

# Sistemi di produzione

Una chiacchierata su diversi aspetti dei sistemi produttivi.

# Breve introduzione

- Francesco Piu
- 44 anni
- Background formativo: Laurea in Ingegneria Meccanica, indirizzo Produzione.
- Ruolo attuale: Responsabile delle operations della SSB, azienda mineraria sarda appartenente al gruppo Clariant.
- Ruoli precedenti:
  - Ufficio tecnico in ambito impiantistico settore oil&gas.
  - Ingegneria di processo nell'industria metallurgica.
  - Responsabile di progetti per la produzione di componenti meccanici per i settori automotive e farmaceutico.

PS: dimenticavo, sono anche un vostro collega!

# Vision

- Ogni impresa ha la sua ragione di esistere nella visione che intende realizzare con la propria attività. A volte questa visione è implicita, altre volte è esplicitata e fa parte integrante del biglietto da visita dell'impresa stessa.

Vediamo alcuni esempi:

**Microsoft:** *Empowering people through great software — any time, any place, and on any device.*

**Amazon:** *To be Earth's most customer-centric company, where customers can find and discover anything they might want to buy online.*

**McDonald's:** *To be the best and leading fast food provider around the globe.*

# Vision

La Vision risponde alla domanda “chi volete essere o come vorreste trasformare il mondo”.

Una domanda a voi: avete una vostra Vision?

E' importante perché fra poco ci servirà...

# Mission

Se la Vision di un'impresa definisce cosa si vuole essere, la Mission stabilisce come lo si . Vediamo alcuni esempi:

**Microsoft:** *To enable people and businesses throughout the world to realize their full potential.*

**Amazon:** *We strive to offer our customers the lowest possible prices, the best available selection, and the utmost convenience.*

**McDonald's:** *McDonald's brand mission is to be our customers' favorite place and way to eat, and improve our operations to provide the most delicious fast food that meet our customers' expectations.*

# Mission

La Mission risponde alla domanda “qual è il vostro scopo? Che cosa volete realizzare e in che modo intendete realizzare la vostra Vision?”

Ora, se dalla slide precedente avete definito la vostra Vision, la domanda è: qual è la vostra Mission?

Perché è importante definirla?

# Valori

I Valori:

## **Microsoft:**

- *Integrity and honesty*
- *Passion for customers, partners, and technology*
- *Open and respectful with others and dedicated to making them better*
- *Willingness to take on big challenges and see them through*
- *Self critical, questioning, and committed to personal excellence and self improvement*
- *Accountable for commitments, results, and quality to customers, shareholders, partners, and employees*

# Valori

I Valori:

**McDonald's:** *Our customers are the reason for our existence. We demonstrate our appreciation by providing them with high quality food and superior service in a clean, welcoming environment, at a great value. Our goal is quality, service, cleanliness and value (QSC&V) for each and every customer, each and every time.*



# Adesso tocca a voi...

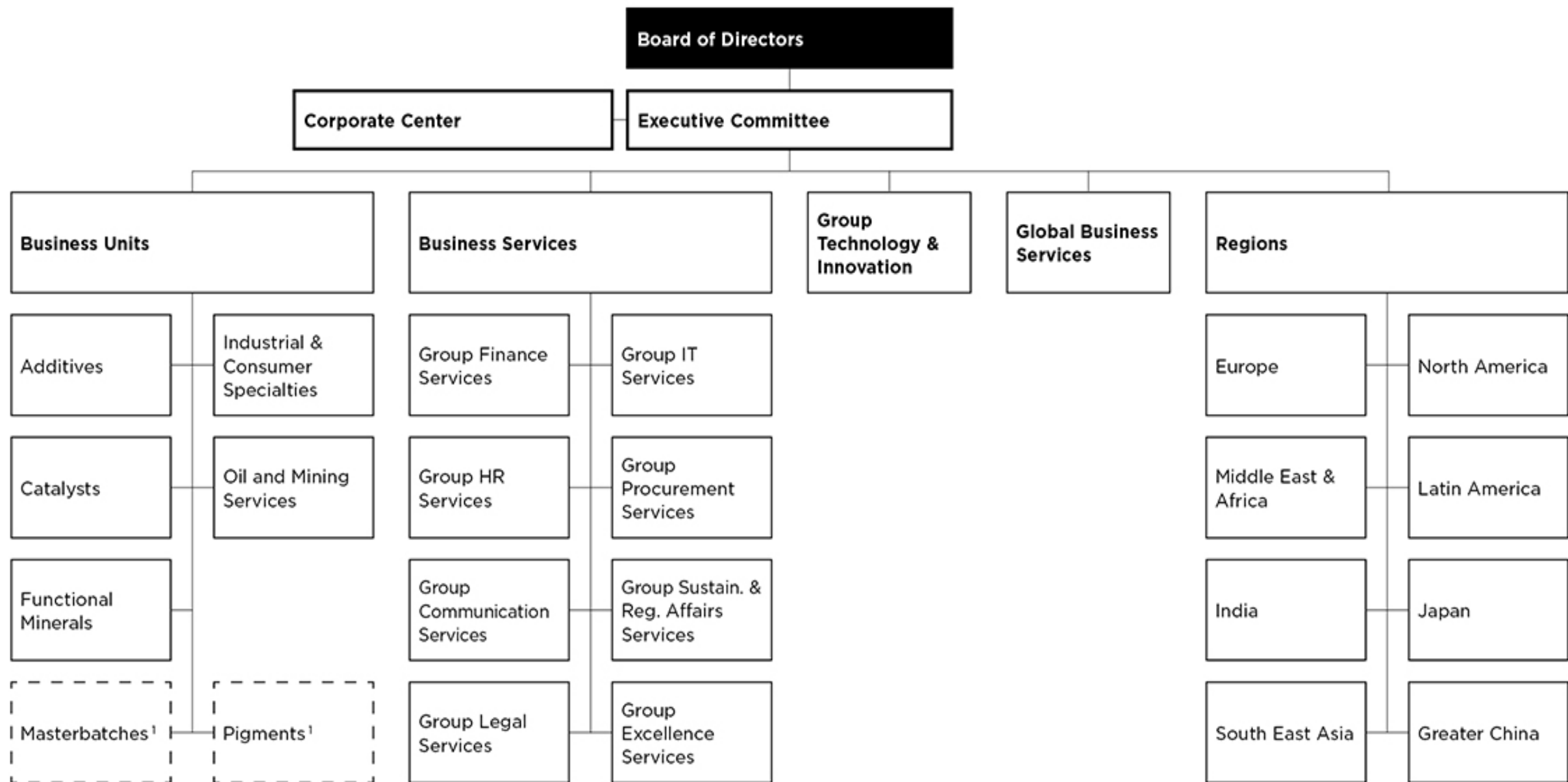
- I Valori sono i principi etici, morali e culturali in base ai quali si decide di improntare scelte e comportamenti.
- Sono ciò cui si intende dare importanza e regolano nel bene e nel male ogni singola scelta.
- La loro importanza si rivela soprattutto nelle situazioni più difficili.
- Adesso la domanda: quali sono i vostri valori?
- C'è coerenza tra le vostre scelte e i valori che dichiarate?
- Perché è importante questa coerenza secondo voi?
- E perché è importante per le imprese?

# Adesso tocca a voi...

- Perché è importante conoscere Vision, Mission e Valori di un'impresa? Sono criteri applicabili anche per le persone?
- Strettamente legati a Vision e Mission sono gli obiettivi.
- E per realizzare i vostri obiettivi dovete definire una Strategia.
- Sapreste indicarmi un vostro obiettivo e delineare brevemente la Strategia che intendete mettere in campo per realizzarlo?

# Organigramma

- Mi piacerebbe ora condividere con voi l'organigramma a livello Corporate dell'azienda per cui lavoro, per poi fare alcune considerazioni insieme.
- In particolare, mi piacerebbe comprendere:
  - che tipo di organizzazione si può desumere dall'organigramma
  - quali sono le funzioni e i servizi
  - cosa vuol dire centralizzare una funzione
  - quali funzioni ha più senso centralizzare e perché
  - quali funzioni è invece più opportuno avere in loco e perché



<sup>1</sup> In 2019, Clariant decided to dispose the Business Units Masterbatches and Pigments. The two Business Units concerned have been reclassified to discontinued operations.

# Breve introduzione

Ora rispondiamo ad alcune domande più impegnative:

- In relazione alla specificità di ciascuna funzione, in che modo ritenete che la crisi da COVID-19 possa aver impattato?
- quali pensate siano le funzioni/reparti/unità più penalizzate?
- proviamo a considerarne un paio e ad immaginare quali possano essere le difficoltà per ciascuna di esse...

Ad esempio che difficoltà può incontrare in questo periodo un ufficio vendite?

Un responsabile della supply chain? Un direttore finanziario?

Un reparto ricerca e sviluppo? E un servizio di IT?

Ritenete ci siano funzioni/reparti/unità meno impattate dalla crisi attuale per COVID-19?

E da ultimo la domanda più importante: **perché è essenziale preservare la liquidità?**

# La produzione

Adesso proverò ad esprimervi il mio punto di vista sulla produzione, cercando di illustrarvi la terminologia impiegata e alcuni approcci metodologici tra i più ricorrenti nelle attività industriali ma che si sono affermati anche nelle società di servizi.

# Cosa è la produzione?

Per **produzione** si intende un processo di **trasformazione** di beni al fine di accrescerne l'utilità.

In effetti, lo scopo reale è quello di creare **valore aggiunto**.

Cos'è il valore aggiunto?

Wikipedia riporta questa definizione:

“**Valore aggiunto**: è la misura dell'incremento di **valore** che si verifica nell'ambito della produzione e distribuzione di **beni e servizi** finali grazie all'intervento dei **fattori produttivi** (capitale e lavoro) a partire da **beni e risorse primarie iniziali**”.

NB: il concetto di valore aggiunto va sempre inteso secondo il punto di vista del cliente.

Perché secondo voi?

# Cosa è la produzione?

La definizione di Wikipedia introduce un concetto importante, quello dei **fattori produttivi**.

I fattori produttivi generalmente considerati sono 2:

- capitale

- lavoro.



# Cosa è la produzione?

In ambito industriale, ai fini di una più agevole determinazione dei costi di produzione e dell'efficienza dei processi, si è soliti considerare i fattori produttivi secondo la ripartizione seguente:

- **capitale finanziario**
- **lavoro**
- **macchinari**
- **energia**

Rispetto cioè all'approccio classico, dalla voce capitale vengono scorporate i macchinari e l'energia.

Per quale motivo secondo voi?

# Cosa è la produzione?

La tendenza a scorporare le voci macchinari (o impianti) e energia è dettata dall'esigenza pratica di evidenziare, misurare e monitorare l'efficienza dell'impiego delle risorse specifiche che costituiscono due aspetti fondamentali della politica di controllo dei costi di produzione.

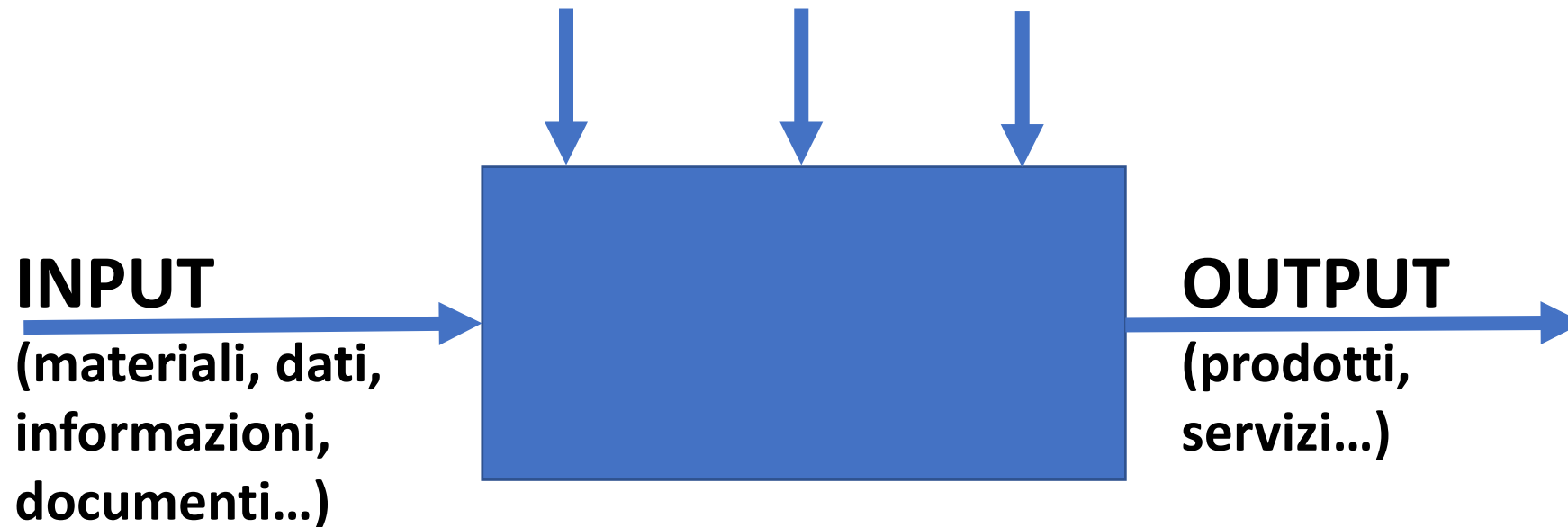
Ci sono poi degli specifici riferimenti normativi che impongono da un lato precisi adempimenti sulla sicurezza degli impianti (D. Lgs. 81/2008) e dall'altro misure obbligatorie per l'efficientamento energetico al superamento di determinate soglie di consumo (L. 10/91 e piano energetico nazionale).

In sostanza impianti ed energia rappresentano delle voci di costo importanti che è sempre buona norma evidenziare in ambito industriale.

# Cosa è la produzione?

Il processo produttivo può essere schematicamente rappresentato mediante una scatola con degli **input** in ingresso e degli **output** in uscita. La trasformazione da input e output si avvale per l'appunto dei fattori di produzione.

**FATTORI PRODUTTIVI** (capitale, lavoro, macchinari, energia)



# Processo produttivo

Si è parlato di **processo produttivo**: rappresenta il cuore di ogni unità produttiva, ma anche, con un'accezione più ampia del termine, delle stesse società di servizi.

In effetti un processo è un **procedimento standardizzato** per la realizzazione di un determinato prodotto, mediante una o più attività sequenziali.

La sua caratteristica è la **ripetitività**, ossia la sequenza di compiti viene ripetuta sempre allo stesso modo.

Questo non vuol dire che non possa essere modificata e ottimizzata e a questo in genere vengono adibiti i **Process Owner** o **Process Manager**.

Una domanda: conoscete la differenza tra processo e progetto?

# Criteri di classificazione dei processi produttivi

La produzione può essere classificata secondo diversi criteri.

Ne menzioniamo alcuni.

La produzione può essere:

- - **continua** (es. impianti petrolchimici, alcuni impianti metallurgici, cementifici, l'industria di processo in genere)
- - **intermittente a lotti** (es. produzione alimentare, industria farmaceutica, la maggior parte dei settori manifatturieri in genere)
- - **unitaria** (es. industria navale, grosse infrastrutture etc.)

# Criteri di classificazione dei processi produttivi

Rispetto alla domanda del mercato, la produzione può essere:

- su commessa (**make to order**); la produzione avviene sulla base degli ordini dei clienti (es. industria automobilistica). Anche se “make to order”, richiede in ogni caso dei processi di previsione e un’attenta pianificazione della domanda (basata su serie storiche, andamento del mercato, andamento della concorrenza...) e una elevata flessibilità ed efficienza operativa. **Esponde l’impresa a rischi di esercizio.**
- a magazzino (**make to stock**); generalmente l’approccio è quello di massimizzare la capacità produttiva degli impianti, abbattendo l’incidenza dei costi fissi sul costo unitario del bene prodotto. **Esponde l’impresa a rischi di mercato.**
- Esistono poi delle situazioni intermedie, ad esempio **assemble to order**, **assemble to stock** etc. che riprendono in parte i principi delle prime 2.

# Criteri di classificazione dei processi produttivi

La stessa produzione su commessa potrà avvenire su:

- **commesse singole**, quando il prodotto deve essere sviluppato sulla base di specifiche non standard o comunque precedentemente non note, ad esempio lo sviluppo di macchinari industriali destinati a impieghi specifici.
- **commesse ripetitive**, le specifiche sono legate a forniture regolari, come ad esempio nell'industria automobilistica, industria alimentare etc.

# Criteri di classificazione degli impianti produttivi

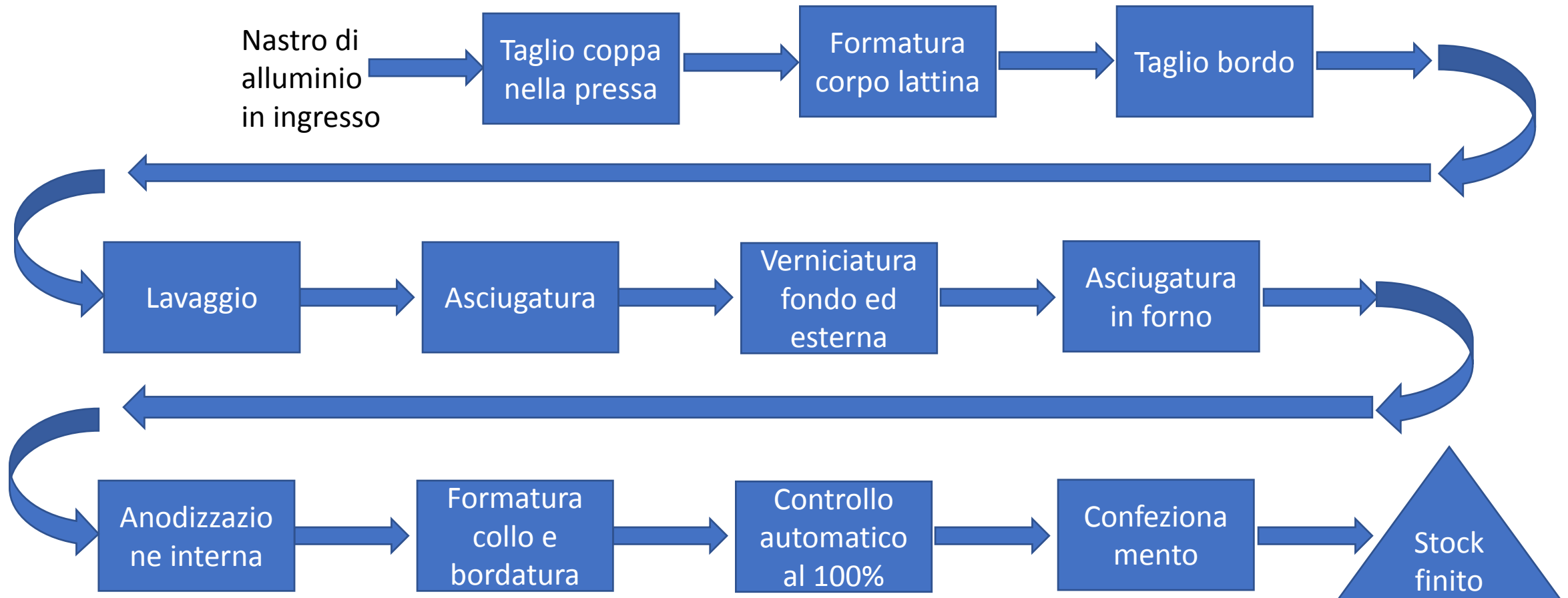
Gli impianti produttivi possono essere classificati secondo diversi criteri

- **tipologia di prodotto** (es. impianti chimici, metallurgici, tessili, ceramici...)
- **dimensioni** (grande, media o piccola industria)
- **capitale investito** (si parla ad esempio di industrie capital intensive...)
- **processo produttivo** (continuo o intermittente)
- **processo produttivo** (monolinea es. produzione del pellet, convergente es. produzione di computer, divergente es. raffinazione del petrolio, la macinazione del grano)



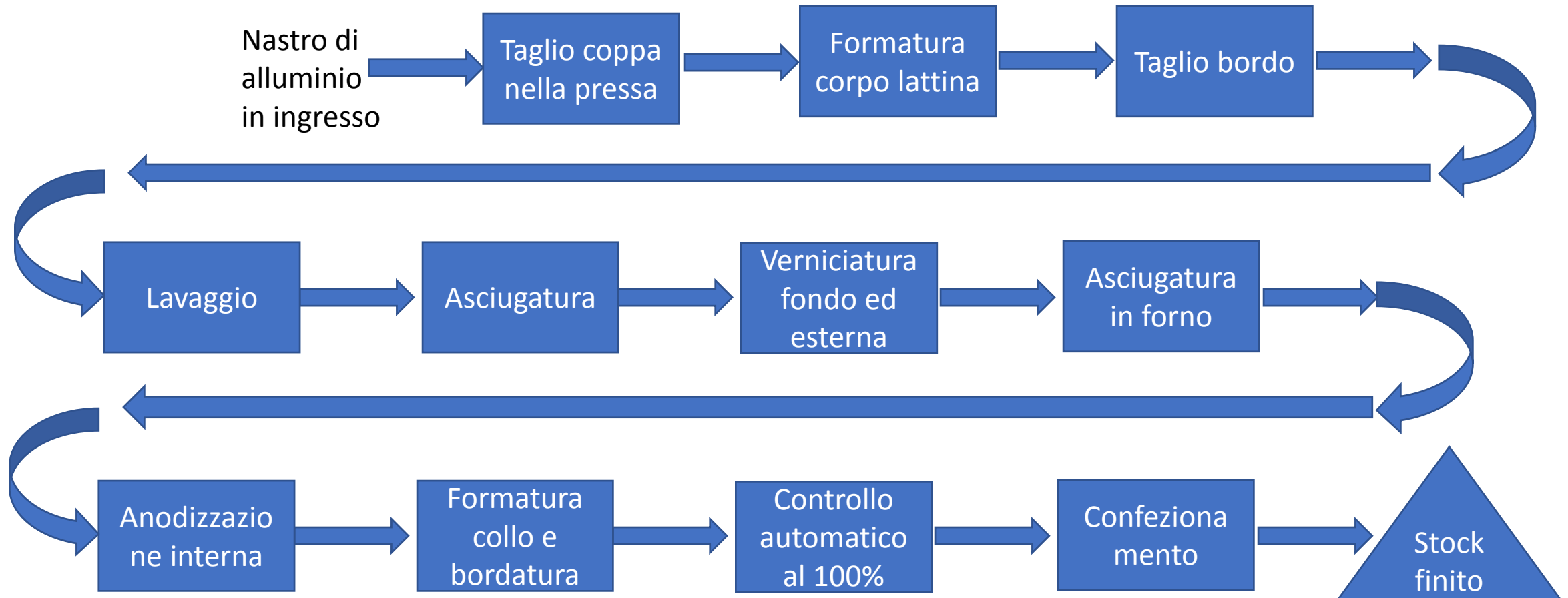
# Esempio di processo produttivo

Consideriamo il processo per la realizzazione di una normale lattina in alluminio per bevande gassate. Esso si compie attraverso una successione di fasi.



# Esempio di processo produttivo

La successione delle fasi è in serie, le stazioni di lavorazione hanno tempi perfettamente livellati e bilanciati e questo consente di ridurre al minimo i tempi di attesa. Perché è importante?

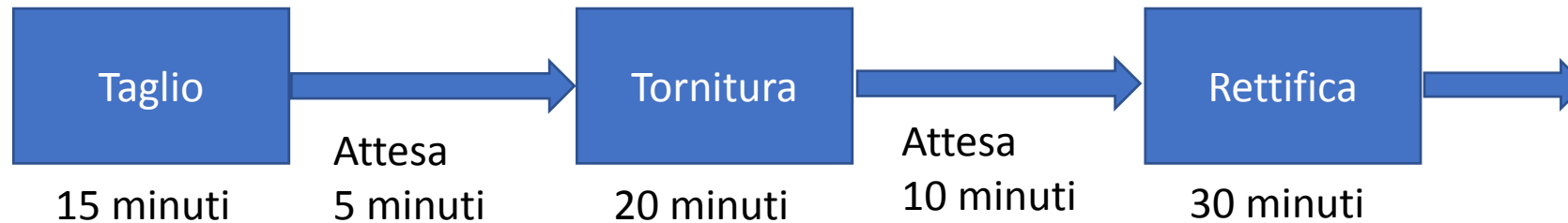


# Parametri di processo

E' importante conoscere alcune grandezze comunemente usate per descrivere ciascuna fase del processo e il processo nella sua interezza.

**Tempo di attraversamento (Throughput time o Process Lead Time)** = somma dei tempi complessivi di attraversamento della linea produttiva.

Include i tempi di lavorazione di ogni singola fase, i tempi di attesa, i tempi di manutenzione, i tempi di settaggio dei macchinari....



Il tempo di processo sarà pari alla somma dei tempi indicati pertanto  $T_t = 80$  min.

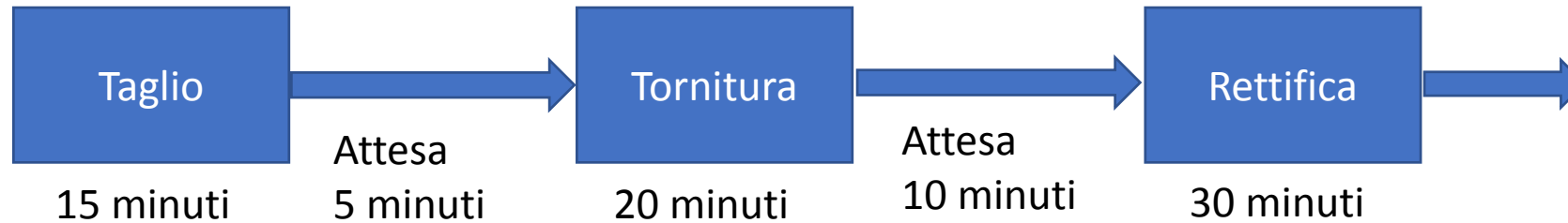
NB: altra cosa è il **tempo di lavorazione (Working time)**, che è dato dalle sole fasi attive. Nell'esempio considerato sarà pari a 65 minuti.

NB: il Process Lead Time è diverso dal concetto comune o commerciale di Lead Time, di cui rappresenta una porzione.

# Parametri di processo

Dal diagramma a blocchi si evince che non tutte le lavorazioni presentano la stessa durata. La fase di lavorazione più lenta prende il nome di **collo di bottiglia (bottleneck)**. Perché è importante? Perché è quella che scandisce il ritmo di produzione.

Domanda: quanti pezzi all'ora è in grado di produrre il processo sottostante?



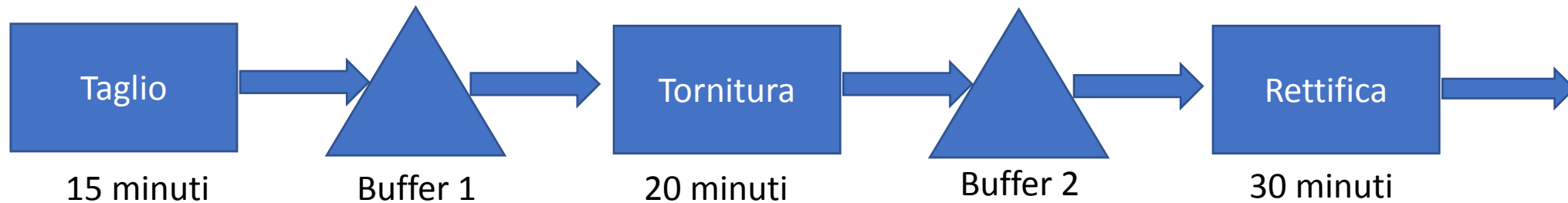
La quantità di pezzi che il sistema è in grado di produrre nell'unità di tempo prende comunemente il nome di **Capacità di processo**, in inglese **Throughput (o Throughput rate)** ed è pari all'inverso del tempo della stazione collo di bottiglia.

Il collo di bottiglia è in questo caso la stazione di rettifica. Se in mezz'ora realizzo un pezzo, in un'ora ne farò 2. **Il Throughput rate** sarà perciò uguale a 2 pz/h.

# Parametri di processo

Sovente tra le stazioni di lavoro compaiono dei buffer, ossia delle quantità di parti semilavorate, indicate col termine inglese **work in progress (WIP)**.

NB: il concetto di WIP è valido tanto nelle officine meccaniche, quanto nelle pubbliche amministrazioni...



Esiste una relazione molto importante che unisce tempo di attraversamento, throughput rate e WIP

$$\text{Tempo di attraversamento} = \frac{\text{Work in Progress}}{\text{Throughput rate}}$$

Questa relazione prende il nome di **Legge di Little**.

# Parametri di processo

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo disponibile per la produzione}}{\text{Quantità di prodotto richiesta dal cliente}}$$

Ipotizziamo che un cliente richieda 1.000 ruote dentate con consegna prevista tra 25 giorni lavorativi. La giornata lavorativa del produttore consta di 8 ore/giorno e per sicurezza si decide di ultimare la produzione con 5 giorni di anticipo rispetto alla data di consegna richiesta. I giorni disponibili per la produzione saranno pertanto 20.

Il tempo disponibile per la produzione sarà:  $8 \text{ h/g} \times 20 \text{ gg} = 160 \text{ h}$

La quantità richiesta è 1.000 pezzi.

$$\text{Takt time} = \frac{160 \text{ h}}{1.000 \text{ pz}} = 0,16 \text{ h/pz} = 9,6 \text{ min/pz.}$$

Per soddisfare la richiesta del cliente, dovrò produrre almeno un pezzo ogni 9,6 minuti.

# Parametri di processo

Il **Takt Rate** è l'inverso del Takt Time.

$$\text{Takt rate} = \frac{\text{Quantità di prodotto richiesta dal cliente}}{\text{Tempo disponibile per la produzione}} = \frac{1}{\text{Takt Time}}$$

Con riferimento all'esempio precedente,

$$\text{Takt rate} = \frac{1.000 \text{ pz}}{160 \text{ h}} = 6,25 \text{ pz/h} = 6,25 \text{ pz/h} \times 8 \text{ h/giorno} = 50 \text{ pz/giorno}$$

Per soddisfare la richiesta del cliente dovrò cioè produrre 6,25 pezzi all'ora, ossia 50 pezzi al giorno.

# Efficienza del processo

A questo punto vi starete chiedendo perché tutte le grandezze considerate sono rappresentate da tempi.

La risposta è che la conoscenza dei tempi di processo consente di attribuire in maniera corretta i costi diretti di produzione, consentendo un'agevole ottimizzazione della linea produttiva.

Un'importante indice di efficienza del processo è dato dal rapporto tra il **Tempo a valore aggiunto** e il **Tempo di attraversamento** che abbiamo visto nelle slide precedenti.

$$\text{Efficienza del processo (Process Efficiency)} = \frac{\text{Tempo a valore aggiunto}}{\text{Tempo di attraversamento}}$$

NB: il tempo a valore aggiunto è quello associato a una fase di lavorazione che crea per l'appunto valore. Torneremo dopo sul concetto.



# Value Stream Map

Ci sono degli strumenti più raffinati dell'indice di efficienza del processo, e che si rivelano molto utili ogni qualvolta si debba ottimizzare un processo produttivo.

Andremo a vedere la Value Stream Map, una importante metodologia che consente di rappresentare il processo in maniera schematica, dividendolo nelle fasi che lo compongono, e indicando per ciascuna una serie di parametri, tra cui il tempo che richiede e i costi associati.

# Value Stream Map

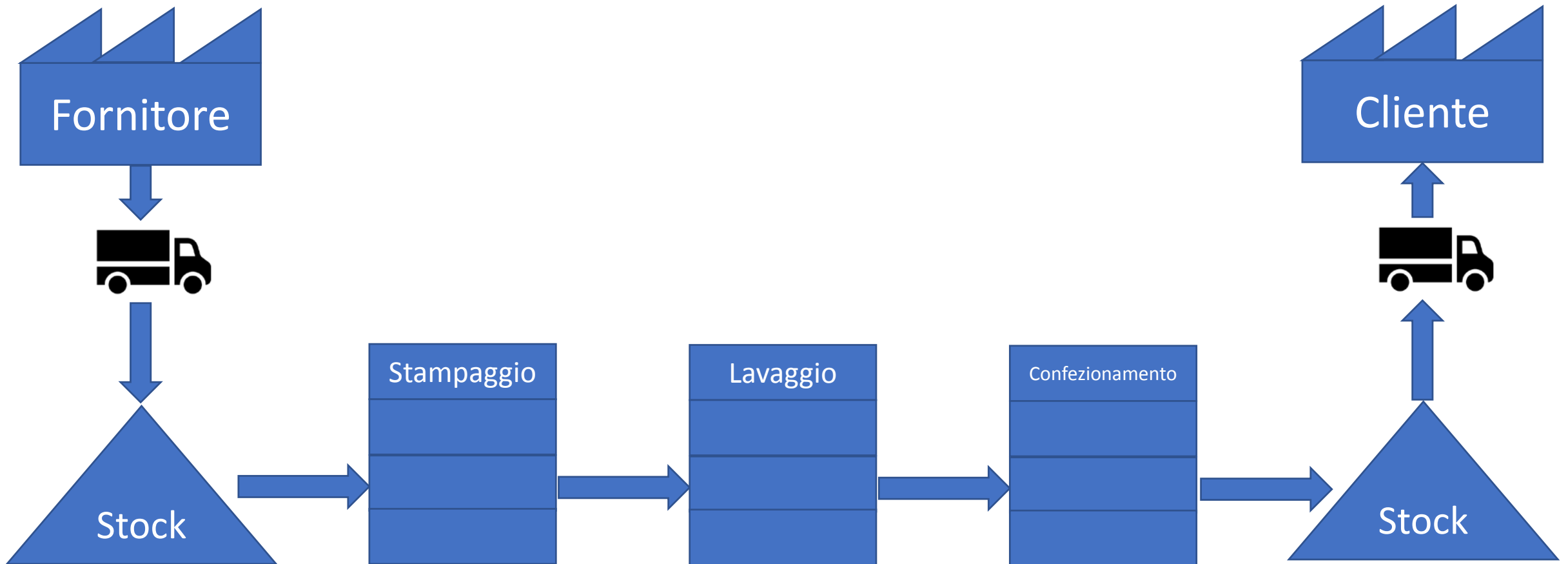
La metodologia del Value Stream Mapping consta di 4 fasi:

- 1) definizione del flusso dei materiali e relativi step di lavorazione
- 2) definizione del flusso delle informazioni
- 3) acquisizione dei dati relativi a ciascuno step
- 4) individuazione delle soluzioni di ottimizzazione secondo un approccio "Lean"

Consideriamo il processo che vogliamo studiare e rappresentiamolo graficamente in maniera schematica. Il Value Stream Mapping si avvale di un vocabolario di simboli convenzionali, al quale faremo ricorso ma sul quale non ci soffermeremo per ragioni di tempo.

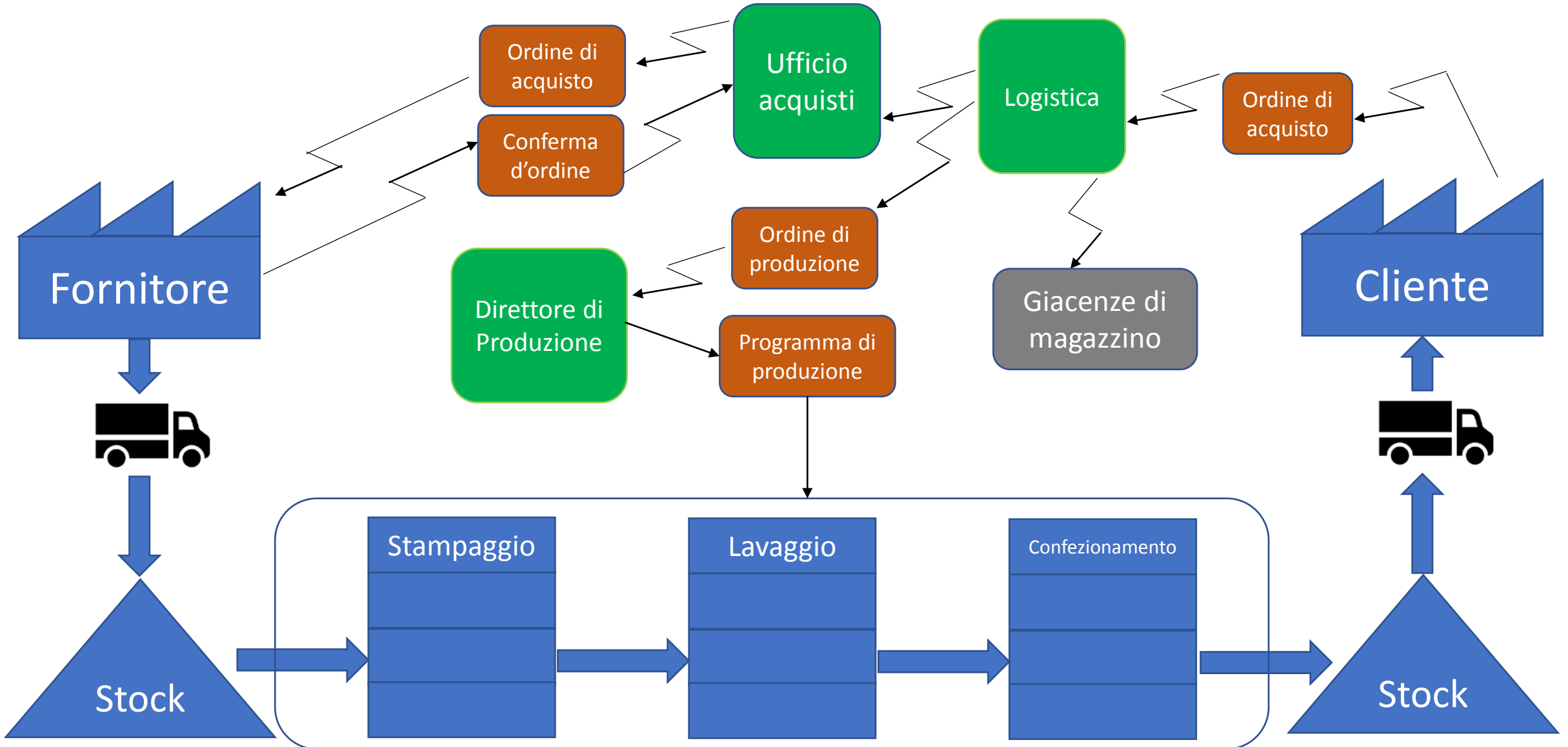
# Value Stream Map

1) Rappresentiamo per primo il flusso dei materiali



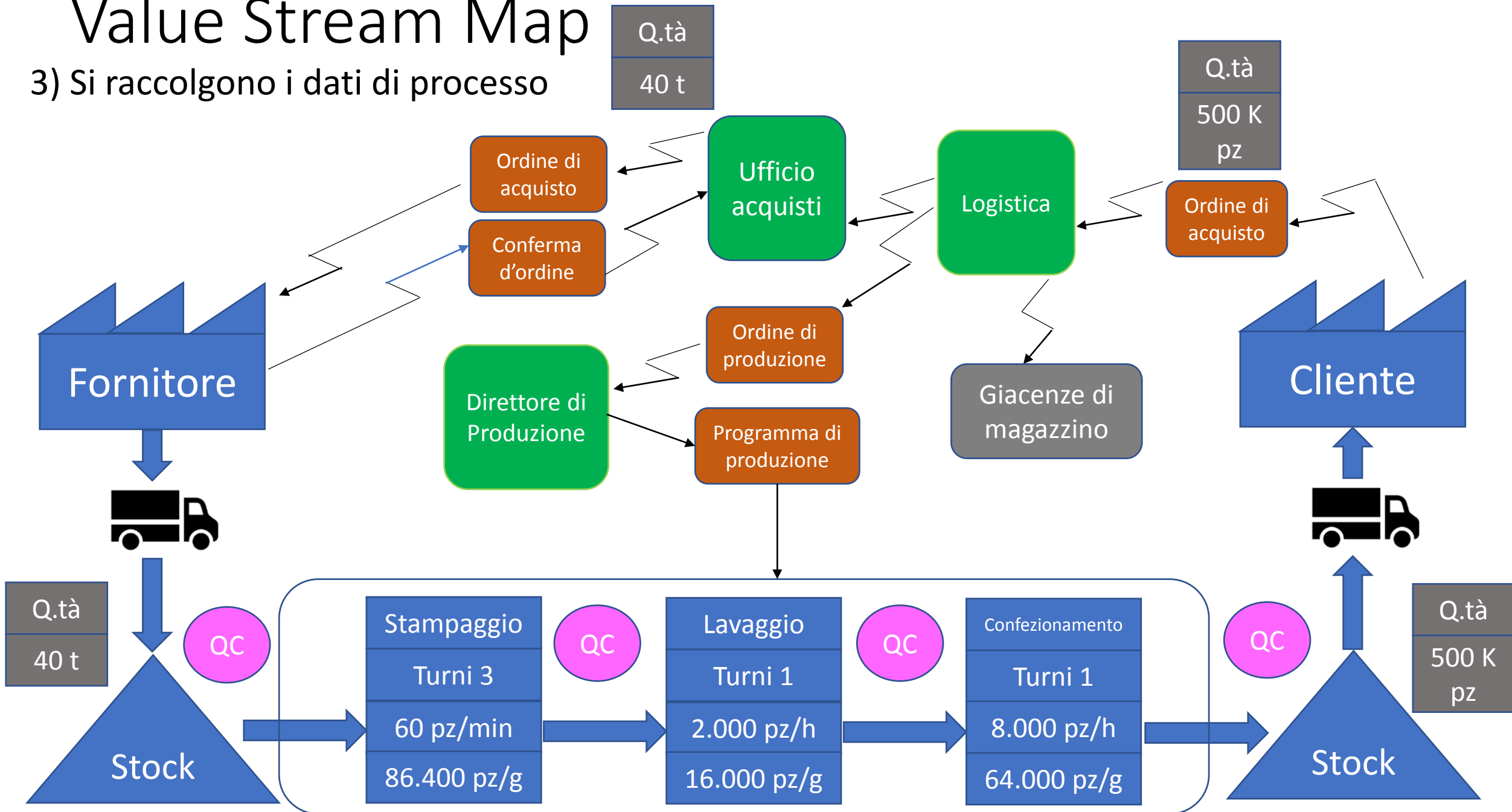
# Value Stream Map

2) Rappresentiamo poi il flusso delle informazioni (semplificato per ragioni di spazio)



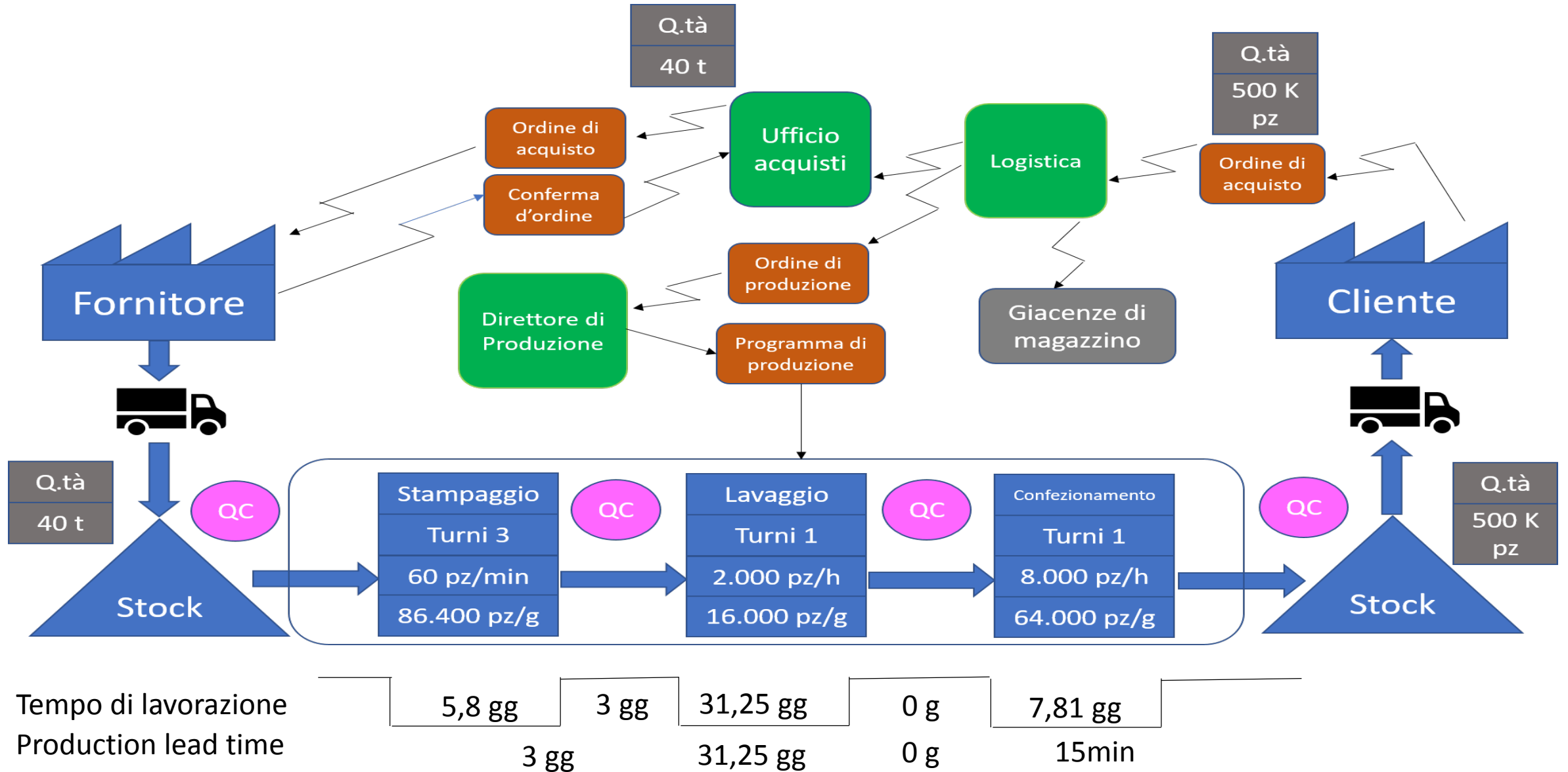
# Value Stream Map

3) Si raccolgono i dati di processo



# Value Stream Map

3) Si definiscono i tempi di processo



# Value Stream Map

Sulla base del diagramma rappresentato siamo in grado di fare alcune considerazioni:

- 1) lo stampaggio è la fase di lavorazione più veloce, non è però quella che detta il “ritmo” della produzione.
- 2) tra lo stampaggio e il lavaggio ci sono dei tempi di attesa di 3 gg dovuti a materiale da lavare pregresso relativo ad altri ordini. Non sarà quindi possibile cominciare a lavare da subito e questo inciderà sul lead time della produzione.
- 3) il lavaggio rappresenta il collo di bottiglia di produzione.

Se la produzione fosse a regime, sarebbero necessari 31,25 giorni per soddisfare la richiesta del cliente. E' questa la velocità massima consentita dal collo di bottiglia.

Nel caso considerato, trattandosi di un unico ordine di acquisto, il tempo di produzione complessivo del lotto sarà maggiore di 31,25 gg. Perché?

Bisogna tener conto dei transitori...

# Value Stream Map

Ulteriori valutazioni possono essere fatte sul VSM:

- La rappresentazione grafica consente una semplice schematizzazione dei flussi di materiale e dei processi, evidenziando eventuali sovrapposizioni o passaggi inutili.
- E' possibile rappresentare una **soluzione ideale** da contrapporre a quella **reale**. Dal confronto tra le due si individuano i **gap** ossia gli scostamenti tra la situazione desiderata e quella reale, secondo i principi della gap analysis.
- Per ciascuno scostamento (o gap), bisogna individuare le cause che lo determinano e definire un piano d'azione per la sua rimozione. L'insieme di queste attività porterà all'ottimizzazione del processo.
- A seconda del processo considerato, è possibile integrare il diagramma con ulteriori dati, come ad esempio l'indice di rotazione del magazzino, il takt time, i costi di lavorazione unitari e i costi di attesa. In questo modo il grafico consente di integrare molte più informazioni.



# Value Stream Map

Ultime considerazioni sul VSM.

Nell'esempio considerato, abbiamo fatto delle semplificazioni:

1) abbiamo assunto che la produzione utile sia pari a quella realizzata in condizioni di massima capacità del processo. **Abbiamo cioè ipotizzato che il 100% dei pezzi fossero buoni.**

Nella realtà non è sempre così e bisogna tener conto degli scarti, che impattano sulla qualità del prodotto finito e comportano un prolungarsi dei tempi complessivi di produzione (e un aumento dei costi!).

Gli scarti possono riguardare:

- la materia prima
- i semilavorati dopo ogni fase di lavorazione
- il prodotto finito
- l'imballaggio
- l'etichettatura e la documentazione di accompagnamento del prodotto (es. settore farmaceutico).
- contaminazioni...

# Value Stream Map

Ultime considerazioni sul VSM.

2) abbiamo poi ipotizzato che i tempi di produzione saturino interamente i turni (8 h).

Anche questo non rispecchia la realtà: in ogni attività produttiva ci sono delle pause o delle interruzioni che possono dipendere da diverse cause:

- tempi di settaggio macchine e configurazione impianti
- guasti e interruzioni
- tempi di sostituzione utensili
- tempi di manutenzione
- pausa pasto del personale
- assenteismo
- ritardi nella consegna delle materie prime o esecuzione in ritardo degli ordini di approvvigionamento
- mancanza di parti di ricambio
- scioperi, eventi naturali
- .....

# Value Stream Map

Ultime considerazioni sul VSM.

3) abbiamo infine ipotizzato che la produzione coincidesse con la capacità massima dei macchinari.

Per esasperare questo concetto, è come se il campione del mondo di salto con l'asta Armand Duplantis saltasse sempre 6,18 m. In realtà questo non avviene sempre...

Ci sono diverse cause che inducono una certa variabilità nel processo. Ne elenchiamo alcune:

- variabilità nelle caratteristiche delle materie prime
- maggiore o minore destrezza del personale operativo
- condizioni ambientali o climatiche
- qualità dei componenti delle macchine
- gestione impropria dei processi

.....

# Indici di produttività

Prendendo in considerazione le approssimazioni precedentemente enunciate, è possibile identificare un indice di produttività universalmente utilizzato in ambito industriale, tanto per esprimere la produttività di una singola macchina, quanto per caratterizzare un intero impianto produttivo.

Questo indice prende il nome di O.E.E. (Overall Equipment Effectiveness).

Esso correla in un'unica grandezza 3 parametri:

- a) La disponibilità dell'impianto (Availability)
- b) La produttività (Productivity)
- c) La qualità del prodotto (Quality)

Per comprendere di che cosa si tratta, facciamo un esempio pratico...

# O.E.E.

Per Availability si intende la disponibilità operativa dell'impianto:

$$\text{Availability} = \frac{\text{Tempo effettivamente dedicato alla produzione}}{\text{Tempo disponibile per la produzione}}$$

Ipotezzate di disporre di una macchina che produce mascherine e che abbiate pianificato di produrre 24 h al giorno. Questo rappresenta il tempo teoricamente disponibile per produrre. Diverse cause possono però far sì che il tempo effettivo di lavorazione non coincida con quello pianificato.

Ne elenchiamo solo alcune a titolo esemplificativo: fuori servizio, guasti, ritardi nella consegna delle materie prime, ritardi nella consegna di altre forniture funzionali alla produzione, assenteismo, mancanza di ordini, mancanza di corrente, COVID-19...

Alla fine, rispetto alle 24 ore di produzione che avevate pianificato, scoprite che il tempo netto di lavorazione della macchina è stato ad es. 20 ore.

**L'Availability dell'impianto sarà quindi pari a  $20/24=83,3\%$ .**

# O.E.E.

Per Productivity si intende la quantità prodotta rispetto a quella massima producibile nel tempo operativo

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Pezzi realmente prodotti}}{\text{Capacità produttiva teorica (o massima)}}$$

Ad esempio ipotizziamo che la vostra macchina che produce mascherine abbia una capacità nominale di 30 mascherine all'ora indicata nella sua scheda tecnica. Ne avviate la produzione e rilevate che in un'ora effettivamente ne ha prodotte 28.

**La produttività dell'impianto sarà quindi pari a  $28/30=93,3\%$ .**

# O.E.E.

Per Qualità si intende si intende il rapporto tra pezzi buoni e il totale dei pezzi realizzati.

Tornando all'esempio precedente, avete rilevato come la vostra macchina ha prodotto 28 pezzi in un'ora. Sottoponete le vostre mascherine al test di verifica e scoprite che 2 sono difettose e vanno scartate.

**Il vostro indice di qualità della produzione sarà quindi pari a  $26/28=92,86\%$**

$$\text{Quality} = \frac{\text{Pezzi buoni}}{\text{Pezzi totali prodotti}}$$

# O.E.E.

Possiamo ora calcolare l'O.E.E. complessivo del vostro impianto, moltiplicando la disponibilità operativa (A), la produttività reale (P) e la qualità ottenuta (Q)

$$\text{O.E.E.} = A \times P \times Q$$

$$\text{O.E.E.} = 83,3\% \times 93,3\% \times 92,7\% = 72\%$$

Questo indice correla in un unico parametro l'efficienza, l'efficacia e la qualità del vostro impianto e del sistema produttivo in genere.

Il suo pregio principale è che consente una valutazione complessiva della produzione, permettendo di comparare sistemi produttivi anche poco omogenei e la bontà delle relative gestioni operative.



# O.E.E.

Giusto per gioco, proviamo a calcolare il “vostro” O.E.E....

Ipotizzate di avere di fronte a voi una settimana senza lezioni che intendete dedicare interamente alla preparazione del prossimo esame.

Pianificate di studiare 8 ore al giorno. Al termine della settimana, verificate i vostri tempi di studio e rilevate di aver studiato un po' meno del previsto, diciamo in media 6,5 ore al giorno, un po' perché distratti dai social, un po' perché impegnati a sentire gli amici...

Insomma, la vostra “disponibilità” (A) allo studio è stata pari al  $6,5/8 = 81,25\%$  del vostro tempo.

Diciamo poi che normalmente vi vantate di riuscire a studiare 10 pagine all'ora nelle condizioni ideali. Al termine della settimana controllate quante pagine avete studiato e notate che avete reso un po' meno: per ogni ora effettiva di studio, avete studiato in media solo 8 pagine.

Magari gli argomenti erano più difficili del solito, forse il linguaggio era un po' astruso...

Alla fine della fiera, la vostra produttività (P) è stata un po' inferiore al vostro standard e si è attestata sul  $8/10 = 80\%$ .

# O.E.E.

Da ultimo, provate a valutare la qualità del vostro studio. Vi sembra infatti che qualche pagina non la ricordiate poi così tanto bene. A conti fatti vi rendete conto che di quelle 8 pagine che avete studiato mediamente in un'ora, ne ricordate in maniera soddisfacente solo 6.

La qualità (Q) del vostro studio sarà pertanto pari a  $6/8 = 75\%$ .

Adesso moltiplichiamo i 3 parametri:

Disponibilità x Produttività x Qualità =  $A \times P \times Q = 81,25\% \times 80\% \times 75\% = 48,75\%$ .

Alla fine avrete studiato un po' al di sotto delle vostre reali possibilità...

In questo esempio ho usato valori medi per semplicità di calcolo, in realtà si usano normalmente i valori totali, ma il risultato non cambia.

Giusto una domanda: quante pagine avreste studiato se l'O.E.E. fosse stato pari al 100%?

E con l'O.E.E. pari al 48,75%? Ipotizzate che la vostra settimana di studio sia stata di 5 gg.

L'importanza di correlare queste tre grandezze risiede nel fatto di permettervi di valutare in maniera semplice un sistema produttivo e di individuare agevolmente eventuali spunti di ottimizzazione.

# Altri indici di produzione

Elenchiamo brevemente altri indici di produzione, strumentali a evidenziare determinate relazioni tra le grandezze in ingresso e in uscita:

**Resa o rendimento (Yield)** = tipica metrica delle industrie di processo, la definizione può variare a seconda del tipo di industria, in genere è dato dal rapporto tra produzione reale e produzione teorica (es. in chimica). Si parla di resa anche in altri contesti, es. macinazione olive.

**Produttività per dipendente** =  $\text{Quantità prodotta} / \text{Numero di dipendenti}$

**Produttività della manodopera** =  $\text{Quantità prodotta} / \text{giorni uomo del personale operativo}$

**Rendimento energetico** =  $\text{Quantità prodotta} / \text{Energia consumata}$

# Alcuni cenni sul concetto di Lean

Nella slide 32 abbiamo accennato come l'analisi della Value Stream Map si possa basare sull'applicazione dei principi Lean. Di che cosa si tratta?

La Lean Manufacturing è un approccio metodologico ampiamente diffuso, nato in Giappone nella seconda metà dello scorso secolo e affermatosi poi a livello mondiale.

Nasce dalla teorizzazione realizzata da Taichi Ohno e ha rappresentato da sempre il DNA del cosiddetto Toyota Production System, al quale si sono ispirate ampiamente la maggior parte delle realtà produttive a livello mondiale.

Esso si basa su concetti semplici, quali il Just in Time, le 5S, i Kanban etc.

Noi ci soffermeremo brevemente sul concetto dei 7 muda, le 7 tipologie di spreco che vanno identificate in ogni processo e rimosse per massimizzarne l'efficienza.

# I 7 (8) Muda

I 7 sprechi (che nel corso degli anni sono diventati 8) sono i seguenti:

**D**efects

**O**verproduction

**W**aiting

**N**on-utilized skills and talents

**T**ransport

**I**nventory

**M**otion

**E**xtra processing

L'acronimo DOWNTIME (tempo di inattività) viene generalmente usato come riferimento mnemonico. Consideriamoli individualmente.

# I 7 (8) Muda

**Difetti:** perché i difetti costituiscono uno spreco?

Ogni prodotto difettoso rappresenta un costo per l'azienda dato dalla somma di diversi costi:

- costo delle materie prime utilizzate per la sua fabbricazione
- costo dei controlli di qualità effettuati per rilevare i difetti
- costi di movimentazione e di stoccaggio
- costi di smaltimento
- costi di assistenza alla clientela
- costi da eventuali campagne di richiamo (si pensi al settore automobilistico, es. Takata)
- penali o rimborsi ai clienti
- etc.

# I 7 (8) Muda

**Difetti:** per i motivi precedentemente enunciati, il TPS propugna una produzione priva di difetti. La realizzazione di pezzi difettosi viene immediatamente rilevata dal sistema e porta all'arresto della produzione fino all'individuazione e rimozione della causa del difetto.

Applicando questi principi le auto giapponesi hanno raggiunto livelli di affidabilità precedentemente sconosciuti a livello mondiale.

# I 7 (8) Muda

**Overproduction:** perché la produzione eccessiva costituisce uno spreco?

Pensateci, produrre più del necessario significa impegnare delle risorse e della liquidità che non potranno essere recuperate a breve, essendo la produzione eccedente gli ordinativi ricevuti, e che pertanto creeranno un aggravio al flusso di cassa dell'azienda.

Rappresenta uno spreco nel vero senso della parola, perché comporta l'impegno di risorse per:

- il personale che produce i pezzi in eccesso e i controlli di qualità
- l'eccesso di materie prime utilizzato
- le risorse, l'energia sprecate per una produzione non necessaria
- il rischio di deterioramento e obsolescenza dei prodotti
- i costi di imballaggio, movimentazione e di magazzino
- altro



# I 7 (8) Muda

**Overproduction:** per ovviare a questa tipologia di spreco, la Lean Manufacturing ha sviluppato l'approccio Just in Time, che consiste nell'ordinare e produrre solo ciò che è necessario, quando è necessario e con la giusta qualità. Esso richiede un perfetto sincronismo della supply chain e si avvale di sistemi di coordinamento basati sui Kanban.

# I 7 (8) Muda

**Waiting:** si parla di attese per i materiali o i semilavorati che non possono essere lavorati immediatamente, per i fermi impianto, quando il collega impiega troppo tempo a passarmi la pratica e questo mi costringe ad attendere...

perché le attese sono considerate degli sprechi?

Pensateci: i tempi di attesa non creano valore aggiunto, anzi...

Durante i tempi di attesa, che non sono tempi produttivi, bisogna comunque pagare tutti i fattori produttivi, anche se inutilizzati.

Sono un indice evidente delle inefficienze del sistema e anche per questo motivo sono mappate anche nel VSM e devono essere limitate al massimo.

# I 7 (8) Muda

**Non-utilized potential:** il mancato utilizzo delle abilità e dei talenti dei dipendenti costituisce l'ottavo muda, non formalizzato nelle prime teorizzazioni di Ohno, ma implicito nel sistema produttivo Toyota.

Esso limita la produttività e il coinvolgimento del personale e ha dei costi enormi: il personale insoddisfatto è più soggetto a cambiare lavoro, questo vanifica l'investimento in formazione che ogni azienda fa sui propri dipendenti e generalmente rappresenta un costo non trascurabile.

Tenete conto che per raggiungere la massima produttività un dipendente neoassunto può impiegare a seconda della posizione diversi mesi o anche anni. Le retribuzioni corrisposte durante questo lasso di tempo possono essere intese come investimento in formazione da parte dell'azienda.

Questo investimento va a perdersi con le dimissioni e richiederà una uguale spesa per la formazione di un nuovo impiegato.

# I 7 (8) Muda

**Transport:** si parla di spostamenti non necessari delle merci. Ogni movimentazione di materie prime, semilavorati, prodotti finiti, imballaggi etc comporta dei costi, senza creare valore aggiunto.

Sono i costi orari degli operatori chiamati a eseguire questi spostamenti, dei macchinari utilizzati (es. carrelli elevatori), dell'energia impiegata (es. il gasolio o la corrente) etc.

Per minimizzare questi sprechi può essere necessario ottimizzare il layout degli stabilimenti, in modo da minimizzare e razionalizzare i percorsi, riducendo in tal modo i costi correlati.

# I 7 (8) Muda

**Inventory:** cosa si intende per Inventory? Sono tutte le scorte e giacenze di materie prime, semilavorati, prodotti finiti, imballaggi, pezzi di ricambio etc.

Perché rappresentano uno spreco?

Perché rappresentano un'immobilizzazione di capitale che viene sottratto alla liquidità disponibile.

Tutte le aziende, specie quelle quotate in borsa, prestano particolare attenzione agli inventari. Perché?

Che cos'è il capitale operativo (working capital)?

# I 7 (8) Muda

**Inventory:** perché è necessario ridurre al minimo gli inventari?

- 1) perché si liberano risorse finanziarie rendendole fruibili all'azienda
- 2) si riduce il costo dei materiali (ne ordino di meno)
- 3) si riducono i costi per il deterioramento di materie prime, semilavorati e prodotti finiti (si pensi ai materiali ferrosi e al problema della ruggine)
- 4) non si incorre nei costi legati all'obsolescenza dei prodotti finiti (pensate a uno stock di televisori a tubo catodico con il passaggio alla tecnologia a cristalli liquidi e poi a led. Oppure pensate ai telefonini delle diverse generazioni...)
- 5) diminuiscono i costi di magazzino (affitti, manutenzione, riscaldamento, illuminazione)
- 6) si riducono le movimentazioni interne...
- 7) migliorano gli indici di rotazione del magazzino...

# I 7 (8) Muda

**Motion:** si tratta di spostamenti non necessari delle persone. Ogni spostamento delle persone comporta una interruzione della loro attività e ne riduce la produttività. Questo si traduce in una minore efficienza, tale da rendere auspicabile una riduzione di questi spostamenti. Per realizzare questo intento, vengono studiati e ridefiniti i percorsi più ricorrenti (es. spaghetti chart), limitando le distanze tra i punti più critici e automatizzando o digitalizzando laddove possibile tutte le attività che richiedono questi spostamenti.

# I 7 (8) Muda

**Extra-processing:** sono tutti quei processi non necessari e che non creano valore aggiunto. Comportano dei costi non giustificati dagli utili che non realizzano. Vanno pertanto identificati e rimossi in ogni tipologia di processo.

Un esempio ricorrente riguarda il flusso delle comunicazioni in azienda: immaginate che il soggetto A debba inviare una comunicazione a B e anziché trasmettere il messaggio direttamente a B, scelga di veicolarlo mediante C. Questi si troverà a eseguire un'attività inutile e a dover limitare il tempo da dedicare alle proprie attività per effettuare un'operazione che A avrebbe potuto compiere direttamente in prima persona...



# I 7 (8) Muda

Abbiamo visto i muda, costituiscono delle categorie molto utili per l'ottimizzazione e l'efficientamento dei processi.

Con questa slide si conclude questa breve incursione nel mondo dei sistemi produttivi.

Vi ringrazio per l'attenzione e la pazienza 😊

Domande?