



# Fondamenti di gestione dei sistemi produttivi



# La distinta base (*bill of materials* – BOM)

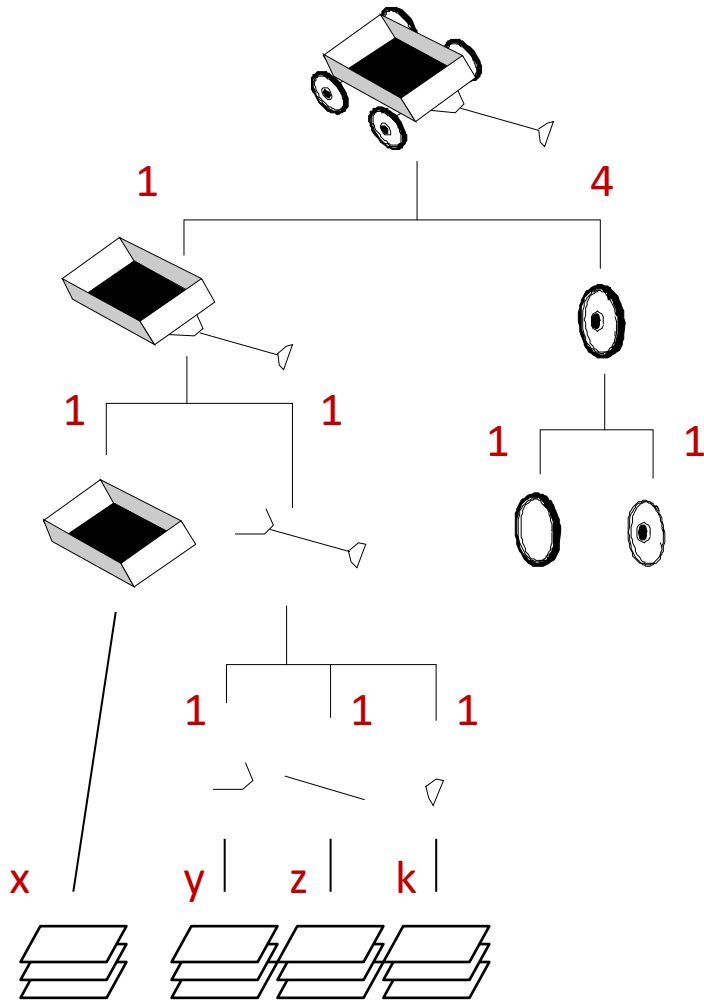


## La distinta base

- È la descrizione gerarchica del prodotto finito in termini dei suoi componenti, da un punto di vista tecnico.
- Ad ogni livello, ogni componente è identificato da un codice univoco, anche detto «*part number*».
- Il *part number* cambia di livello in livello in conseguenza di:
  - operazioni di assemblaggio
  - operazioni di lavorazione

La distinta base

# Da un punto di vista concettuale



**root** (radice) – livello del prodotto finito

**livello 1** – sottoassemblati e componenti

**livello ...**

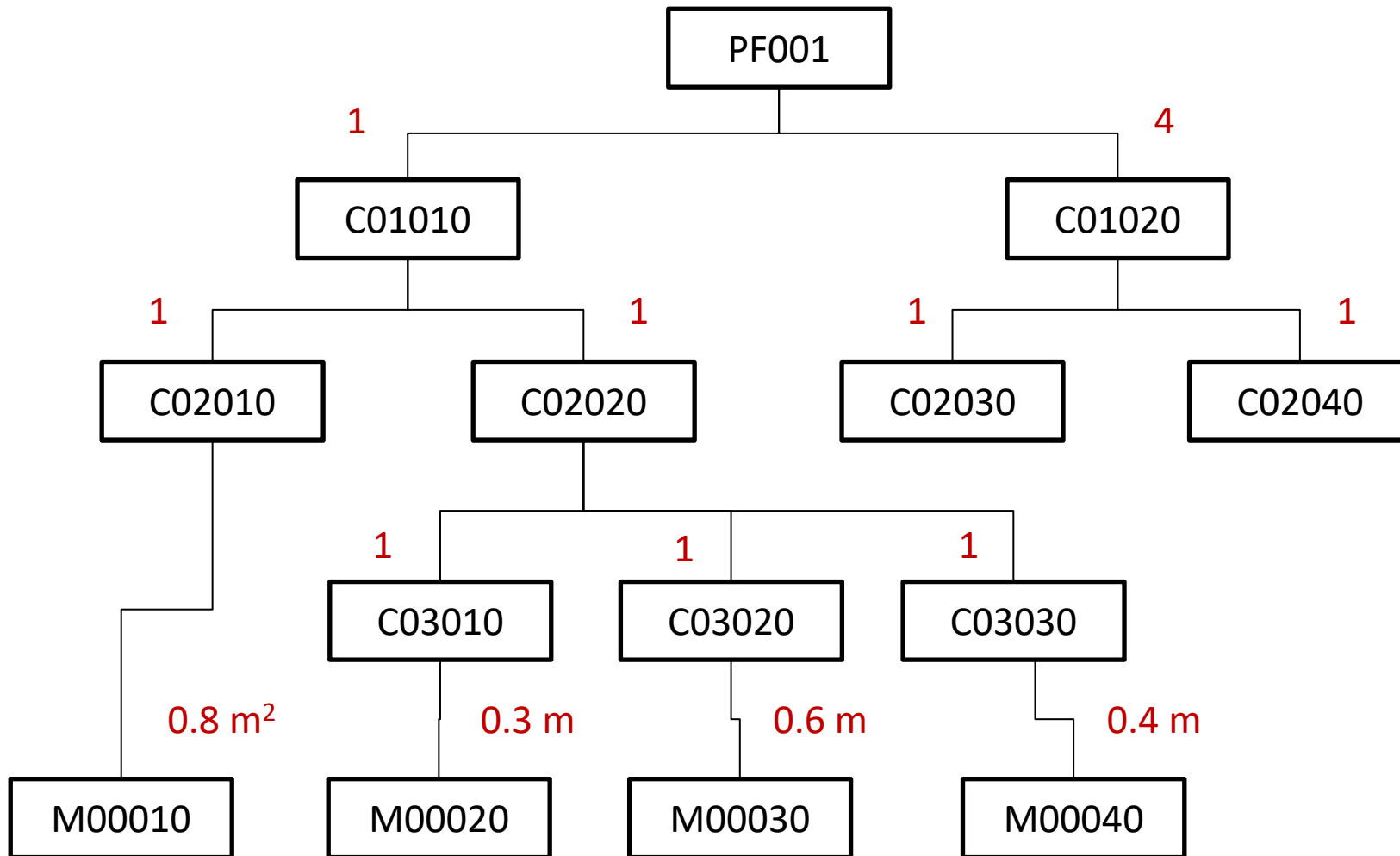
**Livello N-1** - parti

**livello N** – materie prime



La distinta base

# Da un punto di vista logico



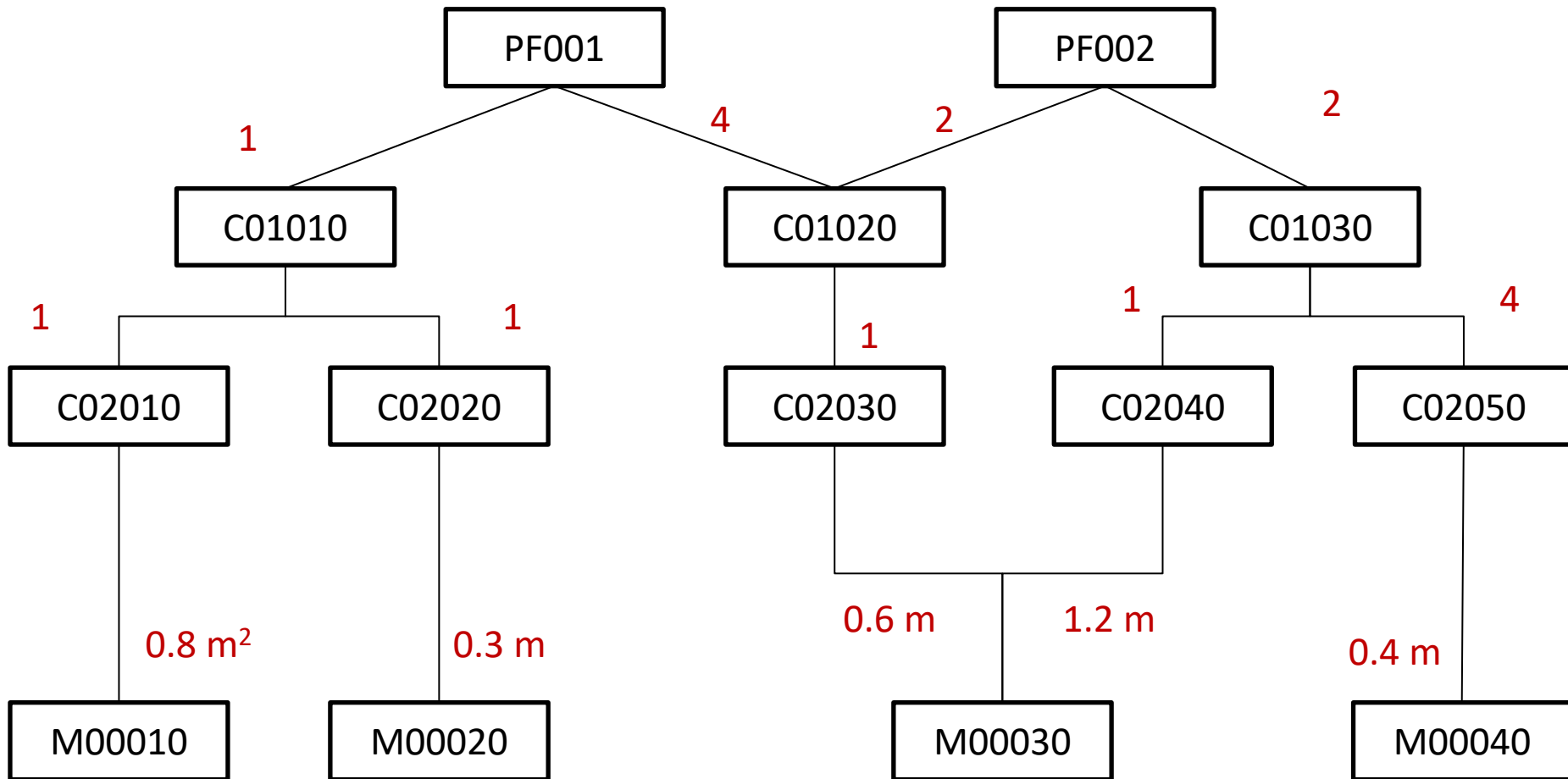


## La distinta base

- A livello informatico la distinta base è memorizzata nei database aziendali. Ogni record si riferisce ad un *part number* può contenere diverse informazioni:
  - Il codice alfanumerico del *part number*
  - Le dipendenze con i *part number* di livello inferiore
  - Quantità richieste (coefficienti di utilizzo)
  - Numero di revisione
  - Scarti di produzione
  - Lotto economico di produzione
  - ecc.

La distinta base

- Diversi prodotti finiti o componenti possono condividere altri componenti

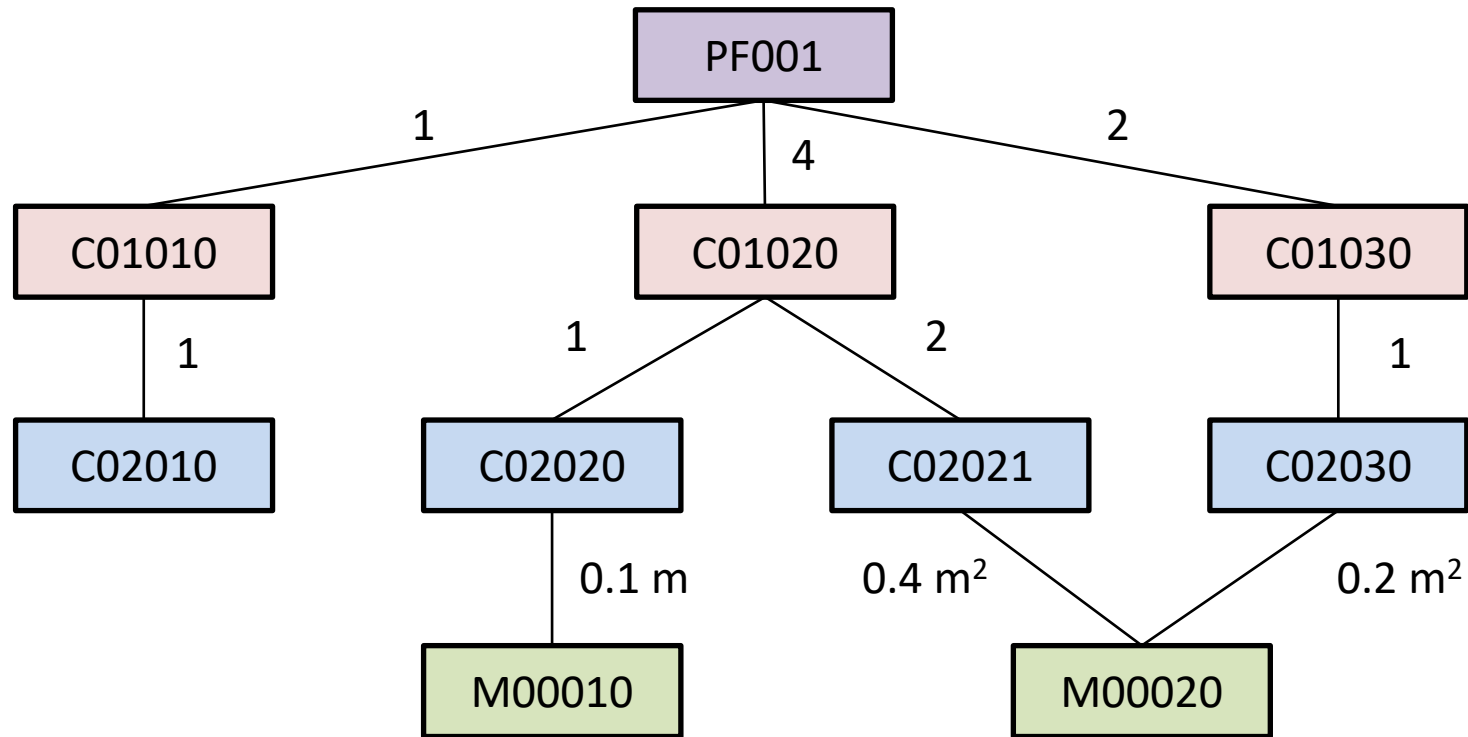




## Operazioni sulla distinta base

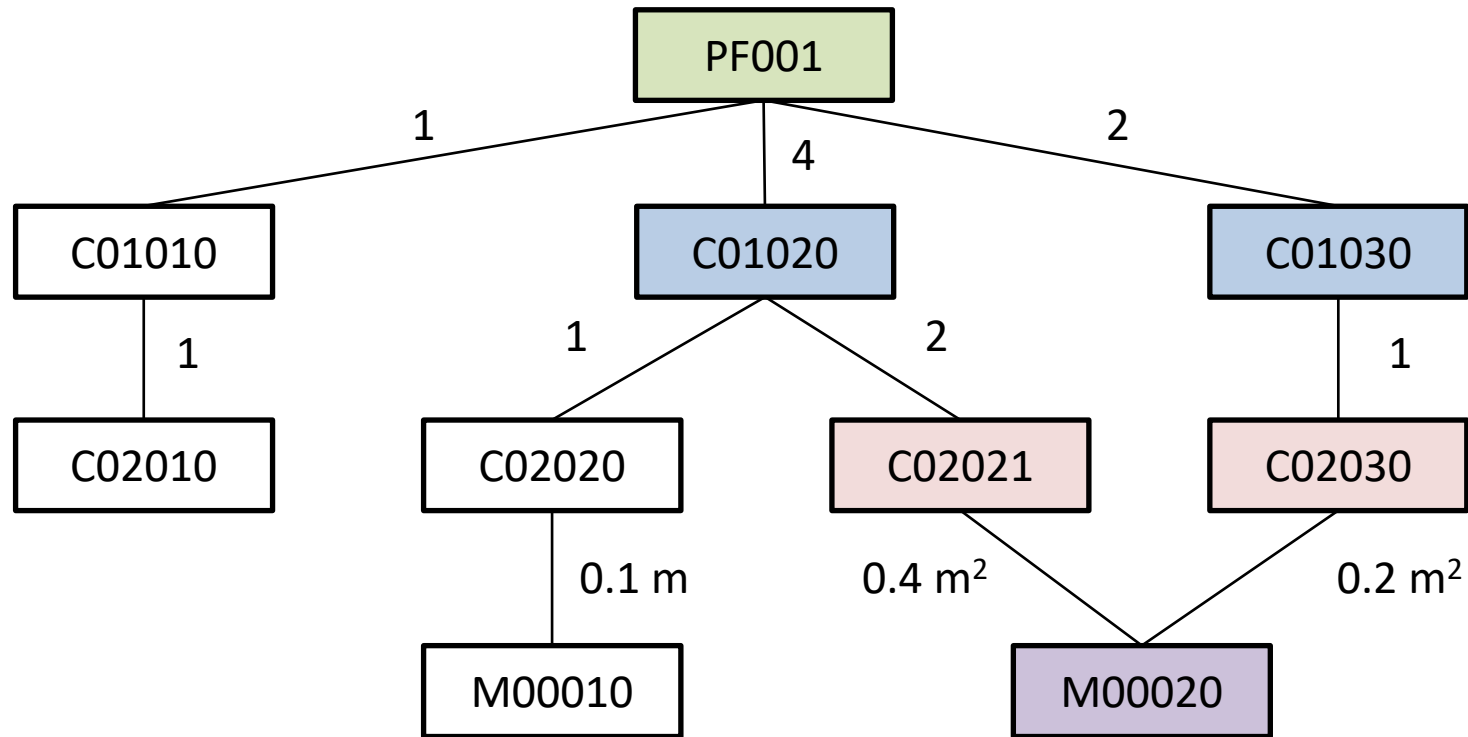
- Esplosione
  - Partendo da uno specifico *part number*, vengono calcolate le quantità richieste per ogni altro *part number* richiesto per la produzione (top-down).
- Implosione
  - Partendo da uno specifico *part number*, se ne calcola l'utilizzo in ogni altro *part number* che è da esso dipendente (bottom-up).

# Esempio: esplosione di PF001



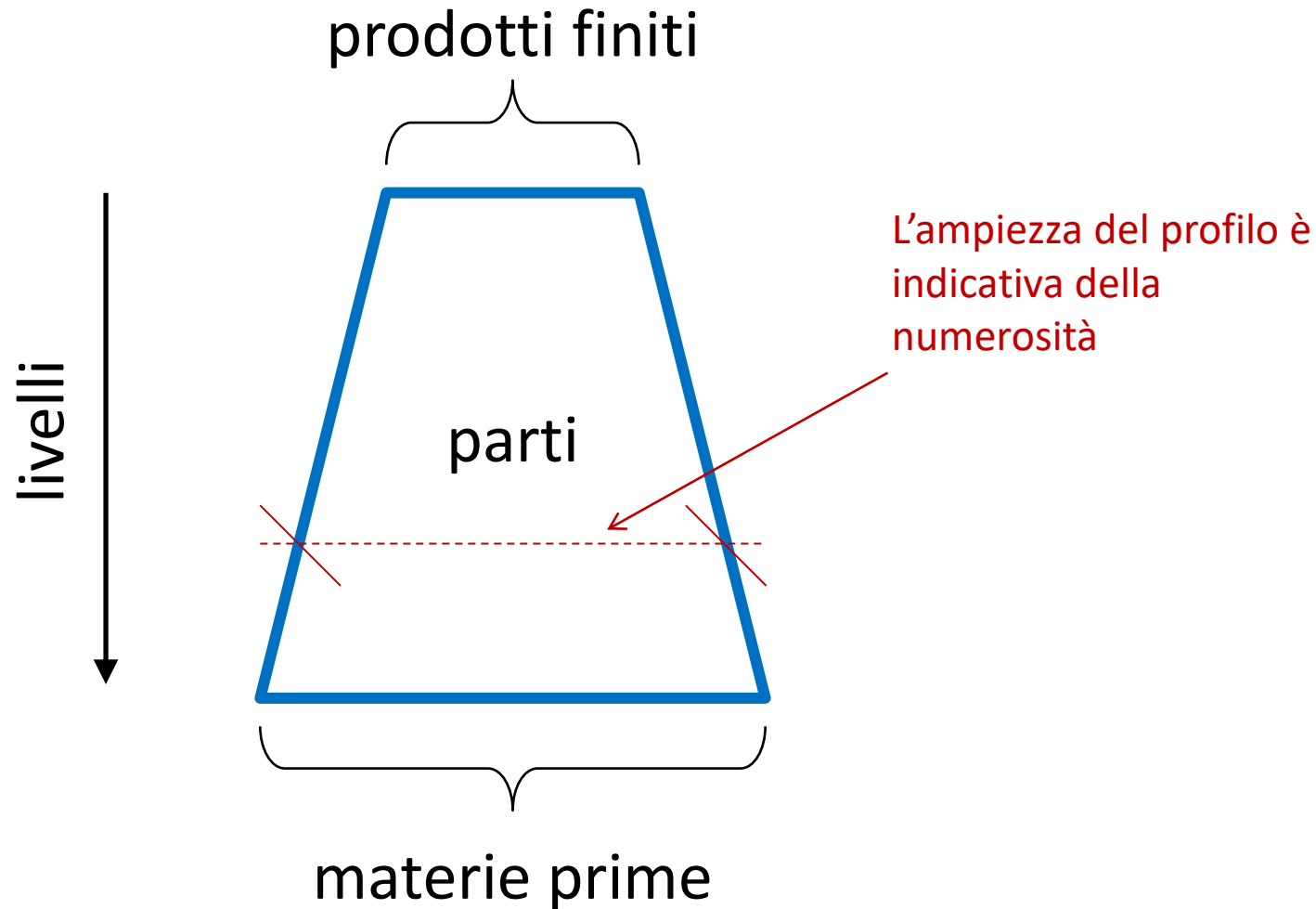
Part n.	C01010	C01020	C01030	C02010	C02020	C02021	C02030	M00010	M00020
Quantità	1	4	2	1	4	8	2	0.4 m	3.6 m <sup>2</sup>

# Esempio: implosione di M00020



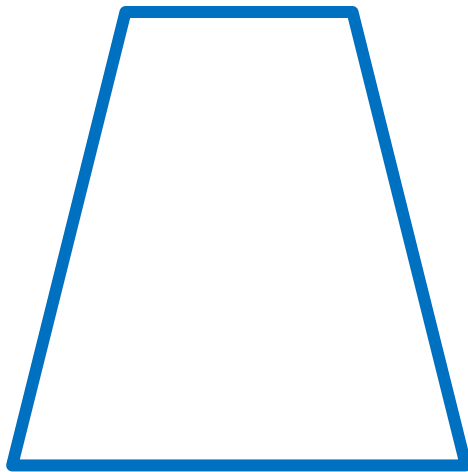
<b>Part n.</b>	C02021	C02030	C01020	C01030	PF001
<b>Quantità</b>	0.4 m <sup>2</sup>	0.2 m <sup>2</sup>	0.8 m <sup>2</sup>	0.2 m <sup>2</sup>	3.6 m <sup>2</sup>

# Profilo della distinta base

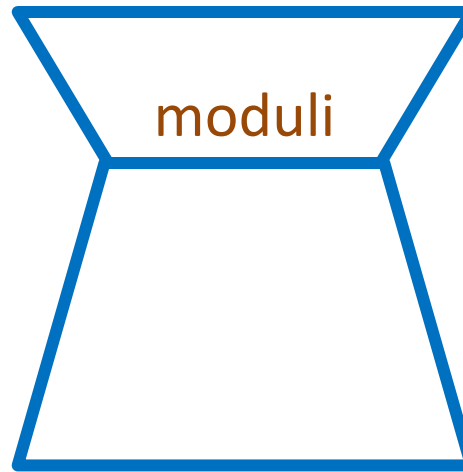


## La distinta base

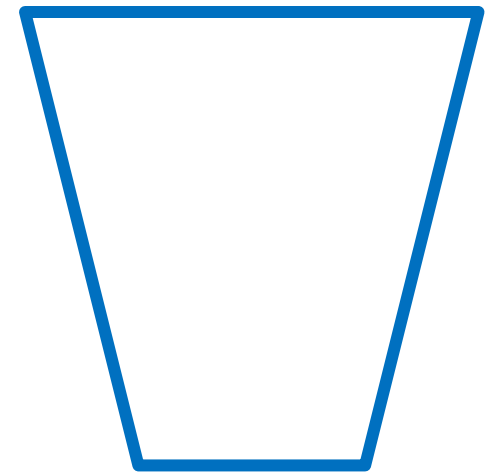
- Ogni approccio produttivo è caratterizzato da un proprio profilo della distinta base



**Make-To-Stock  
(MTS)**



**Assemble-To-Order  
(ATO)**



**Make-To-Order  
(MTO)**



# La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

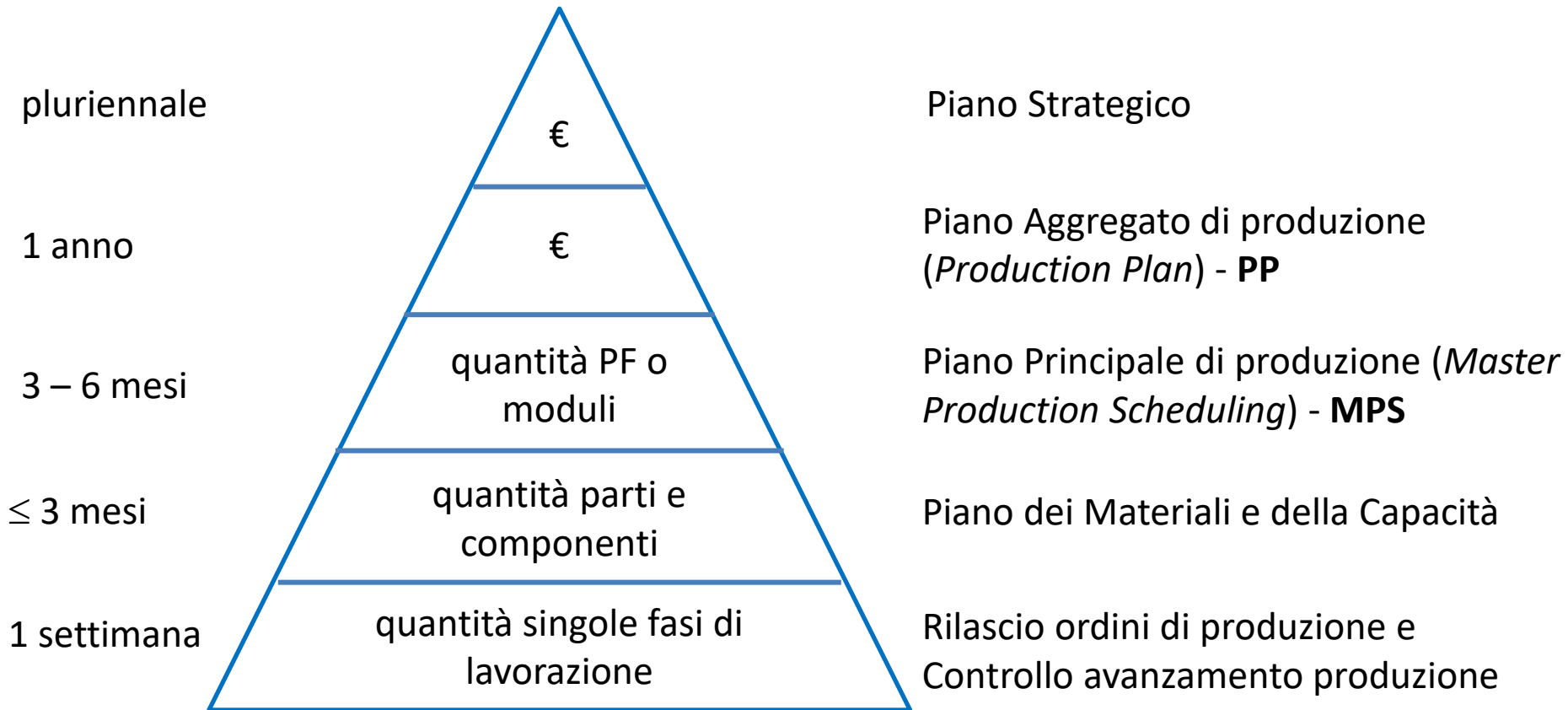


## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

- La pianificazione della produzione industriale si sviluppa su più livelli, in ognuno dei quali si prendono decisioni che si distinguono per
  - orizzonte temporale
  - grado di dettaglio
- Ogni livello genera gli input per il livello immediatamente sottostante
- Per questo motivo si realizza una vera e propria gerarchia con cui vengono prese le decisioni



## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale



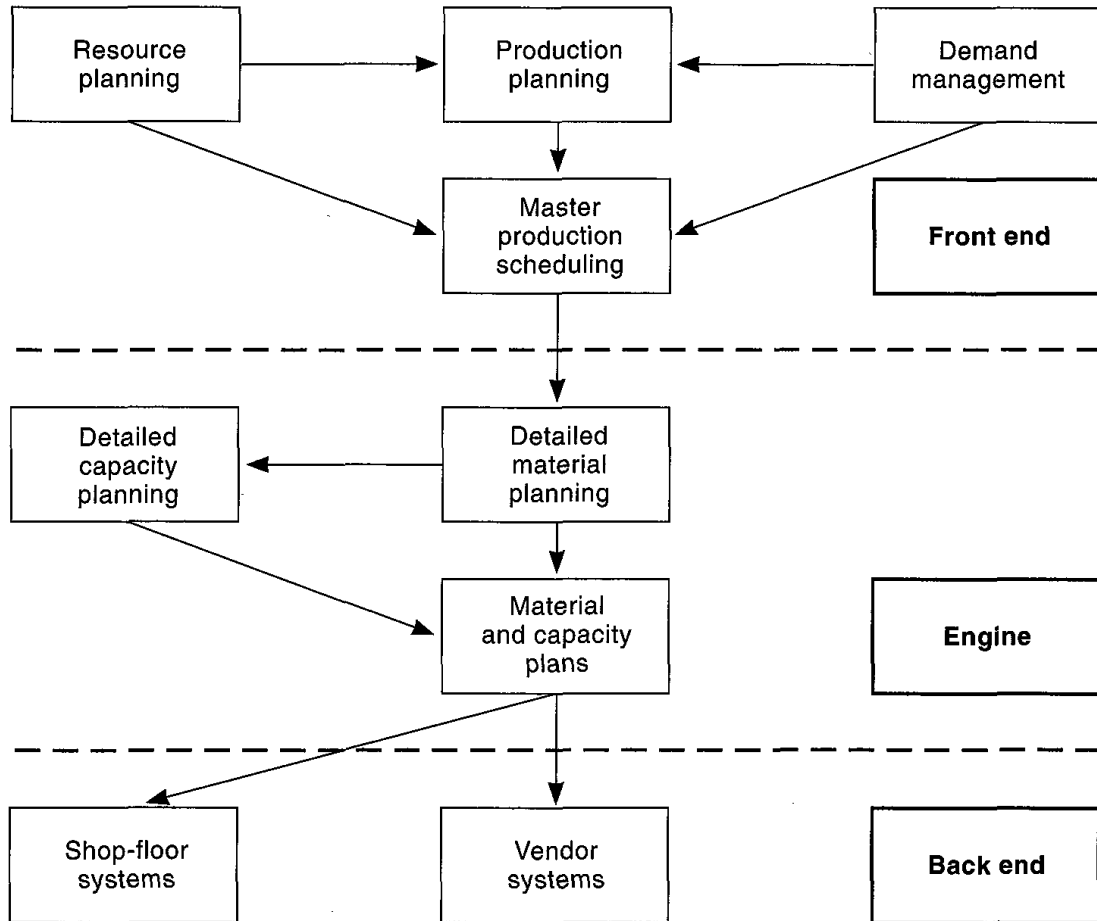


## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

- Le decisioni riguardano
  - **cosa** mettere in produzione
  - **quanto** produrre
  - **quando** produrre
- Il motivo dell'utilizzo di una struttura gerarchica di questo tipo risiede nella necessità di assicurare che le decisioni prese risultino ottime rispetto all'obiettivo aziendale di massimizzare il profitto.

# Manufacturing Planning and Control (MPC) System

**FIGURE 9.1** Basic MPC System



Lungo periodo

Medio periodo

Breve periodo



## PIANO AGGREGATO DI PRODUZIONE (PP)

- Rappresenta la strategia di produzione dell'azienda nel lungo periodo, tipicamente 1 anno
- Definisce il «valore» (€) della produzione che si pianifica di realizzare durante l'anno
- È il risultato di un'attività di ottimizzazione dei costi, dei profitti e degli impegni finanziari
- Tipicamente è caratterizzato da un dettaglio «mensile»



## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

- Lavora a livello «previsionale».
- Prende come input
  - previsioni di vendita aggregate
  - disponibilità di risorse
- Fornisce come output
  - il piano aggregato di produzione (PP)
  - il piano di impiego delle risorse
  - il piano finanziario
  - il piano di approvvigionamento dei materiali a lungo tempo di approvvigionamento



# La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

È il risultato di un'analisi costi-benefici e di flussi di cassa

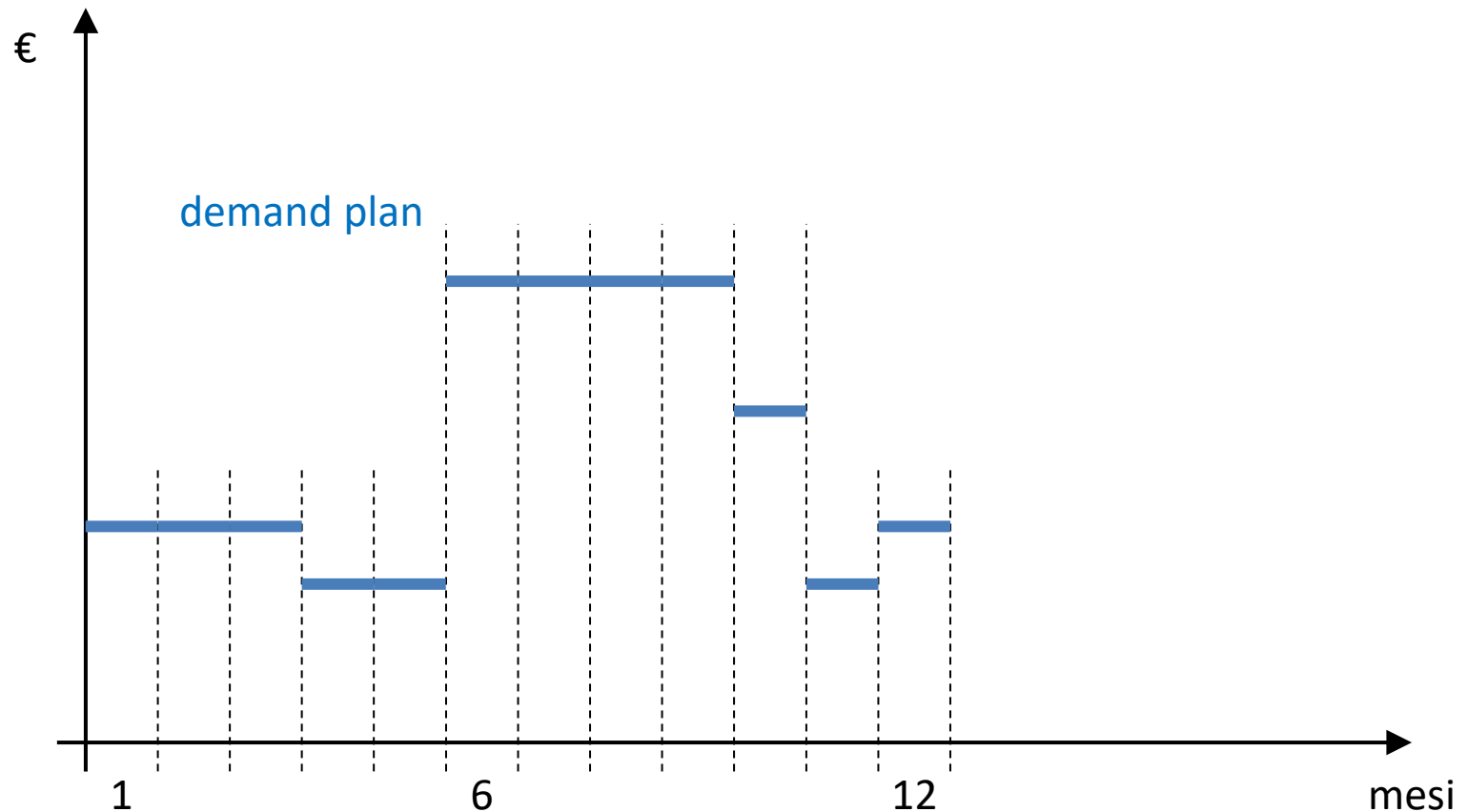
## € out

- Acquisto materiali e componenti
- Costi degli impianti e delle attrezzature
- Costi della manodopera
- Costi energetici
- Costo dei finanziamenti

## € in

- Ricavi attesi
- Finanziamenti

# Consideriamo il seguente piano delle vendite (*demand plan*)





**Piano livellato:** il piano aggregato di produzione è costante ed uguale alla media mensile del piano delle vendite

↑ costi delle scorte

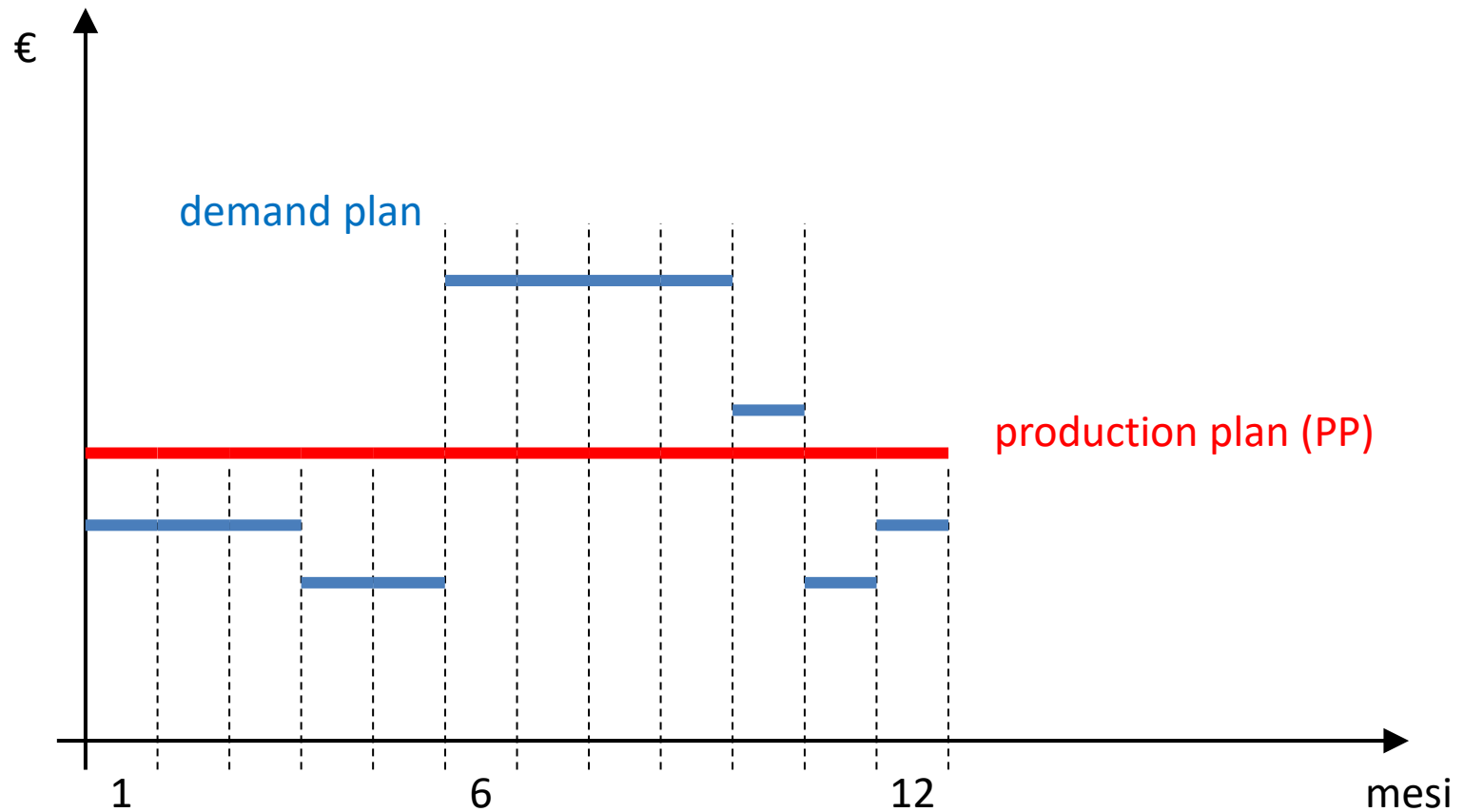
↓ costi della capacità produttiva

**Piano ad inseguimento:** il piano aggregato di produzione produce, mese per mese, esattamente ciò che si prevede di vendere.

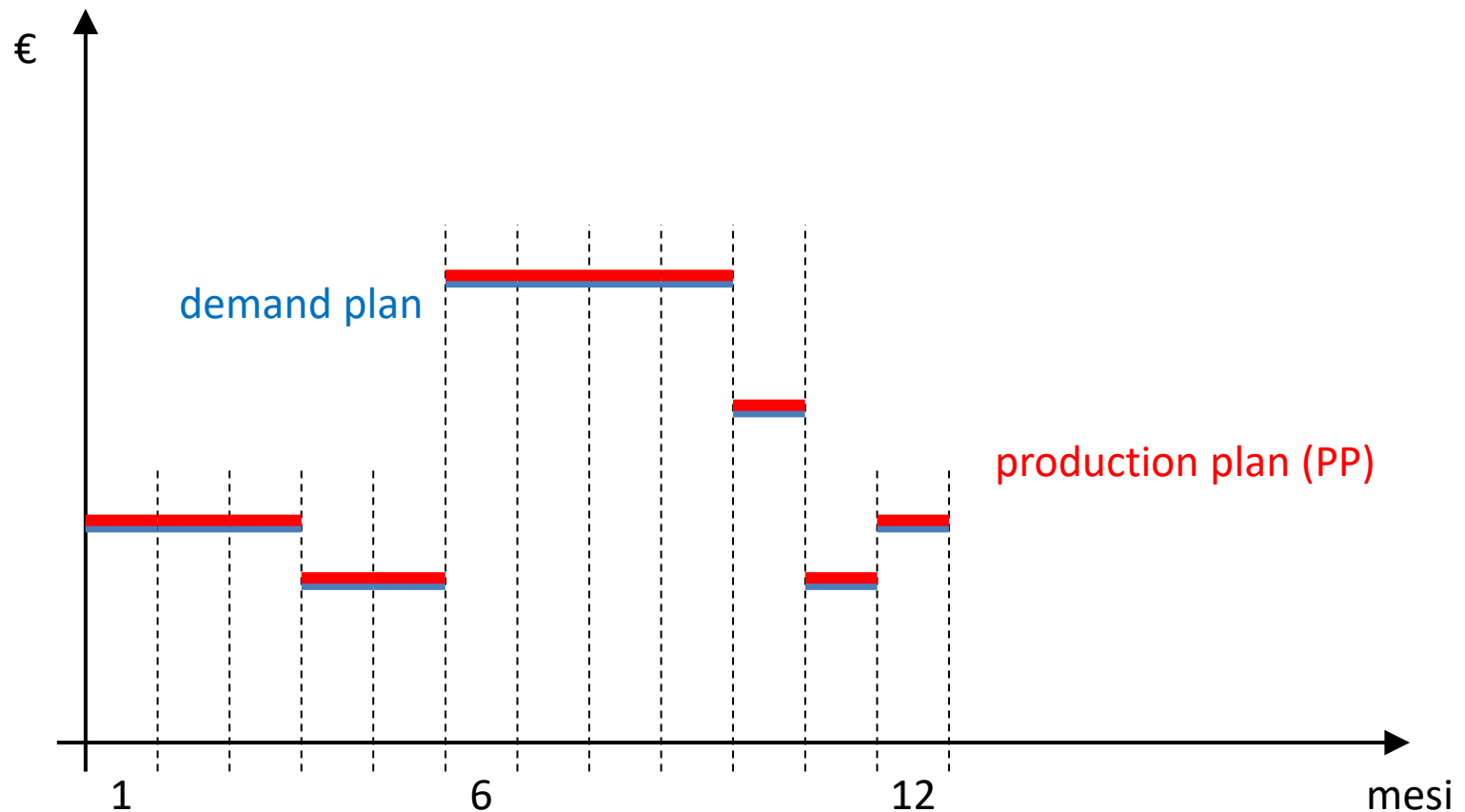
↓ costi delle scorte

↑ costi della capacità produttiva

# Il piano livellato

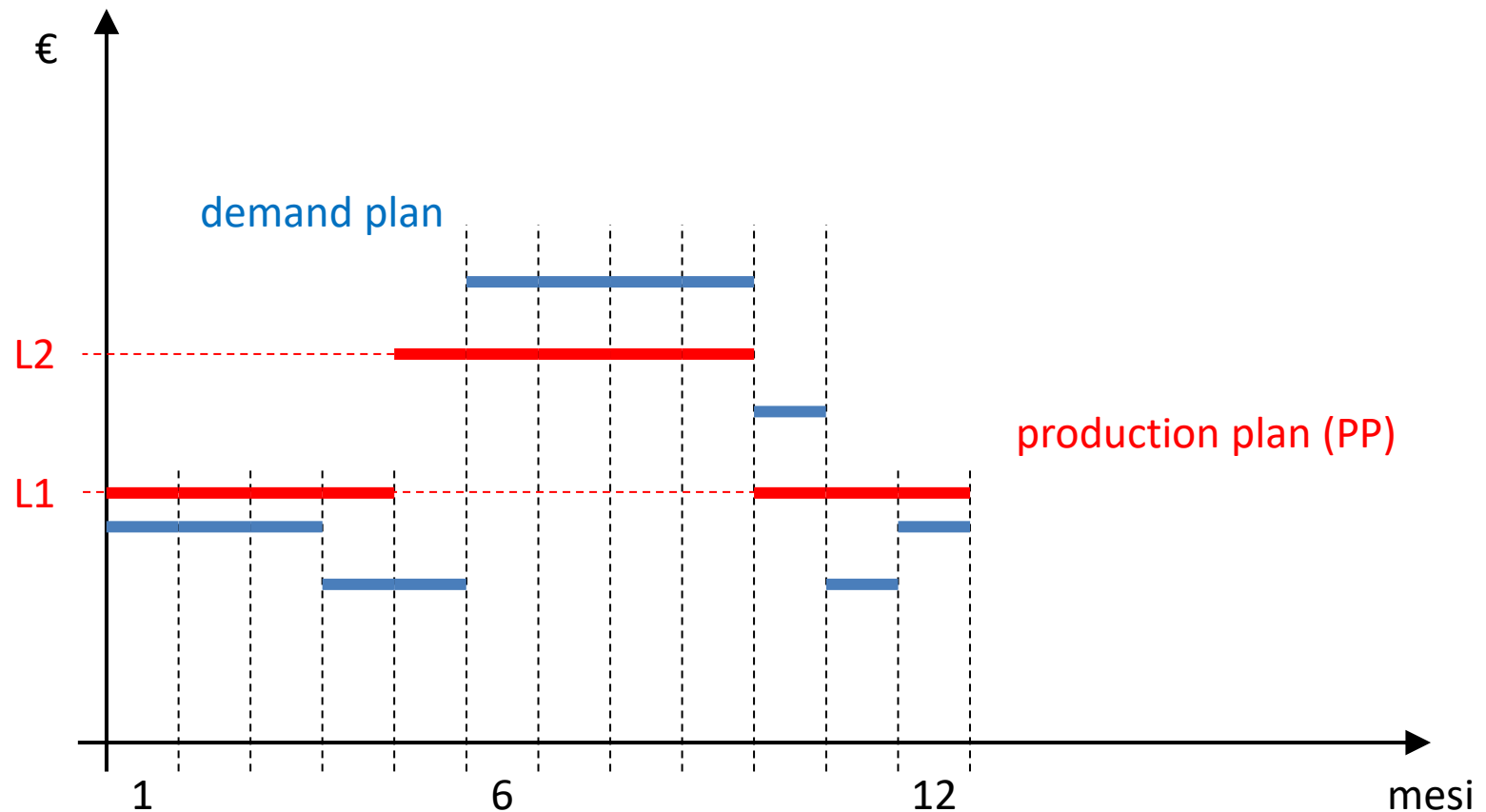


# Il piano ad inseguimento



## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

Il piano ideale è tipicamente un compromesso tra i due





Per passare da un livello all'altro si possono adottare diverse strategie.

- **Azioni sulla forza lavoro:**

- Per aumentare la forza lavoro per brevi periodi, si possono adottare contratti temporanei.
- Per ridurre temporaneamente la forza lavoro si può utilizzare la cassa integrazione.

Queste leve d'azione modificano solamente la capacità della forza lavoro, ma non modificano la capacità degli impianti.



## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

- **Azioni sulle ore lavorative:**

- Il numero dei turni di lavoro può essere cambiato.
- Si possono adottare ore di lavoro straordinario.

Queste azioni, agendo direttamente sulle ore lavorate, modificano sia la capacità della manodopera che degli impianti.

- **Outsourcing e noleggio di capacità:**

- Si può acquisire capacità produttiva presso fornitori esterni.
- In un'ottica di lungo termine, intere attività possono essere trasferite a fornitori esterni.



## PIANO PRINCIPALE DI PRODUZIONE (MPS)

- Rappresenta il primo livello di «disaggregazione» del piano aggregato di produzione (PP).
- L'MPS traduce quindi un obiettivo misurato in €, in un obiettivo misurato in quantità di prodotti finiti.
- Le quantità pianificate dal MPS devono generare un valore, mese per mese, coerente con quello indicato dal PP.



## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

- Per poter disaggregare, l'MPS deve utilizzare previsioni di maggior dettaglio, quindi meno precise.
- Per questo motivo il suo orizzonte d'azione deve essere ridotto, ed è tipicamente portato a 3 mesi.
- Dato che l'MPS agisce sul medio periodo, cioè sul futuro prossimo, esso considera anche gli ordini già presenti in portafoglio, che tipicamente insistono sui mesi immediatamente successivi all'istante attuale.
- L'MPS viene aggiornato in modalità «rolling».



## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

Il meccanismo di base che viene adottato per la generazione dell'MPS può essere riassunto nel seguente esempio

Si consideri una situazione di due prodotti,  $P_A$  and  $P_B$ , che generano, a seguito della vendita, ricavi medi  $V_A$  and  $V_B$ .

Si consideri un generico mese  $i$ , per il quale sono ottenute previsioni di dettaglio delle vendite  $F_{Ai}$  and  $F_{Bi}$ , ed è altresì stato fissato un obiettivo di piano aggregato pari a  $PP_i$ .



## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

Le quantità da produrre  $Q_{Ai}$  e  $Q_{Bi}$  per i prodotti  $P_A$  and  $P_B$  possono quindi essere derivate dal seguente sistema di equazioni:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{Ai} \cdot V_A + Q_{Bi} \cdot V_B = PP_i \\ \frac{Q_{Ai}}{Q_{Bi}} = \frac{F_{Ai}}{F_{Bi}} \end{array} \right.$$

Lo stesso meccanismo può essere facilmente esteso al caso in cui i prodotti sono più di 2.



## PIANO DEI MATERIALI E DELLE CAPACITA'

- La sua generazione dipende dal contesto produttivo
- Per sistemi **Make-To-Stock**
  - Approccio **ciclico**: l'MPS determina gli ordini di produzione delle linee in ottica ciclica tramite il calcolo del lotto economico di produzione (si veda EPQ multiple-items).



## La pianificazione ed il controllo della produzione industriale

- Per sistemi **Just-In-Time**
  - Approccio ***rate-based***: l'MPS determina il mix produttivo di riferimento e quindi il ritmo produttivo dei flussi (*takt time*). Il settaggio può essere corretto su base non troppo frequente (settimanale-mensile).
- Per sistemi **Make-To-Order**
  - Approccio ***time-phased***: gli ordini sono assegnati a degli slot temporali (*time bucket*) di dimensione prestabilita (tipicamente 1 settimana), in modo da massimizzare il lavoro delle risorse. Questo è l'approccio che utilizza l'MRP (Material Requirement Planning).



## Per approfondimenti

Vollman, T.E., Berry, W.L, and Whybark, D.C.  
(1997). *Manufacturing Planning & Control Systems*. 4th edition. McGraw-Hill, New York, USA. ISBN: 0-7863-1209-2