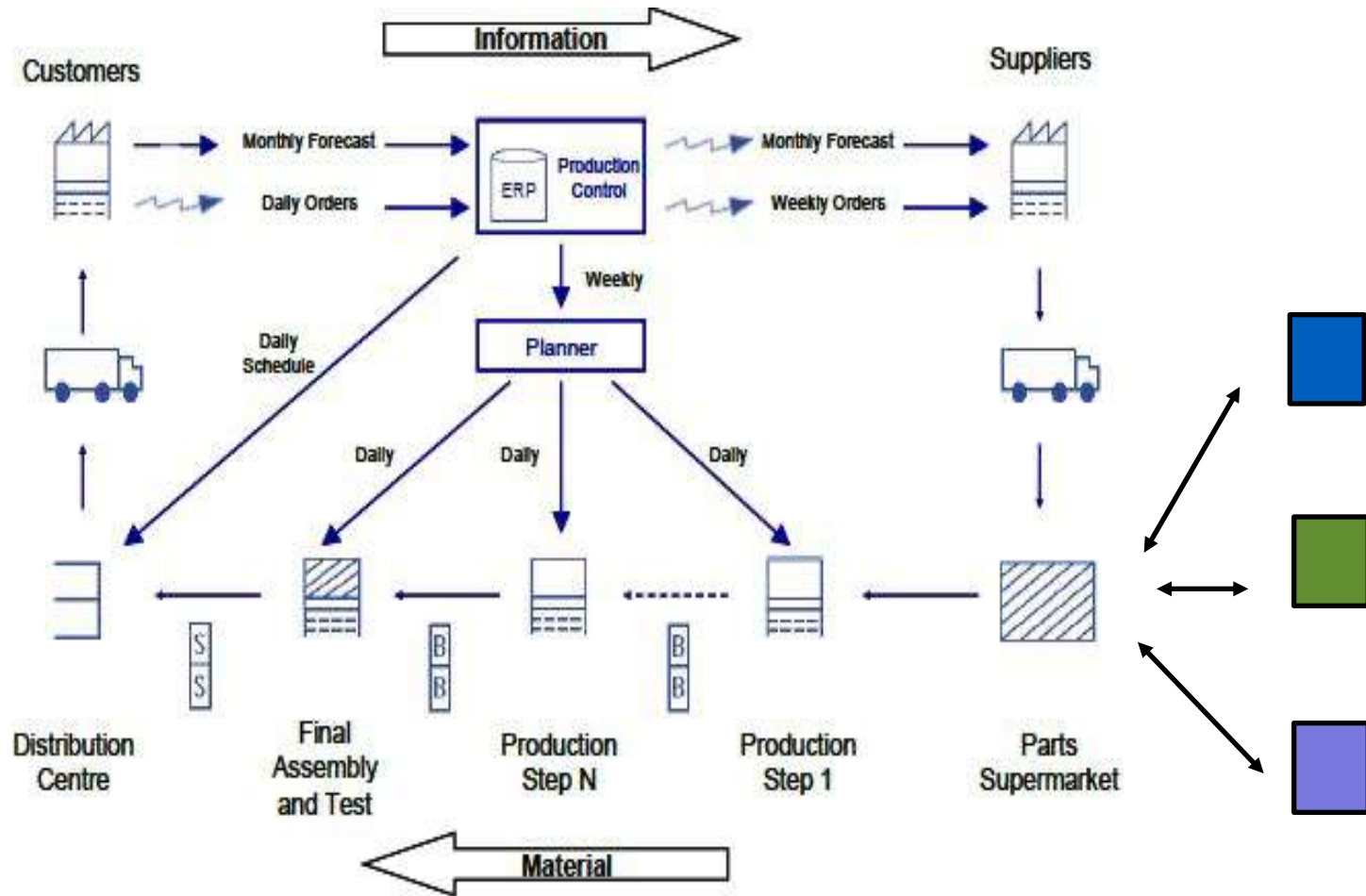


Pianificazione e programmazione delle Produzione

Alessandro Marini

Tipico flusso di informazioni e materiali in un moderno sistema produttivo



I modelli di soddisfacimento della domanda

- Due modelli ai due estremi:
 - ▶ MTO - Make to Order: la produzione e la programmazione viene attivata solo sulla base degli ordini effettivamente ricevuti
 - ▶ MTS – Make to Stock: la domanda viene soddisfatta direttamente dalle giacenze di magazzino
- MTO
 - ▶ Conoscenza dettagliata della domanda
 - ▶ Tempi lunghi o lunghissimi per il soddisfacimento degli ordini del cliente
 - ▶ Prodotti complessi o estremamente personalizzabili (es. treni, aerei, macchinari, ecc.)
 - ▶ Nel caso di pezzi unici si parla di ETO – Engineer to Order, caso in cui si parte addirittura dal progetto (es. Navi, Impianti speciali, ecc.)
- MTS
 - ▶ Scarsa conoscenza della domanda: necessario fare delle previsioni
 - ▶ Nel caso di buone previsioni il soddisfacimento degli ordini è velocissimo
 - ▶ Rischio alto di generazione di scorte indesiderate o di mancato soddisfacimento degli ordini

I modelli di soddisfacimento della domanda

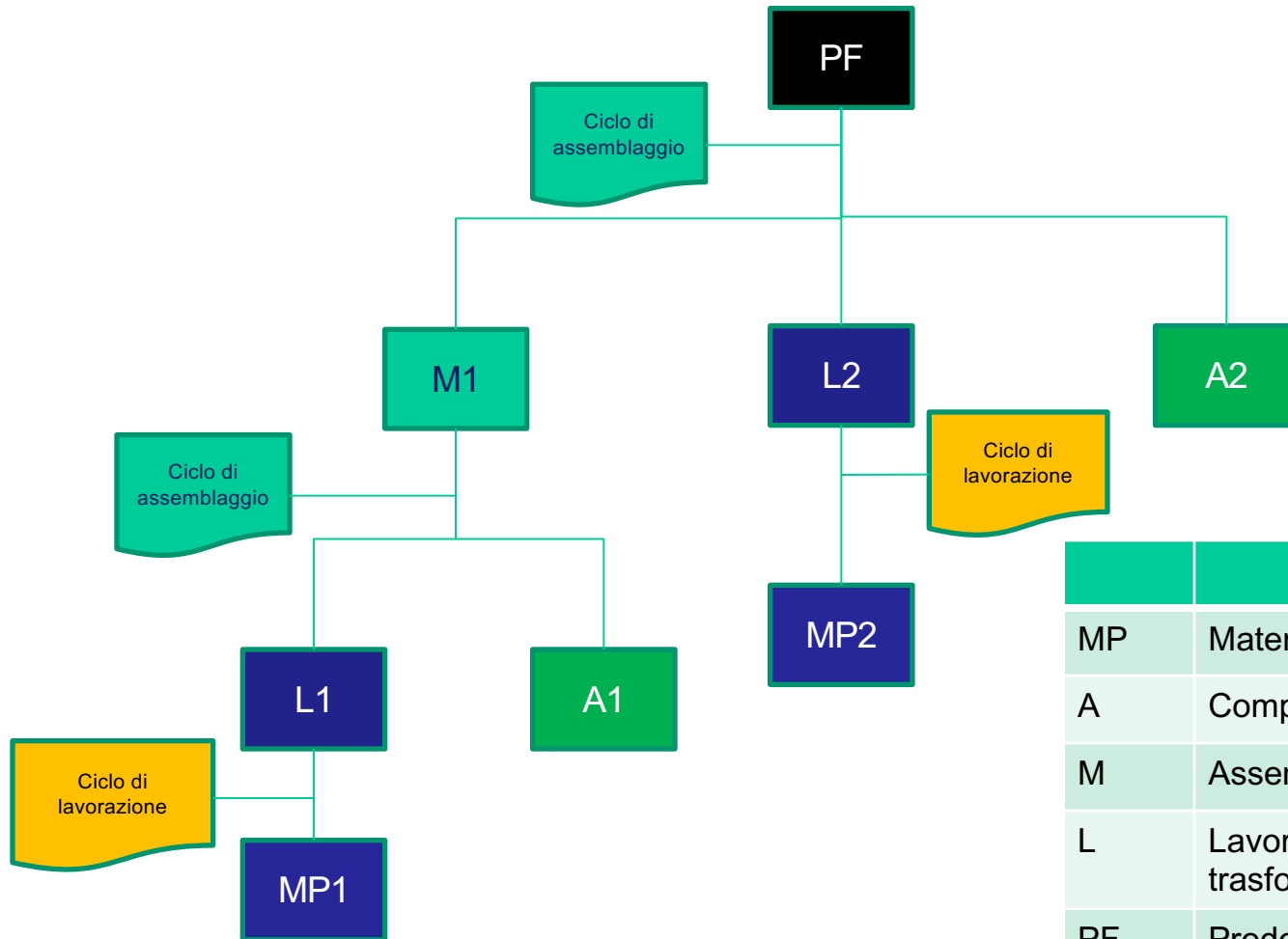
- Un modello intermedio è rappresentato dall'ATO - Assembly to Order
 - ▶ I prodotti vengono assemblati solo quando arrivano gli ordini
 - ▶ Necessità di gestire il magazzino dei semilavorati e dei componenti
 - ▶ Possibilità di vendere prodotti configurabili sulla base una serie di opzioni che vengono scelte dal cliente al momento dell'ordine

Glossario

- **Giacenza:** l'effettiva quantità di un codice presente a magazzino o quella proiettata nel futuro in funzione di versamenti o prelievi pianificati
- **Ordine di Vendita:** una richiesta confermata di un cliente per la vendita di uno o più codici
- **Ordine di Acquisto:** una richiesta confermata verso un fornitore per l'acquisto di uno o più codici
- **Fabbisogni indipendenti:** generati da una pianificazione di materiali per il magazzino
- **Fabbisogni dipendenti:** generati da una domanda del cliente (Ordine di Vendita) o dalla domanda di un componente di livello superiore

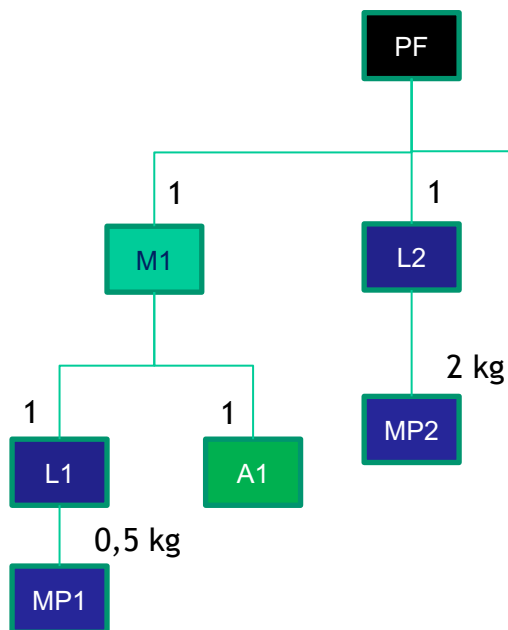
Generazione e gestione dei fabbisogni di materiali

Distinta base



MP	Materia prima
A	Componente di acquisto
M	Assemblato
L	Lavorato/componente trasformato
PF	Prodotto finito

Esempio fabbisogni dipendenti/indipendenti

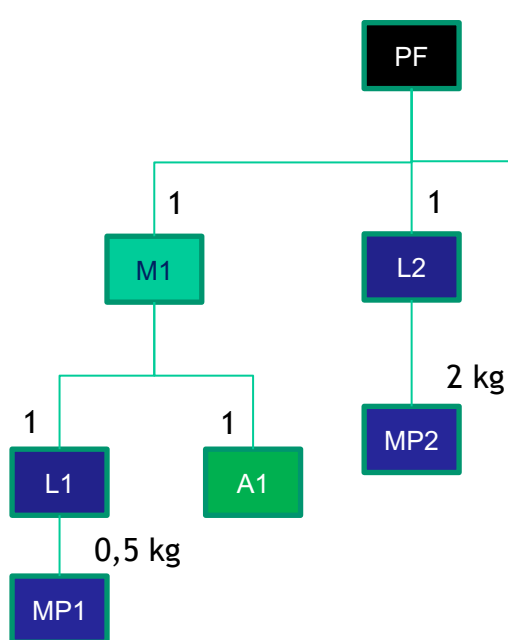


Ordine di
Vendita es.
10 pz.

Fabbisogno
indipendente

	DB scalare		Qty per	Richiesta	Fabbisogno	U.M.	Tipologia
PF				10	10	pz	Indipendente
	M1		1		10	pz	Dipendente
		L1	1		10	pz	Dipendente
			MP1	0,5	5	kg	Dipendente
		A1			10	pz	Dipendente
	L2		1		10	pz	Dipendente
		MP2	2		20	kg	Dipendente
	A2		2		20	pz	Dipendente

Esempio fabbisogni dipendenti/indipendenti



Ordine di
Vendita es.
10 pz.

Fabbisogno
dipendente

	DB scalare		Qty per	Richiesta	Fabbisogno	U.M.	Tipo ordine proposto
PF				10	10	pz	Ordine di produzione
	M1		1		10	pz	Ordine di produzione
		L1	1		10	pz	Ordine di produzione
			MP1		5	kg	Ordine di acquisto
		A1	1		10	pz	Ordine di acquisto
	L2		1		10	pz	Ordine di produzione
		MP2	2		20	kg	Ordine di acquisto
	A2		2		20	pz	Ordine di acquisto

Fabbisogni netti e lotti di riordino

- Il fabbisogno netto è la quantità necessaria per soddisfare un ordine al netto della giacenza di magazzini
- Lotto di riordino: è il lotto minimo o economico di riordino di un ordine di acquisto o di un ordine di produzione.
 - Nel caso di un ordine di acquisto deriva da un accordo commerciale con il fornitore (più volume, meno prezzo)
 - Nel caso di un ordine di produzione deriva da una valutazione economica rispetto ai costi di produzione, generalmente legata ai tempi di attrezzaggio dei macchinari

	DB scalare		Qty per	Richiesta	Fabbisogno lordo	U.M.	Magazzino	Fabbisogno netto	Lotto riordino	Ordini	Qtà
PF				10	10	pz	0	10	1	ODP	10
	M1		1		10	pz	4	6	1	ODP	6
		L1	1		10	pz	0	10	10	ODP	10
			MP1		5	kg	20	0	25		
		A1	1		10	pz	0	10	15	OA	15
	L2		1		10	pz	10	0	1000		
		MP2	2		20	kg	5	0	1000		
	A2		2		20	pz	8	12	20	OA	20

Inserimento di fabbisogni indipendenti

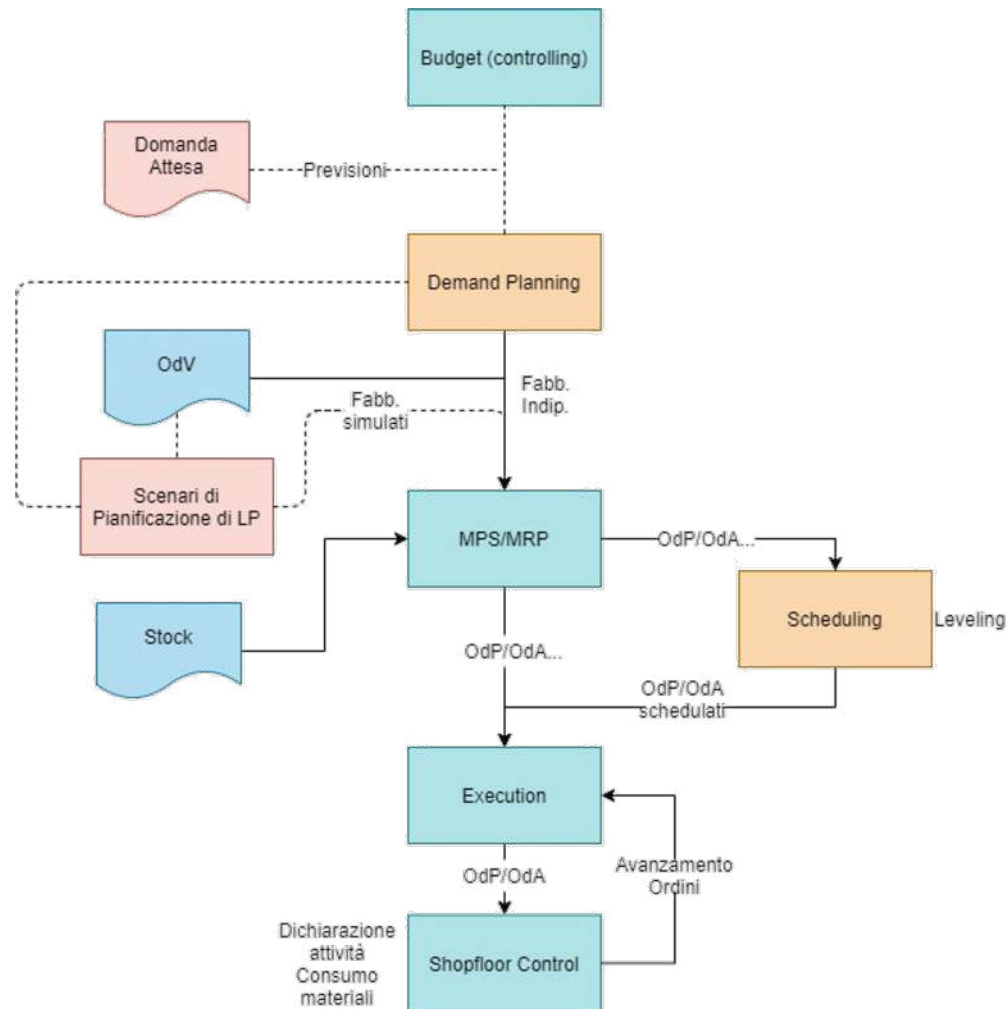
- Un fabbisogno indipendente può essere inserito su qualsiasi codice per decisione dei pianificatori
- Si tratta di decisioni legate alla previsione della domanda futura su parti critiche o per la generazione di giacenze nel futuro per gestire necessità non direttamente legate alla vendita dei prodotti (es. gestione parti di ricambio)

Fabbisogno indipendente parti di ricambio

	DB scalare		Qty per	Richiesta	Fabbisogno lordo	U.M.	Magazzino	Fabbisogno netto	Lotto riordino	Ordini	Qtà
PF				10	10	pz	0	10	1	ODP	10
	M1		1		10	pz	4	6	1	ODP	6
		L1	1		10	pz	0	10	10	ODP	10
			MP1	0,5	5	kg	20	0	25		
		A1	1		10	pz	0	10	15	OA	15
	L2		1	500	510	pz	10	500	1000	ODP	1000
		MP2	2		1020	kg	5	1015	1000	OA	2000
	A2		2		20	pz	8	12	20	OA	20

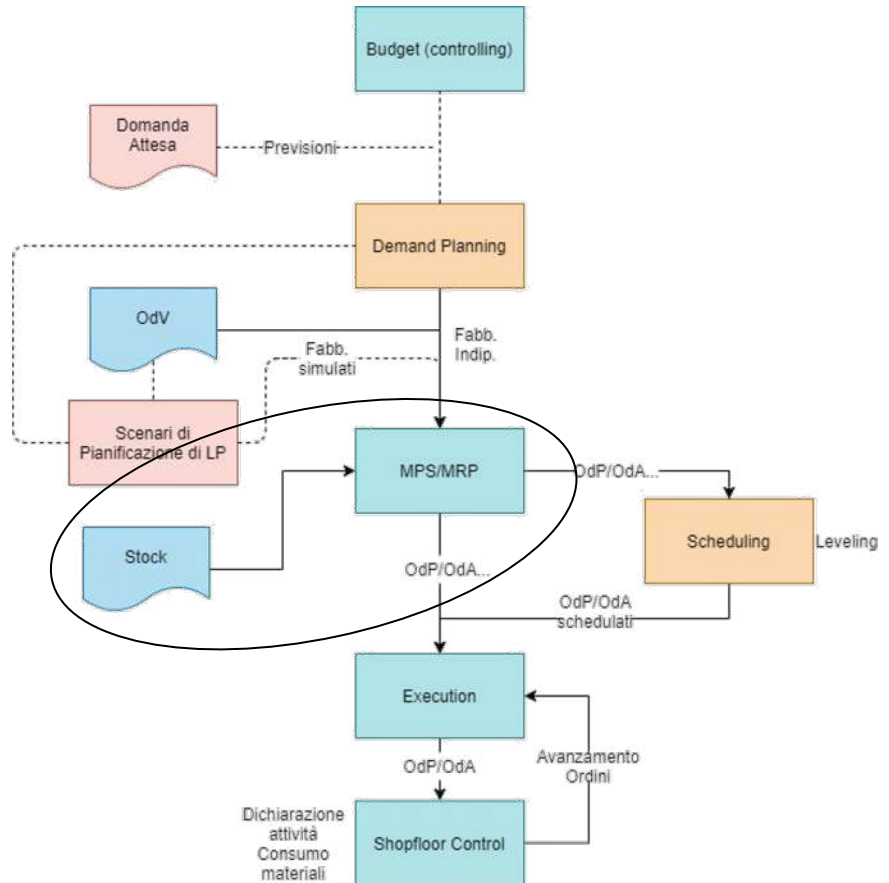
Processo di pianificazione

Il processo complessivo di pianificazione in una azienda industriale



MRP: Material Requirement Planning

- E' un meccanismo di esplosione dei fabbisogni sulla base della domanda attesa o della domanda reale o di previsioni
- Tiene in considerazione le giacenze di magazzini (stock)
- I fabbisogni dipendenti generati tengono in considerazione le regole di riordino stabilite per ciascun codice:
 - ▶ Make/Buy
 - ▶ Lotti di riordino
 - ▶ Lead time di pianificazione



Lead time di pianificazione

- Il lead time di pianificazione è un parametro dell'anagrafica dei materiali che definisce i tempi di riordino standard per una parte
- Nel caso di materiali di acquisto è un parametro concordato con il fornitore nell'ambito della trattativa commerciale
- Il lead time di pianificazione nel caso di ordini di produzione deriva da considerazioni legate al lotto, ai tempi di attrezzaggio, al tempo ciclo (min./pezzo o pezzi/h) ed ai tempi legati alle movimentazioni intralogistiche tra una operazione e l'altra

DB scalare	Qty per	Richiesta	Data richiesta	Fabbisogno lordo	U.M.	Magazzino	Fabbisogno netto	Lotto riordino	Ordini	Qtà	Lead Time	Data inizio	Data Fine
PF		10	17/12/21	10	pz	0	10	1	ODP	10	1	16/12/21	17/12/21
M1	1			10	pz	4	6	1	ODP	6	1	15/12/21	16/12/21
L1	1			10	pz	0	10	10	ODP	10	2	13/12/21	15/12/21
MP1	0,5			5	kg	20	0	25			10		
A1	1			10	pz	0	10	15	OA	15	5	08/12/21	15/12/21
L2	1			10	pz	10	0	1000			4		
MP2	2			20	kg	5	0	1000			10		
A2	2			20	pz	8	12	20	OA	20	10	02/12/21	16/12/21

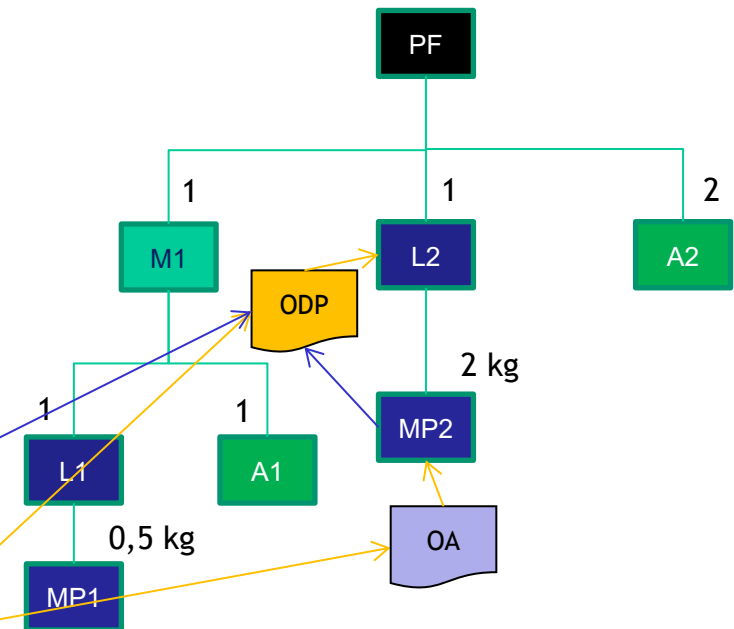
Lead time di pianificazione (2)

- Il lead time di pianificazione, nell'ambito della pianificazione multilivello effettuata dal MRP, potrebbe determinare la non fattibilità di una richiesta di vendita per una certa data
- L'introduzione di fabbisogni indipendenti che vengono aggregati con la domanda reale può modificare significativamente la programmazione dei materiali sia in termini quantitativi che temporali

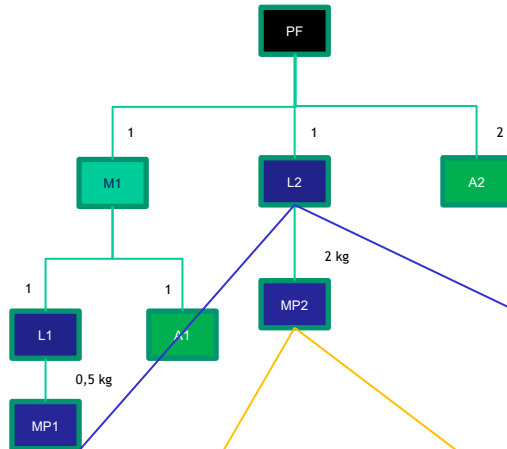
	DB scalare		Qty per	Richiesta	Data richiesta	Fabbisogno lordo	U.M.	Magazzino	Fabbisogno netto	Lotto riordino	Ordini	Qtà	Lead Time	Data inizio	Data Fine
PF				10	17/12/21	10	pz	0	10	1	ODP	10	1	16/12/21	17/12/21
	M1		1			10	pz	4	6	1	ODP	6	1	15/12/21	16/12/21
		L1	1			10	pz	0	10	10	ODP	10	2	13/12/21	15/12/21
			MP1	0,5		5	kg	20	0	25			10		
		A1	1			10	pz	0	10	15	OA	15	5	08/12/21	15/12/21
	L2		1	500	23/12/21	510	pz	10	500	1000	ODP	1000	4	17/12/21	23/12/21
		MP2	2			1020	kg	5	1015	1000	OA	2000	10	03/12/21	17/12/21
	A2		2			20	pz	8	12	20	OA	20	10	02/12/21	16/12/21

Bilanciamento domanda-offerta

- Il bilanciamento domanda-offerta è una funzione fondamentale per il pianificatore in quanto permette di verificare, per ciascun codice, l'evoluzione prevista delle giacenze in funzione della situazione degli ordini di produzione e acquisto
- In particolare la funzione permette di controllare l'evoluzione della giacenza rispetto ai prelievi attesi (domanda) e i versamenti attesi (offerta)
- I prelievi dipendono dagli ordini di vendita o dagli ordini di produzione del livello superiore della distinta base
- I versamenti dipendono invece dagli ordini di acquisto e dagli ordini di produzione relativi al codice oggetto di analisi



Bilanciamento domanda-offerta



- L'inserimento di un prelievo per ricambi fa cambiare significativamente la programmazione
- Alla data del 16/12/21 devono essere disponibili i componenti per l'ordine 1234 ed è quindi necessario generare un ordine di produzione con inizio il 10/12/21 per la produzione di un lotto di L2
- Questo genera fabbisogno di MP2 che dovrà essere lanciato il 29/11/21 altrimenti si può generare un ritardo pianificato
- ODP 1239 può essere cancellato o anticipato al 16/12/21

Codice Parte	L2			
Data	Domanda	Giacenza	Offerta	Documento
29/11/21		10		
16/12/21	10	0		ODP 1234
23/12/21		1000	1000	ODP 1239

Codice Parte	L2			
Data	Domanda	Giacenza	Offerta	Documento
29/11/21		10		
03/12/21	5	5		ODV RICAMBI
16/12/21	10	-5		ODP 1234
16/12/21		995	1000	Proposta ODP
23/12/21		1995	1000	ODP 1239

Codice Parte	MP2			
Data	Domanda	Giacenza	Offerta	Documento
29/11/21		5		
17/12/21		2005	2000	ODA 5678
17/12/21	1000	1005		ODP 1239

Codice Parte	MP2			
Data	Domanda	Giacenza	Offerta	Documento
29/11/21		5		
10/12/21	1000	-995		Proposta ODP
10/12/21		1005	2000	Proposta OA

Fabbisogni di capacità produttiva

- Un elemento fondamentale per garantire l'attendibilità è la gestione del fabbisogno di capacità produttiva
- La generazione degli ordini di produzione genera un carico impianti. Se il carico impianti del periodo supera la capacità produttiva disponibile gli ordini di produzione saranno prevedibilmente in ritardo
- Per risolvere problemi di capacità produttiva esistono diverse strategie:
 - ▶ Incremento della turnistica
 - ▶ Identificazione di macchine alternative
 - ▶ Generare scorte di magazzino in modo da spalmare i fabbisogni di capacità produttiva

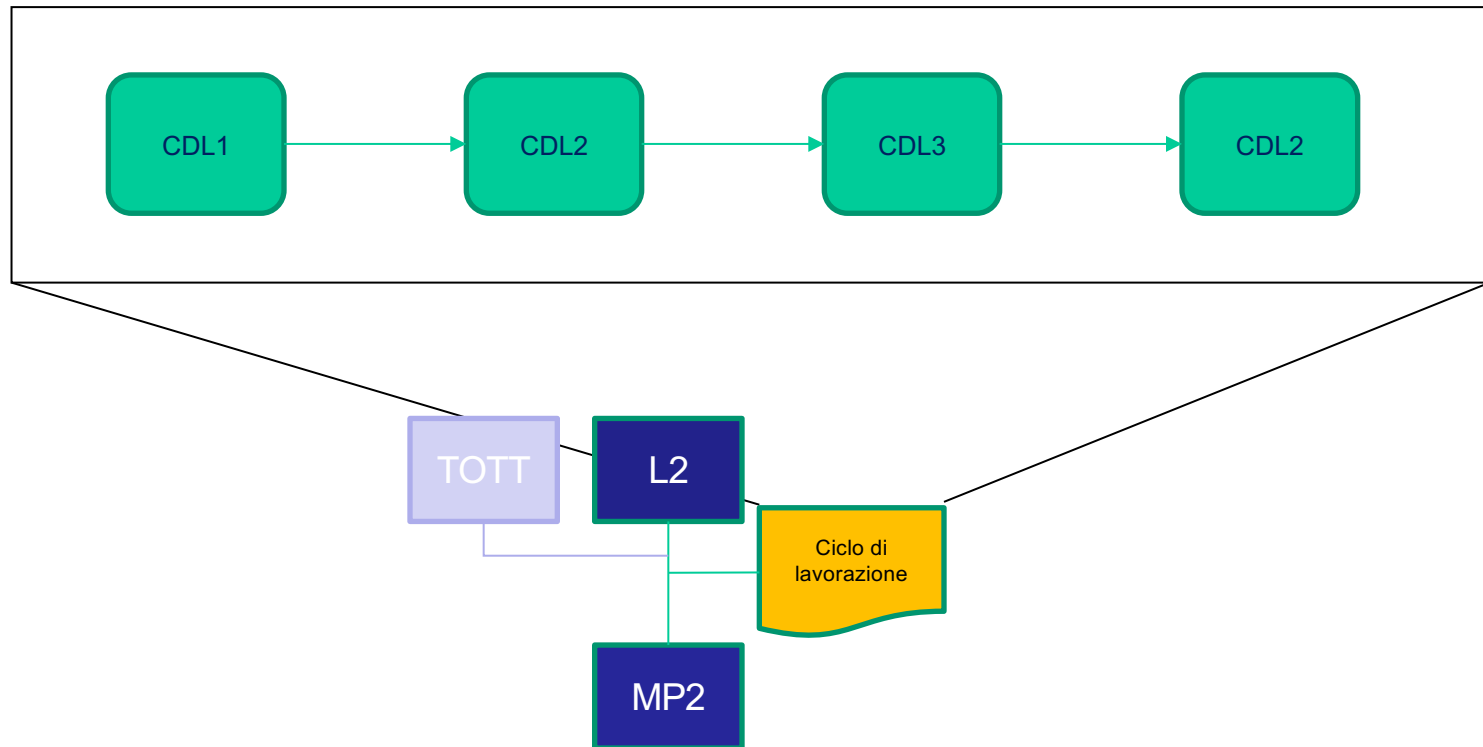
Ma se prodotto e processo sono importanti per alimentare i sistemi di produzione....

Op. 010 - Tornitura
Risorsa: CDL1
Tempo ciclo: 30 sec
Tempo setup: 1 h
Tempo lav.: 8 h 20 min
Tempo tot: 9 h 20 min

Op. 020 - Lavaggio
Risorsa: CDL2
Tempo ciclo: 10 min
Tempo setup: 10 min
Tempo lav.: 1h 40 min
Tempo tot: 1h 50 min

Op. 030 - Fresatura
Risorsa: CDL3
Tempo ciclo: 16 sec
Tempo setup: 45 min
Tempo lav.: 4 h 26 min
Tempo tot: 5 h 11 min

Op. 040 - Lavaggio
Risorsa: CDL2
Tempo ciclo: 10 min
Tempo setup: 10 min
Tempo lav.: 1h 40 min
Tempo tot: 1h 50 min

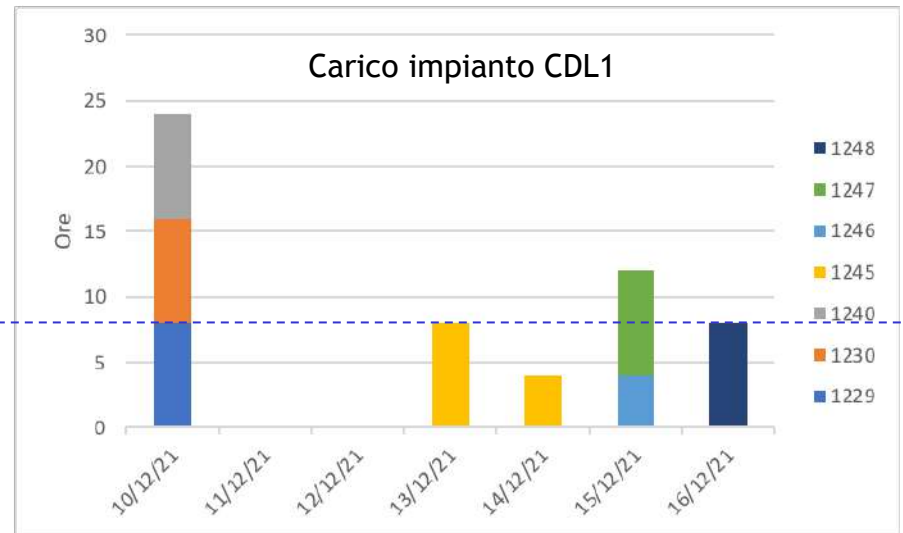


Capacità infinita

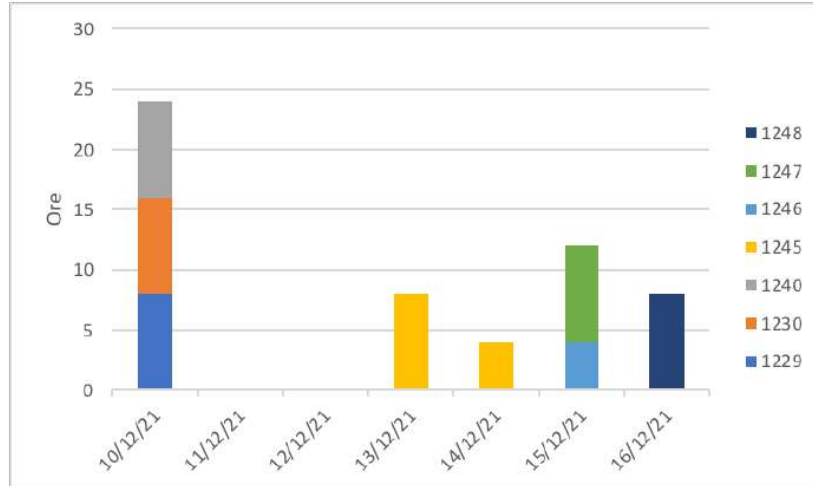
		10/12/21	13/12/21	14/12/21	15/12/21
CDL1	Tornio	ODP1240			
CDL2	Lavatrice				
CDL3	Fresatura			ODP1240	

- Nel caso in cui abbiamo un solo ordine di produzione in reparto è facile verificare il carico impianti e garantire il rispetto del tempo di attraversamento pianificato.
- Quando ci sono diversi ordini che caricano gli stessi impianti è necessario definire precedenze e ritardare gli ordini meno urgenti
- La verifica del fabbisogno a capacità infinita permette
- La verifica del fabbisogno a capacità infinita permette di verificare il sovraccarico degli impianti nel periodo in modo da potere prendere decisioni

Capacità Max CDL1



Capacità finita



- La pianificazione a capacità finita richiede di tenere in considerazione la reale capacità dei centri di lavoro
- E' possibile ricercare ulteriore capacità produttiva aumentando la turnistica.
- Nell'esempio della figura a sinistra possono essere sfruttate le giornate festive per esaurire il carico di lavoro che grava il giorno 10/12.
- In alternativa è necessario ripianificare le operazioni secondo le priorità.
- Nell'esempio sotto un esempio di schedulazione a capacità finita che tiene conto delle disponibilità

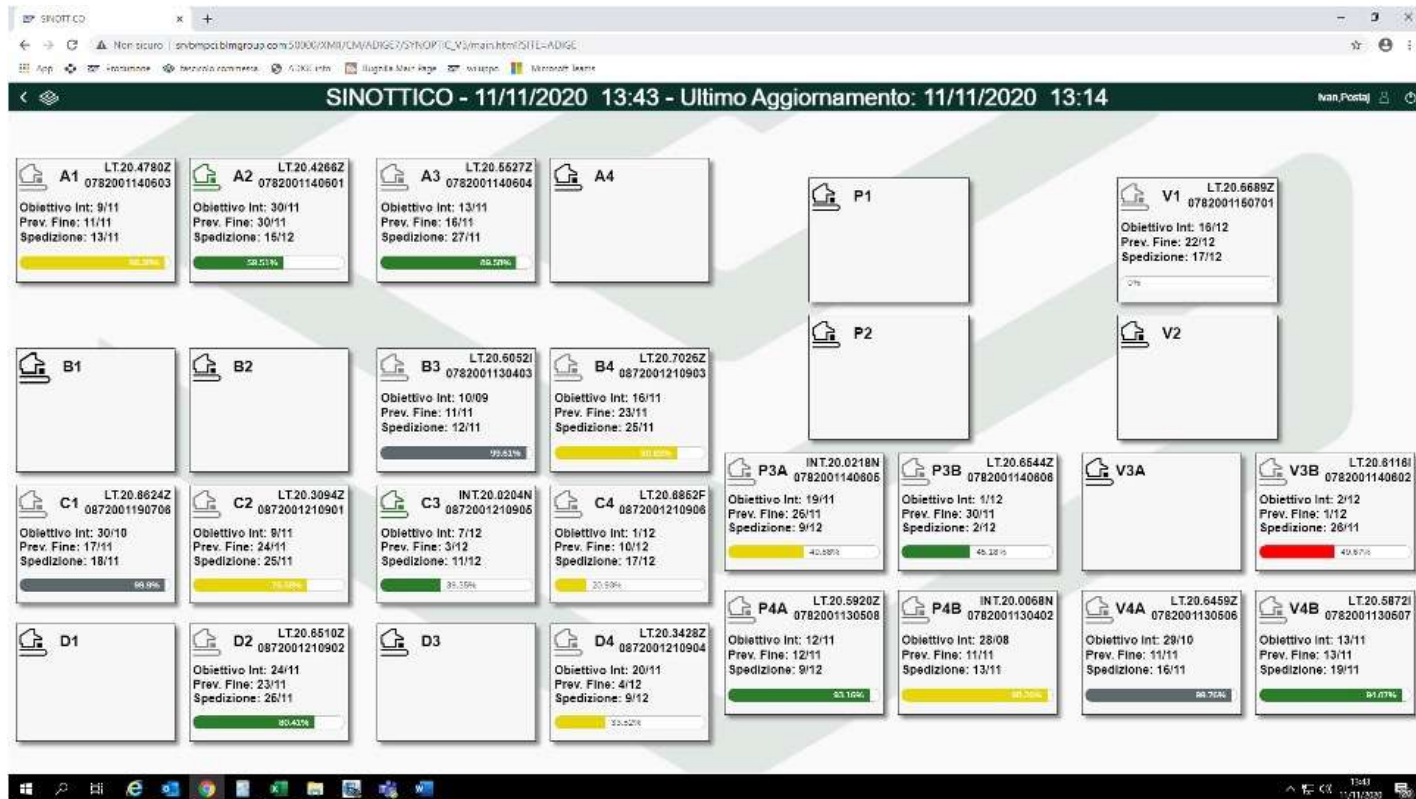
		10/12/21	13/12/21	14/12/21	15/12/21	16/12/21
CDL1	Tornio	ODP1229	ODP1240	ODP1245		
CDL2	Lavatrice					
CDL3	Fresatura		ODP1229	ODP1230	ODP1240	ODP1245

Schedulazione e controllo avanzamento

- L'avanzamento della produzione in tempo reale permette di rivalutare in continuità la situazione delle "promise" produttive
- I sistemi MES permettono di ricalcolare in tempo reale i tempi di completamento degli ordini tenendo in considerazione le perturbazioni in ambito produttivo
- L'utilizzo di strumenti di schedulazione permette la simulazione di diversi scenari che il programmatore può valutare
- E' strategico avere a disposizione cruscotti di visualizzazione che permettano il controllo dello stato produttivo

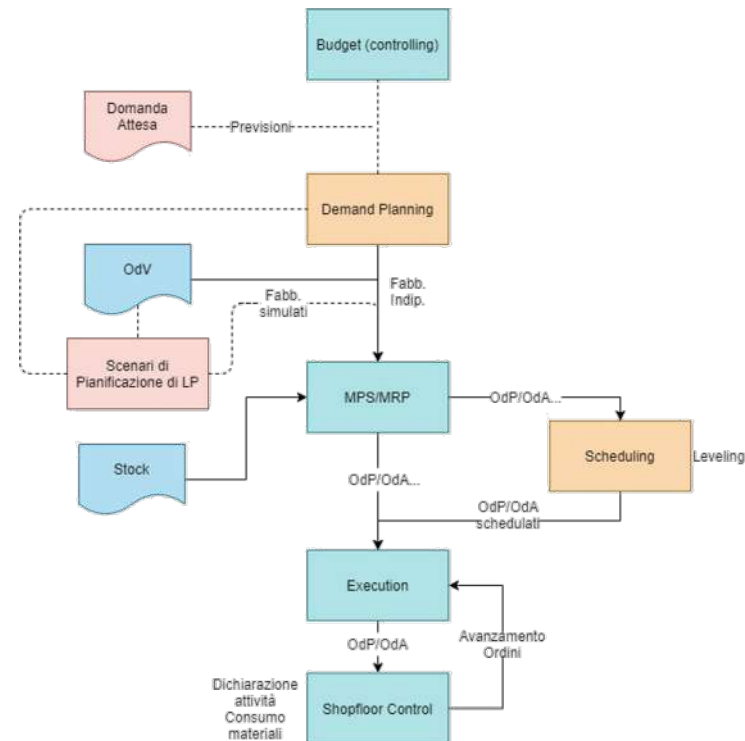
La pianificazione di medio-lungo periodo

Dashboard di controllo assemblaggio

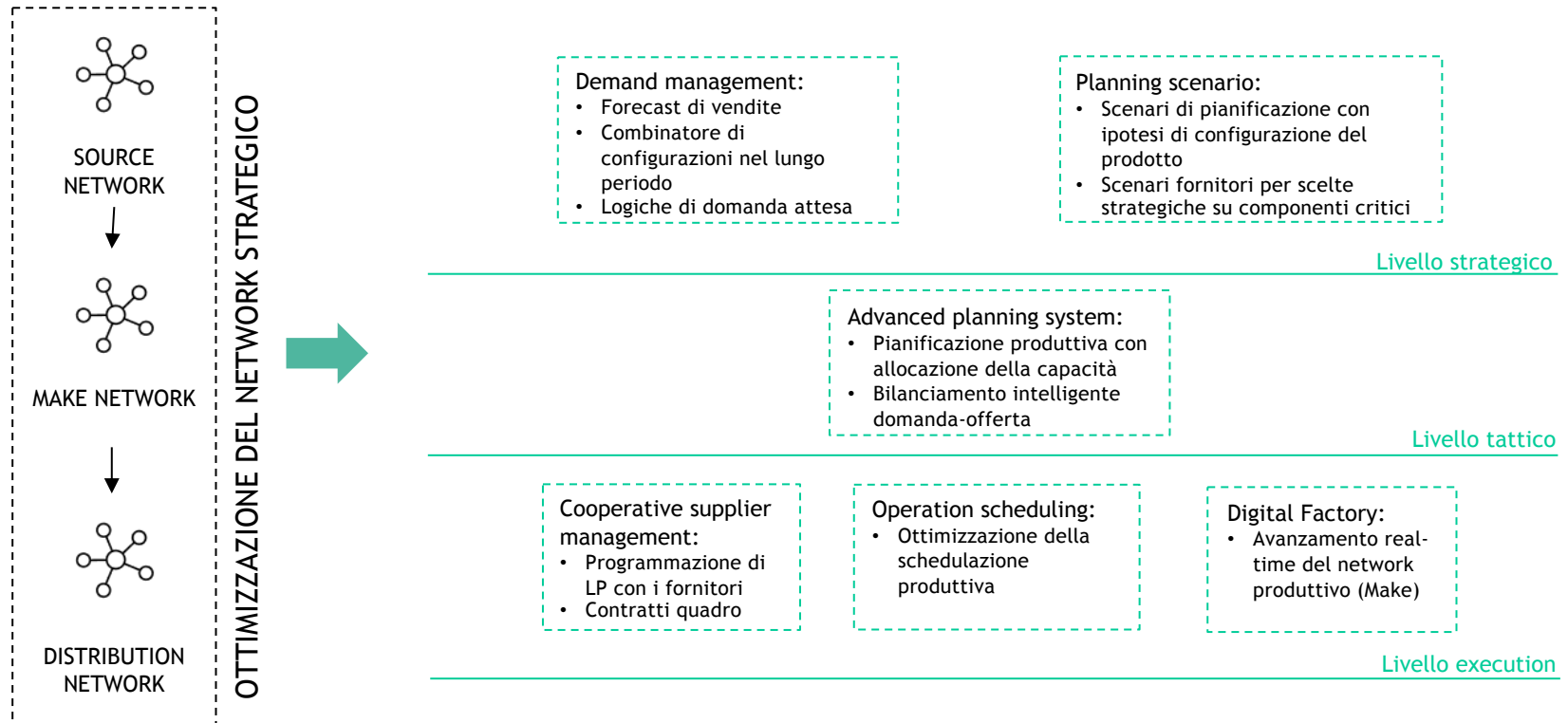


Strumenti di pianificazione di medio-lungo periodo

- La pianificazione di medio-lungo periodo è decisiva per garantire la fattibilità del programma di produzione
- Nella pianificazione di medio-lungo periodo le previsioni sono un elemento decisivo
- La qualità della previsione della domanda permette di garantire al massimo la costruzione di un piano di produzione fattibile senza sforzi
- Esistono modelli di gestione che permettono di gestire il riempimento del tubo produttivo attraverso la creazione di fabbisogni indipendenti
- Gli scenari di pianificazione permettono invece di valutare diverse ipotesi di previsioni di domanda.
- Gli scenari di pianificazione sono particolarmente utili nel caso di prodotti configurabili

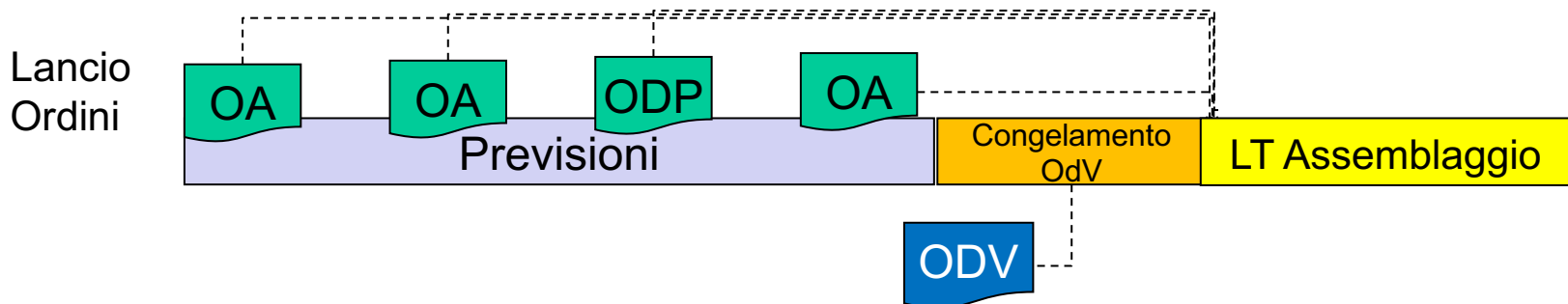


Strumenti di pianificazione



La pianificazione di medio termine

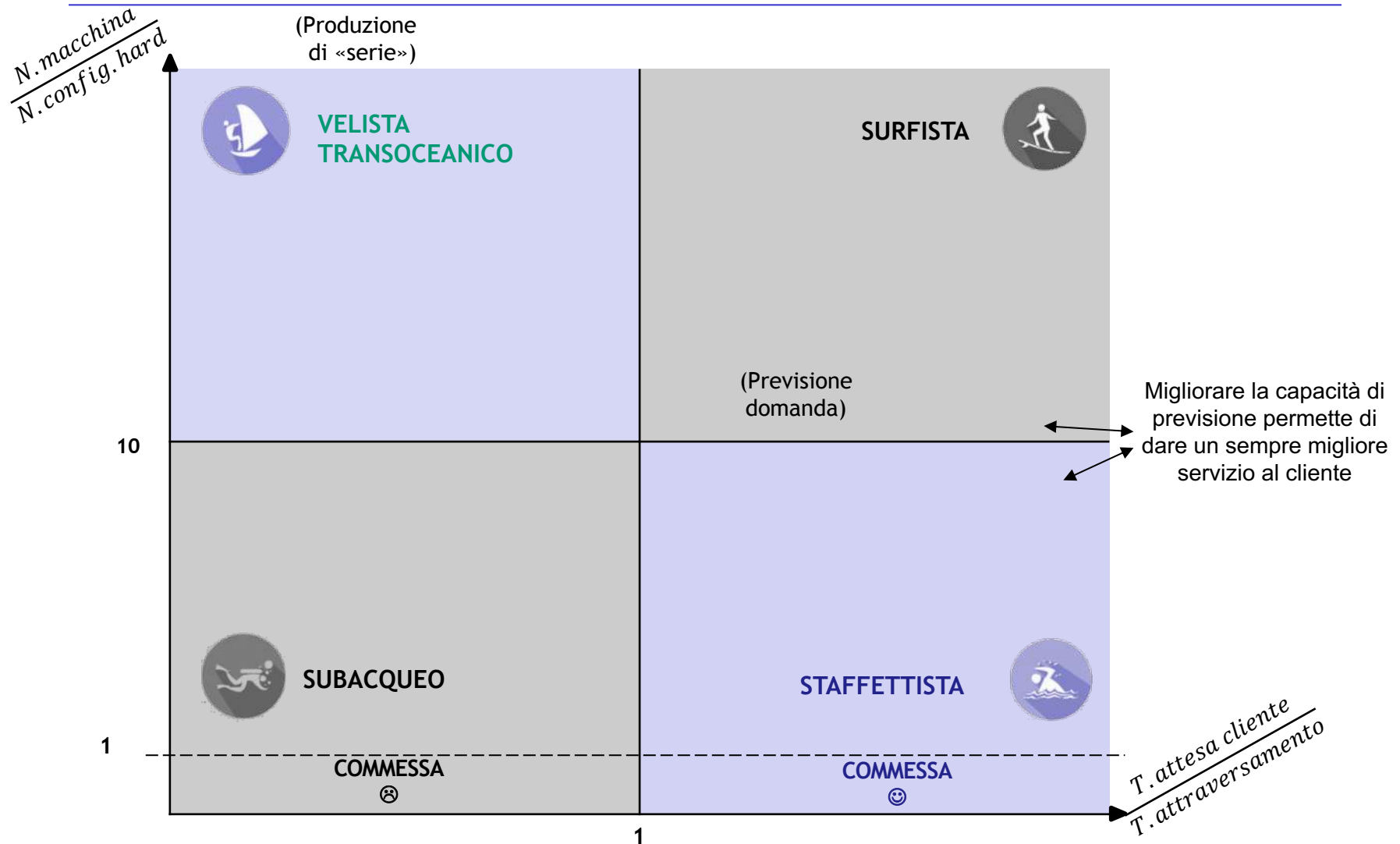
- Strumenti che permettono di attivare e riservare la capacità produttiva per preparare al meglio la fase di esecuzione
- Mix tra: previsioni, controllo della capacità produttiva e governo del bilanciamento domanda offerta
- L'introduzione di fabbisogni indipendenti garantisce il governo delle perturbazioni per i componenti critici nel tubo produttivo
- Con "tubo produttivo" si intende un concetto nel quale l'azienda si prende degli impegni di acquisto o di produzione di componenti per fare in modo di averli a disposizione per un eventuale assemblaggio



Previsioni della domanda

- Le previsioni sono un elemento fondamentale per potere governare al meglio la fase di execution
- Capacità di previsione della domanda dipende da diversi fattori:
 - ▶ Complessità del mix produttivo
 - ▶ Conoscenza del mercato da parte della struttura commerciale
 - ▶ Conoscenza della clientela
 - ▶ Lead time complessivo di realizzazione di un prodotto
 - ▶ Modello produttivo:
 - MTS: è necessario mantenere scorte ragionevoli a magazzino in modo da minimizzare la capacità di reazione
 - MTO: nel caso di prodotti configurabili è necessario bilanciare la capacità di previsione con l'assortimento di materiali presenti a magazzino o nel tubo produttivo

Modelli produttivi e capacità previsionali



Programmazione su ordine di vendita (MTO)

Previsioni PF		
Richieste	Data	Qta
ODV	17/12/21	100
	20/12/21	200
	03/01/22	150
	09/01/22	250
	11/01/22	180
	12/01/22	135
	15/01/22	280
	17/01/22	120
	18/01/22	110

Codice Parte	L2				
Data	Domanda	Giacenza	Offerta	Documento	Data doc.
29/11/21		100			
16/12/21	100	0		ODP	
19/12/21		1000	1000	Proposta ODP	13/12/21
19/12/21	200	800		ODP	
02/01/22	150	650		ODP	
08/01/22	250	400		ODP	
10/01/22	180	220		ODP	
11/01/22	135	85		ODP	
14/01/21		1085	1000	Proposta ODP	11/01/21
14/01/22	280	805		ODP	
15/01/22	120	685		ODP	
16/01/22	110	575		ODP	

Lotto minimo e pianificazione al più tardi					
Aumento del lotto minimo					
Codice Parte	MP2				
Data	Domanda	Giacenza	Offerta	Documento	Data doc.
29/11/21		5			
13/12/21		4005	4000	Proposta OA	29/11/21
13/12/21	2000	2005		Proposta ODP	
11/01/21	2000	5		Proposta ODP	11/01/22
11/01/21	2000	5		Proposta ODP	29/12/21

Utilizzo dei fabbisogni indipendenti per migliorare la capacità di risposta

Previsioni PF		
Richieste	Data	Qta
ODV	17/12/21	100
	20/12/21	200
	03/01/22	150
	09/01/22	250
	11/01/22	180
	12/01/22	135
	15/01/22	280
	17/01/22	120
	18/01/22	110
Previsioni	28/01/22	250
	04/02/22	350
	11/02/22	500
	18/02/22	450
	25/02/22	650
	04/03/22	250
	11/03/22	450

- I fabbisogni indipendenti previsti sulla base delle previsioni di vendita permettono di predisporre il sistema produttivo
- E' possibile giocare con le tempistiche (ed anche le quantità) dei fabbisogni indipendenti nel momento in cui le previsioni diventano maggiormente attendibili

Codice Parte	L2				
Data	Domanda	Giacenza	Offerta	Documento	Data doc.
29/11/21		100			
30/11/22		1100	1000	ODP	24/11/21
16/12/21	100	1000		ODP	
19/12/21	200	800		ODP	
30/12/22		1800	1000	ODP	27/12/21
02/01/22	150	1650		ODP	
08/01/22	250	1400		ODP	
10/01/22	180	1220		ODP	
11/01/22	135	1085		ODP	
14/01/22	280	805		ODP	
14/01/22	120	685	1000	ODP	10/01/22
17/01/22	110	575		ODP	
27/01/22	250	325		ODP Proposta	
31/01/22		1325	1000	ODP	17/01/22
03/02/22	350	975		ODP Proposta	
10/02/22	500	475		ODP Proposta	
15/02/22		1475	1000	Lancio F.I.	11/02/22
17/02/22	450	1025		ODP Proposta	
24/02/22	650	375		ODP Proposta	
28/02/22		1375	1000	Lancio F.I.	23/02/22
03/03/22	250	1125		ODP Proposta	
10/03/22	450	675		ODP Proposta	

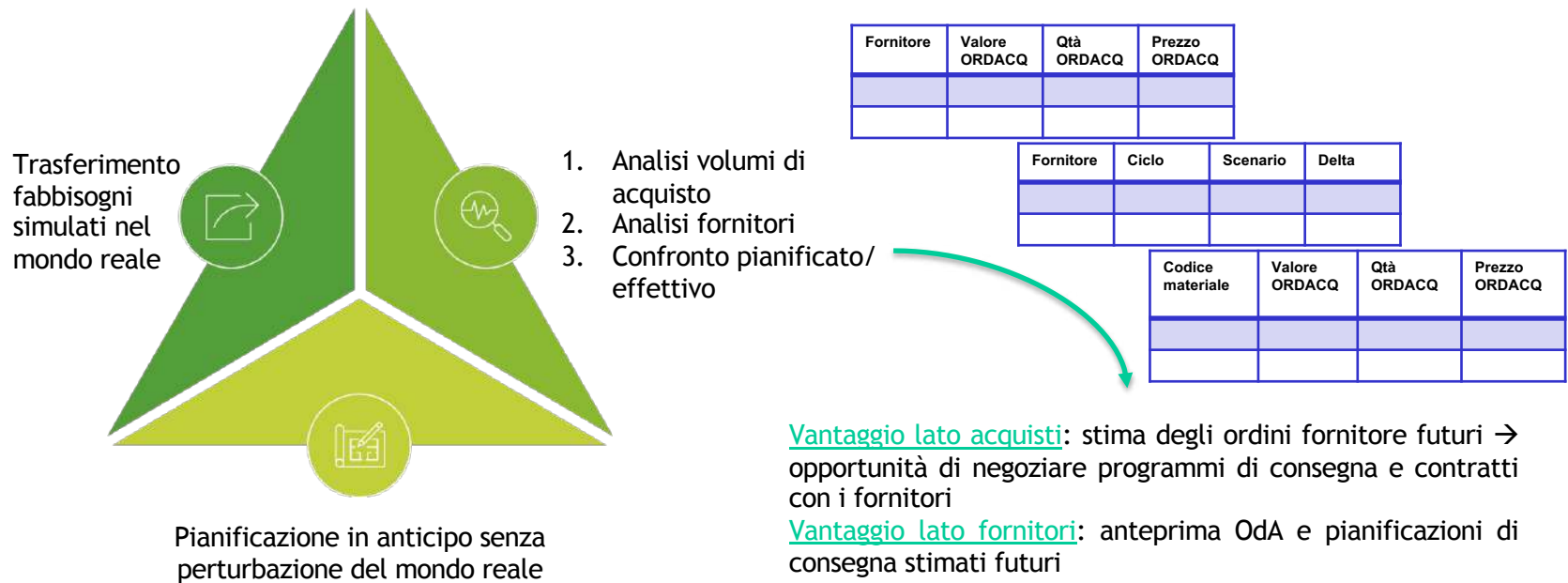
Utilizzo delle scorte di sicurezza

- Le scorte di sicurezza, utilizzate sui livelli più bassi della distinta base, permettono di ridurre il rischio di stock out, soprattutto utilizzate in combinazione con i fabbisogni indipendenti

Scorta di sicurezza (es. se Giacenza < 2500 kg)					
Codice Parte	MP2				
Data	Domanda	Giacenza	Offerta	Documento	Data doc.
29/11/21		5			
09/12/21		4005	4000	OA	25/11/21
13/12/21	2000	2005		ODP	*
24/12/21		6005	4000	OA*	14/12/21
27/12/21	2000	4005		ODP	
10/01/22	2000	2005		ODP	*
17/01/22	2000	5		ODP	
21/01/22		4005	4000	Proposta OA*	11/01/22
11/02/22	2000	2005		Proposta ODP	*
22/02/22		6005	4000	Proposta OA*	12/02/22
23/02/22	2000	4005		Proposta ODP	

GLI SCENARI DI PIANIFICAZIONE DI LUNGO PERIODO

Gli scenari di lungo periodo sono utilizzati per simulare la situazione futura della domanda e dell'approvvigionamento in tutti i livelli della DiBa. La funzione principale è controllare la situazione della capacità, il fabbisogno materiale e la capacità del fornitore di fornire il materiale nel tempo desiderato.



Integrazione vendite-acquisti-produzione

VENDETE

- Accurato sistema di demand forecasting
- Budget vendite rolling
- Maggiore trasparenza su prodotti disponibili e tempi di disponibilità

PIANIFICAZIONE

- Scenari di lungo periodo
- Completa visibilità sull'execution grazie al supply chain control system

PRODUZIONE

Pianificazione e schedulazione produttiva agile

ACQUISTI

- Completa integrazione dei dati con i fornitori
- Razionalizzazione della spesa in base a quantità e prezzi previsti

