</i></b>	Componente congiunturale Componente Stagionale	Breve periodo (3 ÷ 6 mesi)

# Perché fare previsioni?

Organization Unit	Brevissimo termine	Breve termine	Medio termine	Lungo termine
<i>Marketing</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vendite per classe di prodotto</li> <li>-Vendite per area geografica</li> <li>-Vendite per cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vendite totali</li> <li>-Vendite sui prodotti più importanti</li> <li>-Livello dei prezzi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vendite totali</li> <li>-Vendite sui prodotti più importanti</li> <li>-Situazione economica generale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vendite totali</li> <li>-Vendite sui prodotti più importanti</li> <li>-Introduzione nuovi prodotti</li> <li>-Saturazione vendite prodotti esistenti</li> <li>-Preferenze e gusti dei clienti</li> </ul>
<i>Production</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Domanda per prodotto</li> <li>-Saturazione capacità impianti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Domanda totale</li> <li>-Domanda per categoria di prodotto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Budget allocation</li> <li>-Acquisti di macchinari</li> <li>Livello di impiego manodopera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Investimenti per la produzione</li> <li>-Espansione degli impianti</li> <li>-Nuove tecnologie</li> </ul>
<i>Finanza</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ricavi sulle vendite</li> <li>-Costi di produzione</li> <li>-Cash inflows e outflows</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Domanda totale</li> <li>-Livello delle scorte</li> <li>-Livello dei prezzi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Budget allocation</li> <li>-Cash flows</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vendite totali</li> <li>-Investimenti</li> <li>-Allocazione delle risorse finanziarie</li> </ul>
<i>Acquisti</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Livello della produzione</li> <li>-Disponibilità di capitale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Domanda per prodotto</li> <li>-Domanda per materiale</li> <li>-Lead time di consegna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Domanda per prodotto</li> <li>-Domanda per materie prime</li> <li>-Sviluppo nuovi prodotti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contratti di acquisto</li> <li>-Preferenze e gusti dei clienti</li> </ul>

# Processo industriale



## Impianto industriale

- **Aspetto *operativo*:** unità organizzata di mezzi tecnici nella quale si realizza tutto o parte del ciclo di trasformazione dei beni in ingresso (materie prime) in beni in uscita (prodotto finito)
- **Aspetto *economico*:** unità appartenente ad un sistema più ampio in grado di determinare con il suo intervento maggior valore nei beni in uscita rispetto a quelli in ingresso. Tale condizione è necessaria per la sopravvivenza di un'azienda industriale e, a maggior ragione, per il relativo impianto

## **Visione “operativa”**

- **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 DI IMPIANTO**

## **Visione “economica”**

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

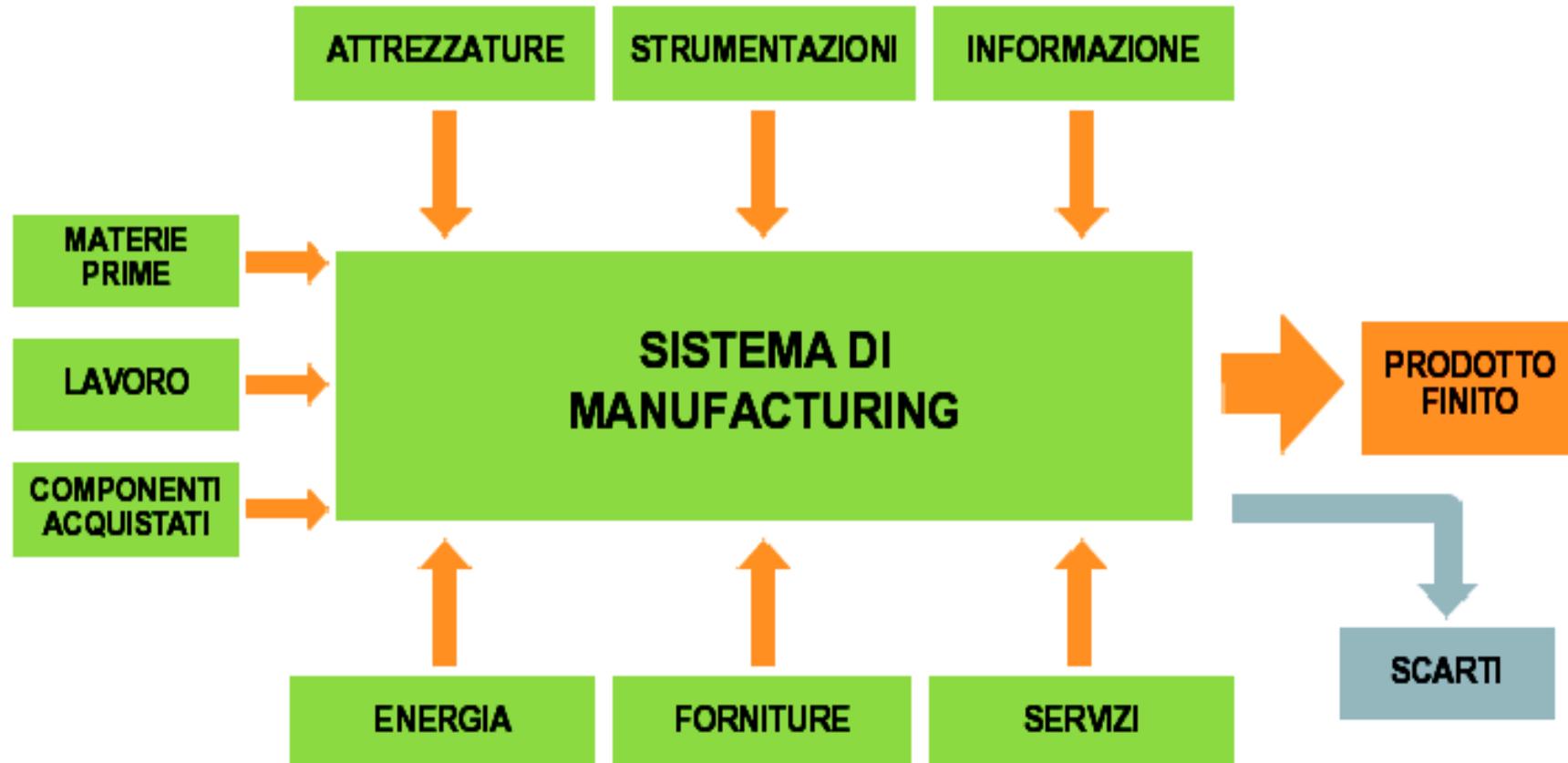
## Criteri decisionali

- **Economici, basati su:**
  - Risultato di esercizio basato sui costi di impianto e di esercizio (strategie di saving)
  - Rendimento dei capitali basato sui flussi finanziari nel tempo
- **Tecnici, basati su**
  - Parametri e specifiche tecniche
  - Indici di efficienza, efficacia, affidabilità, qualità
- **Altri, basati su:**
  - Elementi di immagine e di marketing
  - Accordi sindacali
  - .....

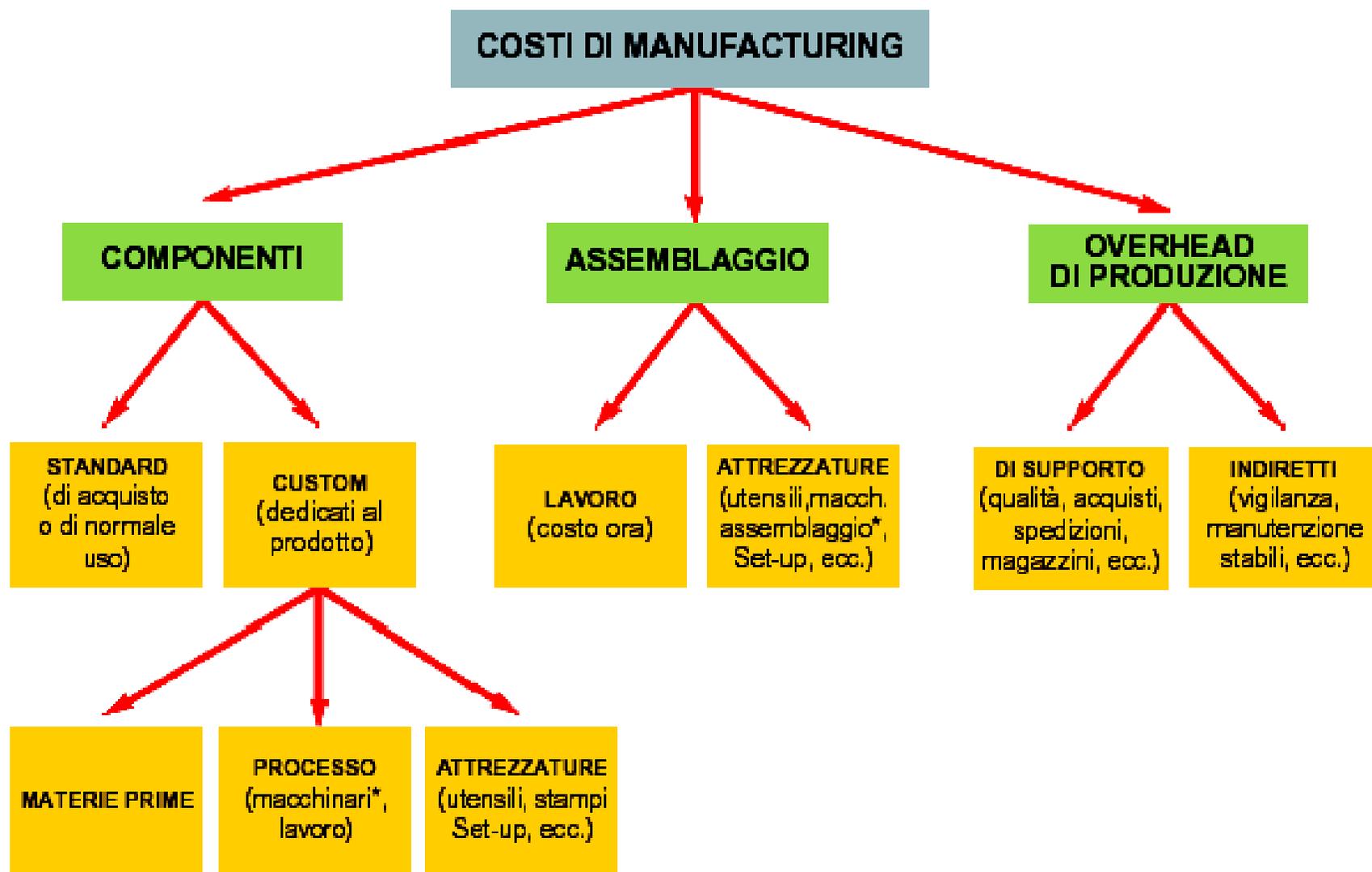
## **Criteria economici: costi ed investimenti**

- **Per quanto concerne il manufacturing al fine di valutare il costo di un prodotto occorre sempre far riferimento alla situazione a regime**
- **Per quanto concerne gli investimenti occorre far riferimento agli investimenti necessari per le attrezzature e gli impianti in funzione dei volumi di produzione attesi**

# Modello di valutazione per i costi del manufacturing



# Principali elementi di costo nel manufacturing



## Definizione del costo del prodotto

- **Date alcune caratteristiche di base, raggiungere un target price è il must di solito più importante nello sviluppo di un nuovo prodotto**
- **Diventa dunque essenziale tenere monitorato il costo atteso di un prodotto durante lo sviluppo del progetto**
- **L'importanza dell'investimento è correlata con la buona previsione dei volumi produttivi attesi**
- **Sono generalmente ammessi errori di valutazione non superiori al 10-15%**

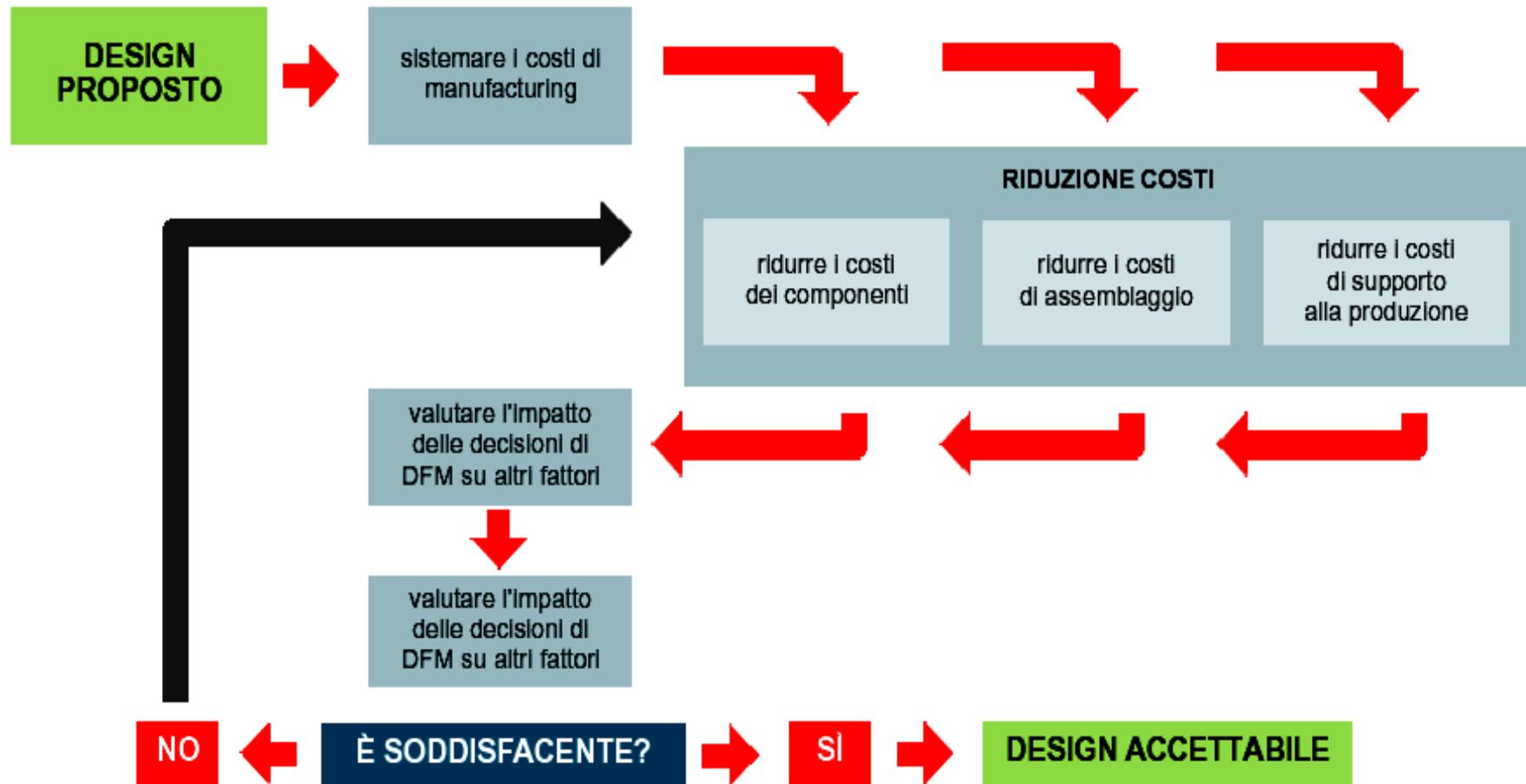
## La riduzione del costo del prodotto

- **Design for manufacturing**
- **Analisi del valore**
- **Campagne di saving nei plants**
- **LCC**
- **.....**

# DFM - Design for Manufacturing

- **Le fasi:**
  1. **STIMARE I COSTI DI MANUFACTURING**
  2. **RIDURRE IL COSTO DEI COMPONENTI**
  3. **RIDURRE IL COSTO DELL' ASSEMBLAGGIO**
  4. **RIDURRE I COSTI DI SUPPORTO ALLA PRODUZIONE**
  5. **VALUTARE L' IMPATTO DELLE DECISIONI DEL DFM SU ALTRI FATTORI**

# DFM - Design for Manufacturing



■ **RIDUZIONE COSTI COMPONENTI**

- CAPIRE BENE I LIMITI DEL PROCESSO PRODUTTIVO
- RIPROGETTARE TENDENDO AD ELIMINARE FASI PRODUTTIVE
- SCEGLIERE PROCESSI PRODUTTIVI UTILIZZANDO LE ECONOMIE DI SCALA
- STANDARDIZZARE COMPONENTI INTERESSANDO ANCHE ALTRI SETTORI PRODUTTIVI
- UTILIZZARE CRITERI TIPO “BLACK BOX” NEL RAPPORTO CON I FORNITORI

■ **RIDUZIONE DEI COSTI DI ASSEMBLAGGIO**

- INTEGRARE DUE O PIÙ PARTI
- FACILITARE L'ASSEMBLAGGIO CON:
  - OPERAZIONI VERTICALI ALTO-BASSO
  - AUTOALLINEAMENTO
  - PARTI SENZA NECESSITÀ ORIENTAMENTO
  - PARTI CHE NON RICHIEDONO ATTREZZI DI ASSEMBLAGGIO
  - COLLEGAMENTI CON ASSEMBLAGGI A SCATTO

■ **RIDUZIONE DEI COSTI DELLE OVERHEAD**

- RIDUZIONE DELLA COMPLESSITÀ DEL SISTEMA
- PREVEDERE ED ANTICIPARE POSSIBILI ERRORI

## Vantaggi

- **FORNISCE UNA PROCEDURA SISTEMATI A PER L'ANALISI DEL PROGETTO PROPOSTO DAL PUNTO DI VISTA DELL'ASSEMBLAGGIO E DELLA FABBRICAZIONE**
- **FAVORISCE IL CONFRONTO TRA IL PROGETTISTA, L'INDUSTRIALIZZATORE E GLI ALTRI SOGGETTI CHE HANNO UN RUOLO NELLA DETERMINAZIONE DEL COSTO FINALE**
- **CONSENTE IL CONSEGUIMENTO DI UN CONSISTENTE RISPARMIO NEI COSTI DI PRODUZIONE**

## Indici di efficienza/efficacia

- **Esistono diversi livelli di valutazione, occorre capire bene a quale ci si sta riferendo:**
  - **A livello di aggregazione alto (stabilimento, business unit, azienda) si utilizzano parametri di natura economica o finanziaria derivati dalla contabilità generale o dall'analisi di investimento**
  - **A livello di aggregazione basso (macchina, reparto, unità produttiva) si utilizzano parametri ed indici tecnici che si riferiscono ad aspetti operativi**
  - **Più ci si sposta in alto meglio si comprendono le linee generali di azione. Al contrario, troppo in alto si dispone di dati così aggregati da non evidenziare come/dove intervenire**

# Impianto industriale

## Legge fondamentale dell'impiantistica

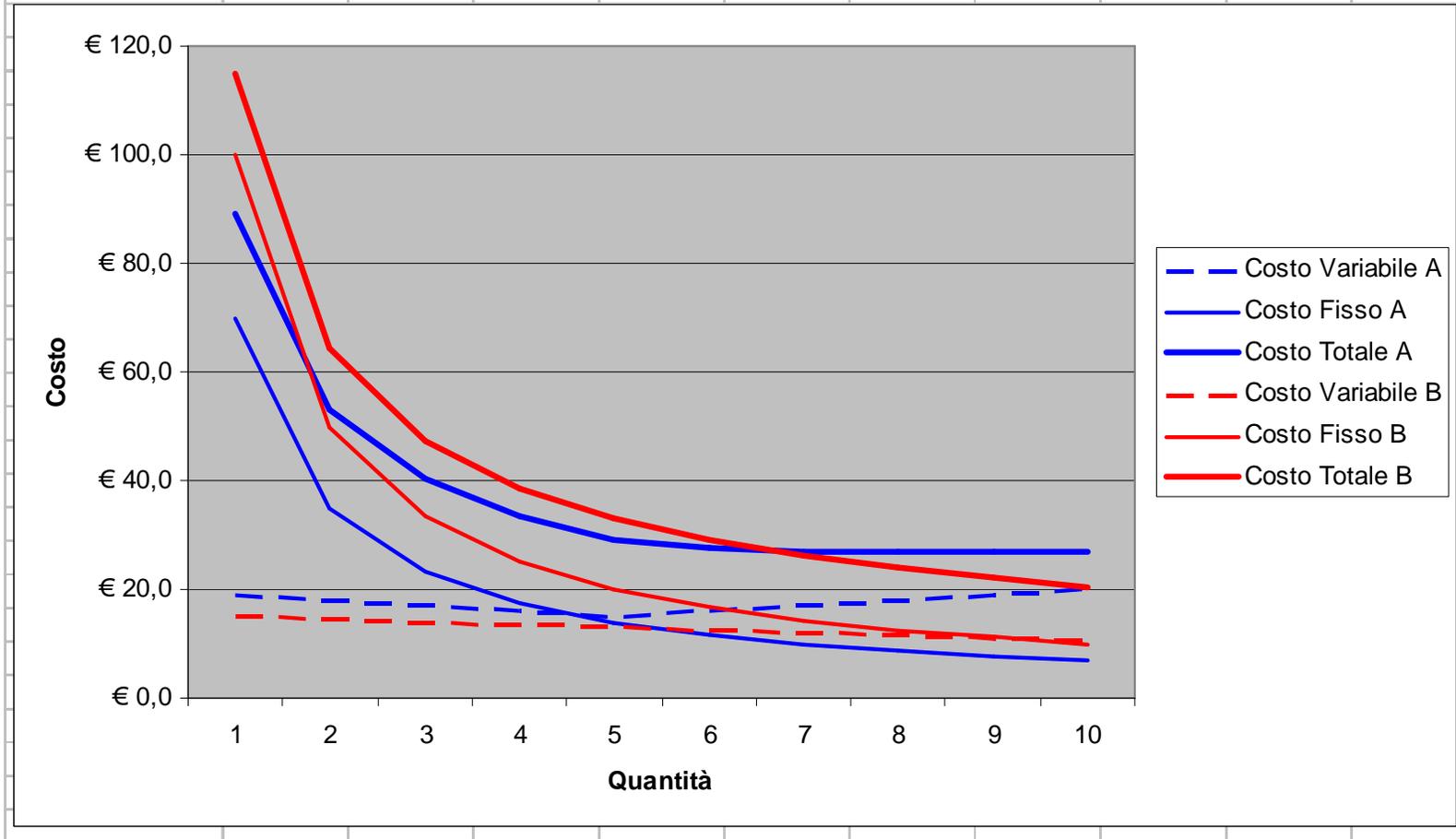
- In generale vale la legge seguente:

$$Ct(\text{totale})=Cf(\text{fisso})+Cv(\text{variabile})$$

- Al crescere di Cf cresce la prestazione degli impianti tecnologici e normalmente il Cv diminuisce di conseguenza fintanto che non si arriva a superare i limiti del sistema stessa
- Ponendo i costi sull'asse delle ordinate e le quantità sull'asse delle ascisse, la funzione  $Ct(qt\grave{a})$  varia in funzione della quantità prodotta

**Andamento dei costi di produzione in funzione della scelta tecnologica**

Quantità	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000
<b>Investimento A</b>	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000
Costo Variabile A	€ 19,0	€ 18,0	€ 17,0	€ 16,0	€ 15,0	€ 14,0	€ 13,0	€ 12,0	€ 11,0	€ 10,0
Costo Fisso A	€ 70,0	€ 35,0	€ 23,3	€ 17,5	€ 14,0	€ 11,7	€ 10,0	€ 8,8	€ 7,8	€ 7,0
<b>Costo Totale A</b>	<b>€ 89,0</b>	<b>€ 53,0</b>	<b>€ 40,3</b>	<b>€ 33,5</b>	<b>€ 29,0</b>	<b>€ 27,7</b>	<b>€ 27,0</b>	<b>€ 26,8</b>	<b>€ 26,8</b>	<b>€ 27,0</b>
<b>Investimento B</b>	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000	€ 100.000
Costo Variabile B	€ 15,0	€ 14,5	€ 14,0	€ 13,5	€ 13,0	€ 12,5	€ 12,0	€ 11,5	€ 11,0	€ 10,5
Costo Fisso B	€ 100,0	€ 50,0	€ 33,3	€ 25,0	€ 20,0	€ 16,7	€ 14,3	€ 12,5	€ 11,1	€ 10,0
<b>Costo Totale B</b>	<b>€ 115,0</b>	<b>€ 64,5</b>	<b>€ 47,3</b>	<b>€ 38,5</b>	<b>€ 33,0</b>	<b>€ 29,2</b>	<b>€ 26,3</b>	<b>€ 24,0</b>	<b>€ 22,1</b>	<b>€ 20,5</b>



## Corollario

- **2 elementi fondamentali si compenetrano in tale valutazione di importanza fondamentale:**
  - La progettazione dei sistemi di manufacturing
  - La gestione dei sistemi di manufacturing
- **Tenendo presente che la determinazione della tecnologia di prodotto è funzionale alla progettazione della tecnologia di processo e viceversa**

## Aspetti essenziali

- **L'efficacia globale del sistema produttivo è direttamente condizionata dall'efficacia della tecnologia di produzione**
- **Gli elementi da tenere in massima considerazione in fase di scelta del processo produttivo riguardano i seguenti aspetti:**
  - **Strutturale (insieme di unità nei loro rapporti in funzione del raggiungimento degli obiettivi di produzione)**
  - **Trasformativo (insieme delle diverse fasi di conversione individuabili nel processo tecnologico)**
  - **Procedurale (insieme dell'operatività connessa alle funzioni di programmazione, schedulazione, controllo)**

## **Ciclo di vita dell'impianto produttivo**

- **Si possono individuare i seguenti stadi nel Production & Operations Management System:**
  1. **Concepimento e progettazione**
  2. **Avviamento**
  3. **Regime**
  4. **Obsolescenza**

# 1. Concepimento e progettazione

- **Raccolta delle informazioni sui prodotti e sui servizi da fornire**
- **Analisi di fattibilità delle singole proposte sulla base di:**
  - **Opportunità di mercato**
  - **Possibilità tecnologiche**
  - **Tipologia delle risorse occorrenti**
  - **Entità degli investimenti**
- **Valutazione complessiva di:**
  - **Caratteristiche prodotto**
  - **Ubicazione stabilimenti, fornitori e servizi**
  - **Layout stabilimenti**

# 1. Concepimento e progettazione

- **Fonti di capitale e di finanziamento**
- **Progettazione preliminare, definitiva, esecutiva**
- **Preventivazione, valutazione offerte**
- **Acquisto e realizzazione impianti**
- **Progettazione organizzativa del processo**
- **Avviamento**
- **Ramp up**

## **2. Avviamento**

- **Raccolta di informazioni occorrenti per il controllo**
- **Analisi comparativa dei risultati con quelli stabiliti in fase di progetto**
- **Correzione delle non conformità di progetto**
- **Ri-progettazione (se e quando necessario)**
- **Messa a punto dei meccanismi di processo**

## 3-4. Regime ed obsolescenza

- **Analisi delle informazioni esterne (mercato, concorrenza)**
- **Valutazione opportunità a rinnovare il prodotto od il servizio offerto**
- **Individuazione di nuove risorse di produzione (nuove tecnologie, impianti)**
- **Verifica di eventuali fenomeni di obsolescenza del prodotto o del processo**
- **Implementazione di piani di miglioramento o di saving**
- **Implementazione di piani di ristrutturazione aziendale**

## **Scelte di impianto**

## Definizioni

- **Finalità (Mission, Vision):** motivazione per cui nasce e rimane in vita il sistema (è l'obiettivo ultimo)
- **Obiettivo (Target):** è il risultato che si persegue in un dato arco temporale. E' in genere sintetizzato in un parametro di prestazione
- **Prestazione (efficienza, efficacia):** è la misura del raggiungimento di determinati risultati (obiettivi). Si individuano solitamente prestazioni interne (legate alle condizioni operative) ed esterne (legate a fattori strategici)

## Definizioni

- **Efficienza (efficiency):** è il rapporto tra il risultato raggiunto e le risorse impiegate. Nei sistemi produttivi può essere rappresentata dalla misura della produttività (utilizzo dell'impianto per il suo rendimento)
- **Efficacia (effectiveness):** rapporto tra quanto realizzato e quanto pianificato in un periodo di tempo (risultato ottenuto / target programmato). E' un parametro di prestazione organizzativo - gestionale
- **Sono espresse come frazione dell'unità o come percentuale**

## Indici di efficienza ed efficacia

- **Indice: rapporto tra 2 grandezze di cui quella a denominatore rappresenta la base di riferimento**
- **Sono utili perché:**
  - Rappresentano un evento in modo preciso ed obiettivo
  - Permettono comparazioni (benchmarking) e valutazioni di miglioramento
- **Campo di applicazione:**
  - Ampiezza dell'indagine: globale, settoriale, geografico
  - Area di indagine: manutenzione, qualità, livello di servizio, di produttività , di redditività
  - Controllo: consumi, incidenza costi, .....

## Principali scelte progettuali di impianto

- **Possono essere presenti per tutta la vita del plant (Life Cycle Management & Assessment):**
  - **Progettazione ex novo**
  - **Ampliamenti ed adeguamenti (quantità, mix, ...)**
  - **Riconversioni (cambio produzione)**
  - **Modifiche e ristrutturazioni (innovazioni, trasferimenti,..)**
  - **Rinnovi (obsolescenza, inadeguatezza, sicurezza, ..)**

## Decisioni di progetto

categoria di decisione	decisioni di progetto (strategiche)	decisioni di utilizzazione (tattiche)
processo	selezionare il processo, scegliere l'impianto, ecc.	analizzare il flusso del processo, programmare la manutenzione dell'impianto, ecc
capacità produttiva	determinare la grandezza dell'impianto, delle macchine, delle attrezzature, disegnare il lay-out, definire il livello di qualifica della manodopera, ecc.	decidere lo straordinario, decidere il lavoro a terzi, determinare lo scheduling, ecc.
materiali	stabilire il livello di approvvigionamento, progettare il sistema di controllo degli approvvigionamenti, progettare i depositi dei materiali, ecc.	decidere quanto ordinare e quando lanciare gli ordinativi
personale	stabilire i ruoli, prevedere sistemi di compensazione e sostituzione, definire le regole, ecc.	fare la supervisione, definire gli standard di lavoro, verificare le prestazioni, ecc.

## **Gradi di libertà nelle scelte impiantistiche**

- **La progettazione e la gestione degli impianti presentano numerosi gradi di libertà nella definizione delle grandezze in gioco (dimensioni, volumi, capacità, affidabilità, flessibilità, qualità, livello di servizio, ...)**
- **La definizione di tali grandezze avviene con:**
  - **Vincoli legislativi (direttive, leggi, ..)**
  - **Vincoli normativi (norme tecniche, specifiche, ..)**
  - **Vincoli tecnici (risultati minimi, relazioni, ...)**
  - **Vincoli economici (raggiungimento di obiettivi minimi, ...)**

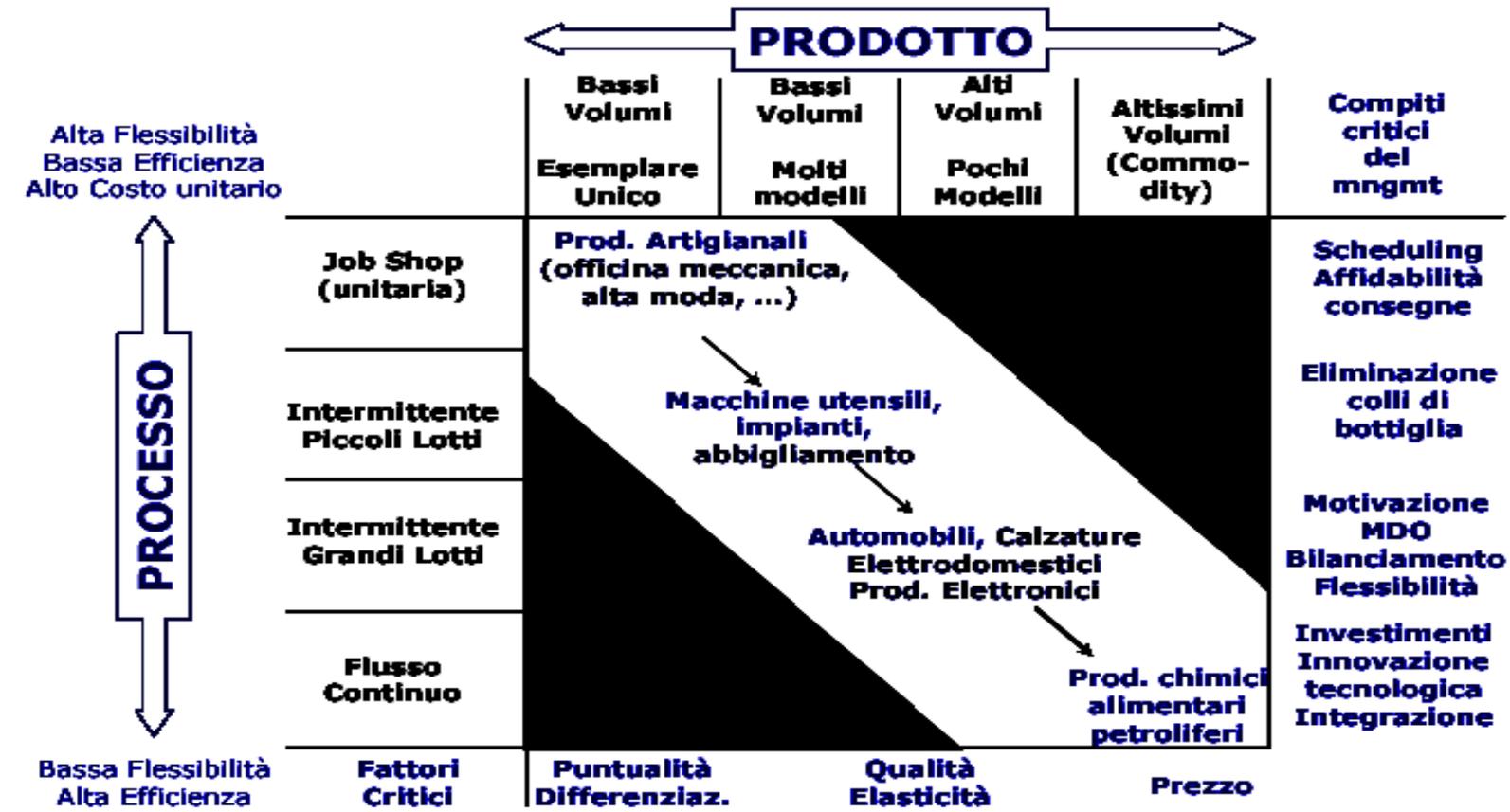
## Scelte progettuali

- In assenza di un numero sufficiente di vincoli espliciti poiché le soluzioni tecniche possono essere molteplici, la scelta si risolve in genere in termini economici ricercando un compromesso nel grado di soddisfazione di esigenze (a volte contrastanti), quali ad es.:
  - Garantire adeguata capacità produttiva
  - Mantenere il costo medio di produzione al più basso livello possibile
  - Minimizzare gli investimenti in capitale fisso a parità di volume di produzione
  - Mantenere un capitale circolante basso (riduzione delle scorte di processo)
  - Mantenere un adeguato grado di flessibilità ed elasticità del processo produttivo
  - Mantenere un livello di servizio adeguato
  - Garantire un ambiente di lavoro confortevole

## Scelta del processo di fabbricazione

- è determinata da parametri caratteristici del prodotto:
  - Quantità da fabbricare
  - Standardizzazione dei pezzi
  - Ripetitività dei cicli e delle singole operazioni di lavoro
  - Difficoltà di lavorazione
  - ...
- caratterizza il sistema produttivo in termini di:
  - **Fattori economici:** investimenti fissi, capitale di esercizio, costi unitari di fabbricazione, ...
  - **Fattori tecnici:** Flessibilità degli impianti, efficienza di produzione, qualificazione manodopera, ...

# Matrice Prodotto/processo



Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" - Facoltà di Ingegneria

<i>Principali caratteristiche concernenti</i>	Processi	1) <i>Job shop</i> (processo su progetto)	2) Processo intermittente su modello per piccoli lotti	3) Processo intermittente per grandi lotti	4) Processo continuo (flusso tecnicamente obbligato / produzione in linea per scelta)
---	----------	---	--	--	---

### A) IL PRODOTTO OTTENUTO

- <i>Interazione prodotto-cliente nel definire le caratteristiche del prodotto:</i>	Il cliente può definire il progetto del prodotto (prodotto speciale)	Il cliente può scegliere tra modelli progettati dal produttore	Il cliente può scegliere tra pochi standard definiti dal produttore (prodotto standard)	Il cliente non ha possibilità di scelta. Lo standard è definito dal produttore per ciascun processo (prodotto standard)
- <i>Gamma di prodotti e numero di varianti consentite dal processo:</i>	Ampia con numerosi prodotti diversi e/o varianti	Limitata dal numero di modelli	Limitata dal numero di modelli	Un solo prodotto per ciascun processo. Scarse possibilità di varianti: al limite nessuna variante
- <i>Volume di produzione consentito dal processo per ciascun prodotto o variante (ripetibilità del prodotto):</i>	Una unità (o poche unità) per ciascun prodotto	Piccoli lotti per ciascun modello	Grandi lotti per ciascun prodotto standard	Flusso continuo di prodotti identici misurato in unità di tempo: produzione di massa di prodotti identici
- <i>Capacità di introduzione nuovi prodotti:</i>	Ampia e continua	Ampia e pianificabile. L'introduzione dei nuovi modelli è frequente e poco costosa	Scarsa, difficilmente pianificabile e costosa	Rara, non pianificabile e molto costosa
- <i>La produzione avviene:</i>	Su commessa o su appalto per ciascun prodotto	Su commessa (raramente per magazzino)	Per magazzino in base a previsioni di domanda (raramente su commessa)	Per magazzino in base a previsioni di domanda

Principali caratteristiche concernenti	Processi	1) <i>Job shop</i> (processo su progetto)	2) Processo intermit- tente su modello per piccoli lotti	3) Processo intermit- tente per grandi lotti	4) Processo continuo (flusso tecnicamente ob- bligato / produzione in linea per scelta)
--	----------	---	--	---	--

### C) STRUTTURA IMPIANTISTICA

- Specializzazione di impianti, macchine, mezzi di movimentazione:	Bassissima (macchine multiscopo)	Modesta	Alta (macchine monoscopo)	Altissima (macchine monoscopo a volte progettate per una operazione specifica)
- Stabilità della struttura impiantistica:	Transitoria; legata al prodotto	Connessa alla dimensione dei lotti	Come tipologia 2	Stabile per lunghi periodi di tempo
- Dimensioni delle unità produttive:	Piccole dimensioni	Medie	Ambigue	Molto grandi
- Economie di scala tecniche:	Di regola assenti	Poche	Dipendono dalla dimensione dei lotti	Molto importanti
- I rendimenti tecnici e i ritmi di produzione dipendono da:	Ritmo dei lavoratori e frequenza attrezzaggi	Come tipologia 1	Ritmo dei lavoratori e frequenza attrezzaggi; ma anche dalla programmazione	Ritmo delle macchine; gli attrezzaggi sono rarissimi
- Strozziature nel flusso delle lavorazioni; bilanciamento tra le capacità delle singole macchine:	Frequenti, possibili in ogni fase; da risolvere prodotto per prodotto	Frequenti e pianificabili per ogni lotto	Come tipologia 2	Assenti perché risolti in sede di progettazione dell'impianto

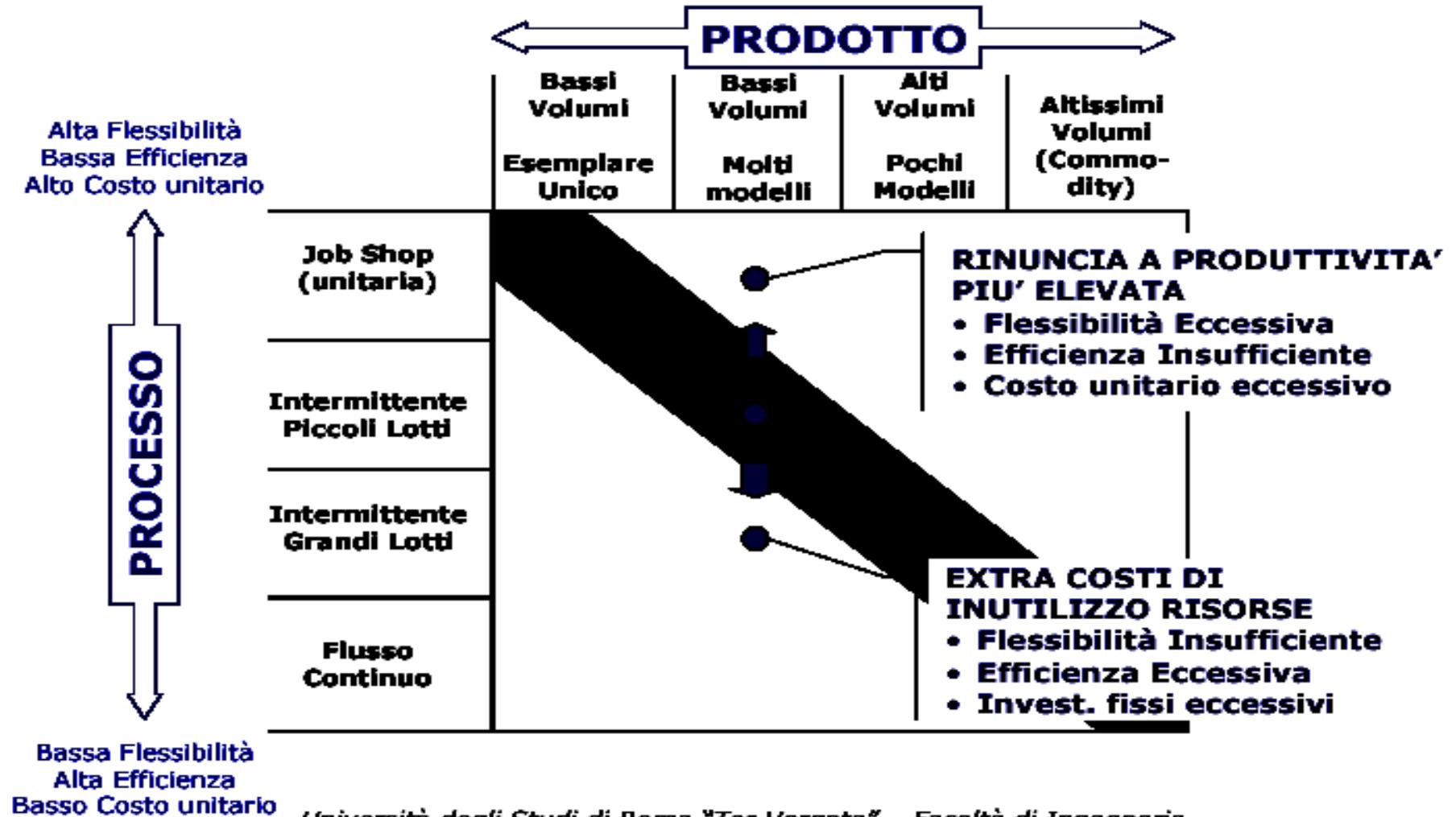
Principali caratteristiche concernenti	Processi	1) Job shop (processo su progetto)	2) Processo intermittente su modello per piccoli lotti	3) Processo intermittente per grandi lotti	4) Processo continuo (flusso tecnicamente obbligato / produzione in linea per scelta)
- Aumenti di capacità:		Possibili «a gradino» per qualsiasi fase	Come tipologia 1	Come tipologia 1	Rari, molto costosi; simultanei per tutte le fasi. Presuppongono «salti» dimensionali rilevanti
- Riaffrezzaggi e set-up delle macchine e delle linee:		Necessari e specifici per ogni prodotto e per ogni fase	Noti e stabili, legati alla dimensione dei lotti	Come tipologia 2	Rarissimi. Quando necessari sono noti, stabili e proceduralizzati in sede di progettazione dell'impianto
- Lunghezza e complessità del ciclo di lavorazione:		Curto e semplice	Connesse alla dimensione dei lotti	Per lotti di grandi dimensioni il ciclo diventa lungo e complesso	Ciclo lunghissimo, parcellizzato e complesso
- Tempo di attraversamento del sistema da parte del prodotto:		Lunghissimo	Lungo	Breve	Brevissimo

<i>Principali caratteristiche concernenti</i>	<i>Processi</i>	1) <i>Job shop</i> (processo su progetto)	2) Processo intermittente su modello per piccoli lotti	3) Processo intermittente per grandi lotti	4) Processo continuo (flusso tecnicamente obbligato / produzione in linea per scelta)
---	-----------------	--	--	--	---

### E) ADATTABILITÀ NEI CONFRONTI DI:

- Variazione della tecnologia e delle tecniche:	Adattabile sia nelle singole fasi che nell'intera struttura. Tipicamente flessibile	Come 1, all'interno della gamma di modelli producibili. Flessibile	Scarsamente adattabile e poco flessibile per interi cicli. Nulla per fase	Scarsa o nulla adattabilità. Necessari profondi interventi sull'intera struttura e/o ciclo di produzione. Tendenzialmente rigido
- Variazioni qualitative della domanda:	Ammette diversi prodotti e/o varianti. Molto flessibile	Adattabile nei limiti dei modelli proposti. Tendenzialmente flessibile	Poco adattabile all'interno di ciascun lotto. Poco flessibile	Rigido nel breve periodo. Adattabile nel medio-lungo periodo con decisioni di riprogettazione
- Variazioni quantitative della domanda:	Adattabilità alta nei limiti della capacità. Possibile il ricorso allo straordinario, al part-time o alla subfornitura	Ambigua	Ambigua	Flussi scarsamente modulabili nei limiti della capacità produttiva. È possibile il ricorso allo straordinario o ai turni, ma per l'intera struttura
- Effetti sui costi unitari delle variazioni qualitative quantitative della domanda:	Effetti contenuti per la prevalenza di costi variabili	Effetti moderati. Il costo unitario medio diminuisce al crescere della dimensione dei lotti	Effetti consistenti. Il costo unitario medio diminuisce notevolmente al crescere della dimensione dei lotti	Effetti rilevanti per la prevalenza di costi fissi

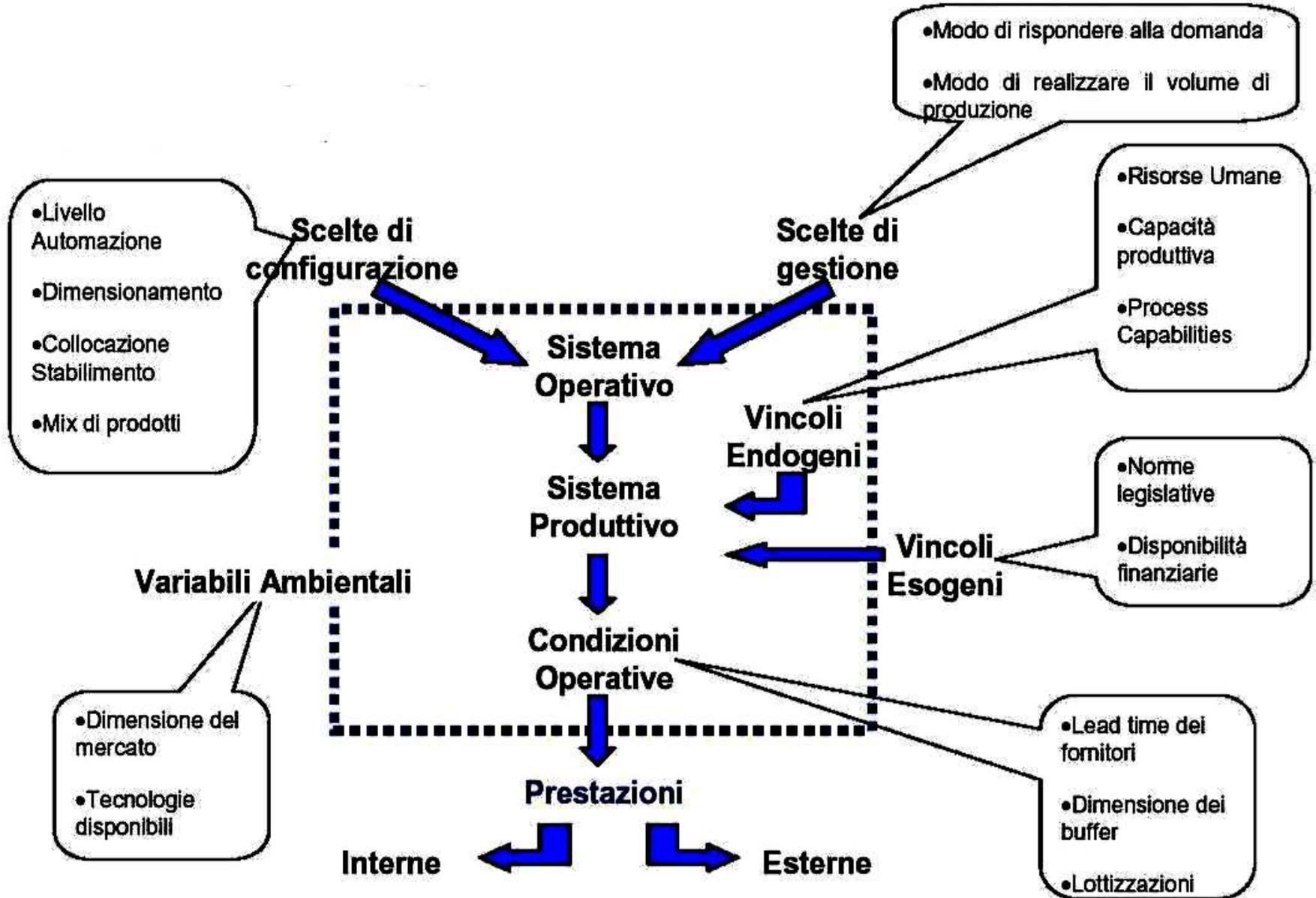
# Scelta del processo ideale



Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" - Facoltà di Ingegneria

# La progettazione del plant

# Modello per la progettazione del plant



## La localizzazione: fattori determinanti per la valutazione di un sito

- Posizione rispetto al mercato di riferimento
- Posizione competitiva dei concorrenti
- Situazione del mercato attuale e futuro
- Composizione dei costi del prodotto
- Tecnologie e lay-out esistenti
- Costo del lavoro, skills e stagionalità
- Stime di recupero investimenti delle diverse alternative

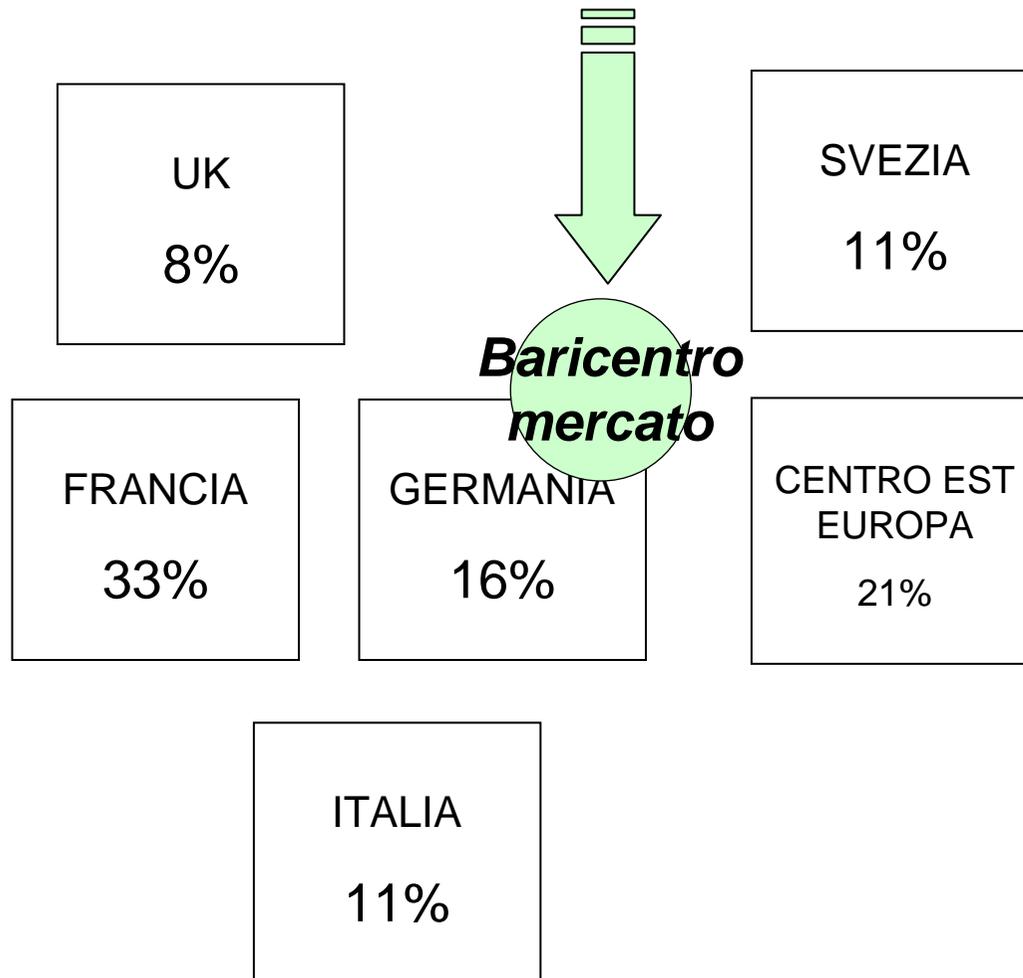
## Scelta e dimensionamento del sito

- **Elementi di valutazione per l'individuazione del sito produttivo:**
  - **Analisi delle opzioni per tecnologia, spazi, costo del lavoro**
  - **Individuazione del baricentro del mercato**
  - **Costi del prodotto ed analisi di “make or buy”**
  - **Elementi dell'unità produttiva e Layout**
  - **Elementi esogeni**
  - **Accessibilità dell'area e posizione dei fornitori**
  - **La concezione della fabbrica**
  - **Volumi di produzione e dimensionamento degli spazi**
  - **Varianti di prodotto, flessibilità, versatilità, elasticità**
  - **Contingency plan e previsioni di sviluppo futuro**

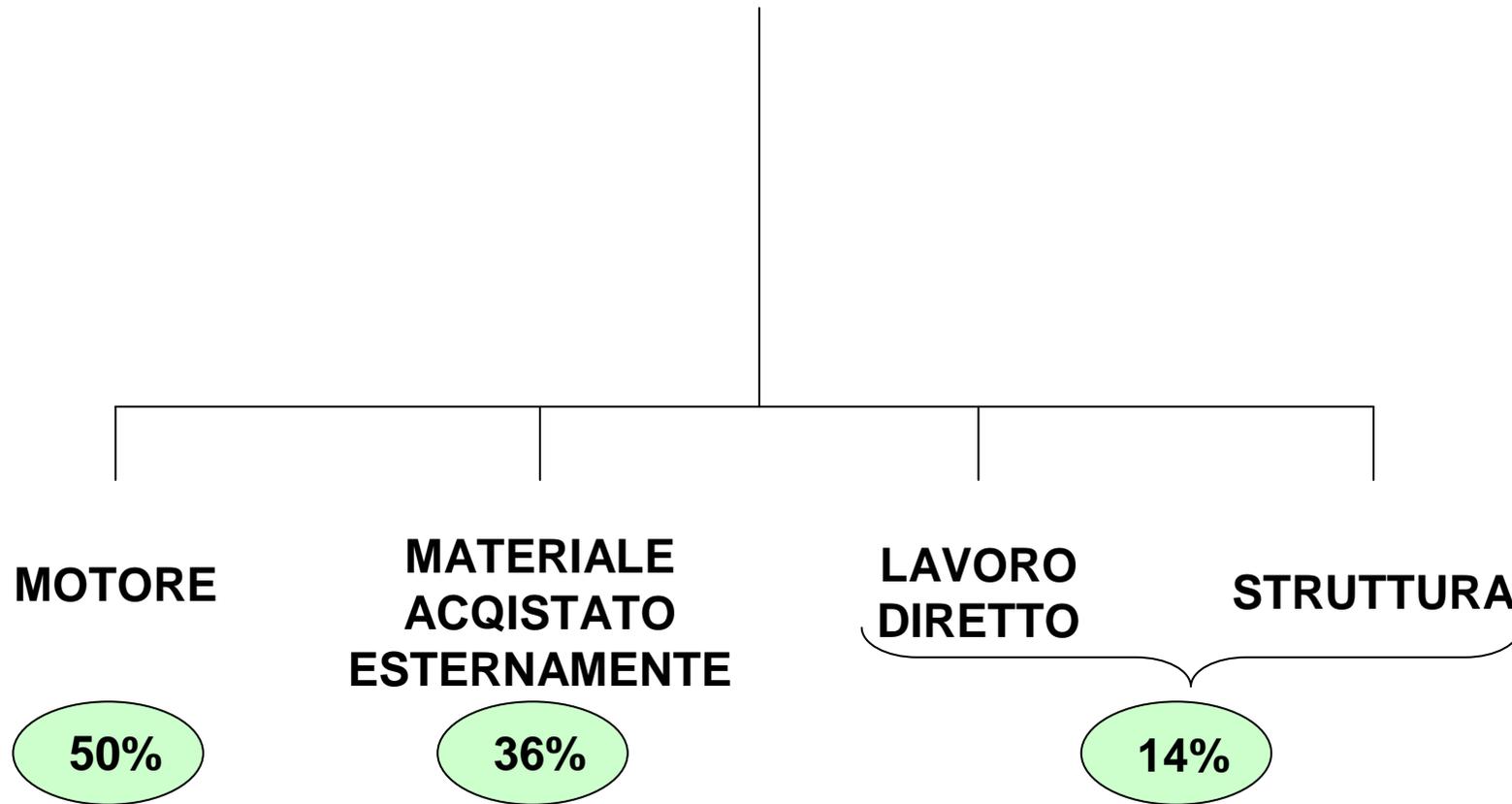
## Le alternative possibili

- **La scelta del sito produttivo necessita di un'analisi delle diverse alternative possibili:**
  - **Utilizzare un plant esistente:**
    - Risorse e tecnologie disponibili e compatibili
    - Capacità produttiva
    - Collocazione geografica
    - .....
  - **Realizzare un nuovo plant (“green field”)**
    - Ubicazione
    - Problemi/opportunità (overhead, massa critica, sviluppi, ...)
    - Fattori esogeni/endogeni (logistica, reperimento fornitori, spedizioni, cultura, costo del lavoro, ....)
    - Proprietà, prezzo, disponibilità
    - .....

## *Esempio: baricentro del mercato*

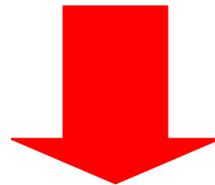


## Es. di composizione dei costi del prodotto



# Analisi di "Make or Buy"

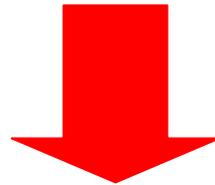
APPARATO PRODUTTIVO



1^ DECISIONE MAKE OR BUY



**STRATEGICA**  
RIGUARDA IL NUOVO  
PRODOTTO  
COMPLESSIVAMENTE,  
COINVOLGE L'INTERA  
STRUTTURA AZIENDALE



2^ DECISIONE MAKE OR BUY



**OPERATIVA**  
RIGUARDA I COMPONENTI  
PRODOTTO E COINVOLGE  
PARTE DELLA STRUTTURA  
AZIENDALE.

# Analisi di “Make or Buy”

## 1^ DECISIONE MAKE OR BUY (STRATEGICA)

**LA GLOBALIZZAZIONE DEI MERCATI, LA VELOCITA' DI COMUNICAZIONE, LA CRESCITA DEI MERCATI A BASSO COSTO DI Mdo\* E, SOPRATTUTTO, LA DISPONIBILITA' DELLE TECNOLOGIE, OFFRONO POSSIBILITA' DI MANUFACTURING DELOCALIZZATE O TERZIALIZZATE, CON DIVERSI LIVELLI DI COMPETITIVITA'.**

**OGGI E' QUINDI INDISPENSABILE, ANCHE PER PRODOTTI SEMPLICI, FARE UNA VALUTAZIONE DI INTERESSE ECONOMICO PER UNA SOLUZIONE BUY (ANCHE PARZIALE), PRIMA DI PRENDERE UNA DECISIONE STRATEGICA, CHE POTREBBE RIVELARSI NON ADEGUATA, PER LA PRODUZIONE DEL NUOVO PRODOTTO.**

\* Mdo in termini generali

# Analisi di “Make or Buy”

1^ DECISIONE MAKE OR BUY (STRATEGICA), PARAMETRI DI SCELTA

DI SEGUITO, DIAMO ALCUNI MACRO-CRITERI DI VALUTAZIONE:

- **CONTENUTO DI Mdo:** > 25/30% ➡ INDISPENSABILE RICORRERE A ZONE A BASSO COSTO.
- **ALTO LIVELLO DI AUTOMAZIONE:** POSSIBILE SOSTENERE LA CONCORRENZA DEI PAESI A BASSO COSTO.
- **ALTI VOLUMI:** ALTA AUTOMAZIONE ➡ POSSIBILE COMPETITIVITA',  
BASSA AUTOMAZIONE ➡ DELOCALIZZAZIONE OBBLIGATORIA
- **ALTA FLESSIBILITA':** VINCENTE LA SOLUZIONE LOCALE.
- **ALTO LIVELLO DI SERVIZIO AL CLIENTE:** VINCENTE LA SOLUZIONE LOCALE.
- **MEZZI DI PRODUZIONE:** SE PRODURRANNO IN AREA DELOCALIZZATA  
➡ INVESTIMENTO < 40%

# Analisi di “Make or Buy”

2^ DECISIONE MAKE OR BUY (OPERATIVA), PARAMETRI DI SCELTA

ALCUNI MACRO-CRITERI DI VALUTAZIONE:

- **DISPONIBILITA' DELLA TECNOLOGIA**
- **CAPACITA' PRODUTTIVA**
- **SPECIALIZZAZIONE**
- **PRODUZIONE NON ECOCOMPATIBILE**
- **COSTO**
- **ESIGENZA TEMPORANEA**
- **CAPACITA' SINERGICA NEGLI ACQUISTI**

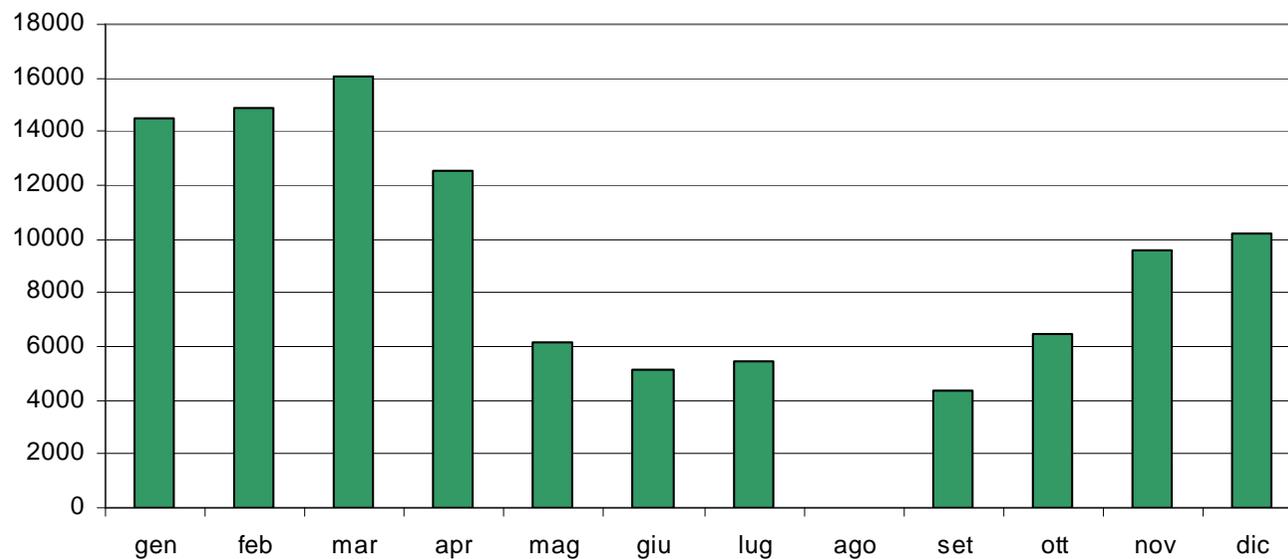
## Elementi dell'unità produttiva da valutare

- **MEZZI E PERSONALE PER LA PRODUZIONE**
- **ATTREZZATURE PER L'ASSEMBLAGGIO**
- **MEZZI (STRUMENTI) PER LA GESTIONE DELLA QUALITÀ**
- **ATTREZZATURE PER IL PACKAGING**
- **SOFTWARE GESTIONALI**
- **LOGISTICA**
- **ACQUISTI**
- **REPARTI DI PRODUZIONE**
- **STRUTTURE PER LA MANUTENZIONE MEZZI E MACCHINE**
- **STRUTTURA TEMPI E METODI**
- **MAGAZZINI MATERIE PRIME/SEMILAVORATI/PRODOTTO FINITO**

Fonte: MR&D Institute

## Esempio: valutazione di stagionalità

**STAGIONALITA'**  
**ORE DI LAVORO DIRETTO 2003**



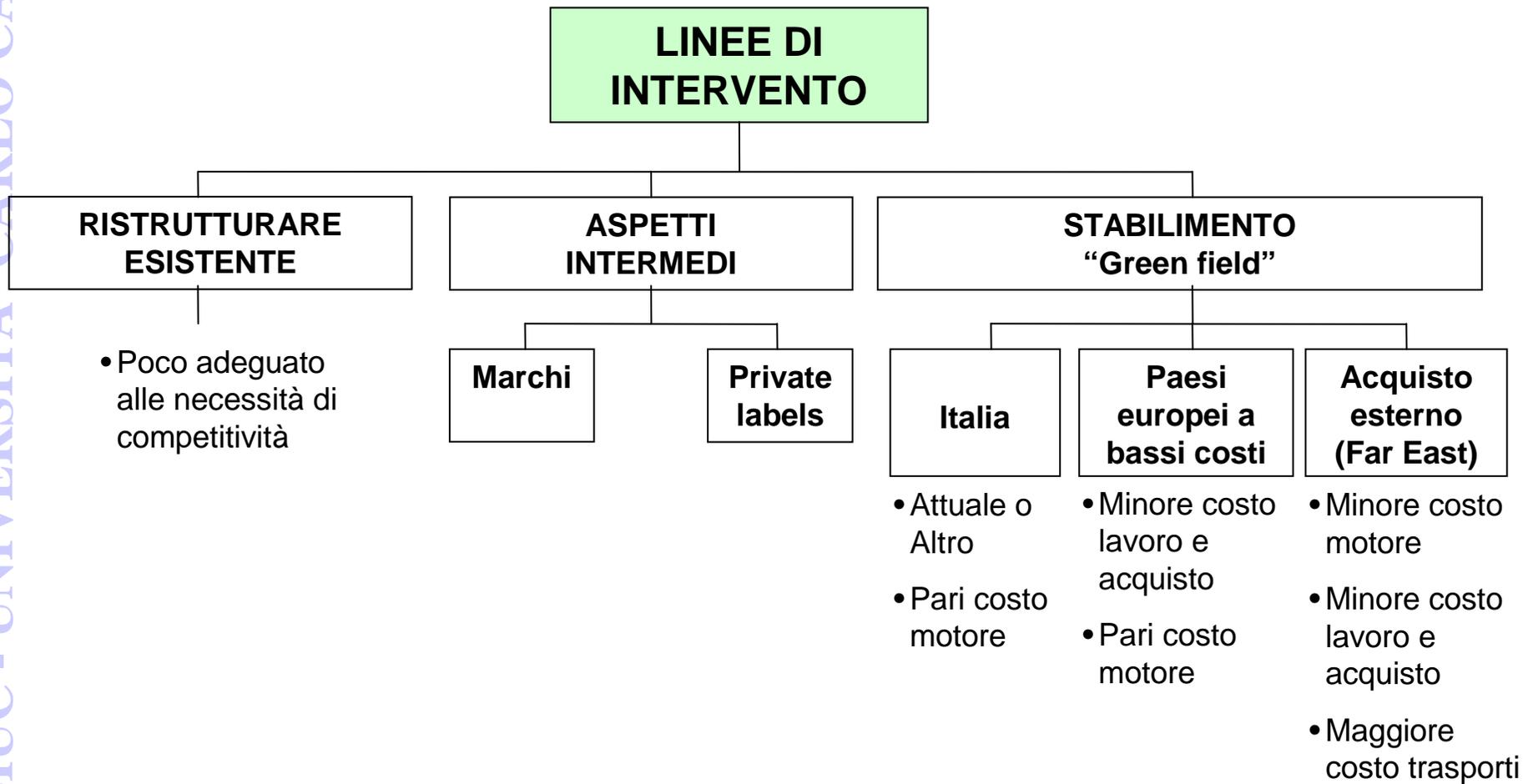
### INCIDENZE:

$$\frac{\text{Indiretti}}{\text{Diretti}} = 39\%$$

$$\frac{\text{Impiegati}}{\text{Diretti}} = 52\%$$

$$\frac{\text{Tot. struttura}}{\text{Diretti}} = 91\%$$

## Esempio definizione delle linee di intervento



## Esempio: stime recupero investimenti

**STIMA COSTO  
DEL PRODOTTO  
"EX FACTORY"  
NELLE DIVERSE  
ALTERNATIVE**

**Ma quanto  
pesano la  
logistica ed i  
potenziali rischi  
(tecnologici,  
politici, sociali,  
.....) ?**

- 
- ATTUALE SITO IN ITALIA = 100**
  - RISTRUTTURAZIONE IN ITALIA = 90**
  - PAESI EUROPEI A BASSO COSTO A PARITA' DI MOTORE = 75**
  - FAR EAST CON MOTORE PRODOTTO IN LOCO = 55**

## Esempio: valutazione del sito "A"

- **Good scoring** : deficit , unemployment , labor cost
- **Bad scoring** : currency , roads , language skills
- **Traditional industry** : heavy engineering , shipbuilding ,  
**construction equipment , food industry, pharmacy , software**
- **Major investments** : Shell , SKF
- **Competitors** : .....



## Esempio: valutazione del sito "B"

- **Good scoring** : labor costs ( lowest in EE ) , currency volatility , airports
- **Bad scoring** : inflation , unemployment , corruption
- Traditional industry : heavy eng , mining ( coal & iron ) , military aircraft car , chemistry
- Major investments : unknown
- Competitors : .....



# Esempio: selezione del sito

- The countries and sites were assessed on different criterias for suitability of setting up Manufacturing:
  - Population
  - Unemployment
  - Political support
  - Tax exemptions
  - Special grants
  - Country risk/stability
  - Inflation
  - Present/future Labour cost
  - Workforce education
  - Efficiency/Productivity
  - Industrial culture
  - Vicinity/synergies w/other plants
  - Logistics
  - Supplier network
  - Speed in setting up operations

	population	political support	tax exemptions	unemployment	grants	country risk	inflation	labor cost	industrial culture	logistics	supplier network	factory integration level	ramp up time	with existing plants	stability	education	forecast trend	efficiency	future business	domestic market	total
weight	4	6	8	8	6	6	6	8	8	10	10			5	6	4	10	10			4
<b>Bulgaria</b>	2	6	0	8	0	6	8	8	8	4	4			2			4	8			530
weight	4	6	8	8	6	6	6	8	8	10	10				6	4	10	10			4
<b>Romania</b>	4	6	0	8	0	6	2	6	6	6	4			4			6	8			500
weight	4	6	8	8	6	6	6	8	8	10	10				6	4	10	10			4
<b>Poland</b>	6	8	0	8	0	8	10	4	8	8	8			4			8	8			660
weight	4	6	8	8	6	6	6	8	8	10	10				6	4	10	10			4
<b>Ukraine</b>	8	4	0	8	0	2	2	8	2	6	2			2			4	6			404

- 2 countries qualifying to more detailed study with site visits:
  - Bulgaria → Excluded due to logistics not compensated by labor advantage
  - Ukraine → Excluded for political/administrative delay reasons and logistics
  - Romania → Preferred due to political/administrative support and reasonable logistics
  - Poland → Preferred due to supplier availability and reasonable logistics and despite political instability because compensated for by SEZ administration

## La concezione della fabbrica

- Livello di integrazione con plant esistenti
- Individuazione della capacità e di eventuali fattori annessi (stagionalità, trend, ..)
- Scelte generali di layout tali da consentire facili espansioni ed una semplice movimentazione interna
- Scelte di organizzazione della produzione (cadENZE, personale, turni, ...)
- Dimensionamento di impianti (cadENZE, setup, ...) e spazi (reparti, magazzini, buffer, uffici...)
- Applicazione di criteri di Lean manufacturing

## **Un esempio reale**

**Progetto per la realizzazione di un nuovo  
sito produttivo**

## Fasi

- **Organizzazione e definizione del team**
- **Definizione dei volumi di vendita e di produzione**
- **Definizione del ciclo**
- **Analisi degli aspetti tecnologici**
- **Definizione degli impianti**
- **Layout**
- **Definizione dei flussi di materiali in ingresso e dei buffers**
- **Dimensionamento degli spazi**
- **Attrezzature e tools**
- **Ramp up**
- **Project Plan**
- **Investimenti**