



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali
Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Applicazione di strumenti PULL per la gestione della fabbrica snella. Il caso Giacomini S.p.A.

Relatore

Ch.mo Prof. Roberto Panizzolo

Correlatore

Ing. Renzo Pasti

Laureando

Andrea Santello

ANNO ACCADEMICO 2016-2017

Sommario

Questa tesi di laurea è stata redatta durante lo svolgimento dello stage curricolare in Considi, azienda di consulenza lean, manageriale e direzionale.

Il caso presentato ed esaminato nel documento è relativo ad una consulenza effettuata da Considi presso l'azienda Giacomini S.p.A., leader nella produzione di componentistica e sistemi di trasporto e utilizzo di acqua e gas.

Questo progetto è quello a cui mi sono maggiormente dedicato durante l'intera durata del periodo di stage in Considi.

Lo scopo di questo progetto è stato di introdurre una serie di strumenti PULL per la gestione della produzione ai fini di ridurre le dimensioni ed i costi dei magazzini, allineare la produzione alle richieste del mercato e servire il cliente nel miglior modo possibile.

L'elaborato si divide in due principali macro categorie: la prima introduce, spiega ed approfondisce i principi teorici su cui si basano la lean production ed i suoi strumenti operativi, mentre la seconda si focalizza sull'applicazione pratica in azienda di questi strumenti e sul percorso di sviluppo necessario per la loro introduzione.

Particolare attenzione viene data al kanban, lo strumento principale utilizzato per applicare i principi della lean production in azienda.

Per sancire la bontà del lavoro, infine, si effettuano delle misurazioni atte a valutare i progressi registrati dopo il periodo di lavoro e l'implementazione degli strumenti.

Il gruppo di lavoro coinvolto per l'intera durata del progetto è formato da cinque risorse di Giacomini, l'azienda cliente, e due miei colleghi di Considi, che mi hanno guidato e formato durante l'intera durata del progetto e dello stage.

Indice

1	Lean Production	3
1.1	Il contesto storico e le origini	3
1.2	I principi del Lean Thinking	6
1.3	Toyota Production System.....	9
1.3.1	<i>I sette sprechi (MUDA) di Taiichi Ohno</i>	10
1.3.2	<i>Just in time</i>	13
1.3.3	<i>Jidoka</i>	14
1.3.4	<i>Heijunka</i>	15
1.3.5	<i>Kaizen</i>	17
1.4	Strumenti del TPS	21
1.4.1	<i>Le 5S</i>	21
1.4.2	<i>SMED – Single Minute Exchange of Die</i>	23
1.4.3	<i>Supermarket</i>	25
1.4.4	<i>Kanban</i>	26
2	Gestione delle scorte.....	27
2.1	Classificazione.....	27
2.1.1	<i>Classificazione per tipologia di prodotto</i>	29
2.1.2	<i>Classificazione per funzione</i>	30
2.2	Costi delle scorte	32
2.3	Tecniche di gestione delle scorte	33
2.3.1	<i>Metodo di gestione a ricostruzione della scorta</i>	34
2.3.2	<i>Metodo di gestione a fabbisogno</i>	38
2.4	Indicatori di Performance.....	39
2.4.1	<i>Indice di rotazione</i>	40

2.4.2	<i>Livello di servizio</i>	41
2.5	EPEI – Every Part Every Interval	42
2.5.1	<i>Calcolo dell'EPEI</i>	43
2.6	Cross Analysis	46
2.6.1	<i>Cross Analysis: consumo – giacenza</i>	46
2.6.2	<i>Cross Analysis: consumo – frequenza</i>	49
3	Kanban.....	53
3.1	Cos'è il Kanban	53
3.2	Classificazione kanban.....	56
3.3	Dimensionamento	58
3.4	Tabellone kanban.....	59
3.5	Kanban elettronico	61
4	L'azienda: Giacomini S.p.A.	65
4.1	Storia.....	65
4.2	Prodotti.....	67
4.3	Oggetto del progetto.....	69
4.4	Obiettivi del progetto	70
5	Il progetto di miglioramento	75
5.1	Prodotto Finito	75
5.1.1	<i>Analisi Iniziale</i>	76
5.1.2	<i>Cross analysis: consumo/frequenza</i>	76
5.1.3	<i>Green stream e Red stream</i>	82
5.1.4	<i>EPEI: Every Part Every Interval</i>	85
5.1.5	<i>Griglia di servizio</i>	96
5.1.6	<i>Introduzione kanban</i>	105
5.2	Semilavorati	120

5.2.1	<i>Scelta codici</i>	120
5.2.2	<i>Anello kanban</i>	121
5.2.3	<i>Kanban triangolo</i>	123
5.2.4	<i>Dimensionamento kanban</i>	126
6	Conclusioni e sviluppi futuri	131
6.1	Sviluppi futuri	136

Introduzione

Perseguire obiettivi di efficienza ed economicità di gestione è sempre più importante per le aziende che vogliono crescere e guardare al futuro in maniera positiva in questo periodo economico.

Poter servire il mercato allo stesso modo di sempre, se non meglio, utilizzando i metodi e strategie più efficienti ed economiche permette di avere accesso a fondi che possono essere destinati allo sviluppo futuro dell'azienda, ad un miglior posizionamento nel mercato e a garantire maggior solidità all'impresa.

Ridurre gli sprechi e le attività non a valore ha un ruolo fondamentale nel percorso di creazione di efficienza.

È necessario, per fare ciò, che l'intera azienda riesca a trasformarsi sia sotto il punto di vista dei processi sia per quanto riguarda le ideologie e filosofie di chi vi lavora all'interno.

Il primo passo che ovviamente deve essere fatto è quello di non produrre più per alimentare i magazzini, ma di produrre ciò che il mercato richiede. Di conseguenza i livelli di scorta presente a magazzino scendono notevolmente, creando già una prima fonte di risparmio e allineando le richieste del mercato all'operatività aziendale.

Tirare la produzione tramite l'utilizzo del kanban permette di produrre solo ed esclusivamente quello che serve per rispondere alle richieste dei clienti al momento più opportuno.

Come detto prima, l'obiettivo principale di questi processi di trasformazione resta sempre servire al meglio il cliente finale.

Ecco che l'azienda non può più permettersi di pensare solo ai propri interessi, ma necessita di confrontarsi anche con quelli del mercato.

Alla razionalizzazione di produzione e magazzini, quindi, è fondamentale affiancare attività di analisi dei clienti e dei mercati al fine di capire come produrre e trattare i diversi articoli offerti dall'azienda in funzione delle richieste del mercato.

Durante il percorso di trasformazione descritto non si vedrà quindi solamente come applicare gli strumenti della Lean production in azienda, ma si analizzeranno anche le dinamiche con cui si sono prese le decisioni relative ai modelli produttivi da utilizzare per i diversi codici ed il modo in cui esse sono state discusse con la forza vendita, ossia coloro che meglio sanno interpretare richieste e necessità dei clienti.

Si valuterà infine come programmare al meglio la produzione con le risorse già presenti in azienda affinché essa possa essere il più possibile allineata con il mercato e le sue logiche di acquisto

Se nel primo capitolo viene introdotta la storia e lo sviluppo degli strumenti della Lean production, nei seguenti si analizzano le scorte, la loro utilità e i loro costi, per proseguire con un focus mirato sul kanban in modo da definirne l'utilità, i contesti applicativi e le modalità d'impiego.

Infine si analizzeranno i benefici derivanti dall'applicazione di questi strumenti e i futuri piani di sviluppo programmati per l'azienda nel breve termine.

1 Lean Production

L'obiettivo di questo capitolo è quello di introdurre e spiegare come sia nato e come si sia evoluto il sistema produttivo proveniente dal Giappone e che ha surclassato il precedente concetto di mass production.

Si partirà dall'analizzare l'ambiente storico che porterà alla sua nascita ed il motivo per cui è cresciuto e diventato famoso in tutto il mondo.

Se ne analizzeranno, inoltre, principi e tecniche che la caratterizzano, con particolare attenzione a quelle più inerenti al caso in esame.

1.1 Il contesto storico e le origini

Fin dagli inizi del secolo scorso, il modello di produzione più utilizzato e che meglio seguiva dettami e necessità del tempo era quello che viene identificato come "produzione di massa".

Ciò che caratterizzava la mass production erano principalmente i volumi produttivi molto elevati di prodotti uguali e ripetitivi.

Essa sfruttava in tutto e per tutto i benefici dell'economia di scala a fronte di una forte standardizzazione di prodotti e processi.

Era il mercato di allora che permetteva di sfruttare queste dinamiche: la domanda era assolutamente prevedibile, sempre in aumento e, cosa più importante, guidata dall'offerta.

Erano questi i motivi principali per cui nelle industrie dell'epoca ci si poteva focalizzare su creare pochi modelli, massimizzare ritmi di lavoro, scomporre i processi in micro task e aumentare la produttività del lavoro. Tutto ciò, accoppiato a politiche top down, erano le modalità con cui le grandissime industrie automobilistiche americane crescevano e producevano fino alla seconda guerra mondiale.

Fu proprio dopo la seconda guerra mondiale che iniziò un cambiamento che nessuno aveva previsto e che, soprattutto, nessuno si sarebbe aspettato.

Proprio in uno dei paesi maggiormente provati dal secondo conflitto mondiale, il Giappone, si cominciava a pensare a come adattare quel modello produttivo per avvicinarlo alle esigenze del paese nipponico.

Se in Giappone erano domanda molto bassa, poche risorse da investire e una drammatica situazione economica a guidare la necessità di cambiare sistemi produttivi, in America furono invece le esigenze del consumatore che stavano per dar vita ad una “rivoluzione”.

Il mercato americano, infatti, qualche decennio dopo la fine della guerra, era cambiato: il consumatore non si accontentava più di possedere un bene e basta, ma cominciò a identificare nel possesso di un prodotto la possibilità di soddisfare un bisogno, di dare forma alle sue esigenze e di differenziarsi dagli altri. Stava chiedendo, difatti, la possibilità di scegliere, di poter soddisfare le sue personali esigenze.

Negli anni settanta queste nuove esigenze, in aggiunta alla penetrazione di mercato che avanzava dal Giappone, mise in profonda crisi la produzione di massa e tutti i suoi principi.

A partire dal dopoguerra, l'azienda giapponese guidata dalla famiglia Toyoda e dal suo capo della produzione Taiichi Ohno, cominciarono a rivedere profondamente il modo di produrre tipico dei paesi occidentali.

Le difficoltà economiche del Giappone spinsero Toyoda e i suoi dirigenti a cercare metodi di produzione alternativi che permettessero il minor spreco possibile di risorse

Toyota e Ohno si resero conto che il modello occidentale non avrebbe mai potuto funzionare in un Giappone in cui la Toyota Motor Company aveva prodotto complessivamente nei trent'anni di vita, la metà delle auto che aveva realizzato lo stabilimento Ford di Rouge in un solo giorno¹ (Ohno, 1978).

Fu proprio la riduzione degli sprechi la strada perseguita da Taiichi Ohno. Flusso continuo per ridurre attese e tempi inutili, produzione pull per eliminare la sovrapproduzione e miglioramento continuo dei processi furono la strategia vincente per l'azienda che noi tutti oggi conosciamo come Toyota.

La prima cosa di cui si resero conto Ohno e Toyota era che non avrebbero mai potuto utilizzare i grandi macchinari tipici della produzione di massa poiché richiedevano lunghi set-up ed elevati volumi produttivi. Si concentrarono sull'utilizzare macchinari molto più piccoli e più veloci da settare e riparare.

Inoltre, decisero di eliminare il tempo e le risorse spese nel lavorare pezzi difettosi: il processo e gli operatori dovevano essere in grado di rilevare i difetti e fermare la produzione in modo che non si producessero inutilmente pezzi non conformi. Così facendo si trovavano le cause dei problemi, ed eliminandole si assicurava la conformità anche delle produzioni successive.

Questa strategia di miglioramento continuo (kaizen), diventò uno dei capisaldi del modello produttivo Toyota.

Non si produceva più per creare scorte, ma l'intero processo era letteralmente tirato dalle reali necessità del mercato.

Tutte queste scelte e queste strategie divennero alla base di quella che, in quegli anni, nella casa automobilistica nipponica cominciavano a chiamare Toyota Production System.

¹ Ohno, T., 1978, *Lo spirito Toyota: il modello giapponese della qualità totale. E il suo prezzo*, 1993 e 2004 Giulio Einaudi editore S.p.A., Torino.

Solo più tardi, nel 1988, venne utilizzato per la prima volta il termine “Lean Production”, coniato da Jonh Krafcik nel suo famoso articolo intitolato “Triumph of the Lean Production System”².

1.2 I principi del Lean Thinking

Al di fuori di Toyota, le pratiche e le idee legate alla Lean Production presero piede in molti settori, non solo in ambito industriale.

Indipendentemente da dove e come vengano adottati, tutti condividono quello che è alla base della Lean Production, ovvero il Lean Thinking.

Esemplare è come racchiude questi concetti la seguente frase: “Lean Thinking is “lean” because it provides a way to do more and more with less and less – less human effort, less equipment, less time, and less space – while coming closer and closer to providing customers with exactly what they want.”³ (Womack and Jones, 2003).

L'immagine a seguito riporta una chiara rappresentazioni di quelli che sono i cinque principi del lean thinking.

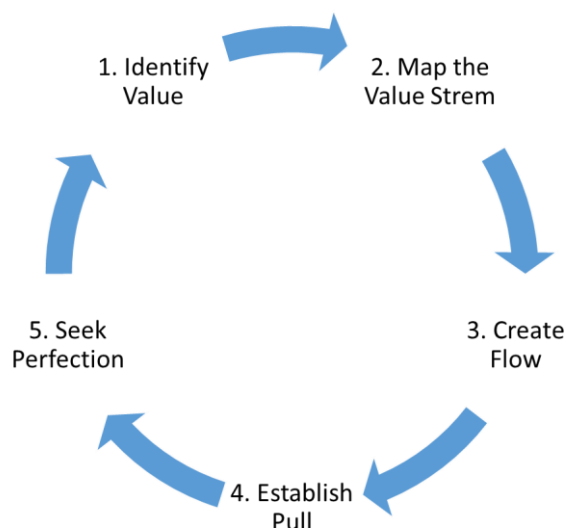


Figura 1-1: I 5 principi del Lean Thinking

² Krafcik, J.F., 1988. Triumph of the Lean Production System. *MIT Sloan Management Review*, pp. 41-52.

³ Womack, J.P., Jones, D.T., 1996, *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*, 2003 Simon & Schuster UK Ltd.

Si procede con un'analisi dei cinque principi:

- 1) Identify Value: Identificare quello che è il valore per il cliente, cioè quello per cui esso è disposto a pagare. Bisogna porsi nei panni del cliente.

È importante capire quali sono le attività che aggiungono valore al prodotto o servizio per cui il cliente è disposto a pagare. Tutte le attività superflue sono sprechi e in quanto tali non dovrebbero essere incluse nel prezzo di vendita del prodotto finito. L'obiettivo è identificare gli sprechi ed eliminarli.

- 2) Map the Value Stream: è di fondamentale importanza avere una chiara panoramica di quali siano le attività che creano e aggiungono valore al prodotto o servizio.

L'attività non è sempre immediata o facile, perché alcune attività potrebbero generare valore per il prodotto e per l'impresa ma non essere percepite dal cliente.

Per capire quali sono le attività che aggiungono valore e quali no è di fondamentale importanza mappare il flusso con uno strumento che si chiama Value Stream Mapping. Esso consente in maniera efficace di identificare tutte le attività e di rappresentarle dividendole in tre categorie:

- Attività che creano valore: tutte quelle il cui il costo può essere trasferito al cliente⁴;
- Attività che non creano valore, ma sono necessarie: sono attività che non aggiungono valore per il cliente, ma sono indispensabili per il prodotto. Potrebbero essere dovute a limiti tecnologici o progettuali oppure a impedimenti nella gestione dell'ordine o in fase di produzione. Talvolta sono eliminabili con soluzioni tecnologiche d'avanguardia o mediante riprogettazione do prodotto o processo;

⁴ Principi del Lean Thinking, www.leanthinking.it, agosto 2017

- Attività che non creano valore: sono attività che non creano valore né per il cliente né per l'azienda. Esse possono essere eliminate quanto prima mediante processi di miglioramento continuo.

Identificare e suddividere in modo chiaro le attività e la loro tipologia permette di capire quali sono le principali fonti di spreco in azienda e di conseguenza quali sono le attività su cui focalizzarsi maggiormente con le prime introduzioni delle tecniche lean. Inoltre si comincia ad avere una migliore visione globale dei processi, che non verranno più visti come singole entità.

- 3) Create Flow: passare da un modello produttivo a lotti e code ad uno a flusso continuo. Solo in questo modo, eliminando le scorte tra stazioni successive, ci si può realmente rendere conto di dove risiedano le difficoltà e dove effettivamente ci siano dei problemi nel processo. Il flusso delle attività deve essere il più possibile ininterrotto, ma per far questo si devono abbattere le classiche barriere che sono causa di ritardi ed inefficienze nel processo. Si deve convergere verso un modello produttivo dove gli operatori siano elastici ed intercambiabili in modo da creare dei team di lavoro dove ci si può aiutare a vicenda.
- 4) Establish Pull: posto che non è più contemplato produrre grandi quantità di prodotti per essere immagazzinati e poter soddisfare la domanda in modo repentino usando una scorta consistente, dev'essere il cliente con la sua domanda a "tirare" la produzione. Logicamente, per poter far questo, l'azienda deve lavorare con logica Lean, in modo da essere veloce e reattiva per soddisfare le richieste del cliente e poter quindi adattarsi a ciò che il mercato chiede di volta in volta.
- 5) Seek Perfection: la perfezione è un obiettivo verso cui si deve tendere dopo aver implementato a dovere i precedenti principi.

Ovviamente non è possibile raggiungerla mai, ma deve essere uno stimolo per migliorare in continuo, non porsi limiti e cercare di implementare sempre qualcosa che porti benefici tangibili.

1.3 Toyota Production System

In questo paragrafo si intende illustrare le filosofie e le metodologie che sono alla base del celebre modello produttivo giapponese e che ne permettono l'applicazione pratica.

Per avere una panoramica dei obiettivi e strumenti del Toyota Production System e di conseguenza della Lean Production si può cominciare con l'analisi dell'immagine seguente⁵.



Figura 1-2: Toyota Production System House

Ciò che salta subito all'occhio sono i "Goal", ovvero gli obiettivi, che sono messi al sopra di tutto a rappresentare che tutti gli strumenti sotto nominati e le metodologie applicate hanno come obiettivo quelle che da sempre sono le finalità che fin dal dopoguerra guidavano la strategia nipponica: qualità più alta al costo minore e nel minor tempo possibile. Scendendo si trovano i due pilastri su cui il sistema si regge: il "Just in time", ovvero l'avere ciò che serve, quando serve, dove serve, nella

⁵ Fonte: <https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>

misura in cui serve, e “Jidoka”, cioè l'utilizzo di automazione e intelligente a supporto di un lavoro senza sprechi ed errori e che possa lavorare senza interferenza con l'uomo.

Infine, ciò che sta alla base di tutto: “Heijunka”, ossia livellamento della produzione, “standardizzazione del lavoro” e “Kaizen”, miglioramento continuo.

Value Stream Map, 5S, SMED e Kanban sono i principali strumenti che sono di supporto all'intero sistema.

Si procederà ora con l'analisi delle metodologie e delle filosofie alla base del TPS, per proseguire, successivamente, con l'analisi degli strumenti che ne permettono l'implementazione.

1.3.1 I sette sprechi (MUDA) di Taiichi Ohno

Alla base del modello produttivo, da sempre, risiede la lotta contro gli sprechi (“muda”, in giapponese), intesa come la drastica riduzione di tutte le attività che richiedono risorse senza creare valore per il prodotto o servizio finale.

Taiichi Ohno nei suoi studi svolti in Toyota identifica 7 tipologie di spreco che possono essere riferiti a tutte le aziende manifatturiere, ma anche a tutti i processi d'ufficio.

Essi sono:

1. Sovraproduzione: avviene quando si produce qualcosa che non è richiesto e non è in linea con ciò che chiede il mercato.

La sovrapproduzione è molto spesso figlia di un modello che vuole correre ai ripari da eventuali fermi macchina o assenze di personale. È molto legata alla classica modalità di produzione per lotti, dove le quantità prodotte non sono in linea con le richieste del mercato, ma sono decise sulla base di ottimizzazioni dei macchinari, dei tempi di lavoro e dei rigidi processi aziendali. Così facendo, però, si vanno a generare importanti costi dovuti al materiale prodotto che in pratica non viene venduto o utilizzato,

alle materie prime utilizzate che andranno ripristinate prima del dovuto, alla maggior forza lavoro richiesta e alla maggior capacità produttiva necessaria.

A ciò si vanno a sommare le necessità di stoccare questi beni, siano essi prodotti finiti o no, in azienda e ciò comporta, oltre a spese legate allo spazio utilizzato, una serie di problematiche legate alla congestione delle aree di lavoro.

Per ovviare a ciò si deve intervenire su flessibilità dei processi, pianificazione della produzione e efficienza dell'organizzazione.

2. Giacenze: sono la diretta conseguenza della sovrapproduzione. Esse possono essere sia di prodotti finiti sia di semilavorati lungo il processo. In entrambi i casi questo materiale lavorato e non ancora utilizzato o venduto rappresenta un grande spreco in azienda. In primo luogo sono state utilizzate risorse per dei prodotti che stando fermi non generano alcun tornaconto per l'azienda. In seconda battuta, rappresentano spazio in magazzino sfruttato inutilmente e materiale sparso per la fabbrica che crea impedimenti e confusione.
3. Superfici: in ottica lean si riducono molto gli spazi necessari per la produzione e per lo stoccaggio dei beni, con un conseguente risparmio in termini economici.
4. Movimenti superflui: nascono dagli spostamenti che gli operatori sono costretti a fare per procurarsi ciò che serve loro per lavorare: semilavorati, grezzi o utensili. L'errata disposizione dei materiali o degli strumenti, unita ad un layout errato della produzione porta allo svilupparsi di queste attività che non aggiungono valore al prodotto finito e che si traducono in perdita di tempo e di efficienza per l'intero sistema.
5. Trasporti non necessari: di per sé i trasporti sono uno spreco in quanto non aggiungono valore al prodotto finito, ma nella realtà essi sono necessari per la produzione e non possono essere eliminati del tutto. Devono però essere ridotti il più possibile,

perché creano confusione, traffico all'interno dell'azienda e potenziali ritardi.

6. **Attese:** si manifestano quando una o più risorse legate ad una o più fasi di lavorazione non sta svolgendo alcuna attività. In questo caso lo spreco è molto evidente: una risorsa è ferma invece che essere impiegata in attività che potrebbero aggiungere valore. Spesso sono causate da problemi di gestione della produzione.
7. **Difetti:** rappresentano l'importanza di produrre beni di qualità fin da subito, che non necessitino perciò di rilavorazioni inutili che fanno solo perdere tempo e aumentare i costi per l'azienda.

Tutti questi sprechi sono fonte di inutili costi e inefficienze per l'azienda. E non solo: talvolta si traducono in difficoltà a servire il cliente, bassa qualità, ritardi e in generale disservizi che non giovano al nome dell'azienda. A tutti, inoltre, è spesso associato un uso errato del capitale, che resta immobilizzato in prodotto finiti immagazzinati, attrezzature spesso sovradimensionate e scorte nel processo produttivo.

A questi sette sprechi, spesso, se ne associa un ottavo.

Esso è il sottoutilizzo delle persone. In questa accezione il termine sottoutilizzo non fa riferimento al tempo effettivamente lavorato per produrre l'output del processo, ma si riferisce alla possibilità di "sfruttare" la conoscenza e l'esperienza delle persone che lavorano e conoscono il processo. Spesso le migliori idee per eliminare dei problemi o per migliorare il processo vengono proprio da chi il processo lo vive tutti i giorni e ne conosce ogni singolo dettaglio.

Questo sottoutilizzo è visto come una mancata possibilità da parte dell'azienda di ottimizzare i suoi processi e, soprattutto, come un'opportunità sprecata di far crescere le persone, che stanno alla base del valore aggiunto che si va a dare ai prodotti e processi dell'azienda.

1.3.2 Just in time

Il “just in time” rappresenta una delle colonne portanti del TPS.

Con questa espressione, che significa “giusto in tempo” se tradotta dall’inglese, si intende che un componente o un prodotto richiesto arrivi al momento giusto, nel posto giusto, nella giusta quantità e con una qualità perfetta.

Rappresenta, quindi, l’esatto contrario rispetto al “vecchio” modo di produrre, per cui si realizzavano prodotti finiti che andavano poi immagazzinati in attesa di essere venduti.

L’obiettivo del JIT (just in time) è quindi quello di ridurre al minimo tutti i lead time di produzione e le quantità di scorte lungo il processo di produzione.

In altri termini, si può identificare nel just in time una politica di gestione del processo e delle scorte atta a ottimizzare le corrette tempistiche di arrivo dei materiali, l’utilizzo degli stessi e l’effettiva richiesta da parte del mercato dei relativi prodotti finiti.

Per far ciò è necessario fare in modo che il flusso sia continuo, ovvero che tutti i processi a monte siano affidabili e che i componenti d’acquisto arrivino per tempo e con la qualità richiesta.

Il JIT rappresenta al meglio la filosofia del modello produttivo pull, in cui la produzione viene avviata dalle richieste del cliente e quindi su una domanda reale, piuttosto che su delle previsioni di vendita su cui si produceva in ottica push.

Per far questo un’azienda deve tener conto del fatto che i suoi ritmi di produzione devono essere allineati a quelli richiesti dal mercato, ovvero che si deve produrre con un ritmo dettato dal takt time, che identifica il ritmo con cui i consumatori richiedono i beni prodotti dall’azienda.

Le aziende che intendono lavorare in ottima JIT devono ponderare con attenzione le attività da svolgere al loro interno ed in particolare queste dovrebbero essere prevalentemente di assemblaggio su prodotti caratterizzati da un’elevata modularità.

Allo stesso tempo gli impianti devono essere flessibili ed i tempi di set-up dovrebbero essere ridotti al minimo.

Estremizzando questo concetto, si potrebbe affermare che la condizione ottimale per effettuare il just in time sarebbe quella di arrivare a produrre in ottica one-piece-flow, ovvero produrre un singolo pezzo diverso dall'altro con lotto unitario.

Ovviamente questa non è una condizione semplice da raggiungere, ma l'idea è di avvicinarvisi il più possibile in modo da poter sfruttare tutti i vantaggi ad essa associati.

Fondamentale è, oltre a ricercare la massima prestazione interna, coinvolgere anche i fornitori in questi processi di miglioramento, in modo in modo che anch'essi possano fornire i semilavorati in piccoli lotti, con tempi ridotti, senza ritardi e privi di difetti.

1.3.3 Jidoka

Il termine giapponese "jidoka", nella Lean Production, significa "automazione con tocco umano".

Nella realtà operativa significa rendere le macchine in grado di prendere decisioni. Ecco quindi che, se dotate delle apposite tecnologie, esse possono fermarsi in autonomia se un pezzo non è conforme a livello di qualità o qualora si presentino anomalie nel processo.

In quest'ottica le macchine cominciano ad essere indipendenti dall'operatore e necessitano di meno supervisione; ciò si traduce nella possibilità da parte dell'operatore di monitorare più centri di lavoro in contemporanea, con il beneficio di poter ribaltare il suo costo su un maggior numero di prodotti finiti.

La capacità delle macchine di monitorare la qualità del processo e dei prodotti consente, inoltre, di non far avanzare nel processo produttivo componenti non conformi che creerebbero difettosità a valle del processo, con il beneficio di non investire risorse nella trasformazione di

un prodotto finito difettoso e richiedendo un minor sforzo economico legato alle rilavorazioni necessarie.

Nel frattempo, l'operatore che supervisionerà centri di lavoro simili, avrà la responsabilità delle macchine che segue e le sue mansioni diventeranno sempre più di "problem solving", in quanto le sue attività saranno prevalentemente legate a risolvere i problemi che vengono riscontrati durante il processo.

Ricollegandosi all'ottavo spreco analizzato nel paragrafo relativo ai "muda", si nota come l'operatore in questione sarà un candidato ideale a poter proporre azioni di miglioramento del processo, e ad assicurare così un ulteriore vantaggio all'azienda.

Uno dei principi del kaizen, che è stato nominato precedentemente e che si analizzerà a breve, è proprio l'utilizzo delle risorse umane impiegate nei processi a valore aggiunto come attori principali nel processo di crescita e miglioramento continuo per l'azienda.

1.3.4 Heijunka

Il termine giapponese "Heijunka" significa "livellamento della produzione". Il suo obiettivo è, nel breve termine, quello di pianificare la produzione in modo da "convertire" i grandi lotti di produzione in una sequenza produttiva che segua il mix con cui i mercati richiedono i prodotti finiti.

L'immagine di seguito fornisce una rappresentazione grafica del concetto.



Figura 1-3: Heijunka, il livellamento della produzione

Come si evince dall'immagine sopra, è evidente che si è migrati da un modello di produzione a grandi lotti verso uno che stabilizza la quantità di lavoro giornaliera e che produce tutti i codici tutti i giorni.

Questa modalità di programmazione ha molteplici benefici. Innanzitutto è necessario tenere a scorta in magazzino una quantità molto più limitata di prodotti finiti: nel primo caso occorre almeno mettere a magazzino una scorta pari al fabbisogno di 4 giorni lavorativi, che scende a uno nel secondo caso.

Inoltre, producendo tutti i giorni tutti gli articoli, il mix di produzione può essere costantemente adattato a quello delle richieste del mercato e non vi è il rischio né di stock out né di produrre troppo e veder crescere inutilmente le scorte.

La produzione livellata consente anche di adattare al meglio la produzione alle necessità del just in time.

I lotti piccoli e frequenti sono il metodo migliore per perseguire quelli che sono i dettami del JIT all'interno dell'azienda, anche con i propri clienti interni.

Le necessità del JIT vengono ben soddisfatte dalla programmazione livellata, con la quale si produce il necessario quando serve, nelle giuste quantità e senza la necessità di creare scorte.

Ovviamente il primo requisito per poter produrre nel modo sopra descritto è essere in possesso di macchine ed attrezzature molto versatili e su cui è possibile effettuare i set-up con tempi molto contenuti, vista la frequenza con cui si cambia codice.

A questo, si affiancano spesso delle politiche commerciali e di marketing in modo da cercare con promozioni e offerte di “pilotare” la domanda, e quindi di incentivare la richiesta di prodotti anche nei periodi in cui storicamente se ne registrano basse vendite.

Nel caso in analisi l'applicazione pratica dell'heijunka è fatta mediante l'heijunka board, che permette una programmazione della produzione visuale in base alle effettive richieste del mercato nel rispetto di tempistiche e quantità richieste.

1.3.5 Kaizen

Con la parola giapponese “kaizen” si intende il miglioramento continuo, fatto per piccoli passi, che può essere praticato in tutta l'azienda, a qualunque livello.

La parola è a sua volta composta da due parole: ‘kai’, che significa cambiamento e ‘zen’ che significa migliore.

Secondo il TPS, e quindi nei dettami della Lean Production, il miglior modo per evolvere verso una situazione migliore è quello di farlo per piccoli passi, per step, e di consolidare di volta in volta quanto si è appreso e migliorato nello step precedente.

Sommando i piccoli passi percorsi, infine, si vedrà che è stata coperta molta strada e che i cambiamenti effettuati nel tempo avranno portato ad un progresso consistente.

L'immagine sotto rappresenta il miglioramento continuo sotto forma di un percorso fatto di piccoli step.

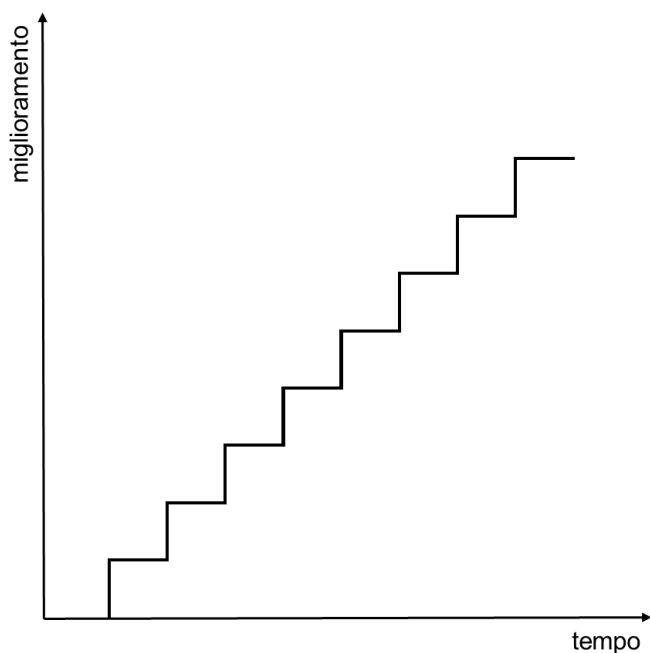


Figura 1-4: Kaizen: miglioramento continuo per step

Ciò che è importante da sottolineare e che è anche ben rappresentato in figura, è l'importanza della costanza nel tempo.

Il miglioramento continuo si chiama così proprio perché dev'essere un'attività che non viene mai interrotta, nemmeno quando sembra che non ve ne sia il tempo o che manchino le risorse. È importante fare in modo che la ricerca del miglioramento diventi una routine in azienda.

Rispetto ad un cambiamento radicale, più utile in caso di gravi problematiche che richiedono interventi più decisi, il kaizen va a modificare lentamente l'azienda e le sue pratiche, in modo che tutti possano far parte e sostenere il cambiamento.

I cambiamenti repentini e veloci tipici delle azioni più radicali spesso portano a lunghi periodi di assestamento alla fine dei quali non si può essere certi dell'accettazione da parte di tutti delle nuove metodologie, che spesso vengono viste come imposizioni più che come opportunità.

Il fatto stesso che in ottica Kaizen il cambiamento avvenga con l'aiuto di tutti, ed in particolare con chi quotidianamente ha a che fare con il processo, fa in modo che tutti gli attori coinvolti sentano loro il cambiamento e ne possano guidare l'evoluzione.

Dopo qualsiasi miglioramento apportato è indispensabile fare in modo che non si finisca per retrocedere allo stato precedente: per assicurarsi che ciò non accada si creano degli standard.

1.3.5.1 L'importanza degli standard

Apportato un qualsiasi miglioramento è di vitale importanza aver la sicurezza di non trovarsi a retrocedere nella situazione precedente, rendendo così vani gli sforzi fatti per muoversi verso una situazione migliore.

Questa situazione può essere schematicamente rappresentata con la figura sottostante.

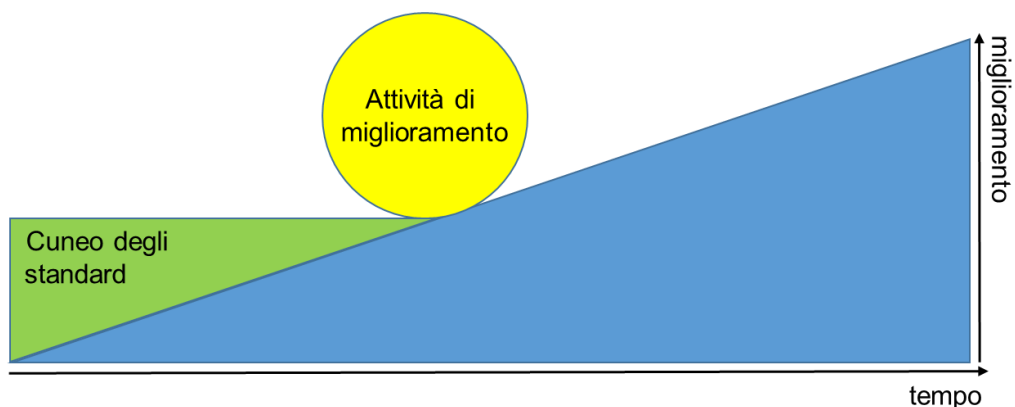


Figura 1-5: Standard nel miglioramento

Rappresentando il miglioramento continuo come una rampa, è evidente quanto possa essere facile per le attività di miglioramento scivolare indietro e retrocedere se non correttamente sostenute e mantenute.

Per far sì che ciò non accada si utilizzano gli standard, rappresentati in figura come un cuneo, che vanno a bloccare la retrocessione delle attività di miglioramento appena terminate.

Nella pratica ciò significa che quando viene portata a termine un'attività di miglioramento è importante creare delle procedure standard che condensino in esse il frutto dell'attività appena svolte. Grazie a queste procedure tutti in azienda possono lavorare con i benefici del miglioramento appena apportato, in modo che questo diventi appunto uno standard di lavoro, ossia una situazione sedimentata da cui poter partire per un'altra attività di miglioramento continuo.

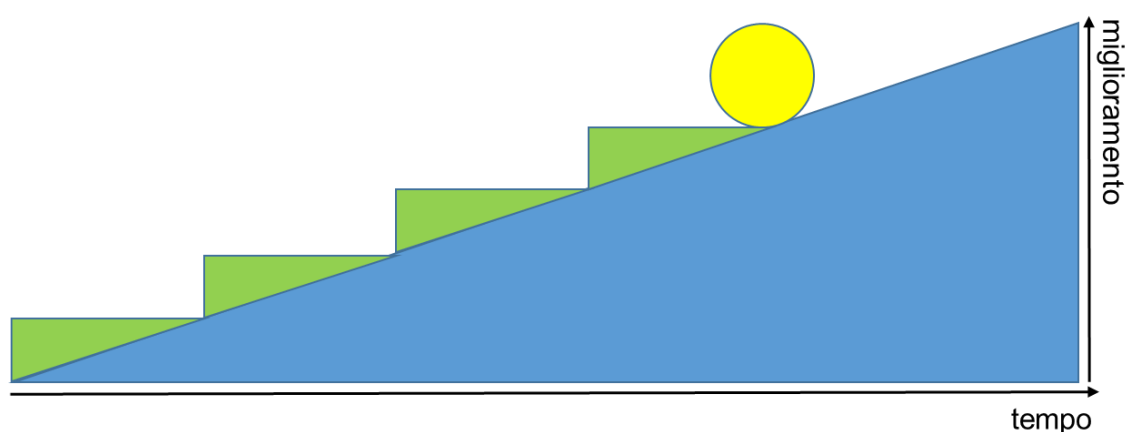


Figura 1-6: Percorso di miglioramento continuo

È evidente come, con il passare del tempo, il susseguirsi di attività di miglioramento e la creazione di nuovi standard si vada a creare quel consistente miglioramento complessivo citato nel precedente capitolo e rappresentato dalla figura 1-4.

La rappresentazione data dalla figura 1-6 sottolinea come per ogni attività di miglioramento sia indispensabile creare uno standard che permetta di mantenerla nel tempo, in modo da poter sfruttare appieno i benefici di ogni attività.

1.4 Strumenti del TPS

Analizzate le filosofie e le metodologie che stanno alla base del TPS, si procede ora con la presentazione degli strumenti che ne permettono un'applicazione pratica.

1.4.1 Le 5S

Lavorare in un ambiente di lavoro pulito, ordinato e correttamente organizzato è di fondamentale importanza quando si ricerca qualità, sicurezza e produttività nel lavoro.

Le "5S" sono delle pratiche che permettono di mantenere ordinato, pulito e razionalizzato il luogo di lavoro, in modo che eventuali sprechi o errori possano essere subito identificati e risolti.

Esse sono composte di 5 fasi che devono essere svolte nell'ordine presentato dalla seguente immagine.



Figura 1-7: Le 5S

1. Sort (separare): la prima cosa da fare in un percorso 5S è valutare cosa effettivamente servirà durante il processo e cosa no. Tutto ciò che non è utile allo svolgimento di un dato lavoro va eliminato

o ricollocato altrove. Questo serve per eliminare le perdite di tempo dovute dall'andare alla ricerca di un attrezzo sepolto tra una miriade di materiale non utile e in disordine. Si va quindi a razionalizzare al meglio lo spazio disponibile, inserendo nell'ambiente di lavoro solo ciò che serve, con la sicurezza di non creare distrazioni e impedimenti.

2. Set in order (ordinare): subito dopo aver eliminato dall'ambiente di lavoro il superfluo, si procedere a dislocare nello spazio disponibile tutta l'attrezzatura necessaria. Si procede assegnando agli utensili posizioni identificate secondo criteri di ergonomia e comodità, ed in generale in modo che siano comodi da utilizzare e vicini a dove servono. Nelle postazioni simili il materiale va posizionato nel medesimo modo, in modo che se un operatore dovesse spostarsi da una stazione all'altra troverà il materiale dove abituato a trovarlo.
3. Shine (pulire): la pulizia è un aspetto fondamentale nel luogo di lavoro. Anche se continuerà a sporcarsi, pulirla periodicamente porterà ad una maggior cura del prodotto finito, un minor numero di difetti ed errori ed un genere una possibilità in più di identificare eventuali anomalie (es. è più facile osservare una perdita d'olio in un ambiente pulito). Della pulizia, oltretutto, beneficia l'immagine complessiva dell'azienda: si pensi all'immagine positiva che trasmette una fabbrica pulita a degli eventuali visitatori.
4. Standardize (standardizzare): come in ogni pratica "lean" è molto importante far in modo che i risultati ottenuti non vengano persi con il passare del tempo, ma che si continui a perseguire dettami e istruzioni stabilite in fase di implementazione. Anche nel caso delle 5S è importante che vi siano delle procedure ben definite che portino all'osservanza e al controllo di quello che è stato stabilito durante il lavoro delle prime 3 S. Per far questo vengono definite delle persone che hanno il compito di monitorare che vengano

rispettate le regole e vengono create delle check list in modo che tutti possano valutare il proprio operato.

5. Sustain (sostenere): quando le prime 4 S risultano sedimentate e accettate dall'intera organizzazione e tutti ne hanno compreso l'importanza, è essenziale predisporre delle regole e delle modalità di lavoro affinché tutti si impegnino a perseguirne gli obiettivi e quindi a mantenerne i benefici nel tempo.

Con questa metodologia, come visto, si va a rendere più pulita, ordinata e confortevole la zona di lavoro, in modo che si possa produrre valore per l'azienda ed i suoi prodotti nella maniera più efficace possibile.

È importante precisare, però, che come zone di lavoro non si intendono solo le postazioni degli operatori legati al montaggio. Le 5S possono essere applicate a tutte le zone dell'azienda: da una semplice scrivania in un ufficio ad un magazzino di semilavorati.

Nel caso vengano applicate in aree di stoccaggio, con la prima S non si andranno solo ad eliminare oggetti inutili ai fini del lavoro degli addetti al magazzino, ma si potrebbero eliminare anche materiali stoccati che non vengono usati da anni perché obsoleti.

1.4.2 SMED – Single Minute Exchange of Die

La traduzione letterale del nome di questa tecnica sarebbe “cambio dello stampo in un minuto”.

Essa è una tecnica con cui si vanno a ridurre i tempi di cambio degli stampi, e quindi i tempi di set-up, con l'obiettivo di scendere sotto il minuto per completare l'intera operazione.

Ovviamente il limite di un minuto è estremamente ambizioso, ma anch'esso come altri target della lean production, è un obiettivo che serve da sprono più che da benchmark.

Con la tecnica dello SMED, se correttamente applicata, si possono realizzare in prima battuta anche riduzione dei tempi di attrezzaggio fino al 50-70%, talvolta senza nemmeno dover investire in termini monetari.

Questo strumento è molto importante in ottica lean production: permette di avvicinarsi sempre di più al concetto di one-piece-flow e di rendere i processi più adatti a lavorare just-in-time.

Un semplice esempio può essere fatto considerando di ridurre del 50% i tempi di set-up su un centro di lavoro che produce più codici.

A parità di tempo lavorato, con gli stessi costi e le stesse risorse si potranno dimezzare i lotti produzione, dimezzare di conseguenza il tempo che intercorre tra due produzioni successive dello stesso articolo e quindi dimezzare le scorte a magazzino di un dato articolo o componente.

Questa tecnica si basa, inizialmente, sul dividere le attività compiute durante un set-up in due categorie:

- IED (inside exchange of die): attività che possono essere effettuate solo a macchina ferma, dette anche “attività interne”;
- OED (outside exchange of die): attività che possono essere effettuate a macchina funzionante, dette anche “attività esterne”.

Il concetto alla base dello SMED è quello di convertire il maggior numero di attività di tipo IED in attività di tipo OED.

Così facendo si potranno effettuare molte più operazioni in tempo mascherato, ovvero finché la macchina sta producendo, in modo da tenerla ferma per il set-up il meno possibile.

Quando, dopo aver trasformato tutte le attività possibili da interne ad esterne, non è più possibile ridurre il numero di attività interne, si procede con il ridurre la durata, utilizzando accorgimenti come attacchi rapidi, eliminazione di calibrature, utilizzo di attrezzature di supporto o inserendo un secondo operatore nelle fasi più complesse e lunghe del set-up.

Alcuni di questi rimedi, quali ad esempio l'uso di attrezzature a supporto o l'acquisto di tecnologie più rapide (es. attacchi rapidi), potrebbero richiedere l'esborso di denaro per essere implementate, ma i loro benefici

a livello di tempo di set-up e di tutto ciò che ne deriva ne ripagano velocemente il costo.

Operativamente in azienda queste procedure vengono svolte filmando le attività di set-up e analizzando in un secondo momento i filmati, in modo da poter analizzare con calma e senza intralciare le operazioni attorno la macchina le procedure utilizzate.

Nel team che valuta il filmato e propone miglioramenti non possono mancare gli addetti al set-up del centri di lavoro: come sempre, il più grande contributo può venire da chi tutti i giorni ha a che fare con la problematica.

1.4.3 Supermarket

Che con la Lean Production si intendano ridurre al minimo le scorte, sia di prodotto finito, sia di semilavorati è stato ribadito sin da quando si è iniziato a parlare di TPS.

Nonostante ciò, comunque, rimane la necessità di avere a disposizione la giusta quantità di semilavorati che consentano di servire il mercato con un elevato livello di servizio assicurando la copertura di componenti necessaria per il ripristino dei materiali usati durante produzione.

Ovviamente, tanto più i processi saranno gestiti in ottica just-in-time, tanto più questa scorta sarà di piccole dimensioni.

Questi magazzini, che contengono una quantità di materiale basata sulle necessità del processo e che vengono gestiti con appositi strumenti della filosofia lean, prendono il nome di Supermarket.

Il nome deriva dal fatto che essi assomigliano alle scaffalature dei supermercati, caratterizzati quindi da dimensioni contenute, ampia scelta di componenti e grande facilità di accesso.

La quantità di componenti in essi contenuta è dimensionata in base al processo e ripristinata mediante l'uso del kanban, su cui verrà fatto un approfondimento successivamente.

Il fatto che le quantità in essi contenute siano limitate comporta che il capitale immobilizzato sia ridotto al minimo, e che consenta solo il corretto avanzamento della produzione a flusso continuo.

1.4.4 Kanban

L'ultimo strumento che si procederà ad analizzare è, di tutti quelli riportati finora, probabilmente il più importante e quello che più impatta a livello di organizzazione del lavoro. Data la sua importanza, e visto che rappresenta il focus del progetto, verrà trattato in un capitolo a parte.

2 Gestione delle scorte

L'obiettivo di questo capitolo è quello di illustrare i motivi per cui le aziende sono costrette a tenere scorte a magazzino, come esse possono essere calcolate e come impattino a livello organizzativo ed economico in azienda.

Seguirà poi una trattazione sulla cross analysis, che permetterà di valutare quali codici hanno la priorità di essere gestiti a magazzino e quali no, e infine un approfondimento su come la corretta gestione delle risorse produttive e una buona programmazione possano ridurre le scorte a magazzino.

Si introdurranno, infine, degli indicatori di performance che aiuteranno a valutare la gestione di scorte e magazzini.

2.1 Classificazione

La scorta di processo rappresenta un punto di disaccoppiamento nel processo produttivo che permette di non interrompere la produzione nonostante la non corretta sincronia delle fasi del processo.

Le scorte, oltre che i materiali di processo, vengono create anche per i prodotti finiti, in quanto sono indispensabili per evadere tutti quegli ordini dove è richiesta una veloce consegna e i tempi di fabbricazione, in genere, sono più lunghi del tempo che il cliente è disposto ad aspettare il prodotto finito.

Questo materiale in eccesso che viene stoccato in azienda serve per combattere principalmente questi fenomeni:

- Stagionalità: l'azienda è costretta a produrre in anticipo i prodotti finiti che saranno richiesti dal mercato con un particolare picco di quantità in alcuni periodi dell'anno. Ciò accade perché la capacità produttiva dell'azienda è inferiore alle richieste del mercato.
- Variabilità della domanda: la domanda di un dato bene non è mai costante. L'azienda, immagazzinando per prodotti pronti per essere venduti, può contrastare un aumento della domanda senza ricorrere a variare la sua capacità produttiva.
- Lead time di fornitura: l'azienda per produrre utilizzerà dei componenti o delle materie prime fornite da terzi. Se il fornitore non consegna tutti i giorni, l'azienda dovrà obbligatoriamente creare una scorta dei componenti d'acquisto pari al fabbisogno del periodo che intercorre tra due consegne del fornitore.
- Ritardi: è possibile che sia i fornitori esterni sia i fornitori interni accumulino del ritardo nel consegnare la merce necessaria alla produzione. L'azienda non può permettersi di interrompere la produzione, quindi terrà una scorta in modo da poter contrastare gli eventuali ritardi.
- Differenze di processo: due stazioni successive di un processo possono avere tempistiche o volumi di produzione molto diversi. Se esse lavorassero contemporaneamente sullo stesso prodotto finito potrebbe succedere che una delle due stazioni debba aspettare per adeguarsi alle necessità dell'altra. Creando una scorta tra le due stazioni, invece, ognuna potrà lavorare ottimizzando il suo processo senza accorgersi delle differenze con la fase a monte o a valle.
- Inconvenienti tecnici: la possibilità che un macchinario si guasti, che il processo debba fermarsi o che si producano pezzi non conformi porta alla necessità di tenere a scorta dei componenti o

dei prodotti finiti che possano coprire il fabbisogno richiesto nel periodo in cui il processo è fermo per un qualsiasi inconveniente.

I fenomeni appena elencati sono frutti di casistiche legate al processo, ai fornitori e alle richieste del mercato.

A queste, si aggiungono delle regioni economiche per cui un'azienda si trova nella situazione di dover creare delle scorte. Esse sono:

- Economie di scala: dovute principalmente ai costi di set-up dei macchinari. Quando si va a produrre un certo articolo se ne produce più del necessario, in modo da ridurre l'incidenza del costo del set-up sul singolo pezzo, e si immagazzinano i prodotti in eccedenza per essere utilizzati in futuro.
- Sconti quantità: in fase di acquisto spesso i fornitori utilizzano politiche in cui abbassano il prezzo di vendita all'aumentare delle quantità acquistate.
- Variazione costo materie prime: il costo delle materie prime incide molto sulle quantità che l'azienda decide di acquistare. Un prezzo d'acquisto molto basso spingerà l'azienda ad acquistare un gran quantitativo di merce, tenendone a scorta un gran quantitativo che potrà utilizzare quando i prezzi saranno più alti.

2.1.1 Classificazione per tipologia di prodotto

Le scorte in azienda possono essere tenute per più tipi di articoli o prodotti, in base alle necessità del processo e del mercato.

Queste sono le più diffuse:

- Prodotti finiti: sono scorte tenute per contrastare la variabilità delle richieste del mercato. Spesso vengono gestite in modo molto diverso in funzione della tipologia di prodotto finito: si terranno più scorte per i prodotti più venduti e per cui il cliente non è disposto ad aspettare la fornitura.
- Materiali d'acquisto: sono tutti i componenti che l'azienda acquista presso terzi. Anche qui la scorta sarà dimensionata in funzione ai

prodotti finiti in cui vengono utilizzati i componenti e in base ai tipi di accordi che sono stati fatti con i fornitori.

- Componenti realizzati internamente: sono componenti realizzati in azienda che andranno utilizzati in fasi successive del processo. La quantità della scorta è frutto della tipologia di processo e delle risorse impiegate.
- Ricambi: l'azienda deve avere a disposizione dei materiali di ricambio da poter utilizzare per tutte le operazioni di assistenza cliente.
- Materiali per manutenzione: la manutenzione delle macchine è di fondamentale importanza per far sì che il processo si fermi il meno possibile e che i difetti siano ridotti al minimo: per questo è importante avere sempre in caso il materiale necessario per rimettere in condizioni ottimali un centro di lavoro dopo un guasto.

2.1.2 Classificazione per funzione

Le scorte che un'azienda si trova a gestire sono spesso generate da bisogni molto diversi.

Ogni parte della scorta, quindi, avrà una sua ben precisa funzione.

Esse sono intrinsecamente legate alle fonti di variabilità analizzate precedentemente.

Se ne elencano di seguito le principali:

- Scorte stagionali: contrastano la variabilità stagionale.
- Scorte di disaccoppiamento: vengono utilizzate tra due fasi del processo caratterizzate da tempi molto differenti. Permettono il disaccoppiamento tra le rispettive necessità delle due fasi di lavoro.
- Scorte speculative: nascono dalla variabilità del prezzo delle materie prime acquistate.
- Scorte di transito: sono dipendenti dalle necessità di effettuare trasporti più o meno lunghi tra diverse fasi di produzione. Se il costo di trasporto incide molto sul valore del componente si

preferirà aspettare un volume di merce da trasportare importante, in modo da distribuire su più pezzi il costo della movimentazione.

- Scorte di sicurezza: spesso sono per l'azienda le più difficili da calcolare, ed il loro valore dipende molto dal livello di servizio che si vuole assicurare all'utilizzatore finale e dalle tempistiche con cui i materiali vengono ripristinati.

Il loro scopo è quello di sopperire alla variabilità della domanda, riducendo il rischio di stock-out.

La formula con cui si calcolano è la seguente⁶:

$$SS = Z * \sigma * \sqrt{LT}$$

dove:

- Z: valore statisticamente ricavato tramite una distribuzione normale al variare del livello di servizio che l'azienda desidera assicurare ai propri clienti.
- σ : deviazione standard della domanda dell'articolo considerato durante il lead time
- $\sqrt{LT}$: radice quadrata del lead time, ovvero il tempo necessario affinché venga ripristinata la scorta dell'articolo considerato.

Nella tabella seguente vengono riportati i valori che assume "Z" al variare del livello di servizio che l'azienda intende assicurare al cliente, ovvero in base alla probabilità di riuscire ad evadere un ordine effettuato da un cliente.

⁶ Romano P., Danese P, 2010, *Supply chain management: la gestione dei processi di fornitura e distribuzione*, McGraw-Hill, Milano.

Tabella 2-1: Valori principali che assume Z al variare del livello di servizio (LS)

LS	Z
0,80	0,842
0,85	1,036
0,90	1,282
0,95	1,645
0,97	1,881
0,98	2,054
0,99	2,326

2.2 Costi delle scorte

Le scorte, nonostante nella giusta misura siano necessarie per le attività caratteristiche dell'azienda, rappresentano sempre un costo.

I costi generati dalle scorte sono i seguenti:

- Costi di mantenimento: sono tutti i costi legati alla presenza di capitale immobilizzato in azienda. Possono quindi derivare dai mancati guadagni degli investimenti che si potrebbero fare con il denaro immobilizzato, dal costo stesso del magazzino e degli addetti che vi lavorano, dalla possibile obsolescenza della merce e dall'eventuale deprezzamento dei prodotti stoccati.
- Costo dell'emissione dell'ordine: sono costi generati dalla procedura che l'azienda dovrà effettuare ogniqualvolta che effettua un ordine. Essi derivano dall'utilizzo di risorse che valutano le quantità da acquistare, contattano il fornitore, effettuano l'ordine e smistano le relative pratiche, con l'aggiunta dei costi relativi alla ricezione della merce. A questi si aggiungono anche i costi di trasporto dei beni dal fornitore all'azienda.

Inoltre, anche se l'ordine non è diretto ad un fornitore, ma è un ordine di produzione interno, bisogna comunque considerare

l'emissione della documentazione necessaria, le relative verifiche di capacità produttiva e materie prime e il costo del set-up necessario per produrre un dato articolo.

- Costi di stock-out: si generano quando l'azienda non è in grado di evadere in tempo un ordine o addirittura di accettare una commessa per mancanza dei relativi componenti a magazzino. Al di là dei costi economici che potrebbero essere legati a penali per il ritardo, c'è da considerare anche il sovrapprezzo pagato per la richiesta urgente di materiale ai propri fornitori e i costi legati alla perdita d'immagine che questo comporta.

2.3 Tecniche di gestione delle scorte

Stabili costi e benefici delle scorte e del loro possesso, è fondamentale capire come esse vengano gestite in azienda, ossia in che modo se ne gestisce il riordino.

Vi sono diversi parametri a guidare queste scelte e in tutti i casi si finisce per bilanciare sia le necessità di processo sia gli impedimenti economici. È necessario valutare sia gli aspetti di tipo gestionale, che necessitano della giusta quantità di prodotti, al momento giusto e a disponibilità immediata, sia gli aspetti economico-finanziari, per cui si cerca di ridurre il costo della scorta, ma al contempo tiene conto anche degli eventuali costi dovuti a disservizi o non osservanze contrattuali.

Le tecniche di gestione della scorta si dividono fondamentalmente in due logiche, che variano a seconda del periodo di riferimento:

- Gestione a ricostruzione della scorta, o "look back": tiene conto sola del livello di scorta in magazzino, è il metodo più semplice. Quando il livello di giacenza di un codice in magazzino scende sotto una data soglia esso viene riordinato tenendo conto dei consumi e dei tempi di approvvigionamento già registrati in

passato. Questa gestione si utilizza principalmente per prodotti che hanno una domanda indipendente da fattori interni all'azienda, come ad esempio ricambi o prodotti finiti.

Questo metodo, però, paga in efficienza: il livello medio della scorta, e quindi il relativo costo, sono maggiori rispetto ai metodi di gestione a fabbisogno.

- Gestione a fabbisogno, o "look ahead": con questa modalità i materiali vengono ordinati in base al fabbisogno futuro generato dagli ordini di produzione tenendo conto dei tempi di approvvigionamento o produzione storicamente registrati. Queste tecniche si usano principalmente per componenti di assemblaggio o materie prime. Il loro consumo è proporzionale al numero di prodotti finiti che si andranno a produrre.

2.3.1 Metodo di gestione a ricostruzione della scorta

Come precedentemente illustrato, questi metodi prevedono di ordinare una certa quantità di un articolo quando il suo livello di giacenza scende al di sotto di un certo valore.

Le quantità da ordinare variano da codice a codice e sono frutto di dati storici legati a consumi e tempi di ripristino: sono per questo chiamate tecniche look back.

2.3.1.1 Metodo a punto di riordino

Prevede il riordino di una quantità fissa di materiale al raggiungimento di un dato livello di scorta così calcolato⁷:

$$PR = Cm * LT + SS$$

dove:

- PR: quantità a cui riordinare;

⁷ Romano P., Danese P., 2010, *Supply chain management: la gestione dei processi di fornitura e distribuzione*, McGraw-Hill, Milano.

- Cm: consumo medio nel periodo di approvvigionamento;
- LT: lead time di approvvigionamento;
- SS: scorte di sicurezza calcolate come visto precedentemente.

Il livello di scorta a magazzino, con questo metodo, seguirà l'andamento riportato nel seguente grafico⁸:

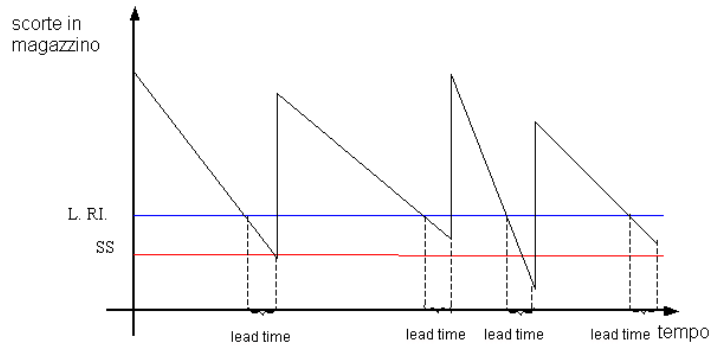


Figura 2-1: Livello scorta in magazzino con metodo a Punto di Riordino

Il livello raggiunto il quale si riordina è indicato dalla linea azzurra in figura, mentre la linea rossa rappresenta il livello delle scorte di sicurezza. Come si evince dalla figura, il livello della linea blu è superiore a quello della linea rossa, poiché si ordina con un anticipo pari al lead time di ripristino. È inoltre evidente l'utilità delle scorte di sicurezza: nei periodi in cui il consumo è maggiore rispetto alla media (pendenza maggiore della retta dei consumi), le scorte di sicurezza garantiscono di non finire in situazioni di stock-out.

Identificato il livello di scorta a cui è necessario riordinare, bisogna ora stabilire la quantità di pezzi che compone l'ordine.

Un primo metodo è quello del calcolo del lotto economico di acquisto, che permette di ordinare una quantità che bilancia i costi del tenere della merce ordinata con i costi di emissione dell'ordine.

Il metodo del lotto economico di acquisto (o economic order quantity – EOQ) è valido per ordini di acquisto conto terzi.

⁸ Fonte: <http://www.magazzinovirtuale.it/agus/images/grafico21.gif>

I costi di possesso dell'ordinato sono considerati direttamente proporzionali alla quantità dell'ordine, mentre i costi relativi all'emissione dell'ordine sono fissi, quindi diminuiscono all'aumentare della quantità ordinata.

L'immagine⁹ seguente chiarisce questo concetto.

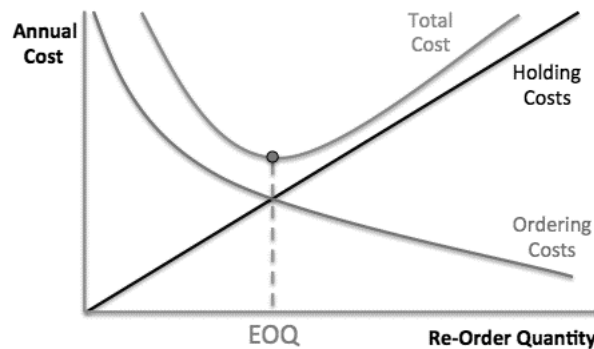


Figura 2-2: Lotto economico di acquisto

Il costo totale della merce ordinata e degli ordini evasi su base annuale è espresso dalla seguente formula:

$$C_{tot} = D * p + \frac{Q}{2} * p * i + C_o * \frac{D}{Q}$$

Dove:

- D: domanda di un certo articolo [pz/anno];
- P: prezzo espresso [€/pz];
- i: percentuale annua del costo di giacenza;
- Q: quantità ordinata, ossia la variabile cercata [pz];
- Co: è il costo di emissione di un ordine [€/ordine];
- Q/2: giacenza media annuale di un certo articolo [pz];
- D/Q: numero ordini totali effettuati in un anno.

Si ha così il valore del costo totale, espresso in figura 2-2 dalla curva "total cost". Derivando la funzione di costo totale rispetto a Q e ponendo

⁹ Fonte: <http://www.eazystock.com/blog/inventory-management/2014/12/01/how-to-find-the-right-economic-order-quantity/>

la derivata prima uguale a zero si ricava il valore “EOQ” che minimizza i costi totali¹⁰:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{p * i}}$$

Essa permette di calcolare la quantità da ordinare per minimizzare i costi di emissione degli ordini.

Qualora, invece che di un ordine di acquisto, si trattasse di un ordine di produzione, si dovrà tenere conto di altri parametri, come ad esempio il costo del set-up della macchina.

Andremo perciò a calcolare il lotto economico di produzione (o economic production quantity – EPQ) con la seguente formula:

$$EPQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_s}{(v * i) * (1 - \frac{P}{D})}}$$

dove:

- C_s : costo del set-up [€];
- P : quantità prodotta annua [pz/anno];
- v : valore del prodotto [€/pz].

Vi è infine un ultimo caso da analizzare, in cui si tengono conto sia dei costi che sostiene il fornitore, sia di quelli sostenuti dall'azienda.

Il lotto in questione si chiama lotto economico congiunto (o joint economic lot size – JELS).

È simile ai casi precedentemente analizzati e necessita di una sola semplificazione: si ritiene uguale il parametro “i” del fornitore e dell'azienda.

¹⁰ Romano P., Danese P, 2010, *Supply chain management: la gestione dei processi di fornitura e distribuzione*, McGraw-Hill, Milano.

Viene calcolato con la seguente formula¹¹:

$$JELS = \sqrt{\frac{2 * D * (C_s + C_o)}{(p * i) + (v * i * \frac{P}{D})}}$$

Come appena emerso dalle trattazioni riportate, questi tre modelli funzionano correttamente solo in particolari condizioni di domanda stabile e di facile previsione, prezzi d'acquisto costanti e indipendenti dalle quantità e tempi di approvvigionamento e produzione noti e invariati.

2.3.2 Metodo di gestione a fabbisogno

Come accennato in precedenza, tali metodi consentono di ordinare solo le quantità di componenti o materia prime che si andranno ad utilizzare, usando come input i dati forniti dalla pianificazione della produzione dei prodotti finiti e le tempistiche standard di approvvigionamento di tali codici.

Questa strategia viene normalmente gestita attraverso la tecnica MRP (Material Requirements Planning) utilizzando appositi software.

L'MRP utilizza come input i dati ricavati dall'MPS il cui acronimo significa Master Production Schedule, ovvero piano principale di produzione.

L'MPS contiene al suo interno le quantità da produrre per ogni articolo suddivise per periodo temporale.

Da questi dati, conoscendo le distinte base dei prodotti finiti, l'MRP può agevolmente calcolare le necessità di ciascun componente o materia prima necessaria per la produzione o l'assemblaggio, confrontare tale fabbisogno con la giacenza in magazzino ed eventualmente generare un ordine di acquisto o produzione per i componenti non a magazzino. Il tutto tenendo conto del lead time di produzione o fornitura dei codici e applicando, se richiesto, anche un lead time "di sicurezza", che permette

¹¹Appunti di lezione

di far fronte a ritardi di fornitura o produzione. Inoltre, tale sistema, permette di impostare anche una certa quantità di scorta come scorta di sicurezza, che ha l'utilità di gestire l'incertezza della domanda e della produzione.

Quando venne introdotto, l'MRP, fu una vera rivoluzione in campo operations, in quanto esso permetteva di spostarsi dalla classica gestione a scorta, verso una più evoluta a fabbisogno.

Ciononostante questa tecnica non è esente da problematiche: il più grande limite dell'MRP è il considerare la capacità produttiva aziendale di dimensione infinita, finendo così talvolta per sovradimensionare ordini d'acquisto o di produzione.

Questo limite venne poi superato con l'introduzione dell'MRP II, che tiene conto della capacità delle macchine, ma comporta un importante esborso iniziale e un continuo aggiornamento dei dati.

Per la sua logica di funzionamento, l'MRP è in tutto e per tutto un sistema push, in quanto la produzione e gli approvvigionamenti non sono regolati sui fabbisogni effettivi del processo a valle, ma da previsioni che derivano dal piano di produzione dei reparti.

2.4 Indicatori di Performance

Dopo aver classificato i diversi tipi di scorta che possono essere presenti in un'azienda e dopo aver visto come essa viene ripristinata, si procede con la definizione e l'interpretazione di due indicatori di performance che permettono non tanto di monitorare il livello dei magazzini, ma di valutare la virtuosità del loro comportamento.

Si procederà con la definizione e l'analisi dell'Indice di Rotazione e del Livello di Servizio.

2.4.1 Indice di rotazione

L'indice di Rotazione, detto anche turnover, permette di valutare l'efficienza con cui vengono gestite le scorte di magazzino.

Con esso si valuta quante volte in un dato periodo di tempo, solitamente di un anno, il materiale "ruota" o si "rinnova" a magazzino.

Con esso si analizza, quindi, quanto i materiali in magazzino rimangano fermi prima di essere venduti e, quindi, quale periodo di copertura assicura la scorta presente.

Può essere calcolato sia tramite un rapporto tra volumi sia con un rapporto tra valori economici.

Le formule seguenti permettono il calcolo dei due indicatori¹².

$$IR_{volume} = \frac{Q_{uscita}}{Q_{media\ scorta}}$$

$$IR_{valore} = \frac{Fatturato}{Valore_{medio\ scorta}}$$

Con il calcolo dell'indice di rotazione si può capire, codice per codice, con che efficienza viene gestita la scorta.

Per esempio, se un codice ha un consumo di 1000 pz/anno e la sua giacenza media è di 100 pezzi, l'indice di rotazione sarà pari a 10, il che significa che la scorta in magazzino è ruotata 10 volte nel corso dell'anno. Da questo valore si può facilmente dedurre che la scorta a magazzino assicura un periodo di copertura medio pari a $365/10=36,5$ giorni.

Un indice di rotazione basso, per esempio uguale a due, indica che la rotazione completa della scorta a magazzino avviene due volte l'anno e che quindi le quantità immagazzinate sono tali da poter garantire 6 mesi di fabbisogno. Ciò implica molto capitale immobilizzato, una produzione che lavora distaccata dal mercato e con l'ottica di fare stock e la possibile obsolescenza della merce immagazzinata.

¹² Fonte: <https://www.lokad.com/it/definizione-indice-di-rotazione-del-magazzino>

Un indice di rotazione alto solitamente è preferibile, poiché significa che le scorte a magazzino girano spesso, la produzione è più in linea con le richieste del mercato e non si rischia l'obsolescenza della merce.

Infine, un indice di rotazione troppo alto potrebbe nascondere delle problematiche di rottura di stock e dei costi di gestione molto alti dovuti ai numerosi ordini imposti da una alta frequenza di ripristino dei codici.

Il calcolo dell'indice di rotazione può essere fatto codice per codice, per famiglie di codici o per un intero magazzino.

Se calcolato per un intero magazzino, probabilmente caratterizzato da un elevato numero di codici di natura diversa, esso potrebbe non essere adeguatamente significativo, poiché il diverso comportamento dei numerosi articoli potrebbe rendere il valore fuorviante.

Calcolato per famiglie, es. classi di semilavorati o materie prime, rende l'idea di quale sia la politica di approvvigionamento o di produzione dell'azienda nei confronti di una data classe di codici.

Se calcolato per ogni singolo codice, invece, garantisce la massima precisione e permette di valutare attentamente quali sono le dinamiche che possono influire sulle quantità a magazzino di ogni singolo articolo

Se da un lato l'Indice di Rotazione permette di valutare l'efficienza con cui l'azienda gestisce la propria scorta a magazzino, dall'altro può evidenziare articoli o classi di articoli per cui la gestione delle scorte e conseguentemente la gestione della produzione e degli acquisti andrebbe rivista in funzione di un modello che garantisca maggior efficacia e costi minori.

2.4.2 Livello di servizio

Questo indicatore di efficacia serve a misurare in quale misura l'azienda rispetta i termini stabiliti con il cliente sotto molteplici punti di vista.

Esso si esprime in percentuale e valuta l'ammontare dei casi in cui l'azienda ha rispettato gli accordi presi¹³.

Esso può andare a valutare diversi parametri:

- Ordini evasi: è il rapporto tra il numero di ordini evasi nel periodo considerato e l'ammontare degli ordini che dovevano essere evasi in quello stesso periodo.
- Puntualità: è il rapporto tra il numero di ordini evasi in cui l'azienda è stata puntuale e il numero di ordini totali.
- Quantità merce: è il rapporto tra la quantità di merce effettivamente consegnata in un periodo e la merce richiesta nello stesso periodo.

Mediante la valutazione di questi indici è possibile avere una panoramica di come l'azienda sia in grado di rispettare gli accordi presi con i suoi clienti.

2.5 EPEI – Every Part Every Interval

Nota l'imprescindibile relazione tra scorte e modello produttivo, si introduce il concetto di EPEI, che lega le frequenze di produzione, la dimensione dei lotti di produzione, la scorta a magazzino e il livello di servizio.

In generale i processi produttivi caratterizzati da tempi di set-up significativi tendono a lavorare per lotti in modo da suddividere il costo del set-up sul maggior numero di prodotti finiti possibili.

Il numero di set-up che possono essere fatti su un centro di lavoro in un dato periodo determinano la frequenza con cui sarà possibile produrre gli articoli richiesti dal mercato.

¹³ Fonte: <https://www.lokad.com/it/definizione-livello-di-servizio>

Questo periodo prende il nome di intervallo, intervallo EPEI appunto, che indica ogni quanto tempo un articolo può essere prodotto e di conseguenza che livelli di scorte tenerne a magazzino.

Nell'ottica di diminuire il livello di stock in azienda è importante concentrarsi sull'intervallo EPEI: tanto più il valore dell'intervallo scende, tanto più ridotte saranno le scorte a magazzino. Ridurre i giorni di intervallo EPEI significa ridurre la dimensione delle scorte a magazzino. Una elevata frequenza produttiva implica un intervallo EPEI ridotto, che a sua volta implica stock contenuti.

L'intervallo EPEI, quindi, indica una misura sintetica dei lotti medi e della flessibilità produttiva e permette di valutare velocemente ogni quanti giorni lavorativi un dato articolo tornerà ad essere prodotto.

È importante, quindi, saper calcolare l'esatto valore dell'intervallo EPEI di ciascun articolo in funzione delle condizioni al contorno con cui esso viene prodotto, in modo da valutare se e dove sono necessari interventi al fine di rendere più flessibile la produzione, ridurre le scorte e essere più vicini alle necessità del mercato.

2.5.1 Calcolo dell'EPEI

Il calcolo dell'EPEI permette, fissata una certa frequenza di produzione per ogni codice, di analizzare se nel centro di lavoro c'è tempo disponibile a sufficienza per produrre con il ritmo desiderato o se è necessario effettuare delle azioni di riduzione del tempo di set-up.

Per procedere con il calcolo dell'EPEI è innanzitutto fondamentale decidere qual è l'intervallo di calcolo su cui basare l'analisi.

Potrebbe essere espresso in giorni, settimane o mesi, in funzione della tipologia di prodotto e di produzione che caratterizza l'azienda.

Operativamente potrebbe essere definito uguale all'attuale periodo di programmazione, o alla frequenza con cui si consegna ai clienti più importanti.

Inoltre è indispensabile conoscere i parametri operativi del centro di lavoro e dell'ambiente in cui esso opera.

Si devono perciò conoscere:

- Tempi programmati di fermo impianto per pulizie, manutenzioni e pause;
- Tempi ciclo di produzione di tutti i codici lavorati nel centro di lavoro;
- Dati di OEE della macchina;
- Numero di turni lavorati per giorno.

Da questi dati è possibile calcolare e analizzare una serie di tempi che si possono schematizzare con la seguente figura.

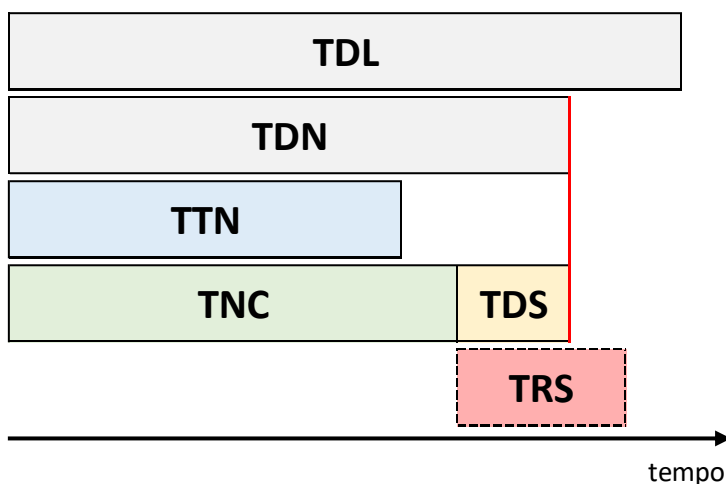


Figura 2-3: Calcolo EPEI

In figura è riportato un confronto grafico tra i seguenti tempi:

- **TDL**: tempo disponibile lordo: tempo totale in cui la macchina è disponibile. Calcolato moltiplicando tra di loro il numero di giorni dell'intervallo di programmazione, il numero di turni per giorno e il numero di ore lavorate per turno;

- TDN: tempo disponibile netto: è il tempo in cui la macchina è effettivamente disponibile per la produzione o per fare set-up. È ottenuto togliendo i tempi di pause, pulizie e manutenzioni dal TDL.
- TTN: tempo totale necessario: è il tempo necessario a produrre il fabbisogno del periodo di programmazione. È calcolato moltiplicando il tempo ciclo di produzione per la quantità necessaria di ogni codice e sommando i risultati di ogni codice.
- TNC: tempo necessario corretto: considera la correzione dei tempi di produzione tenendo conto dell'OEE. Si calcola dividendo il TTN per il valore dell'OEE.
- TDS: tempo disponibile per set-up: è la differenza tra TDN e TNC. Rappresenta la porzione di tempo disponibile della macchina che non è impegnata nella produzione.
- TRS: tempo richiesto per set-up: tempo totale di set-up per produrre tutti gli articoli richiesti dal mercato.

Ciò che è più importante ai fini dell'analisi è confrontare i valori che assumono TDS e TRS, ovvero il tempo disponibile ed il tempo realmente necessario per effettuare set-up.

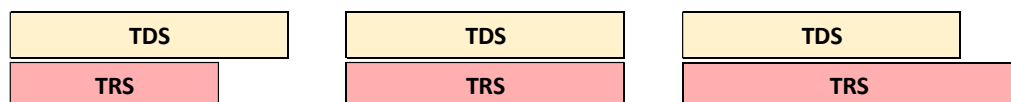


Figura 2-4: Confronto tra TDS e TRS

Dalla figura 2-4 emerge con chiarezza che si possono configurare 3 diverse situazioni.

Nella prima il tempo disponibile per effettuare set-up è ampiamente sufficiente per coprire le necessità di produzione dell'intera gamma, ed avanza ulteriore tempo. In questo modo si potranno seguire con la massima precisione le richieste del mercato, in quanto vi sarà il tempo necessario per effettuare tutti i set-up richiesti.

Nel secondo caso il tempo richiesto e quello disponibile sono uguali, il che comporta che è possibile produrre tutta la gamma richiesta nel periodo, ma non si possono fare ulteriori modifiche al piano di

produzione. Non si potrà, quindi, mettere in conto nessun tipo di variazione sul piano di produzione che contempli più set-up.

Nel terzo, invece, il tempo sufficiente per effettuare set-up non è sufficiente per produrre l'intera gamma: si dovrà procedere con delle attività di riduzione del tempo di set-up in modo da diminuire l'ammontare del tempo necessario per effettuare riattrezzaggi.

Q

Il calcolo dell'EPEI permette, quindi, di valutare se con l'intervallo di produzione ipotizzato per ciascun codice sarà possibile produrre l'intera gamma richiesta dal mercato.

In questo modo si può programmare la produzione in modo da sfruttare al meglio le macchine disponibili con le condizioni al contorno del caso e di rispondere al mercato nel migliore dei modi.

Un esempio operativo di come funzioni la procedura di calcolo è riportato nel capitolo relativo all'implementazione del kanban (vedasi paragrafo 5.1.4).

2.6 Cross Analysis

La gestione delle scorte e le politiche di produzione o approvvigionamento, come precedentemente visto, sono due tematiche molto importanti da considerare.

Non tutti i codici trattati da un'azienda possono essere considerati allo stesso modo.

La Cross Analysis permette, in prima battuta, di identificare il tipo di gestione che risulta più adatto ad una data categoria di codici.

2.6.1 Cross Analysis: consumo – giacenza

La Cross Analysis consumo - giacenza serve a valutare le prestazioni della gestione delle scorte di un'azienda, tenendo anche conto dell'importanza che hanno i codici all'interno della totalità del mix analizzato.

Essa permette di valutare lo stato di “salute” dei magazzini, andando ad analizzare se le politiche di gestione utilizzate fino ad ora sono adatte al tipo di codice o meno.

Questo strumento permette, quindi, di dare una valutazione dello stato attuale dei magazzini e solo successivamente, mediante l'utilizzo della Cross Analysis consumo - frequenza, permetterà di prendere delle decisioni per valutare il miglior metodo di approvvigionamento da utilizzare per ogni categoria di codice.

L'output della cross analysis è costituito da una matrice di tre righe e tre colonne in cui si generano nove quadranti delineati da tre differenti classi di consumo e giacenza in cui vengo classificati i codici in esame.

Le tre colonne della matrice identificano tre diverse classi di consumo dei codici, mentre le tre righe delineano tre diverse categorie di giacenza che caratterizzano gli articoli a stock.

Entrambe le classificazioni sono basate sul principio di Pareto, una legge empirica secondo la quale sono un limitato numero di cause a generare la gran parte degli effetti: nella trattazione in analisi essa si traduce in pochi codici che generano una grande quantità di consumi.

Sulla base di questa legge viene creata la seguente classificazione per le classi di consumo e giacenza:

- *Classi di consumo:*
 - A: codici che generano l'80% dei consumi;
 - B: codici che costituiscono i consumi dall'80 al 95% del totale;
 - C: codici che costituiscono i consumi dal 95 al 100%.
- *Classi di giacenza:*
 - a: codici che generano l'80% della giacenza;
 - b: codici con giacenza che va dall'80 al 95 % del totale
 - c: codici con giacenza che va dal 95 al 100%.

Normalmente, per l'analisi delle classi sopra dettagliate, si utilizza il valore economico degli articoli.

Inoltre, qualora a magazzino fossero presenti dei codici caratterizzati da consumi o giacenze nulle, verrebbero introdotte due ulteriori classi: la "D" di consumo e la "d" di giacenza: a questo punto la matrice risulterebbe di 4 righe e 4 colonne.

La tabella 2-2 rappresenta l'output della cross analysis.

Tabella 2-2: Cross Analysis consumo giacenza

		Consumo [C]		
		A C ≤ 80%	B 80% < C ≤ 95%	C C > 95%
Giacenza [G]	a G ≤ 80%	Corretta gestione	Scorta elevata	Scorta elevata
	b 80% < G ≤ 95%	Rischio di stock-out	Corretta gestione	Scorta elevata
	c G > 95%	Rischio di stock-out	Rischio di stock-out	Corretta gestione

Si vedono con chiarezza le due classificazioni in categorie di consumo e giacenza e le nove zone delimitate dal loro incrocio.

In ognuna di esse ricadono codici con diverse caratteristiche e diversi metodi di gestione.

I codici che ricadono nella diagonale sono caratterizzati da una corretta politica di gestione, quelli identificati in azzurro da una sovrabbondanza di scorta e quelli colorati di giallo da una politica che ne causa una scarsità di scorta ed il conseguente pericolo di stock-out.

In dettaglio, i codici delle zone Ba, Ca e Cb sono codici che hanno elevate giacenze in magazzino a fronte di consumi modesti. Per questi sarebbe necessario diminuire il volume di stock e valutare delle strategie commerciali per incentivarne la vendita.

I codici delle zone Ab, Ac e Bc, invece, sembrano quelli caratterizzati da una miglior gestione, dato il loro basso volume di stock, quando invece la scarsità di scorta può portare a situazioni di stock-out con un relativo

abbassamento del livello di servizio e conseguente perdita a livello di immagine aziendale.

Identificate le caratteristiche dei codici che compongono il magazzino dell'azienda, risulta necessario stabilire quali sono i migliori metodi di produzione e/o approvvigionamento per ciascuno.

Ciò è possibile con la cross analysis consumo frequenza.

2.6.2 Cross Analysis: consumo – frequenza

Al contrario del precedente, questo strumento non consente solo di effettuare un'analisi dello stato attuale dei magazzini, ma permette di prendere delle decisioni operative riguardanti le politiche di produzione e/o approvvigionamento di ogni codice basandosi sulle specifiche caratteristiche di vendita.

La cross analysis consumo frequenza, difatti, permette di valutare appunto la frequenza con cui il mercato richiede un dato codice, oltre ai volumi desiderati, e quindi di identificare il modello produttivo che più si adatta alle richieste del mercato per ogni classe di codici.

L'output dell'analisi è molto simile al precedente, con la differenza che la classe di giacenza è sostituita con quella di frequenza, così determinata:

- X: consumi costanti;
- Y: consumi volatili;
- Z: consumi sporadici.

I valori di X, Y e Z sono determinati dal coefficiente di variazione così definito:

$$v_d = \frac{\sigma_d}{D}$$

dove σ_d è la deviazione standard e D è la domanda media.

σ_d e D sono così calcolate:

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{(D - D_1)^2 + (D - D_2)^2 + \dots + (D - D_n)^2}{n - 1}}$$

$$D = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_n}{n}$$

In letteratura vengono proposti diversi valori del coefficiente di variazione che possono essere associati alle classi di frequenza x,y e z.

Uno dei modelli più utilizzati associa i seguenti valori alle tre classi di frequenza:

- X: $\mathcal{V}_d \leq 0,2$
- Y: $0,2 < \mathcal{V}_d \leq 0,6$
- Z: $\mathcal{V}_d > 0,6$

Un altro modello identifica i valori che delineano i tre intervalli in 0,5 e 1¹⁴.

Una volta classificati gli articoli con i sopra discussi parametri, la matrice risultante sarà la seguente.

Tabella 2-3: Cross Analysis consumo frequenza

		Consumo [C]		
		A C ≤ 80%	B 80% < C ≤ 95%	C C > 95%
Frequenza	X Consumi costanti	Adatto per il JIT	→	← Previsione basata su dati storici
	Y Consumi volatili	↓ ↑		↓ ↑
	Z Consumi Sporadici	Su fabbisogni reali	→	← Eliminazione articoli

Si identificano quattro principali politiche di produzione in base alla tipologia di articoli considerati.

¹⁴ Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial Company, B. Scholz-Reiter, J. Heger, C. Meinecke, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 61 No. 4, 2012

Gli articoli altorotanti con elevati volumi (classe AX) sono i candidati ideali per l'utilizzo del JIT, in particolar con strumenti come il kanban e un'attenta programmazione mediante heijunka.

Essendo articoli caratterizzati da elevati volumi di vendita si diminuiranno notevolmente le scorte e, grazie all'utilizzo del kanban, la produzione sarà tirata dal mercato. Le stesse considerazioni si possono fare per gli articoli che cadono per poco nelle zone BX e AY.

Per i codici che vengono venduti in grandi quantità con frequenza bassissime (classe AZ) la politica più conveniente è quella di produrre a fabbisogno non appena si riceve l'ordine. In questo modo non è necessario tenere a magazzino i notevoli volumi di prodotti finiti che sarebbero necessari per assicurare un sufficiente livello di servizio ai clienti. Inoltre, dato che solitamente queste richieste vengono avanzate da pochi clienti di grandi dimensioni non è difficile ipotizzare che essi possano essere in grado di effettuare l'ordine con generoso anticipo, in modo da poter pianificare adeguatamente la produzione e servire le necessità del mercato con massima efficacia ed efficienza.

Per i codici con elevata frequenza di vendita e consumi bassi (classe CX) la politica più conveniente è quella di tenere in magazzino uno stock basato sullo storico delle vendite. Essendo i volumi in gioco relativamente bassi, il valore dello stock da tenere a magazzino non sarà molto elevato, e l'elevata frequenza di vendita farà sì che non vi sia rischio di obsolescenza o di vedere la merce ferma a magazzino per lunghi periodi.

I codici che invece sono caratterizzati bassissimi volumi e risultano venduti in modo del tutto sporadico (classe CZ) sono i candidati per l'eliminazione. Potrebbero essere articoli per i quali è stata inserito un successore a catalogo, oppure articoli che il mercato non richiede e quindi non hanno più senso di rimanere in produzione.

Per tutte le situazioni "intermedie" comprese tra le classi appena identificate bisognerà fare delle considerazioni ad hoc analizzando ogni

singolo articolo. Si andrà a valutare a quali delle classi limitrofe il codice si avvicina di più in modo da utilizzare il modello produttivo più corretto.

Si noti come, a differenza della precedente, la cross analysis consumo frequenza sia di fatto di supporto alle decisioni e permetta di scegliere che modello produttivo utilizzare analizzando come il mercato effettivamente richiede i prodotti considerati.

3 Kanban

Come già anticipato durante la trattazione riguardante la Lean Production, il kanban è uno degli strumenti più importanti ed efficaci per implementare in azienda le logiche e le filosofie del TPS.

In questo capitolo se ne spiega l'utilità, se ne fornisce una classificazione basata sui contesti applicativi e si analizzano infine degli strumenti che permettono di utilizzarlo in azienda.

3.1 Cos'è il Kanban

“Kanban” è una parola giapponese composta da “Kan”, che significa “visuale”, e “Ban”, che significa “segnale”.

Tale denominazione rappresenta appieno l'operatività del sistema: il kanban è un cartellino che fornisce un'indicazione visiva riguardante il materiale che rappresenta e che viene utilizzato per segnalare la necessità di produrre un certo articolo.

L'immagine seguente fornisce un esempio di cartellino kanban.

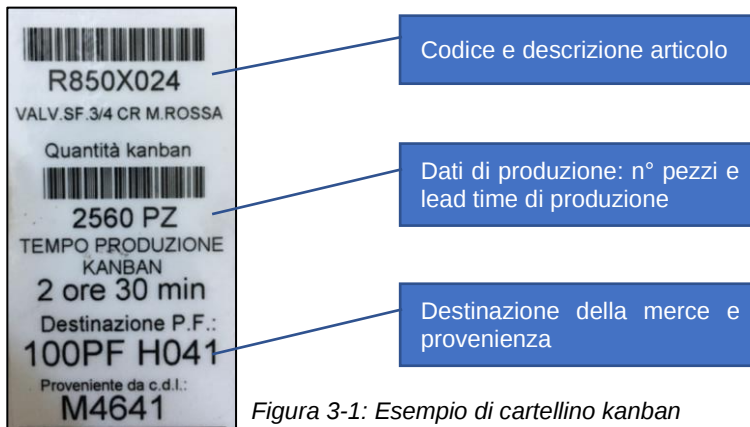


Figura 3-1: Esempio di cartellino kanban

È lo strumento del TPS che, grazie all'utilizzo di un cartellino associato alla merce permette di gestire la produzione in maniera guidata dalle richieste del mercato.

Il cartellino kanban può contenere diverse informazioni: alcune variano da azienda ad azienda, mentre altre sono presenti su tutti i cartellini.

Ciò che nel cartellino kanban non può mancare sono le seguenti indicazioni:

- Codice Articolo: ogni kanban è associato ad un dato articolo ed è importante che sia facile ed intuitivo associare un cartellino al corrispondente codice. Per tale motivo, molto spesso, si integra il codice articolo con la relativa descrizione.
- Quantità: ogni cartellino kanban è associato ad una data quantità di articoli. Esso regola la movimentazione e la produzione di quella data quantità.
- Tempo ciclo: indica il tempo ciclo di produzione dell'articolo relativo al cartellino.
- Lead time produzione: nel cartellino è presente un'indicazione circa il tempo necessario alla produzione dell'intera quantità di articoli indicati. Esso risulta di primaria importanza per la pianificazione della produzione.

- Reparto o centro di lavoro di produzione: ogni cartellino kanban riporta indicazioni riguardanti il reparto o il centro di lavoro in cui i prodotti vengono realizzati.
- Destinazione: identifica il magazzino in cui andrà stoccata la merce relativa ad un dato kanban, indicando se necessario l'esatta ubicazione della merce all'interno del magazzino.

Lo scopo del kanban è quello di tirare la produzione in base alle richieste del mercato.

È un segnale che autorizza la produzione o l'acquisto di un certo numero di componenti a seguito dell'utilizzo degli stessi da parte di una fase a valle.

Quando il volume di componenti rappresentato dal cartellino viene consumato, esso viene spostato in una zona dove, mediante uno strumento opportuno che verrà analizzato in seguito, si indica la necessità di ripristinare la quantità di componenti utilizzati.

Oltre a stabilire il momento in cui produrre, e quindi a regolamentare il flusso, esso indica anche l'esatta quantità da produrre di quel dato articolo, in quanto dichiarata sul cartellino e non soggetta a nessun'altra variazione.

Sono proprio la semplicità e l'economicità del metodo che hanno favorito la sua grande diffusione e che continuano tutt'oggi a renderlo uno strumento estremamente efficace e molto scelto dalle aziende.

Nonostante ve ne sia anche una sua versione digitale, è quella fisica la più scelta, in particolare all'inizio, in quanto consente di ridurre a zero gli investimenti in tecnologie informatiche, permette di poter seguire fisicamente il flusso ed il materiale e consente di identificare dove risiedono i problemi ed i limiti del processo.

Il cartellino kanban viene assegnato ad un numero di componenti che varia molto in base al tipo di articolo, al tipo di movimentazione che lo caratterizza e in base al tipo di cartellino, in base alla classificazione che si vedrà in seguito.

3.2 Classificazione kanban

In base allo scopo per cui viene introdotto l'utilizzo del kanban e al luogo in cui esso viene utilizzato, si possono distinguere diverse tipologie di kanban.

Secondo Yasuhiro Monden¹⁵ si possono identificare 5 tipologie di kanban divise in base al compito che svolgono. Esse sono:

- Primary kanban: è il classico cartellino kanban che si muove all'interno dei reparti produttivi dell'azienda. Ne vengono identificati due tipi in base alla funzione che svolgono:
 - Kanban di produzione: avvia la produzione dell'articolo in oggetto;
 - Kanban di prelievo: autorizza il rifornimento di un dato articolo verso i reparti produttivi nella quantità indicata dal cartellino;
- Supply kanban: sono cartellini che si muovono tra le linee di produzione e i magazzini, che possono anche essere esterni a quelli dell'azienda;
- Procurement kanban: vengono utilizzati dalle aziende per gestire gli ordini presso alcuni dei loro fornitori;
- Subcontract kanban: sono cartellini creati appositamente per viaggiare all'esterno dell'azienda;
- Auxiliary kanban: sono usati per particolari applicazioni.

Oltre alle diverse tipologie di kanban, si definiscono anche diverse modalità di funzionamento del sistema, che variano in base al contesto di utilizzo.

- Kanban classico: è la tipologia più utilizzata. Esso prevede per un determinato componente uno specifico numero di contenitori con una quantità di pezzi predefinita e ad ogni contenitore è associato

¹⁵ Monden, Y. (2012). Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time. 4th Edition. CRC Press, Taylor and Francis Group, New York, USA.

un kanban per il ripristino. Quando un contenitore viene svuotato il kanban ad esso associato vale come ordine di ripristino per il fornitore;

- Double bin: in assoluto è il modo più semplice per applicare la metodologia del kanban. Prevede l'utilizzo di due contenitori che svolgono la funzione di kanban. Quando viene esaurito il materiale contenuto in uno dei due contenitori si avvia la produzione necessaria a ripristinarne il contenuto, finché il secondo copre le richieste del componente durante il periodo di ripristino dell'altro contenitore;
- Signal kanban: viene utilizzato per sfruttare la metodologia del punto di riordino. Spesso si utilizza quando il lotto di produzione del fornitore ha una dimensione molto maggiore rispetto ai consumi del cliente. Il cartellino viene affisso solo sull'articolo che coincide con la quantità a cui si desidera effettuare l'ordine di produzione. Il materiale viene impilato posizionando i vari contenitori uno sopra all'altro. Man mano che si utilizza il materiale si prelevano contenitori dalla cima della pila e quando si raggiunge quello a cui è associato il cartellino si effettua l'ordine di ripristino;
- Kanban batch: Il kanban batch è utilizzato nei sistemi produttivi dove il lotto di produzione del fornitore (o del cliente interno all'azienda) è di dimensione molto maggiore rispetto ai consumi del cliente. Il batch kanban è strutturato come il kanban normale, con la sola differenza che prima di produrre o effettuare un ordine di acquisto si attende l'accumulo di un certo quantitativo di cartellini per quel codice. Si utilizza il tabellone kanban, che verrà illustrato nei prossimi paragrafi, per valutare l'accumulo di cartellini.

Terminata la classificazione delle diverse tipologie di utilizzo e modalità d'impiego del kanban, si continua la trattazione illustrandone il processo di dimensionamento.

3.3 Dimensionamento

Capito il funzionamento del sistema e le varie situazioni in cui esso può essere utilizzato, non resta che procedere con il calcolo del numero di cartellini necessari per far funzionare il sistema.

Per effettuare il dimensionamento, Toyota, si avvale della seguente formula:

$$K = \frac{D * L * (1 + \beta)}{Q}$$

dove:

- D: domanda media nell'unità di tempo;
- L: lead time necessario a ripristinare i pezzi prelevati;
- Q: numero di pezzi rappresentati dal cartellino;
- β : fattore di sicurezza. Molti testi consigliano un valore pari a 0,1.

La formula in analisi evidenzia una dipendenza dalla domanda di mercato. Il sistema a kanban si autoregola nel caso le variazioni di domanda siano abbastanza modeste, ma in presenza di fluttuazioni più importanti sarà necessario ridurre o aumentare il numero di cartellini.

Il numero di cartellini esistenti per un dato codice vanno a influire direttamente sulla quantità di merce a scorta in magazzino: l'obiettivo del metodo è quello di cercare di ridurre il più possibile il numero di cartellini, cercando di migliorare il processo (tempo di produzione, set-up, attese, trasporto) e di conseguenza abbassare il valore di L.

Per il corretto funzionamento del sistema, infine, Toyota dichiara che vi sono almeno questi 6 principi da seguire¹⁶:

- I cartellini si muovono in senso opposto rispetto ai materiali nel processo. I cartellini prevedono che la fase a valle avvii la produzione della fase a monte, mentre il materiale prodotto s

¹⁶ Ohno, T., 1988, Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, Portland, Oregon

sposterà dalla fase a monte alla fase a valle. Ciò permette di mantenere tirata la produzione.

- Il processo a monte deve produrre solo le quantità richieste dalla fase a valle, nei giusti tempi e nel corretto ordine richiesto.
- Non vi deve essere materiale spostato tra le fasi senza il cartellino kanban di riferimento.
- Non lasciare alcun materiale fermo senza il relativo cartellino kanban al fine di non creare confusione ed il rischio di errore.
- Effettuare il controllo qualità a monte e non lasciare che prodotti difettosi percorrano il processo e generino quindi uno spreco di risorse.
- Porsi sempre l'obiettivo di ridurre il numero di cartellini in modo da aumentare la reattività del sistema.

3.4 Tabellone kanban

Come visto nel paragrafo riguardante la classificazione kanban, non sempre quando la merce relativa ad un cartellino consumato viene subito riprodotta, ma spesso si aspetta di accumulare un numero maggiore di cartellini per avviare la produzione (kanban batch).

Questo avviene quando il lotto di produzione o di ripristino da fornitore ha dimensione molto maggiore rispetto alle quantità dei cartellini.

Potrebbe essere estremamente costoso produrre un codice per la sola quantità riportata in un cartellino per via dei costi di set-up, che possono invece essere suddivisi su più prodotti se si producono più cartellini assieme.

Per monitorare il numero di cartellini accumulati e stabilire se e quando iniziare la produzione di un dato codice si utilizza il tabellone kanban.



Figura 3-2: Esempio di tabellone kanban

Dall'immagine sopra, rappresentante un esempio di tabellone kanban, si vede come il tabellone sia formato da una griglia in cui è presente una colonna per ogni articolo lavorato dal centro di lavoro in oggetto e diversi spazi in cui è possibile appendere i cartellini kanban.

La sua logica di funzionamento è abbastanza semplice e intuitiva: mano a mano che si consumano gli articoli relativi ad un cartellino kanban esso viene appeso, partendo dall'alto, nella relativa colonna.

Così facendo, man mano che si consuma la merce, aumenterà il numero di cartellini contenuti nella colonna di ciascun codice.

Per valutare la situazione della scorta, dei componenti utilizzati e la convenienza di produrre o meno un articolo, si identificano gli slot disponibili per i cartellini con dei colori.

I primi della colonna saranno verdi, i successivi gialli ed infine, gli ultimi, saranno rossi.

Finché i cartellini appesi nel tabellone sono nella zona verde non c'è da preoccuparsi: a magazzino è presente una scorta che si avvicina al

massimo stabilito per quel codice. L'inizio della zona gialla rappresenta la quantità relativa al lotto minimo di produzione. Quando si appende il primo cartellino nella zona gialla, però, non si è necessariamente obbligati a produrre, in quanto a magazzino vi è ancora presente una discreta quantità di materiale e si può dare la priorità di produzione ad altri codici con scorte più basse. Se invece non vi fossero altri codici con carenza di scorte a magazzino si potrebbe tranquillamente produrre l'articolo per cui si è appena entrati in zona gialla.

La zona rossa indica un livello di scorta molto basso a magazzino: i codici in zona rossa hanno la massima priorità di produzione e devono essere prodotti al più presto.

Per evidenziare la suddivisione delle zone colorate, nell'immagine sopra sono state sottolineate le zone verdi, gialle e rosse per la colonna relativa un articolo.

Si vedrà un'applicazione pratica dell'utilizzo del tabellone kanban nella parte relativa alla sua implementazione in azienda.

3.5 Kanban elettronico

Il kanban elettronico venne introdotto da Toyota per sopperire alle problematiche del kanban fisico.

Il limite principale del kanban fisico è rappresentato dal rischio di smarrire il cartellino, in particolar modo quando esso esce dall'azienda per essere ripristinato dal fornitore.

Con il kanban elettronico è sufficiente che una volta consumata la quantità relativa ad un cartellino l'operatore spari il codice a barre del kanban per aprire un ordine di produzione o di acquisto.

Quando il nuovo materiale sarà pronto per ripristinare i consumi verrà associato ad un nuovo cartellino che sarà appiccicato sul nuovo imballo contenente la merce.

La medesima procedura può essere utile anche quando il cartellino non esce per forza dai confini dell'azienda, ma richiederebbe grandi spostamenti all'interno di essa.

Per poter instaurare il sistema di kanban elettronico con un fornitore, però, è necessario un'importante integrazione dei sistemi informatici delle due aziende, in modo che venga ridotto al minimo il margine d'errore dovuto dall'intervento umano, e che la procedura rimanga snella, semplice e veloce, proprio come accade con il cartellino tradizionale.

Di seguito si elencano i principali vantaggi del kanban elettronico:

- Eliminazione dei tempi necessari per il trasferimento delle informazioni, in particolar modo con fornitori esterni e lontani dall'azienda;
- Possibilità di scambiare molte informazioni e di avere feedback in tempo reale da fornitori e clienti;
- Eliminazione della possibilità di perdere il cartellino durante i trasferimenti;
- Possibilità di tracciare movimenti e posizione dei cartellini, permettendo di valutare la bontà e l'efficacia della gestione del sistema;
- Possibilità di automatizzare le operazioni ripetitive come la creazione degli ordini ed il carico delle bolle;
- Repentino aggiornamento dei dati relativi al dimensionamento del kanban.

I vantaggi del sistema sono indubbiamente molti e possono rendere la gestione a kanban ancora più efficiente e redditizia.

Nonostante ciò, però, è importante sottolineare che il kanban elettronico può essere un ottimo strumento solo dopo aver avviato e rodato l'intero sistema con il metodo "fisico".

Introdurre il kanban in azienda non significa solo stampare i cartellini ed avviarne la gestione, ma significa anche cambiare mentalità, produrre in

modo diverso, assicurarsi che i suoi vantaggi siano chiari a tutti e che nessuno si opponga al sistema.

Inoltre, come con tutti gli strumenti Lean, continuando a perseguirne gli obiettivi è più facile che vengano a galla i problemi e limiti dell'attuale gestione.

Per queste ragioni è importante cominciare ad utilizzare il kanban come cartellino fisico, piuttosto che come strumento informatico.

Permette a tutti di vedere come funziona, che percorso segue in azienda, quali benefici porta e soprattutto di valutare i problemi, i rallentamenti ed i cambiamenti in atto potendo “toccare con mano” la situazione.

4 L'azienda: Giacomini S.p.A.

L'obiettivo di questo capitolo è quello di presentare l'azienda in cui è stato svolto il lavoro oggetto di questa tesi.

Si partirà raccontandone la storia, verranno poi introdotti i loro prodotti e mercati serviti e infine si analizzeranno i motivi per cui l'azienda ha scelto di avviare il progetto e quali sono i risultati attesi.

4.1 Storia

La storia di Giacomini comincia nel 1951 a San Maurizio d'Opaglio, in provincia di Novara, quando il fondatore comincia a produrre piccoli componenti in ottone servendosi di un tornio.

Pochi anni più tardi si trasferirà in un nuovo stabilimento, sempre a San Maurizio d'Opaglio: da qui prende il via un progressivo percorso di crescita, trainato dallo sviluppo di prodotti e sistemi innovativi e dall'innata propensione a commercializzarli oltre i confini nazionali.

Dopo i primi anni di attività, nel 1961 nasce la prima filiale estera con sede in Germania, ai tempi il paese europeo tecnologicamente e qualitativamente più avanzato. Nel 1968 diventa la prima azienda nel settore ad avere un laboratorio per il controllo di qualità della produzione, la ricerca sulle innovazioni e la verifica funzionale dei prodotti.

Negli anni settanta la stamperia di Castelnuovo del Garda, in provincia di Verona, entra nel gruppo Giacomini dando vita all'inizio di un processo di integrazione verticale.

Successivamente, nel 1974, l'azienda diventa una società per azioni. Sono gli anni in cui si compie un'altra importante svolta: da azienda produttrice di singoli componenti, Giacomini inizia a proporsi come fornitori di sistemi integrati.

Negli anni ottanta, grazie all'innovativa linea di valvole termostatiche lanciata sul mercato, l'azienda diventerà famosa e riconosciuta nel suo settore.

Nei primi anni Novanta prende il via l'innovativo progetto Giacomini Consulting con il quale l'azienda offre un servizio di formazione specializzata a grossisti e installatori, effettua assistenza alla progettazione di impianti mediante consulenti tecnici dedicati e specifici pacchetti software.

Nel 1994, nell'area industriale di San Maurizio d'Opaglio, nasce la "divisione materie plastiche" per la produzione di tubazioni e componenti in tecnopolimero.

Oggi l'azienda è tra i leader mondiali nella produzione di componenti e sistemi per la distribuzione del riscaldamento, condizionamento e acqua sanitaria per impiego nel settore residenziale, terziario e industriale.

La sua espansione si deve anche all'apertura di nuove filiali e uffici commerciali in tutto il mondo, oltre che dalla definizione di strategiche partnership: Brasile, Thailandia, Canada, India, Turchia sono gli esempi più recenti.

L'azienda è cresciuta fino ad oggi con delle solide basi etiche su cui ha costruito la sua strategia.

L'attenzione per il cliente è sempre stata cruciale per Giacomini. L'azienda cerca di mettersi nei suoi panni per fornire lui i migliori servizi, prodotti e assistenza possibili.

Il prodotto, perciò, è al centro dell'attenzione dell'azienda, perché permette di soddisfare al meglio il cliente e di dare lui ciò che necessita.

Per questo motivo, lo stabilimento di produzione è il cuore dell'azienda, dove si lavora con preparazione, impegno e passione sviluppando nuove tecnologie e cercando di prevenire i bisogni del mercato.

Infine, le persone sono considerate la risorsa più importante dell'azienda: è il valore aggiunto da loro apportato a fare la differenza tra la mediocrità e l'eccellenza.

4.2 Prodotti

La produzione di Giacomini è incentrata su prodotti che permettono di utilizzare l'acqua e trasportare gas per fornire servizi utili e benessere alle persone.

Il catalogo dell'azienda spazia da prodotti per la casa, l'ufficio, le fabbriche e i luoghi pubblici in cui sia presente acqua.

La produzione dell'azienda si articola principalmente in sei settori.

1. Energy management: si tratta di prodotti legati alla gestione e alla misurazione dell'utilizzo dell'acqua.

Spazia da contatori interni e centralizzati a sistemi per la creazione e monitoraggio di linee di distribuzione.

2. Radiant systems: l'irraggiamento è il principio fisico più naturale per la trasmissione del calore, ed è per questo che Giacomini da sempre lo utilizza, progettando e producendo ogni singolo componente in autonomia.

L'azienda produce diversi sistemi radianti, sia da pavimento sia da pareti, adatti a tutti i materiali da costruzione più comuni.

3. Water management: si tratta di componenti per la distribuzione di acqua ad uso idrico-sanitari. Tutti i componenti che compongono le linee di distribuzioni sono certificati anche a livello internazionale e sono ideati per essere semplici da utilizzare ed efficienti.

4. Gas distribution: prodotti sviluppati per la distribuzione performante e sicura di gas negli edifici.

5. Renewable sources: l'azienda nasce con l'acqua, elemento simbolo della vita. Per questo motivo è da sempre attenta all'ambiente e ha sviluppato una gamma di prodotti, componenti e sistemi ad hoc per il settore delle energie rinnovabili. Ne fanno parte i sistemi a pompa di calore idroniche, sistemi per gli impianti solari termici e componenti per gli impianti a biomassa.
6. Fire Protection: da sempre l'azienda padroneggia l'acqua, per cui da oltre quarant'anni produce componentistica specializzata e di altissima performance per il settore professionale. I suoi impianti sono utilizzati in tutto il mondo da contractors specializzati nell'impiantistica antincendio per garantire impianti a regola d'arte, tempi di installazione ridotti e soluzioni tecniche innovative. Impianti antincendio con i componenti Giacomini sono presenti in tutto il mondo in aeroporti civili, hotels, ospedali, grattacieli, centri commerciali e, in generale, ovunque ci siano grandi investimenti civili ed industriali.

Oltre alla vendita a catalogo, l'azienda è specializzata anche nella realizzazione di impianti su commessa per i più ambiziosi progetti a livello mondiale.

I sistemi di water management e fire protection della Socar Tower (Azerbaijan) sono un esempio di uno dei tanti progetti sviluppati per un edificio che della tecnologia costruttiva all'avanguardia ha fatto il suo punto di forza.

Anche nella famosa torre "The Shard" di Londra l'intero sistema radiante è stato fornito da Giacomini, inserendo così i suoi componenti in un impianto progettato ad hoc per il grattacielo più alto d'Europa.

Sono circa una decina, in tutto, le installazioni più rilevanti e importanti dal punto di vista della performance tecnica realizzate negli edifici più all'avanguardia del mondo.

4.3 Oggetto del progetto

Il progetto di implementazione della filiera logistico produttiva snella eseguito in azienda nasce dalla volontà di iniziare una trasformazione in ottica lean production in modo da assicurare qualità e servizio al cliente finale, ottimizzando i processi aziendali e i costi di processo e magazzino. Il focus del progetto, ovviamente, non si può estendere a tutta l'azienda fin da subito, data la vastità e la complessità dei prodotti offerti, e quindi si è scelto di iniziare questo percorso di trasformazione con una specifica famiglia di prodotti, quella delle valvole a sfera da $\frac{3}{4}$ di pollice.

Il progetto ha come obiettivi l'innalzamento dell'efficienza produttiva, l'utilizzo razionale dei fattori produttivi e garantire un adeguato livello di servizio al cliente. Il tutto mediante la trasformazione della fabbrica in una "fabbrica lean" e migliorando i processi di supply chain orientati al mercato e nel rispetto dei vincoli economici e finanziari.

La famiglia di prodotto considerata è formata da circa 200 articoli caratterizzati da diverse prestazioni, finiture e mercati di riferimento.

La loro produzione avviene nel centro di lavoro M4641, dedicato appunto alla realizzazione delle valvole a sfera da $\frac{3}{4}$ di pollice.

Le immagini seguenti mostrano alcuni prodotti facenti parte della famiglia di codici del progetto.



Figura 4-1: Due esempi di prodotti facenti parte della famiglia delle valvole a sfera da $\frac{3}{4}$ '

La tipologia di prodotto in analisi è caratterizzata da articoli molto diversi tra loro: ve ne sono alcuni richiesti da un numero molto rilevante di clienti e con frequenza giornaliera, mentre altri sono dedicati a pochissimi clienti e venduti in poche occasioni all'anno.

Lo stesso prodotto, inoltre, può essere venduto a marchio Giacomini, ma anche personalizzato con il logo del cliente o secondo particolari esigenze di specifiche normative estere.

Infine, vi sono alcuni codici prodotti solo ed esclusivamente per un cliente con delle particolari specifiche e finiture, per i quali vi sono sostanziali differenze già a partire dalla produzione dei semilavorati, e non solo in fase di finitura.

Il ciclo di produzione è caratterizzato da un elevato livello di automazione: il processo di assemblaggio avviene utilizzando una macchina automatica formata da una serie di stazioni automatizzate in serie che garantiscono una cadenza produttiva costante nel tempo, alla valle della quale si procede con un'operazione di imballaggio manuale.

Saranno il centro di lavoro M4641 ed i codici da esso lavorati il focus del progetto: tutte le considerazioni fatte in questo elaborato si riferiscono, quindi, ai prodotti assemblati in questa specifica macchina.

4.4 Obiettivi del progetto

L'obiettivo principale del progetto è quello di fornire il mercato garantendo un elevato livello di servizio per il cliente nel modo più efficace possibile prestando attenzione all'aumento di efficienza interna e riducendo al minimo necessario il costo delle scorte a magazzino.

Per perseguire tali obiettivi si è dato via ad un processo di Lean Transformation grazie al quale, utilizzando tecniche e strumenti della Lean Production, ci si è focalizzati sul fornire il massimo valore per il cliente contenendo sprechi e spese inutili.

Per riuscire nel progetto è importante analizzare attentamente la situazione iniziale con occhio critico, valutare i miglioramenti che si possono mettere in pratica ed infine porsi obiettivi ambiziosi, ma tangibili.

Per valutare la situazione iniziale in cui si trovava l'azienda prima di dar via al progetto si è scelto di analizzare una serie di indicatori tipici in queste situazioni, che servono a valutare le dimensioni delle scorte a magazzino e a valutare il livello di servizio che l'azienda offre al cliente. Per valutare la situazione delle scorte si è deciso di calcolare, per i codici in analisi durante il progetto, il valore dello stock a magazzino al momento dell'inizio del progetto ed i giorni di copertura che tale scorta garantiva all'azienda.

Per quanto riguarda il livello di servizio offerto dall'azienda, invece, bisogna fare una precisazione.

Dal momento che gli ordini cliente non comprendono solo i codici lavorati nel centro di lavoro M4641, non è possibile valutare la disponibilità dei prodotti finiti analizzando semplicemente il livello di servizio sugli ordini cliente, ma bisogna utilizzare un metodo che permetta di analizzare solo le prestazioni dei codici in oggetto.

Spesso accade infatti che, anche se un codice lavorato sulla M4641 è disponibile, l'ordine non venga evaso per mancanza di altri codici: così facendo, però, ne risente anche il livello di servizio dei codici che invece erano disponibili a magazzino.

In ottica aziendale questo non conta, in quanto si deve valutare la soddisfazione del cliente in generale, ma per il progetto questa distinzione è di rilevante importanza. È necessario capire quanto il lavoro svolta abbia migliorato la disponibilità dei prodotti finiti a magazzino lavorati nel centro di lavoro in esame.

Per far ciò si è scelto di utilizzare l'indice di disponibilità.

Esso si basa sull'analisi degli ordini clienti e delle disponibilità a magazzino dei codici in esame.

Confronta le quantità richieste dai clienti con le giacenze a magazzino dei relativi codici e misura la quota parte degli ordini che può essere evasa grazie alla produzione del solo centro di lavoro M4641.

In questo modo è possibile valutare la prestazione del centro di lavoro in maniera precisa, senza che il dato venga falsato dagli altri articoli che compongono l'ordine cliente.

La situazione iniziale delle misure sopra descritte all'inizio del progetto era la seguente:

Tabella 4-1: Dati inizio progetto

	START
Valore mag. PF	400.822 €
Valore mag. SL	132.222 €
Valore mag. TOT	533.044 €
Giorni copertura PF	53
Giorni copertura SL	45
Indice disponibilità M4641	74%

dove si possono identificare le informazioni relative al valore dei magazzini, i giorni di copertura assicurati da tale stock e l'indice di disponibilità dei prodotti lavorati dalla M4641 prima dell'inizio del progetto.

Sulla base di questi dati sono stati valutati gli obiettivi del progetto.

Dato che il magazzino prodotti finiti era quello che generava la maggior parte dei costi di stock, si è deciso di pianificarne una forte riduzione mediante l'obiettivo di ridurne il valore del 40%.

Per quanto riguarda il magazzino semilavorati, invece, si è deciso per una riduzione del suo valore di solo il 5%. Questo è frutto del fatto che capitava abbastanza spesso che la produzione fosse costretta ad interrompere le sue attività per mancanza di semilavorati: per questa ragione si è sì deciso di ridurre la scorta a magazzino, ma ci si è concentrati principalmente sul fare in modo che non vi fossero più mancanti su tutti gli articoli interessati dal progetto.

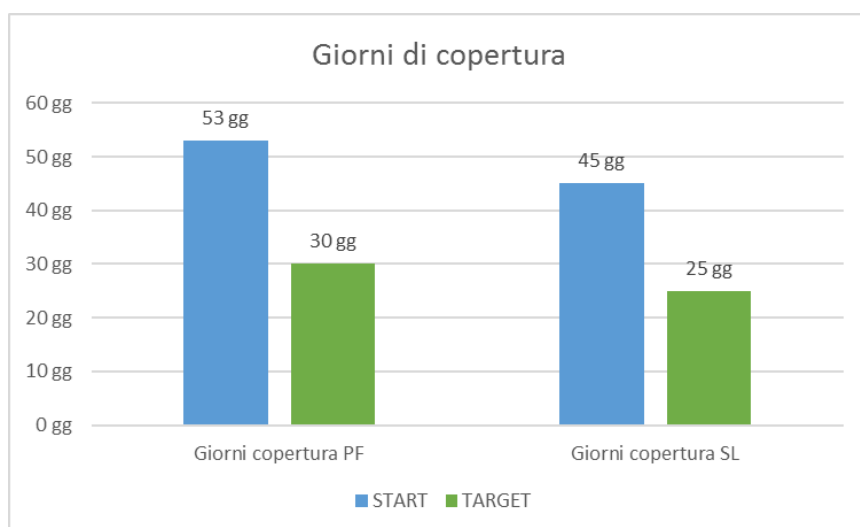
Grazie all'utilizzo del kanban, infatti, la produzione di semilavorati è direttamente tirata dalle necessità del mercato, con la conseguenza che si pianifica la produzione in base alle vere richieste del cliente e quindi è molto più difficile che vengano a mancare i componenti a magazzino. Procedendo, è stato definito come target quello di scendere a 30 giorni di copertura per quanto riguarda i prodotti finiti e 25 per i semilavorati. Infine, è stato identificato nel 90% il target per l'indice di disponibilità dei codici in esame.

Il confronto tra gli attuali valori ed i valori target è espresso dalla seguente tabella:

Tabella 4-2: Dati di inizio progetto e valori target

	START	TARGET
Valore mag. PF	400.822 €	240.493 €
Valore mag. SL	132.222 €	125.611 €
Valore mag. TOT	533.044 €	366.104 €
Giorni copertura PF	53 gg	30 gg
Giorni copertura SL	45 gg	25 gg
Indice disponibilità M4641	74%	90%

Una più chiara rappresentazione degli scostamenti tra i valori è espressa mediante i seguenti grafici.



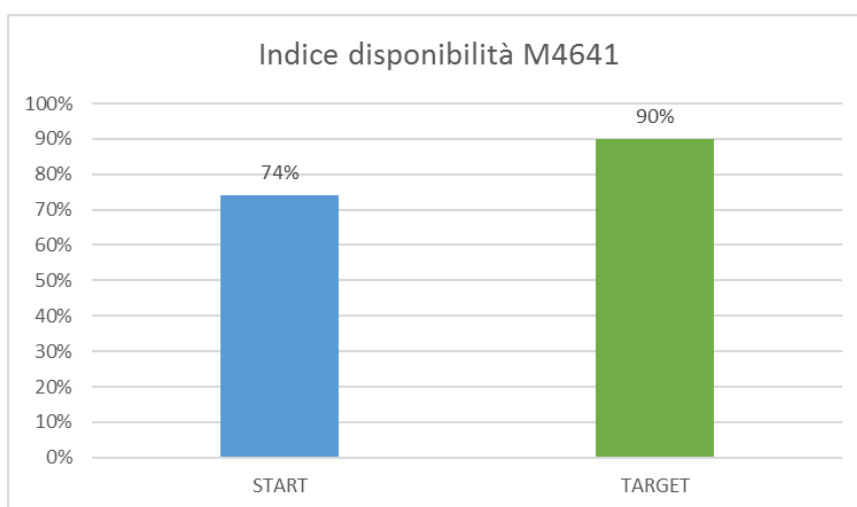
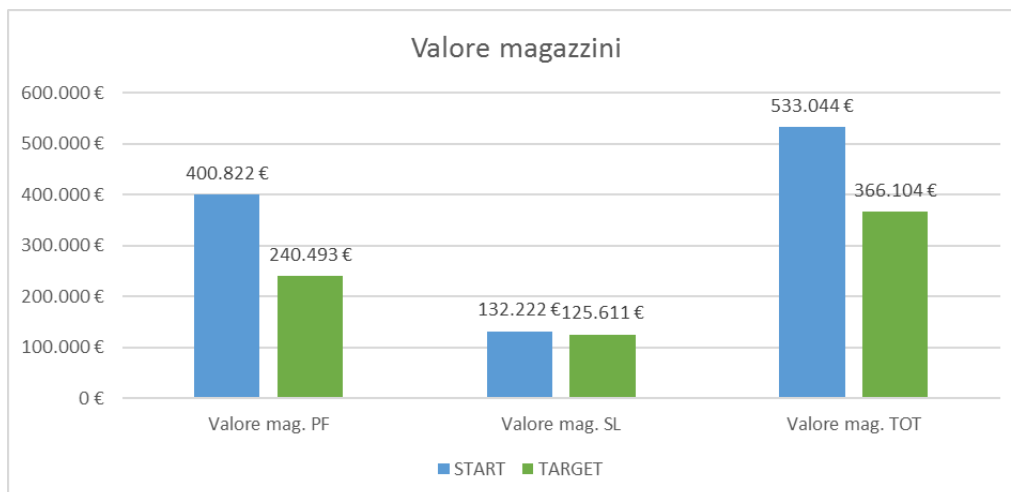


Figura 4-2: Rappresentazione grafica target di progetto:

5 Il progetto di miglioramento

L'obiettivo di questo capitolo è quello di illustrare il percorso seguito durante l'implementazione di alcuni strumenti pull per la produzione e di andare a discutere le valutazioni effettuate durante il lavoro in azienda.

Si cercherà di seguire il più possibile l'ordine cronologico degli eventi e di descrivere le difficoltà riscontrate durante il processo di implementazione in modo da poter ripercorrere le scelte fatte ed i ragionamenti che hanno condotto a prendere le decisioni.

Si analizzerà inizialmente l'implementazione del sistema a kanban sul prodotto finito, per estenderlo successivamente ai semilavorati afferenti ai prodotti finiti analizzati.

5.1 Prodotto Finito

Il processo di implementazione del kanban è stato iniziato sui prodotti finiti, in quanto l'obiettivo primario del progetto è ridurre le scorte di prodotto finito e assicurare il livello di servizio concordato.

Durante la fase di implementazione del kanban su PF (prodotto finito) si è cominciato parallelamente a dimensionare quello sui semilavorati. Nonostante la partenza ritardata di quest'ultimo, i due anelli kanban sono entrati a regime quasi contemporaneamente, complice la minor complessità dell'analisi sui semilavorati.

5.1.1 Analisi Iniziale

In prima battuta è indispensabile identificare quali saranno i codici da coinvolgere nel percorso di introduzione del kanban. Per fare ciò, a livello operativo, si userà la cross analysis consumo frequenza. In questo modo si andrà ad effettuare una segmentazione dei codici per caratteristiche di volume e frequenza delle vendite.

Rispetto alla classica cross analysis consumo giacenza, quella qui proposta è più adatta ad un utilizzo operativo: permette di prendere decisioni operative, e non solo di valutare lo stato attuale dei magazzini. Dal suo output si identificheranno due macrofamiglie di codici che saranno caratterizzati da diversi sistemi di pianificazione della produzione, diversi tempi di risposta al mercato e un differente livello di servizio.

Questa differenziazione del servizio tra le due macrocategorie di codici implica dei tempi di risposta obiettivo differenziati in base al tipo di articolo: sarà quindi necessario valutare assieme alla forza vendita per quali codici effettivamente si potranno applicare delle metodologie produttive e per quali, invece, no.

Solo infine si potrà procedere con la creazione del sistema di pianificazione e programmazione, andando quindi a dimensionare scorte obiettivo, kanban e supermarket.

I paragrafi seguenti andranno ad illustrare nel dettaglio il percorso seguito in fase di analisi, dimensionamento ed avvio del sistema a kanban.

5.1.2 Cross analysis: consumo/frequenza

Come è stato analizzato nel capitolo precedente, il focus del progetto riguarda l'inserimento e l'utilizzo di una serie di strumenti PULL per rendere più efficiente la produzione e la gestione di prodotti finiti e semilavorati afferenti al centro di lavoro M4641.

Non tutti i codici prodotti dalla macchina in oggetto, però, sono adatti ad essere gestiti mediante i sopra citati strumenti, in particolare per quanto riguarda il kanban.

I prodotti finiti più adatti ad essere gestiti mediante kanban sono, in prima battuta, quelli che presentano alti volumi di produzione e che vengono richiesti molto di frequente dal mercato.

L'utilizzo della cross analysis consumo/frequenza ci permetterà di individuare i codici su cui concentrare il lavoro.

Come input della cross analysis è necessario utilizzare un database contenente tutti i movimenti di magazzino relativi agli articoli lavorati nel centro di lavoro di nostro interesse.

Questo database, per permettere di analizzare il comportamento dei codici in modo sufficientemente preciso, deve contenere al suo interno almeno 12 mesi di movimenti.

Sulla base dei dati forniti, quindi, sarà possibile effettuare la cross analysis.

Il primo passo importante sarà, quindi, relazionarsi con la funzione IT dell'azienda in modo da poter discutere la struttura del tracciato record con cui estrarre il database necessario alle analisi.

Per l'analisi che dobbiamo condurre è necessario che il database contenga al suo interno almeno le seguenti informazioni:

- Data movimento;
- Codice articolo;
- Causale prelievo;
- Quantità prelevata;
- Tipo parte (prodotto finito, componente acquisto...);
- Valore economico articolo.

Nella tabella sotto si può vedere una parte del database utilizzato per la cross analysis.

Tabella 5-1: Esempio di tracciato database per cross analisi

Data Movimento	Anno	N° Settimana	Articolo	Magazzino	Causale	Quantita	Prelievo / Versamento	Consumo	Tipo parte	Tipo prodotto	Valore	Valore complessivo
08/01/15	2015	2	R250GX004	IT14	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,60 €	-1,20 €
08/01/15	2015	2	R250WX024	IT14	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,60 €	-1,20 €
08/01/15	2015	2	R250X004	IT14	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,57 €	-1,15 €
08/01/15	2015	2	R254WX054	IT14	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,64 €	-1,28 €
08/01/15	2015	2	R259WX025	IT14	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,91 €	-1,83 €
08/01/15	2015	2	R850X024	IT14	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,55 €	-1,09 €
08/01/15	2015	2	R910X024	IT14	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,63 €	-1,27 €
08/01/15	2015	2	R950X004	IT14	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,77 €	-1,53 €
08/01/15	2015	2	R251TY004	IT10	261		-10 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-7,58 €
09/01/15	2015	2	R251TY004	IT10	261		-10 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-7,58 €
12/01/15	2015	3	R251TY004	IT10	261		-10 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-7,58 €
14/01/15	2015	3	R251TY004	IT10	261		-552 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-418,18 €
15/01/15	2015	3	R851X064	IT14	201		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,65 €	-1,30 €
15/01/15	2015	3	R251TY004	IT10	261		-272 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-206,06 €
19/01/15	2015	4	R251TY004	IT10	261		-90 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-68,18 €
20/01/15	2015	4	R850UY224	IT14	201		-3 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,61 €	-1,82 €
21/01/15	2015	4	R850UY224	IT14	201		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,61 €	-1,21 €
20/01/15	2015	4	R251TY004	IT10	261		-80 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-60,61 €
21/01/15	2015	4	R259TY005	IT10	261		-200 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	1,03 €	-205,23 €
22/01/15	2015	4	R850X004	IT10	261		-150 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-113,64 €
26/01/15	2015	5	R259Y005	IT14	261		-50 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,54 €	-27,14 €
26/01/15	2015	5	R259Y025	IT14	261		-4 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,85 €	-3,41 €
26/01/15	2015	5	R250X004	IT14	201		-4 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,84 €	-3,37 €
26/01/15	2015	5	R254LX004	IT14	201		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,57 €	-1,15 €
26/01/15	2015	5	R251TY004	IT10	261		-2 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,62 €	-1,24 €
26/01/15	2015	5	R251TY004	IT10	261		-297 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-225,00 €
26/01/15	2015	5	R251TY004	IT10	261		-75 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-56,82 €
27/01/15	2015	5	R251TY004	IT10	261		-423 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-320,46 €
28/01/15	2015	5	R251TY004	IT10	261		-20 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-15,15 €
29/01/15	2015	5	R251TY004	IT20	261		-9 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-6,82 €
29/01/15	2015	5	R259Y005	IT20	261		-9 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,85 €	-7,67 €
28/01/15	2015	5	R251TY004	IT20	261		-1 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-0,76 €
28/01/15	2015	5	R259Y005	IT20	261		-1 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,85 €	-0,85 €
29/01/15	2015	5	R251TY004	IT20	261		-17 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-12,88 €
30/01/15	2015	5	R259Y005	IT20	261		-17 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,85 €	-14,49 €
30/01/15	2015	5	R251TY004	IT20	261		-3 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,76 €	-2,27 €
30/01/15	2015	5	R259Y005	IT20	261		-3 Prelievo	SI	FERT	Prodotto finito	0,85 €	-2,56 €

Dai dati presenti nel database fornito dall'azienda è necessario calcolare altri campi per poter eseguire l'analisi

Essi sono:

- Anno: servirà per delimitare il periodo di analisi;
- N° settimana: servirà per valutare la frequenza di prelievo;
- Consumo: si divideranno le causali tra quelle che generano consumo di prodotto finito e quelle che non lo generano (ad es. uno scarico merce per vendita genera consumo, una rettifica inventariale no);
- Valore complessivo: si ottiene moltiplicando la quantità prelevata per il costo unitario.

A partire da questo file, quindi, si può effettuare la cross analysis consumo/frequenza.

Per stabilire le classi di consumo si fa riferimento alla classica analisi di Pareto, in cui la classe A genera l'80% dei consumi, la B arriva al 95% e la C al 100%.

Per quanto riguarda l'analisi della frequenza di consumo dei codici, si procede utilizzando una tabella pivot nella quale per ogni codice si identificano le settimane in cui vi è stato un prelievo.

Sarà poi sufficiente contare il numero di settimane per valutare la frequenza di prelievo misurata come numero di settimane di prelievo su base annua.

Per l'analisi in oggetto le classi di frequenza sono state così impostate:

- A: codici prelevati almeno una volta ogni 2 settimane;
- B: codici prelevati tra ogni due ed ogni 8 settimane;
- C: codici prelevati oltre ogni 8 settimane.

Un esempio della tabella pivot utilizzata per valutare la frequenza di prelievo dei codici è riportata nella tabella sotto.

Anno	2015
Tipo prodotto	Prodotto finito
Consumo	SI

Somma di quantità		N° settimana																						
n° settimane prelievo	Articolo	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
12	R850X054				-10.000				-12.900					-10.000				-28.000					-15.000	
17	R850HY204	-26.190			-2.970			-32.670	-40.500			-6.211	-16.200	-27.854		-2.926				-5.940			-29.700	
12	R858HY264													-2.835	-16.605	-21.060		-17.820						
6	R850HY264																	-58.320						
48	R259X005	-240	-621	-456	4.340	-1.306	-434	-1.301	-1.194	-7.235	-1.508	-304	-5.795	-825	-3.165	-7.126	-5.360	-1.153	-2.009	-21.129		-1.169	-1.815	
47	R850X024	-562	-931	-155	-6.005	-1.559	-2.096	-410	-2.030	-1.800	-3.969	-1.145	-1.072	-2.610	-2.110		-3.030	-4.345	-1.950	-1.955	-7.701	-1.604	-935	
10	R858HY204	-30.510			-11.610	-19.440						-3.240	-19.440							-6.481		-6.480		
49	R250X004	-652	-1.562	-1.050	-1.292	-470	-680	-620	-710	-2.792	-773	-560	-1.010	-4.221	-150	-1.330	-2.790	-752	-1.720	-1.760	-4.973	-1.414	-3.329	
8	R858OY264											-19.350		-9.495		-22.410		-550	-8.505			-2.835		
49	R254X004	-310	-990	-490	-2.030	-945	-1.890	-979	-1.472	-1.615	-600	-1.645	-2.779	-822	-1.450	-294	-550	-342	-612	-3.315	-1.929	-925	-1.445	
10	R850OY264											-21.795		-2.850	-7.965			-9.450				-5.670		
49	R910X024	-1.293	-2.644	-650	-1.384	-1.230	-1.250	-277	-602	-1.801	-479	-425	-1.459	-1.601	-230	-2.321	-40	-912	-1.212	-1.198	-635	-810	-1.174	
49	R251X004	-200	-400	-135	-291	-684	-1.710	-285	-550	-1.408	-480	-56	-1.151	-738	-2.255	-1.080	-330	-448	-1.050	-2.850	-6.495	-305	-343	
5	R858UY264																							
49	R914X024	-2.125	-610	-841	-1.797	-845	-431	-285	-411	-660	-70	-2.990	-812	-355	-374		-30	-87	-1.045	-1.936	-1.310	-1.416	-184	
44	R859X025	-35	-225	-408	-15	-1.625	-700	-925	-408	-560	-695	-53	-1.643	-1.570			-8	-1	-50	-305	-492	-634		
28	R251WX024	-5.700	-373	-2.627	-950			-300	-2.800	-46	-200	-3.950	-3.000		-2.000	-200		-2.350	-410	-2.200	-200			
44	R851X024	-30	-370	-90	-1.305		-565	-587	-2.356	-376	-2.149	-398	-450	-50	-2.510	-200	-265	-25	-250	-1.245	-2.820	-300	-545	
49	R254LX004	-140	-820	-370	-1.047	-550	-440	-465	-355	-2.220	-239	-155	-224	-745	-635	-725	-170	-2.330	-730	-740	-705	-1.060	-828	
29	R250WX024	-6.002	-2.400	-600					-2.001	2	-1.000			-3.011		-50		-1.500	-550	-2	-3.000	-51	-20	
17	R850VY224						1		-900					-1.800						-1	-1.200			
5	R850OY204																							
23	R850UY224	-2.000	-5	-2.000			-6	-3.000	-1.200	-1.200	2			-500		-1.000	-1.000	-1.000		-600				
8	R258CY286																	-12.096						
19	R858UY224	-3.600				-1.380	-1	-3.000	-1.200	-1.200			-285			-1.200					-1.200			
9	R858AUY04	-3.510			-4.410									-1.000								-3.850		
22	R747Y002	-10	-20	-20	-100				-20	-160							-1.000	-2.220	-152			-1		
5	R850UY264																							
49	R914LX024	-270	-790	-340	-97	-1.133	-260	-150	-389	-191	-293	-70	-1.515	-231	-350	-271	-270	-104	-625	-178	-500	-30	-227	
21	R850UY024		-2.900		-700		-1.000		-2.300	-2.300						-2.000		-400		-1.000	-100			
49	R919X005	-60	-277	-34	-57	-706	-556	-579	-496	-640	-619	-170	-1.638	-301	-225	-245	-550	-199	-100	-495	-215	-100	-158	
49	R911X024	-165	-170	-475	-10	-140	-140	-215	-272	-301	-75	-270	-1.090	-389	-230	-180	-105	-200	-700	-360	-140	-1.010	-390	
46	R251TY004	-170	-834	-370	-1.249	-557	-685	-418	-856	-405	531	-82	-262	-326	-90	-393	-666	-50	-582	-112	-524	-360	-200	
35	R850X004	-10	-14	-50	-50		-30	-51	-15	-75	-136	-200	-20	-190	-20	-20	-40	-1.030	-30	-30	-100	-400	-35	
48	R854X024	-100	-1.000	-50	-220	-470	-270	-88	-101	-780	-107	-30	-270	-400		-50	-170	-5	-510	-70	-116	-424	-35	

Con un'ulteriore tabella pivot, infine, si vanno ad incrociare i risultati dell'analisi effettuata per i consumi con quella relativa alla frequenza. Ciò che ne risulta è la cross analysis consumo/frequenza, che viene riportata di seguito e spiegata a partire dalla struttura della tabella.

Tabella 5-3: Cross analisi risultante

	Classe Consumo			
Classe Frequenza	A	B	C	Totale complessivo
A				
Consumo	564.259 €	121.502 €	35.698 €	721.460 €
Consumo %	31,71%	6,83%	2,01%	40,54%
N° Codici	12	13	18	43
N° Codici %	8,57%	9,29%	12,86%	30,71%
B				
Consumo	680.606 €	86.887 €	21.905 €	789.397 €
Consumo %	38,24%	4,88%	1,23%	44,36%
N° Codici	9	9	21	39
N° Codici %	6,43%	6,43%	15,00%	27,86%
C				
Consumo	172.066 €	64.247 €	32.434 €	268.747 €
Consumo %	9,67%	3,61%	1,82%	15,10%
N° Codici	3	9	46	58
N° Codici %	2,14%	6,43%	32,86%	41,43%
Consumo totale	1.416.931 €	272.636 €	90.036 €	1.779.604 €
Consumo % totale	79,62%	15,32%	5,06%	100,00%
N° Codici totale	24	31	85	140
N° Codici % totale	17,14%	22,14%	60,71%	100,00%

Per ognuno dei novi quadranti che si generano dall'incrocio delle tre categorie di consumo e delle tre categorie di frequenza sono presenti le seguenti indicazioni circa i codici che ricadono al loro interno:

- Consumo: vendite dei codici appartenenti a quel quadrante espressi in €;
- Consumo %: vendite dei codici appartenenti a quel quadrante espressi in % del valore totale;
- N° codici: indica il numero di codici che appartengono ad un dato quadrante;

- N° codici: indica il numero di codici che appartengono ad un dato quadrante espresso in % del numero totale.

Analizzando la matrice è possibile individuare all'interno di essa differenti aree, caratterizzate da diverse configurazioni di consumo, che saranno poi trattate in modo diverso sia per quanto riguarda la modalità di produzione, sia per quanto riguarda il tipo di livello di servizio offerto.

I codici della zona verde della matrice (codici di classe AA e BA) sono caratterizzati da una elevata frequenza di prelievo da magazzino e da un elevato consumo.

Questi sono i candidati ideali per una gestione di tipo a kanban.

Nel caso in analisi i codici della regione verde generano il 69,9% dei consumi con un numero di codici pari al 15%.

I codici indicati in rosso, invece, non vengono prelevati di frequente dal magazzino e di conseguenza non conviene tenerne una scorta di prodotto finito, ma solo di semilavorati in modo da poter essere assemblati al momento dell'ordine. Essi possono essere caratterizzati da ordini sia di quantità molto elevate sia di pochi pezzi.

Vi potrebbero essere, infine, anche dei codici che hanno consumi nulli e/o vengono prelevati meno di due volte l'anno dal magazzino. Per essi bisognerebbe valutare se ha senso tenerli "attivi", o se sono codici obsoleti e che quindi potrebbero essere eliminati dal catalogo.

5.1.3 Green stream e Red stream

Sulla base della classificazione appena fatta sono state individuate, in prima battuta, due macrocategorie di codici.

Lo scegliere in quale categoria posizionare gli articoli porta, al di là dell'utilizzo o meno del sistema a kanban, diverse ripercussioni sotto più punti di vista.

La tabella qui sotto fornisce un'idea sintetica di quali siano gli aspetti considerati. Successivamente in questo capitolo andremo ad analizzare

ognuno di essi in modo approfondito, descrivendo come nel caso studio analizzato siano stati affrontati e cosa ciò ha comportato.

Tabella 5-4: Macro differenze tra codici Green e Red stream

	GREEN Stream	RED Stream
Sistema di gestione	-MTS con tecnica PULL -ATO con assemblaggio rapido	- MTO: fabbricazione su ordine - MTF: su previsione
Tempo di risposta	-MTS: dal pronto -ATO: lead time di assemblaggio	- MTO: da lavorazione meccanica - MTF: dal pronto, fino a coerenza previsionale
Codici	-MTS: Alto vendenti con frequenza elevata -ATO: Alto vendenti con frequenza elevata ma personalizzati	-MTO: componenti specifici -MTF: componenti sia a kanban che specifici
Gestione ordini	-Entro massimo d'ordine: dal pronto -Oltre massimo d'ordine: da assemblare	-Quantità minima per lotti di fabbricazione -Ordini molto alti da cadenzare -Verificare ordini vs previsione
Gestione Cliente	-Condividere griglia di servizio	-Condividere griglia di servizio

Dalla tabella 5-4 si evince come varino sensibilmente diversi aspetti come ad esempio la gestione dell'ordine, i tempi di risposta o gli accordi presi con il cliente in funzione di dove si posizioni un articolo.

La tabella seguente entra più nel dettaglio per ogni singola voce e anticipa alcune peculiarità e classificazioni che vedremo nei seguenti paragrafi.

Tabella 5-5: Dettaglio caratteristiche codici Green e Red Stream

	GREEN Stream	RED Stream
Sistema di gestione	I codici MTS saranno gestiti a kanban e quindi sempre presenti a scorta in magazzino. I codici di tipo ATO, invece, avranno a magazzino tutti i semilavorati necessari per poter procedere all'assemblaggio non appena si riceverà l'ordine.	I codici di tipo MTO saranno fabbricati al momento dell'ordine, a partire dalla produzione dei semilavorati. I codici MTF, invece, saranno prodotti ed immagazzinati in base al forecast fornito dal cliente.
Tempo di risposta	Essendo presenti a magazzino, i codici MTS avranno un tempo di risposta pressochè immediato. Si potranno spedire i prodotti finiti non appena ricevuto l'ordine. Per i codici ATO, invece, il tempo di risposta al mercato sarà quello necessario per l'assemblaggio del prodotto.	Per i codici MTO il tempo di risposta è quello che intercorre dall'inizio della produzione dei semilavorati fino all'assemblaggio del finito. Per i codici MTF il tempo di risposta è dal pronto fino a coerenza previsionale, mentre poi si dovranno produrre i componenti a partire dai semilavorati.
Codici	I codici MTS sono caratterizzati da elevata frequenza di vendita e volumi elevati. I codici che si è scelto di gestire con politica ATO sono comunque articoli che presentano elevati volumi e frequenze di vendite, ma sono personalizzati su specifica del cliente, per cui è rischioso tenerne magazzino in azienda.	I codici MTO possono essere specifici per alcuni clienti che hanno particolari richieste e/o personalizzazioni molto spinte. I codici MTF possono essere sia componenti specifici che gestiti a kanban per quanto riguarda la parte dei semilavorati.
Gestione ordini	Per i codici MTS verrà stabilito un ordine massimo: per gli ordini al di sotto di esso si consegna utilizzando al scorta a magazzino, al di sopra, invece, si procede con l'assemblaggio dei finiti.	Per tutti questi codici sarà presente una quantità minima richiesta per procedere con la fabbricazione (ordine minimo). Gli ordini molto consistenti, invece, verranno scaglionati in modo da essere prodotti dilazionati nel tempo e non rallentare la produzione di altri codici. Per i codici MTF, infine, bisogna valutare la coerenza con la previsione fornita dal cliente.
Gestione Cliente	Condividere griglia di servizio.	Condividere griglia di servizio.

Si analizzerà, ora, come la classificazione appena effettuata e le corrispettive scelte andranno ad impattare su più fronti: dal commerciale alla produzione, dalla gestione delle scorte al processo di acquisizione dell'ordine.

5.1.4 EPEI: Every Part Every Interval

Come visto in precedenza, il calcolo dell'EPEI permette di individuare il giusto "lotto di produzione" affinché nel centro di lavoro tutti i codici interessati possano ottenere la giusta frequenza di produzione.

I "lotti" EPEI vengono utilizzati per analizzare quante volte i codici prodotti nella macchina sono in grado di ruotare all'interno dell'intervallo di programmazione considerato.

Nel caso analizzato il calcolo dell'EPEI permetterà, codice per codice, di valutare ogni quanti giorni lavorativi un codice potrà essere prodotto nel centro di lavoro e di conseguenza di dimensionare correttamente la scorta da tenere a magazzino.

L'intervallo di programmazione scelto per la valutazione del modello EPEI è di 20 giorni, in linea con quello che è l'obiettivo come numero di giorni di copertura della scorta a magazzino dei codici altorotanti.

Nell'impostare il modello EPEI del centro di lavoro si parte da quelle che sono le caratteristiche della macchina e le condizioni in cui opera.

La tabella sotto riporta i dati di partenza legati al centro di lavoro M4641.

Tabella 5-6: Dati partenza calcolo EPEI

Intervallo di programmazione	20 gg
N° di giorni lavorativi	20 gg
N° di turni al giorno	3
N° di minuti lavorati a turno	480
N° minuti pausa a turno	30
% uptime della macchina	63%
FTT (First Time Through)	98%

A partire da questi dati è possibile calcolare il tempo disponibile lordo (TDL) della macchina mediante la formula:

$$TDL = 20 * 3 * 480 = 28800min$$

dove 20 sono i giorni di programmazione, 3 i turni giornalieri su cui lavora la macchina e 480 i minuti disponibili per turno.

Tenendo conto del tempo di pausa per ogni turno calcoliamo il tempo disponibile netto (TDN):

$$TDN = 28800 - (30 * 3 * 20) = 27000min$$

dove 28800 è il TDL espresso in minuti, 30 i minuti di pausa per turno, 3 il numero di turni giornaliero e 20 i giorni di programmazione.

Si continua l'analisi calcolando il tempo necessario a produrre il fabbisogno del periodo di tutti i codici che transitano nel centro di lavoro, ovvero il tempo totale necessario (TTN):

$$TTN = \sum_p \frac{t_p * N_p}{60} = 14470min$$

dove "tp" è il tempo ciclo di produzione di ciascun prodotto finito espresso in secondi, "Np" il numero di pezzi richiesto per ogni codice e dividendo per 60 si trasforma il risultato in minuti.

È necessario, infine, tener conto del valore del coefficiente FTT e della percentuale di uptime della macchina.

In questo modo si calcola il tempo necessario corretto (TNC), che risulta essere il tempo reale di produzione di tutto il fabbisogno del periodo calcolato nella reale situazione operativa della macchina.

Il TNC si calcola nella seguente modalità:

$$TNC = \frac{14470}{0,98 * 0,63} = 23437min$$

La differenza tra il tempo necessario corretto (TNC) ed il tempo disponibile netto (TDN) rappresenta il tempo disponibile per il set-up (TDS).

$$TDS = TDN - TNC = 27000 - 23437 = 3563min$$

All'interno di questo intervallo di tempo, quindi, ricadranno tutti set-up necessari per produrre il mix di prodotti finiti richiesto dal mercato.

Variando la frequenza di produzione di un codice si interviene fondamentalmente su due fattori:

- N° di pezzi prodotti per ogni lotto di produzione;
- Numero di set-up necessari per ogni periodo di riferimento.

All'aumentare della frequenza di produzione di un dato codice si diminuisce il numero di pezzi da produrre per lotto, ma si dovrà riattrezzare più spesso la macchina, aumentando l'incidenza del costo di set-up sui prodotti finiti.

Viceversa, diminuendo la frequenza di produzione, aumentano i pezzi da produrre per lotto e diminuisce l'incidenza del costo del set-up sui prodotti finiti.

In ottica Lean la filosofia da perseguire è quella di aumentare la frequenza di produzione dei codici altorotanti e che generano importanti volumi di vendita in modo da non dover tenere a magazzino grandi quantità di prodotto finito e poter essere più in linea con le richieste del mercato, mentre si può diminuire la frequenza di produzione dei codici che hanno vendite più sporadiche e i cui volumi di vendita cambiano molto.

Queste valutazioni, a livello pratico, sono state rese operative mediante una valutazione per scenari di diverse alternative in cui si sono modificate

ricorsivamente le frequenze di produzione dei codici in modo da bilanciare le necessità del mercato (frequenza e volumi di vendita) con il limite dato dal tempo disponibile per effettuare il set-up della macchina. Sono state assegnate, quindi, delle frequenze di ripristino coerenti con il modello di consumo dei codici e con la disponibilità del centro di lavoro. Qualora non si riuscisse a pervenire ad un risultato soddisfacente con gli attuali presupposti, bisognerebbe valutare come intervenire per trovare una situazione conforme alle necessità.

Dato che le richieste del mercato non possono essere facilmente manipolate, l'unica alternativa è quella di aumentare il tempo disponibile per effettuare il set-up della macchina, mediante attività SMED.

Nel caso di nostro interesse, infine, è stato possibile assegnare le giuste frequenza di produzione richieste dai codici senza dover ricorrere ad attività di riduzione dei tempi di set-up.

Il risultato dell'analisi dei codici di interesse è stato il seguente:

- Codici di tipo Green stream (classe AA e BA): prodotti mediamente ogni 20 giorni. Alcuni hanno frequenza di 10 giorni (gli AA che generano più volumi), altri di 30 giorni (i BA che generano meno volumi).
- Codici di tipo Red stream: prodotti con intervalli di programmazione che variano dai 30 ai 220 giorni. I codici che generano più scorta sono prodotti più di frequente in modo da poter mantenere un più basso livello di scorta in magazzino, mentre quelli che necessitano di quantità più esigue possono essere prodotti anche una o due sole volte l'anno immagazzinando il fabbisogno di vendita di sei o dodici mesi.

La tabella riportata di seguito mostra il tracciato del foglio di lavoro utilizzato per assegnare a ciascun codice.

Tabella 5-7: File utilizzato per il calcolo del modello EPEI

DATI PARTENZA			CONDIZIONI OPERATIVE												
Intervallo programmazione n° giorni lavorativi n° turni/giorno n° minuti/turno lavorati n° minuti/turno pausa % uptime macchina FTT (first time through)	20 gg 20 gg 3 480 min 30 min 63% 98%	PARAMETRI OPERATIVI			Codice	Q.tà intervallo	Tempo ciclo	n° min / intervallo	TNC min	Frequenza	Lotto di produzione	T Set-up	T Set-up / intervallo		
		TDL	28800	min	R250X004	7.754	3,6	465	754	15	5815	67	89		
		TDN	27000	min	R250X024	1.559	3,6	94	151	15	1169	67	89		
		TTN	14470	min	R251X004	4.796	3,6	288	466	15	3597	67	89		
		TNC	23437	min	R251X024	433	3,6	26	42	15	325	67	89		
		TDS	3563	min	R250X104	17	3,6	1	2	220	192	5	1		
		TRS	3456	min	R251X054	10	3,6	1	1	220	106	5	1		
			TRS/TDS	0,97										5	1
			EPEI	19,40 gg										9	2
														13	2
														9	2
														5	1
														9	2
														6	1
														5	1
														47	31
														33	22
														5	1
														5	1
														5	1

I dati di partenza sono gli stessi esposti all'inizio del paragrafo, riguardanti vincoli e caratteristiche della macchina.

I parametri operativi sono legati ai vincoli della macchina e calcolati con le formule prima presentate, a meno del TRS che varia in funzione della frequenza di riproduzione impostata nella tabella delle condizioni operative.

Gli altri campi della tabella delle condizioni operative sono spiegati in concomitanza all'esempio sotto riportato dove, grazie al supporto di semplici calcoli, è più immediato comprendere il significato di ciascuno.

Il risultato di questa analisi non è da considerarsi vincolante sotto il punto di vista delle frequenze e quantità di produzione degli articoli, ma serve principalmente per valutare se tutto il fabbisogno del periodo può essere lavorato sul centro di lavoro nelle giuste quantità ed in modo da non sovraccaricare i magazzini.

Di per sé, l'idea stessa di imporre una frequenza di produzione ad un codice a kanban è un controsenso, dato che esso verrà ripristinato in base al livello di scorta a magazzino, ma l'indicare una frequenza media con cui si ipotizza di produrre un codice, in accordo con le quantità necessarie e la tipologia di articolo, permette di valutare quella che sarà la versatilità del centro di lavoro e la sua capacità di produrre tutto il fabbisogno del periodo.

A valle di questa analisi, introducendo il concetto di accodabilità, è possibile valutare, inoltre, come il concetto di frequenza di produzione non sia assolutamente vincolante, ma serva principalmente a tener conto dei volumi di produzione e dei tempi di set-up.

Tabella 5-8: esempio valutazione scenari calcolo EPEI

91

I tre scenari sopra analizzati hanno come obiettivo quello di evidenziare la dipendenza del tempo disponibile e necessario per effettuare il set-up in base alla frequenza di produzione assegnata ai tre codici analizzati.

I dati di partenza sono uguali in tutti gli scenari e riguardano giorni di programmazione analizzati, turni lavorati, tempi di lavoro e di pausa e caratteristiche di macchina e processo.

I parametri operativi, invece, sono caratterizzati da una parte invariabile legata ai tempi di disponibilità della macchina (TDL, TDN, TTN, TNC) e una parte che varia in funzione della frequenza di produzione. Questi ultimi sono stati cerchiati in verde.

Il campo che regola la frequenza di produzione, invece, è evidenziato da un riquadro rosso.

La tabella delle condizioni operative è così strutturata:

- Codice articolo;
- Q.tà intervallo: numero di pezzi da assemblare nell'intervallo considerato;
- Tempo ciclo: tempo di lavorazione (espresso in secondi) del prodotto finito nel centro di lavoro;
- N° min/intervallo: quantità di tempo (espressa in minuti) necessaria a produrre l'intera quantità di prodotti finiti richiesta nell'intervallo. È il risultato della formula:

$$N \text{ min/intervallo} = \frac{q.ta' \text{ intervallo} * \text{tempo ciclo}}{60}$$

- TNC: tempo totale necessario a produrre la "q.tà intervallo" aumentato della quota parte relativa all'uptime della macchina e dell'FTT. La somma dei tre valori dei prodotti analizzati è uguale al TNC totale riportato nella tabella;
- Frequenza: questo campo, che per ciò che implica è al centro dell'analisi, indica ogni quanti giorni si pianifica di produrre l'articolo considerato;

- Lotto produzione: numero di componenti che si dovrà produrre ogni volta che verrà messo in produzione un certo articolo. Esso è calcolato con la seguente formula:

$$\text{Lotto produzione} = \frac{q.ta'intervallo * frequenza}{giorni intervallo}$$

- Il primo articolo, ad esempio, è caratterizzato da una quantità da produrre pari a 5565 pezzi. Produrlo ogni dieci giorni in un intervallo di venti significa produrre ogni volta metà della quantità totale. Il lotto di produzione sarà quindi pari a:

$$\text{Lotto produzione} = \frac{5565 * 10}{20} = 2782,5 \rightarrow 2783 \text{ pz}$$

- T set-up: è il tempo necessario ad attrezzare la macchina per la produzione di un dato codice;
- T set-up/intervallo: tempo totale che si spende ad eseguire attività di messa a punto della macchina per un dato codice nell'intervallo di tempo di programmazione.

È evidente come, al diminuire dei giorni che intercorrono tra due produzioni successive dello stesso codice, aumentino le necessità di eseguire set-up e di conseguenza il TRS.

Fino a che non si supera il TDS conviene produrre più spesso lo stesso codice in modo da poter mantenere più basse le scorte in magazzino.

Arrivati al limite di saturazione del TDS non si può più ridurre il numero di giorni tra due produzioni consecutive dello stesso articolo.

Qualora per motivi legati al mercato si dovesse cominciare a produrre di più o con una frequenza più alta si dovrebbero prevedere delle attività di SMED al fine di ridurre i tempi di attrezzaggio e permettere quindi di aver più tempo disponibile per la produzione.

Nella valutazione dell'indice (TRS/TDS) dei tre scenari sopra riportati si passa da una situazione di saturazione del 90% del tempo disponibile

per i set-up (scenario 1), ad una di saturazione pressoché completa (scenario 2), fino ad arrivare all'ultimo in cui, per effetto dell'alta frequenza di produzione dei codici, si supera il limite massimo di tempo disponibile.

Per ognuno di questi indici è stato calcolato il minimo numero di giorni dell'intervallo EPEI necessari per la produzione di tutti i prodotti finiti preventivati con le frequenze impostate (identificati in giallo).

Nel primo, non arrivando a saturare il tempo disponibile per il set-up basterebbero 18 giorni invece dei 20 preventivati, nel secondo caso sono necessari 20 giorni (per via della completa saturazione del TDS) e nell'ultimo sarebbero necessari 22 giorni.

Con l'applicazione numerica di questo breve esempio si intende rendere il più possibile chiara la relazione che intercorre tra la frequenza di produzione di un dato codice, i volumi di produzione e i limiti legati ai centri di lavoro e alle condizioni al contorno presenti.

5.1.4.1 Accodabilità

Il concetto di accodabilità nasce dai differenti tempi di set-up necessari alla macchina per passare dalla produzione di un codice ad un altro.

Se si desidera passare dalla produzione di un codice alla realizzazione di uno molto simile, il tempo di set-up sarà ben minore rispetto al passaggio verso un articolo totalmente diverso.

Questo concetto viene numericamente espresso attraverso la matrice dei tempi di set-up, che indica l'esatto tempo di attrezzaggio che serve per passare da un codice a qualsiasi altro.

La tabella sotto riporta una parte della matrice dei set-up del centro di lavoro interessato dal progetto.

Tabella 5-9: Esempio matrice set-up centro di lavoro M4641:

	R250 3/4"	R 250 W 3/4	R251P 3/4X1" YOSHITAKE	R251P 3/4X1" W	R251P 3/4X1"	R253 3/4"	R253 sede plana 3/4	R254 3/4"	R 254 W 3/4	R850 3/4"	R851T	R850V crimp press	R854 3/4"	R858 TR 3/4
R250 3/4"	20	67	67	67	67	67	67	67	67	130	130	130	130	130
R 250 W 3/4	67	20	67	67	67	67	67	67	67	130	130	130	130	130
R251P 3/4X1" YOSHITAKE	67	67	20	30	30	67	67	67	67	130	130	130	130	130
R251P 3/4X1" W	67	67	30	20	30	67	67	67	67	130	130	130	130	130
R251P 3/4X1"	67	67	30	30	20	67	67	67	67	130	130	130	130	130
R253 3/4"	67	67	67	67	67	20	30	67	67	130	130	130	130	130
R253 sede plana 3/4	67	67	67	67	67	30	20	67	67	130	130	130	130	130
R254 3/4"	67	67	67	67	67	67	67	20	30	130	130	130	130	130
R 254 W 3/4	67	67	67	67	67	67	67	30	20	130	130	130	130	130
R850 3/4"	130	130	130	130	130	130	130	130	130	20	20	67	67	67
R851T	130	130	130	130	130	130	130	20	130	67	20	67	67	67
R850V crimp press	130	130	130	130	130	130	130	67	130	67	67	20	67	67
R854 3/4"	130	130	130	130	130	130	130	67	130	67	67	67	20	67
R858 TR 3/4	130	130	130	130	130	130	130	67	130	67	67	67	67	20

Per tutti i codici di famiglie diverse il tempo sarà standard, ovvero quello di sostituzione di tutti i componenti che alimentano il centro di lavoro e di messa a punto di tutti i parametri di lavoro di lavoro di ogni stazione della macchina.

Se invece il cambio avviene tra prodotti della stessa famiglia e che magari differiscono tra loro per pochi particolari il tempo di set-up sarà drasticamente ridotto.

A livello di pianificazione della produzione conoscere ed utilizzare questi diversi tempi può portare ad un sensibile incremento della produttività del centro di lavoro.

Operativamente ciò si traduce in due sostanziali vantaggi:

- Ridurre i tempi di set-up pianificando la produzione nell'ordine corretto;
- Possibilità di produrre piccoli lotti di un codice accodabile ad un altro per via del basso costo di set-up della macchina.

Se il primo permette di ridurre sensibilmente i set-up inutili è il secondo che risulta essere più importante dal punto di vista del progetto.

Sfruttando l'accodabilità dei codici ATO rispetto a quelli a kanban, è possibile produrre le necessarie quantità degli articoli assembly to order con la medesima frequenza di quelli gestiti a kanban.

Ciò si traduce nella possibilità di rispondere al mercato in maniera molto più tempestiva, e di assicurare un LT di consegna dei codici ATO che è al massimo l'intervallo di tempo dettato dalla frequenza di produzione del codice a kanban a cui essi sono accodabili.

Nota quindi la frequenza di produzione dei codici altorotanti è possibile sapere anche quando gli articoli ad essi accodabili saranno producibili.

5.1.5 Griglia di servizio

Dalla valutazione della cross analysis è emersa la macrodivisione dei codici commercializzati dall'azienda in due categorie:

- Codici Green Stream: per i quali si utilizzeranno i sistemi di produzione MTS e ATO;
- Codici Red Stream: per i quali si utilizzeranno i sistemi di produzione MTO e MTF.

Tale suddivisione, però, è al momento basata solo sulle necessità di ottimizzare il processo di produzione ed il valore dei magazzini.

Emerge quindi la necessità di confrontarsi con la forza vendita al fine di valutare se tutti i codici possono essere effettivamente gestiti come finora ipotizzato e per discutere come trattare tutti i codici che, per diversi motivi, non possono essere trattati come proposto.

Per far questo è necessario analizzare le esigenze di ogni singolo codice con il commerciale che ne conosce mercati serviti, clienti e peculiarità.

L'analisi della griglia di servizio è, quindi, una sorta di contratto tra produzione e commerciale che consente di definire in maniera condivisa la politica di servizio (lead time) e la politica stock di ogni prodotto finito e dei relativi semilavorati.

In sede di trattativa, inoltre, è stato di fondamentale importanza spiegare anche ai “non addetti ai lavori” il lavoro svolto fino ad ora e l'obiettivo che ci si era posti con il progetto.

Ciò ha permesso di assimilare al meglio da parte di tutti il processo di trasformazione in atto, riducendo così la possibilità di generare attriti e incomprensioni tra gli attori coinvolti.

Non va dimenticato, infatti, che i commerciali lavorando a stretto contatto con il cliente e conoscendone tutte le dinamiche comportamentali possono essere di grande aiuto nell'individuare la definizione dei parametri di produzione e stoccaggio dei componenti, nonché indicare su quali ci potrebbe essere più variabilità della domanda o imprevedibilità degli ordini da parte dei clienti.

Questo passaggio con la forza vendita, quindi, è stato tutt'altro che banale, ed il suo esito è stato utile a tarare diversi obiettivi del progetto.

Durante l'incontro si è usato, come base d'appoggio, il seguente database.

Tabella 5-10: Database utilizzato durante incontro con forza vendita

Articolo	Classe Frequenza	Classe Consumo	Nr. Movimenti (Scarichi)	Nr. Movimenti (Carichi)	Tipologia	CL	N° clienti	Gestione	LT consegna	Livello Servizio Obiettivo	Ordine Massimo	Ordine Minimo
R259X005	A	A	805	134	GREEN	AA	152	MTS	P	80-85	2.400	
R914X024	A	A	496	39	GREEN	AA	100	MTS	P	80-85	900	
R850X024	A	A	288	43	GREEN	AA	74	MTS	P	80-85	2.000	
R251X004	A	A	281	28	GREEN	AA	82	MTS	P	80-85	2.000	
R250X004	A	A	314	40	GREEN	AA	86	MTS	P	80-85	2.250	
R910X024	A	A	415	40	GREEN	AA	92	MTS	P	80-85	1.800	
R250WX024	A	A	38	19	GREEN	AA	6	MTS	P	80-85	2.250	
R858UY224	A	A	32	25	GREEN	AA	1	ATO	30	80-85	ATO	
R251WX024	A	A	35	17	GREEN	AA	4	MTS	P	80-85	2.250	
R914LX024	A	A	316	17	GREEN	AA	83	MTS	P	80-85	500	
R254X004	A	A	714	44	GREEN	AA	144	MTS	P	80-85	1.800	
R254LX004	A	A	444	24	GREEN	AA	105	MTS	P	80-85	1.800	
R859X025	A	A	242	38	GREEN	AA	57	MTS	P	80-85	1.000	
R850VY224	A	A	66	131	GREEN	AA	1	ATO	30	80-85	ATO	
R919X005	A	A	337	24	GREEN	AA	85	MTS	P	80-85	450	
R910X004	A	B	93	19	GREEN	BA	37	MTS			1.800	
R851X024	A	B	174	17	GREEN	BA	61	MTS			1.800	
R910RX004	A	B	47	11	GREEN	BA	1	MTS	P/CS	100	2.500	
R911X024	A	B	282	15	GREEN	BA	69	MTS	P	80-85	1.800	
R250X024	A	B	97	9	GREEN	BA	36	MTS	P	80-85	2.250	
R254X024	A	B	201	9	GREEN	BA	65	MTS	P	80-85	400	
R950X004	A	B	116	13	GREEN	BA	30	MTS	P	80-85	600	
R259Y005	A	B	154	14	GREEN	BA	29	MTS	P	80-85	500	
R254WX024	A	B	40	10	GREEN	BA	4	MTS	P	80-85	600	
R251X024	A	B	63	5	GREEN	BA	26	MTS	P	80-85	300	

La tabella è composta dai seguenti campi:

- Articolo e descrizione;
- Classe frequenza del codice in esame;
- Classe Consumo del codice in esame;
- N° movimenti di scarico e carico a magazzino nel periodo di riferimento;
- Tipologia di codice: Green o Red Stream;
- Classe del codice;
- N° di clienti che acquistano il codice;
- Tipologia di gestione del codice;
- Lead time di consegna;
- Livello di servizio obiettivo richiesto dal commerciale;
- Ordine minimo: numero pezzi minimo per accettare ordine;
- Ordine massimo: numero pezzi massimo per unica consegna. Oltre si dividerà l'ordine in più consegne;
- Inoltre sono stati evidenziati in verde i codici venduti ad un solo cliente.

Le tematiche discusse in sede di incontro sono principalmente quelle legate alla tipologia di gestione del codice, lead time di consegna, livello di servizio e ordini massimo e minimo.

La trattativa, data la natura dell'incontro, può essere suddivisa in prima analisi tra codici di tipo Green stream e Red stream.

Green stream: Per i codici Green stream la proposta è di utilizzare, in base al tipo di prodotto, un modello produttivo di tipo MTS a kanban o ATO.

Per i codici a kanban, data la loro disponibilità a magazzino e la loro elevata frequenza di produzione, non vi sono stati problemi durante l'incontro.

Con questa politica di stock sia i prodotti finiti sia i semilavorati saranno gestiti tramite kanban.

La gestione di tipo MTS, praticamente, copre tutti quei codici in cui il LT commerciale è minore di qualsiasi LT di produzione.

Per i codici di tipo ATO, invece, i semilavorati saranno gestiti a kanban, ma la produzione del finito inizierà solamente dopo aver ricevuto l'ordine cliente.

Inizialmente, tale politica, non era stata vista di buon occhio dai commerciali, ma dopo aver spiegato loro su quali codici era stata ipotizzata, le divergenze vennero meno.

In particolare la politica ATO è stata proposta per tutti quei codici che presentano le seguenti caratteristiche:

- Codici che vengono venduti ad un solo cliente: è molto rischioso tenere a magazzino articoli venduti ad un solo cliente, perché se esso smettesse di acquistare l'articolo in oggetto non si riuscirebbe più a smaltire la scorta in magazzino. Si dovrebbe quindi procedere con il disassemblaggio dei finiti per cercare di recuperare il più possibile dei semilavorati, generando così costi inutili.
- Codici venduti a pochi clienti con ordini molto variabili: alcuni codici vengono venduti ad un numero molto esiguo di clienti (4 o 5) ed i loro acquisti sono caratterizzati da ordini molto consistenti distanti tra loro anche di qualche mese. Volendo dimensionare il magazzino per far fronte ad ordini così sporadici e variabili nelle quantità si dovrebbe tenere a scorta un volume di prodotti finiti molto elevato, generando così costi ingenti e comunque la non sicurezza di poter evadere gli ordini nel caso 2 o 3 di questi clienti ordinassero in contemporanea.

Confrontandosi con i commerciali ci si rese conto che la situazione era frutto di una particolare relazione con il cliente per cui, pur di non perdere ordini ingenti, non gli si era mai chiesto di effettuare gli ordini con un più adeguato anticipo e, soprattutto, di frazionarlo nel tempo in modo distribuirne la produzione nel tempo. Per risolvere tale inconveniente sono stati programmati degli incontri

con i clienti in modo da chiedere loro di effettuare gli ordini con un anticipo pari al lead time di produzione e di poter frazionare le spedizioni dei prodotti finiti in modo da non dover impegnare il centro di lavoro per molto tempo su un solo codice. A valle di questi incontri, che hanno avuto riscontro positivo, è stata approvata la politica ATO anche per i codici in analisi.

Per tutti i codici appena analizzati, quindi, la parte più ingente del lavoro è stata comunicare ai clienti la necessità di ricevere ordini con un ragionevole anticipo e di scaglionarli nel tempo qualora i volumi in gioco fossero particolarmente elevati.

Per quanto riguarda la politica di servizio, solo per alcuni codici di tipo ATO la proposta di lead time di consegna ipotizzata tramite l'analisi EPEI non è stata subito accettata.

Alcuni clienti italiani, infatti, richiedono un tempo di consegna relativamente corto a fronte di ordini con scarso anticipo.

Per questi, quindi, si è deciso di ridurre il numero di giorni di frequenza EPEI in modo da poter tener conto del caso in cui sia necessario produrre gli articoli interessati anche nella malaugurata situazione in cui non sia programmata di lì a breve la produzione di un codice a cui poter accodare la produzione degli articoli ATO in questione.

In generale la trattativa sui codici di tipo green stream non è stata, nonostante non fosse per nulla scontato, fonte di problemi e difficoltà.

Ad aiutare sensibilmente l'approvazione del modello produttivo ATO è stato principalmente il concetto di accodabilità, visto nel precedente paragrafo, che consente di produrre un dato codice tanto spesso quanto il codice a kanban a cui è accodabile.

Red stream: Per i codici Red stream la proposta è di utilizzare, in base al tipo di prodotto, un modello produttivo di tipo MTF o MTO.

- Il modello produttivo MTF è stato utilizzato principalmente sui codici personalizzati su specifica del cliente.

Si tratta di codici per cui si tiene un magazzino di prodotto finito basato sulle quantità fornite dal cliente tramite un forecast. Valgono le stesse problematiche vista prima per i codici monocliente, con la differenza che le personalizzazioni rendono impossibile riutilizzare i semilavorati customizzati su altri prodotti finiti, quindi le quantità prodotte sono solo ed esclusivamente quelle richieste dal cliente tramite forecast.

Un'eventuale richiesta di volumi maggiori da parte del cliente implicherà che un tempo d'attesa pari al lead time di assemblaggio ed eventualmente alla produzione dei semilavorati.

A livello commerciale, anche in questo caso, il più del lavoro è stato ribadire ai clienti l'importanza della validità del forecast ed il fatto che non si sarebbero tenuti a magazzino volumi maggiori rispetto a quelli comunicati.

- I codici con gestione MTO prevedono la realizzazione dei semilavorati e il successivo assemblaggio dopo aver ricevuto l'ordine da parte del cliente. Questo modello produttivo viene utilizzato per codici che hanno un numero di vendite l'anno veramente molto basso e i cui volumi sono instabili e tantomeno prevedibili. Data la particolare natura di questi codici non è stato riscontrato nessun problema in sede di trattativa con la forza vendita.

Dopo aver discusso la griglia di servizio con i commerciali la si può ritenere "validata" e di conseguenza si possono utilizzare i parametri discussi assieme come input per le fasi successive che riguardano il dimensionamento di scorta e cartellini kanban.

5.1.5.1 Ordine minimo e ordine massimo

In sede di trattativa con la forza vendita, un altro argomento di primario interesse è stato quello della definizione dell'ordine massimo e dell'ordine minimo.

Allo stato attuale del progetto questi due limiti sulle quantità da produrre non sono ancora stati implementati e dimensionati, ma la loro introduzione è prevista per il mese di ottobre.

Essendo però due concetti molto vicini e legati al progetto è comunque interessante spiegarne il significato e i loro benefici.

Il più intuitivo da capire è sicuramente il concetto di ordine minimo.

Per i codici con politica di stock MTO e ATO, che prevedono assemblaggio o addirittura produzione dei semilavorati dopo la ricezione dell'ordine, è stato scelto di impostare una minima quantità da produrre al fine di non dover effettuare anche solo un minimo di set-up per un numero di pezzi molto esiguo.

Per quanto riguarda l'ordine massimo, invece, la questione è più legata al livello di servizio che si vuole assicurare ai clienti.

Si stabilisce, in base alla scorta massima di un dato codice, una soglia oltre la quale, anche se disponibile a magazzino, non si fornisce l'intera quantità richiesta dal cliente in un'unica soluzione, ma in modo diluito nel tempo.

Questa scelta è stata fatta per far sì che un cliente, con un solo ordine caratterizzato da un volume molto al di sopra della media, non vada ad azzerare le scorte a magazzino di un dato codice impedendo quindi di consegnare ad altri clienti che invece richiedono quantità più modeste.

Il concetto è facilmente dimostrabile con l'esempio numerico di seguito e in parte descritto dalla seguente tabella e annesso grafico.

Tabella 5-11: esempio numerico ordine massimo

n° pezzi per riga	n° righe ordine	cumulata % righe	n° pezzi totali	cumulata % pz
10	2	2%	20	0%
15	2	4%	30	1%
20	3	6%	60	3%
25	7	13%	175	6%
30	14	25%	420	16%
35	20	44%	700	32%
40	23	65%	920	53%
45	17	80%	765	70%
50	12	91%	600	84%
60	4	95%	240	90%
70	3	97%	210	94%
80	2	99%	160	98%
90	1	100%	90	100%

Ordine
massimo

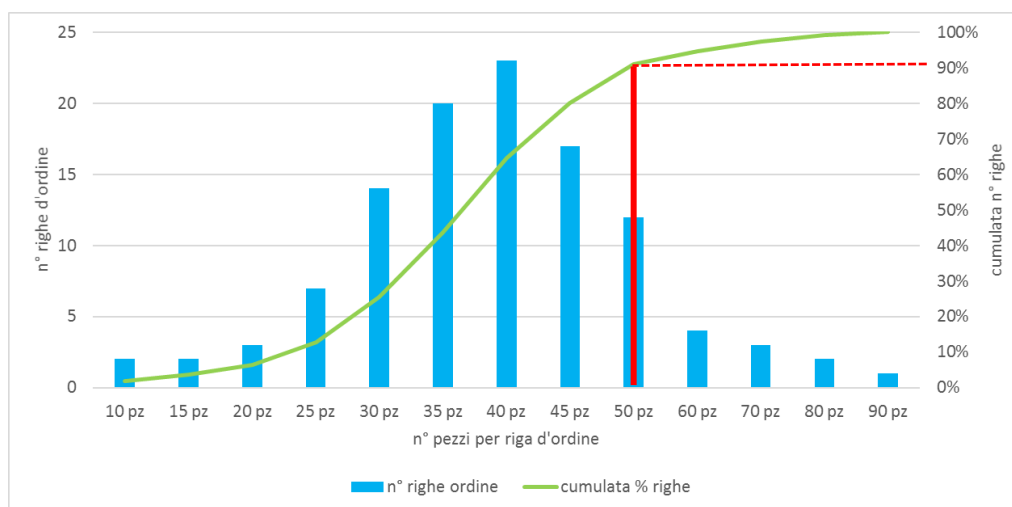


Figura 5-1: Grafico ordine massimo

La tabella contiene nella colonna “n° pezzi per riga” il numero di pezzi di un certo codice contenuto in una riga d’ordine.

La colonna successiva, invece, mostra il numero di righe totali in cui è stata richiesta quella quantità di pezzi.

La colonna “cumulata % righe” indica il valore percentuale cumulato del numero di righe.

Il campo n° pezzi totali è il prodotto tra il numero di pezzi per riga e il numero di righe richieste con quella quantità.

Infine è rappresentata la cumulata percentuale dei pezzi richiesti.

Si evince, quindi, che la maggior parte delle righe d'ordine si ferma a quantità che variano tra i 30 e i 50 pezzi (90% delle righe d'ordine)

Sono molte poche le righe d'ordine in cui si chiedono più di 50 pezzi (10% circa).

Per questo motivo si può ipotizzare di settare, in questo esempio, l'ordine massimo a quota 50 componenti. Si potrà così evadere tranquillamente il 90% degli ordini dal pronto e nel rispetto dei tempi richiesti al cliente.

Per il restante 10% degli ordini si dovrà proporre al cliente un piano dilazionato di consegna, che prevedrà intervalli tra le diverse consegne paragonabili al numero di giorni della frequenza EPEI del codice.

In questo modo, quindi, si potranno evadere tutti gli ordini senza il rischio di accontentare solo un cliente che richiede una grande quantità e non consegnare agli altri che invece avanzano richieste nella media.

Per rendere efficace tale strumento sarà ovviamente necessaria l'implementazione di un tool informatico da parte del reparto IT.

Esso, durante la fase di inserimento dell'ordine, dovrà avvisare il commerciale qualora si vadano ad inserire delle quantità di vendita superiori al limite massimo impostato per un dato articolo.

Si dovrà poi prevedere un modello con cui il commerciale potrà dilazionare nel tempo le consegne come sopra descritto.

5.1.6 Introduzione kanban

A valle delle analisi e delle decisioni descritte nei paragrafi precedenti, è possibile descrivere la parte operativa di dimensionamento ed avvio del modello kanban.

Si procederà quindi con l'illustrare utilizzo e i movimenti del cartellino in azienda, la realizzazione del tabellone kanban, l'utilizzo e realizzazione

dell'heijunka board ed infine il processo di dimensionamento del cartellino.

5.1.6.1 L'anello kanban

Come si è visto nella parte di teoria riguardante il kanban, il cartellino ha, dal punto di vista fisico, lo scopo di avviare la produzione di un codice quando esso realmente ha la necessità di essere prodotto, ovvero quando il mercato lo sta effettivamente richiedendo.

Nella pratica ciò avviene grazie al fatto che il cartellino kanban si muove fisicamente in azienda lungo un percorso ben definito e che permette il corretto funzionamento dell'intero processo di riordino.

Questo percorso viene chiamato nella pratica "anello kanban", sottolineando con la parola "anello" il fatto che questo percorso sia chiuso e ripetitivo.

Nel caso in analisi possiamo descrivere l'anello kanban dei prodotti finiti in modo abbastanza semplice:

- Il cartellino kanban viene fissato mediante l'apposito supporto ai pallet non appena terminata la produzione della merce;
- I pallet con gli annessi cartellini vengono stoccati in magazzino;
- Quando si esaurisce la merce di un pallet il relativo cartellino viene messo in una apposita cassetta dove si raccolgono tutti i cartellini che necessitano di ripristino;
- Due volte al giorno il responsabile di produzione del centro di lavoro interessato si reca in magazzino a prelevare tutti i cartellini all'interno della cassetta;
- I cartellini vengono portati in produzione e appesi al tabellone kanban, in modo da sottolineare il consumo di un pallet di un dato codice. Si analizzerà il funzionamento del tabellone kanban nei prossimi paragrafi;
- Mediante l'utilizzo dell'heijunka board si pianifica la produzione del giorno successivo apponendo i cartellini prelevati dal tabellone

kanban negli appositi slot di produzione. Si analizzerà il funzionamento dell'heijunka board nei prossimi paragrafi;

- Non appena terminata la produzione relativa al cartellino kanban presente nell'heijunka, esso viene prelevato e fissato al bancale.

Come si evince dalla descrizione del percorso vista qui sopra, l'anello kanban si chiude su sé stesso e assicura la corretta e repentina movimentazione dei cartellini in azienda.

Lo schema sotto rappresenta in modo grafico i movimenti del cartellino visti sopra.



Figura 5-2: Rappresentazione grafica anello kanban ed esempio di cartellino kanban

Analizzati gli spostamenti del cartellino kanban, si procede ora con l'analisi e la spiegazione del tabellone kanban e dell'heijunka board, due strumenti essenziali per far sì che l'intero sistema funzioni correttamente.

5.1.6.2 Tabellone kanban

Come visto durante la spiegazione dell'anello kanban, il tabellone è quel posto dove vengono affissi tutti i cartellini prelevati dal magazzino dopo averne utilizzato la corrispettiva merce.

Il tabellone kanban, per come è fatto, svolge una triplice funzione:

- Raccoglie tutti i cartellini che devono essere ripristinati;
- Dà un'indicazione visiva di quanta scorta è presente di ogni codice;
- Indica in maniera chiara e visuale la priorità di produzione che hanno rispettivamente i vari codici.

Per semplicità di trattazione, se ne spiega la funzione con il supporto della fotografia sotto, scattata in fase di avvio del sistema.



Figura 5-3: Tabellone kanban M4641

Il tabellone kanban è costruito con logica di funzionamento a colonne. Ad ogni codice a kanban afferente al centro di lavoro M4641 viene assegnata una colonna. Man mano che si prelevano i cartellini kanban dal magazzino essi vengono attaccati nella relativa colonna partendo dall'alto. L'operazione è semplificata ulteriormente dalla presenza di un magnete dietro al cartellino che si attacca con facilità al tabellone metallico. Ogni colonna ha un numero di slot identificati da dei colori (verde, giallo e rosso) pari al numero di cartellini totali di quel codice.

In questo modo è molto facile dedurre che, se gli slot sono 10 e vi sono 3 cartellini sul tabellone, gli altri 7 saranno in magazzino. Ciò dà un'indicazione immediata e visiva del livello di scorta presente a magazzino.

I tre colori presenti nelle colonne, inoltre, danno un'indicazione riguardante la necessità di cominciare a produrre un dato codice.

Con un metodo che verrà spiegato nel paragrafo del dimensionamento dei cartellini kanban, infatti, si decide a che livello di utilizzo della scorta impostare i livelli di verde, giallo e rosso.

Applicando i cartellini dall'alto verso il basso nel tabellone, si riempiono progressivamente gli slot verdi, gialli ed infine rossi.

Se la colonna di un certo codice presenta cartellini solo in zona verde significa che non c'è la necessità immediata di produrre, in quanto è ancora presente una scorta rilevante a magazzino.

Quando si entra in zona gialla si dovrebbe, quando possibile, produrre il codice, in modo da non ritrovarsi in poco tempo con un livello di scorta molto basso in magazzino, che potrebbe non essere sufficiente per evadere gli ordini futuri.

Quando si entra, infine, in zona rossa è indispensabile produrre il codice il prima possibile, poiché la scorta a magazzino è ad un livello molto basso e si rischia di finire in una situazione di stock out.

Semplicemente guardando il tabellone, quindi, ci si rende conto di quale dev'essere la priorità di pianificazione della produzione basata sulle quantità di prodotti finiti presenti a magazzino.

Osservando l'immagine del tabellone kanban, si può notare la presenza di un foglio di piccola dimensione attaccato con un magnete in mezzo al tabellone.

Esso è un modulo che permette di contare il numero di giorni in cui un dato codice rimane in zona rossa.

È costituito da una tabella che riporta in riga tutti i codici e in colonna i giorni del mese: si andrà a segnare con una “X” tutti i giorni in cui un certo codice permane in zona rossa.

L’importanza di tale misurazione risiede nel fatto che dall’osservazione della tabella ci si può rendere conto di quali siano i codici più critici.

Si procede poi all’analisi della criticità per capire cosa abbia scaturito questo fenomeno. Le cause più comuni possono essere uno sbagliato dimensionamento del cartellino (vedasi paragrafo 3.1.6.4) oppure la mancanza di semilavorati.

Identificati i codici che necessitano di essere prodotti, si passa a pianificare la produzione con l’ausilio dell’heijunka board, che verrà introdotta nel prossimo paragrafo.

5.1.6.3 Heijunka board

L’heijunka board è uno strumento che consente di livellare e pianificare la produzione in funzione alle richieste del mercato.

Nel caso in analisi le richieste del mercato sono dettate dal tabellone kanban: più il mercato chiede un certo componente, più di frequente i relativi cartellini saranno presenti nel tabellone kanban.

Come visto prima, il tabellone kanban permette di raccogliere tutti i cartellini da ripristinare e da un’indicazione chiara circa la priorità di produzione dei diversi codici.

Stabilita la priorità dei codici da produrre, è necessario pianificare la produzione dei prodotti finiti.

Grazie all’heijunka board è possibile stabilire ordine e tempi di produzione dei codici interessati.

Per semplicità di trattazione, se ne spiega il funzionamento con il supporto della fotografia sotto, scattata in fase di avvio del sistema.

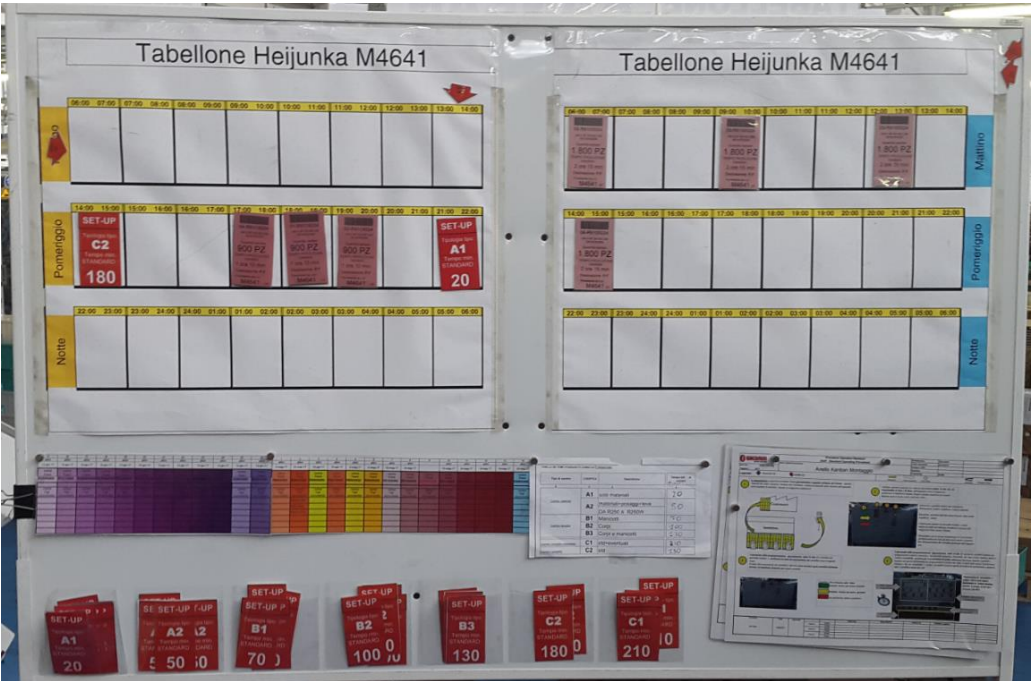


Figura 5-4: Heijunka board M4641

Come si può vedere dall'immagine, il tabellone heijunka rappresenta due giornate di lavoro divise in tre turni da otto ore con suddivisione oraria. L'heijunka board è costruita sul retro della lavagna metallica del tabellone kanban e viene utilizzata con i cartellini kanban prelevati dal tabellone. La tabella 5-12 mostra una rappresentazione schematica di una giornata di pianificazione dell'heijunka board.

Tabella 5-12: Esempio di suddivisione giornaliera nell'heijunka board

	06:00 - 07:00	07:00 - 08:00	08:00 - 09:00	09:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00
Mattino	1	2	3	4	5	6	7	8
Pomeriggio	9	10	11	12	13	14	15	16
Sera	17	18	19	20	21	22	23	24

Ogni slot libero, nell'esempio sopra numerato da 1 a 24, rappresenta un'ora di lavoro della macchina.

La programmazione si effettua sempre il giorno prima di quello di produzione.

Con una freccia magnetica si va ad identificare sulla lavagna il giorno attuale di produzione, quindi la programmazione si effettua sull'altra tabella. Starà poi all'operatore del turno notturno spostare la freccia da una tabella all'altra alle ore 06:00.

La programmazione viene fatta usando i cartellini presenti nel tabellone kanban. Si prendono quelli che si devono produrre, partendo dai più urgenti, e usando il tempo di produzione riportato nel cartellino si occupano tanti slot da un'ora quanti le ore necessarie a produrre la quantità necessaria di quel codice.

Quando si cambierà tipologia di prodotto finito si dovrà prevedere un tempo di set-up.

Sono stati effettuati, quindi, dei cartellini da utilizzare per programmare il set-up che riportano diversi tempi di set-up in base al tipo di cambio codice da effettuare (ben visibili in rosso nella parte basse del tabellone in immagine 5-4).

Si andrà ad apporre quello della giusta durata per segnalare che in quell'intervallo di tempo la macchina sarà occupata per effettuare il riattrezzaggio.

Nel centro di lavoro in oggetto, però, non vengono prodotti solo codici a kanban, ma anche altri articoli che sono gestiti con metodologia "assembly to order", "make to order" e "make to forecast". Gli ordini di produzione per questi codici non derivano, ovviamente, dal tabellone kanban, ma dallo schedatore interno all'azienda con cui si programmava tutta la produzione fino a prima dell'introduzione del sistema a kanban.

Per permettere la programmazione mista delle due tipologie di articoli sono stati preparati dei cartellini "neutri" che l'addetto alla

programmazione può, a partire dagli ordini di produzione, compilare di volta in volta per pianificare la produzione dei codici non gestiti a kanban. È a cura dell'operatore la compilazione dei campi relativi a quantità da produrre e tempo di produzione.

In questo modo si può programmare in modo visivo tutta la produzione del centro di lavoro.

R858UY224 VALV.SF.3/4 TRS GL (S/PB9) LEGEND
Quantità kanban
TEMPO PRODUZIONE KANBAN
Destinazione P.F.:
Proveniente da c.d.l.:
M4641

Figura 5-5: cartellino "neutro" per programmazione articoli non a kanban

Come già detto in precedenza e come si può facilmente dedurre dal ragionamento sopra riportato, valutare l'accodabilità dei codici è estremamente importante (vedasi paragrafo 3.1.4.1).

Per aiutare l'addetto alla programmazione ad ottimizzare i set-up, oltre ad aver affisso la tabella dei set-up nei pressi dell'heijunka board, si è anche utilizzato un metodo più intuitivo e visuale.

Sotto ogni colonna del tabellone kanban (vedasi immagine 5-3) è stata posizionata una cassetta rossa in cui vengono inseriti i cartellini "neutri" degli articoli accodabili a quel determinato codice a kanban.

Questo viene molto utile nella gestione mista dei codici a kanban e non in quanto:

- Partendo dagli ordini di produzione si trova il cartellino del codice da produrre già sotto al codice a kanban a cui è accodabile: ci si accorge facilmente della potenzialità di risparmiare set-up qualora si dovesse pianificare nella stessa giornata anche il codice a kanban;
- Quando si pianifica un codice a kanban si può facilmente controllare se vi sono ordini di produzione aperti per i codici i cui cartellini si trovano nella relativa cassetta rossa: non c'è così rischio di non accorgersi di una possibilità di evitare un set-up inutile.

A questo punto della trattazione, spiegato come funziona in azienda l'anello kanban, come il kanban “tiri” la produzione e come essa possa essere adeguatamente pianificata tramite l'heijunka, si può procedere con l'analisi del processo di dimensionamento dei cartellini kanban.

5.1.6.4 Dimensionamento kanban

Mediante l'utilizzo della cross analysis e la valutazione dei suoi output sono stati stabiliti i codici più adatti per la gestione a kanban.

A valle dell'approvazione delle frequenze di ripristino tramite lo studio del modello EPEI ed il confronto con la forza vendita si può procedere con il dimensionamento dei cartellini.

Esso consiste nel decidere innanzitutto quanta scorta tenere, per ogni codice, a magazzino e successivamente si identifica il numero dei kanban necessari.

Come scorta a magazzino si è deciso di impostare un valore pari alla somma scorta ciclo più la scorta polmone.

La scorta ciclo è quella necessaria a coprire le vendite nell'intervallo di analisi. Nel caso in analisi essa è quella consumata nell'intervallo EPEI,

quindi il consumo medio che viene riscontrato per ogni codice nei 20 giorni di intervallo di programmazione che sono stati presi in analisi.

Resta da calcolare la scorta polmone, ovvero quella necessaria per far fronte alle fluttuazioni della richiesta da parte del mercato.

La scorta polmone è stata calcolata con la seguente formula:

$$S.P. = \frac{dev.std}{cons.medio} * K * scorta\ ciclo$$

Il suo risultato, quindi, è il prodotto tra la deviazione standard percentuale, il valore di K relativo al livello di servizio obiettivo e la scorta ciclo.

Durante l'incontro con la forza vendita il livello di servizio obiettivo per i codici a kanban era stato stabilito pari all'85%, il che comporta un valore di K pari a 1,08.

Per i codici in esame, il valore del prodotto dei primi due fattori della formula varia tra 0,19 e 0,35.

Il valore totale della scorta a magazzino, pari alla somma della scorta ciclo più il valore della scorta polmone, si può perciò calcolare con la seguente espressione:

$$\begin{aligned} SCORTA\ TOT &= scorta\ ciclo + \frac{dev.std}{cons.medio} * K * scorta\ ciclo = \\ &= scorta\ ciclo \left(1 + \frac{dev.std}{cons.medio} * K \right) \end{aligned}$$

Il fattore tra parentesi, quindi, varia tra i valori 1,19 e 1,35.

Dato che il valore di scorta risultante da questo calcolo era molto minore del precedente valore di scorta a magazzino e complice un'iniziale timore da parte dei partecipanti al progetto a fronte di una così forte riduzione delle scorte, si è scelto di alzare il coefficiente di moltiplicazione della scorta ciclo a 1,5 per tutti i codici.

Questo iniziale sovradimensionamento delle scorte può essere utile in fase di avvio del progetto, quando l'iniziale inesperienza con il kanban

può portare a qualche ritardo di produzione o a problemi legati alla movimentazione fisica dei cartellini kanban.

A partire dal valore risultante dal calcolo, si è cercato poi di allineare il valore di scorta ad un multiplo del valore del pallet o di mezzo pallet.

Al contrario di altre tipologie di prodotti, infatti, dovendo tenere a magazzino migliaia di pezzi, è impensabile assegnare un kanban al prodotto finito o gli imballi secondari (si tratta comunque di centinaia di scatole) e si è deciso, quindi, di mettere a kanban l'intero pallet.

Nel caso risultasse che mettendo un kanban per pallet il numero di cartellini fosse troppo basso (minore di 3), si è scelto di assegnare un kanban a mezzo pallet, in modo da poter monitorare meglio la situazione del magazzino e l'utilizzo della scorta.

Così facendo il numero di cartellini per codice si assesta tra 3 e 15.

Un esempio del file utilizzato per il dimensionamento è riportato nella tabella sotto.

Tabella 5-13: Foglio di calcolo usato per il dimensionamento di scorta e cartellini kanban

CODICE	RIORDINO	QTA' EPEI	SCORTA CALCOLATA	PALLET	KANBAN	N. KANBAN	SCORTA REALE	VERDE	n° K	GIALLO	n° K	ROSSO	n° K
R850X024	15 GG	8.000	12.000	2.000	2.000	6	12.000	4.000	2	4.000	2	4.000	2
R851X024	15 GG	3.600	5.400	1.800	1.800	3	5.400	1.800	1	1.800	1	1.800	1
R850X054	15 GG	20.000	30.000	2.500	2.500	12	30.000	10.000	4	10.000	4	10.000	4
R850X004	15 GG	2.000	3.000	2.000	1.000	3	3.000	1.000	1	1.000	1	1.000	1
R859X025	15 GG	5.000	7.500	1.000	1.000	8	8.000	3.000	3	2.000	2	3.000	3
R854X024	15 GG	1.800	2.700	1.800	900	3	2.700	900	1	900	1	900	1
R914X024	20 GG	5.400	8.100	1.800	1.800	5	9.000	3.600	2	1.800	1	3.600	2
R910X024	15 GG	5.400	8.100	1.800	1.800	5	9.000	3.600	2	1.800	1	3.600	2
R914LX024	20 GG	3.600	5.400	1.800	1.800	3	5.400	1.800	1	1.800	1	1.800	1
R919X005	30 GG	3.600	5.400	900	900	6	5.400	1.800	2	1.800	2	1.800	2
R910X004	15 GG	5.400	8.100	1.800	1.800	5	9.000	3.600	2	1.800	1	3.600	2
R911X024	15 GG	1.800	2.700	1.800	900	3	2.700	900	1	900	1	900	1
R950X004	15 GG	1.800	2.700	1.800	900	3	2.700	900	1	900	1	900	1



Si procede con l'analisi del foglio elettronico riportato in tabella 5-13.

- Codice dell'articolo in esame;
- Riordino: è il numero di giorni che identifica la frequenza EPEI del codice;
- Q.tà EPEI: Fabbisogno del periodo pari all'intervallo EPEI arrotondato per eccesso alla quantità pallet. L'arrotondamento viene eseguito per via del fatto che il kanban viene assegnato al pallet, e quindi quando si produce un certo articolo le quantità di produzione sono multiple del pallet;
- Scorta calcolata: scorta totale composta da scorta ciclo e scorta polmone;
- Pallet: viene riportata la quantità di pezzi contenuti in un pallet;
- Kanban: quantità relativa ad un cartellino kanban e pari al valore di un pallet. Solo in alcuni casi, sottolineati in rosso, essa è pari a mezzo pallet, in quanto il numero di cartellini risultanti sarebbe stato troppo basso;
- N° Kanban: numero totale di kanban per ogni codice. E' calcolato dividendo la scorta calcolata per la quantità kanban e arrotondando per eccesso all'intero più vicino;
- Scorta reale: calcolata moltiplicando il numero di kanban per la quantità kanban.

A questo punto dell'analisi è necessario decidere come suddividere i cartellini kanban tra le tre zone caratterizzate dai colori verde, giallo e rosso.

In fase di avvio della gestione a kanban è preferibile, come visto precedentemente durante la trattazione teorica, utilizzare delle suddivisioni conservative e grazie alle quali il ripristino della scorta inizi relativamente presto.

In base al numero di cartellini di un dato codice si sono scelte queste due modalità:

- 33% V; 33% G; 33% R: 33% degli slot assegnati al colore verde, 33% al giallo e 33% al rosso. Molto adatto a partire, si inizia a produrre quando si entra in zona gialla, avendo così sfruttato solo un terzo della scorta massima. Livello medio delle scorte a magazzino medio alto.
- 33% V; 17% G; 50% R: Anche questo sistema predilige un rapido ripristino della scorta, garantisce un buon livello di servizio e assicura stabilità al sistema.

In tabella 5-13 sono presenti le quantità per ogni colore indicate sia come numero di kanban che come numero di pezzi.

Queste due strategie sono entrambe molto indicate per partire, ma non appena il sistema sarà entrato a regime e l'intero meccanismo sarà affidabile si potranno scegliere configurazioni con una zona verde più ampia, in modo da sfruttare di più la scorta a magazzino prima di procedere con il ripristino.

Il dimensionamento effettuato in tabella 5-13 si limita a riportare un esempio di calcolo basato su 13 codici, in quanto si è deciso di introdurre il kanban in azienda in modo progressivo, ma la procedura indicata è la medesima utilizzata anche per i codici inseriti successivamente.

Le ultime operazioni da effettuare prima dell'avvio dell'intero sistema sono:

- Stampare kanban e apporli sui bancali già a scorta;
- Eventuali kanban avanzati vanno posizionato sul tabellone kanban. Gli eventuali bancali senza kanban saranno i primi da dover essere utilizzati;
- Eliminare ordini di produzione a sistema per gli articoli a kanban.

È importante, inoltre, assicurarsi che con l'utilizzo della metodologia a kanban in magazzino si prelevi sempre dallo stesso bancale e non dà più

bancali contemporaneamente, o si rischierà di terminare in contemporanea più bancali e di veder arrivare simultaneamente un gran numero di cartellini senza preavviso e quindi rischiare di non riuscire a riprodurre il venduto nei tempi necessari.

Con questa trattazione termina l'analisi del lavoro svolto durante l'implementazione del kanban su prodotto finito.

Si procede ora con la disamina del procedimento seguito per i semilavorati e successivamente si andranno a valutare le performance a valle dell'avvio dell'intero sistema.

5.2 Semilavorati

In questa parte della trattazione si andrà ad analizzare, in modo simile a quanto fatto per il prodotto finito, la modalità con cui è stata implementata la gestione PULL dei semilavorati.

Come si vedrà in seguito, per motivi legati a degli impedimenti del processo produttivo, la gestione dei semilavorati non avviene in logica completamente PULL, ma con un sistema misto creato appositamente per cercare di ridurre il più possibile gli impatti di tale impedimento.

Ciononostante, le differenze con il processo seguito per il prodotto finito si limitano ad alcune fasi: si procederà, quindi, con l'analisi dettagliata solo delle fasi che differiscono rispetto al precedente modello, analizzando meno nel dettaglio quelle comuni con il processo del prodotto finito.

5.2.1 Scelta codici

Come per il prodotto finito, la prima cosa da fare è la scelta dei codici su cui implementare la logica PULL.

Nel caso del prodotto finito i codici erano stati identificati mediante l'utilizzo della cross analysis.

In questo caso, invece, la scelta è stata effettuata in un altro modo.

Si è scelto, per continuità con il lavoro svolto sul prodotto finito, di mettere a kanban i semilavorati che compongono i prodotti finiti della precedente analisi.

Effettuando questa scelta, il numero dei codici a kanban non è troppo elevato in quanto alcuni componenti sono comuni tra i vari prodotti finiti, ma le quantità in gioco, invece, lo sono, in quanto gli stessi semilavorati vengono utilizzati anche in altri prodotti finiti non afferenti al centro di lavoro M4641.

5.2.2 Anello kanban

A fare davvero la differenza rispetto al prodotto finito, è la complessità dell'anello kanban e la presenza di limiti che non permettono l'utilizzo di un modello completamente PULL.

Prima di impostare l'analisi, quindi, è importante comprendere la procedura di produzione dei semilavorati e il corrispettivo anello kanban. Rispetto all'assemblaggio dei prodotti finiti, che avviene tutto all'interno della sede di San Maurizio D'Opaglio, la produzione dei semilavorati inizia in una stamperia che si trova a Castelnuovo del Garda (VR).

A creare problemi non è la necessità di trasportare gli stampati tra le due sedi, tra i quali vi è almeno un trasporto al giorno con mezzi di proprietà dell'azienda, ma il fatto che la stamperia possa lavorare solo con dei lotti di produzione molto alti, aumentando molto di conseguenza il LT di consegna degli stampati e non permettendo di adattarsi repentinamente alle richieste del mercato

Questa politica di lotto con cui produce la stamperia obbliga a lavorare nello stesso modo anche la torneria di San Maurizio d'Opaglio, in quanto vengono torniti i grezzi provenienti dalla stamperia man mano che essi arrivano da Castelnuovo.

La grande dimensione dei lotti lavorati in stamperia e la conseguente difficoltà a poter variare di frequente il mix di produzione, comporta l'utilizzo di una scorta molto corposa in magazzino semilavorati in modo

da poter sopperire al lungo lead time di consegna e alla scarsa flessibilità al mix.

Con la seguente immagine si descrive in maniera semplice il flusso fisico del semilavorato a partire dal grezzo fino all'utilizzo in produzione.

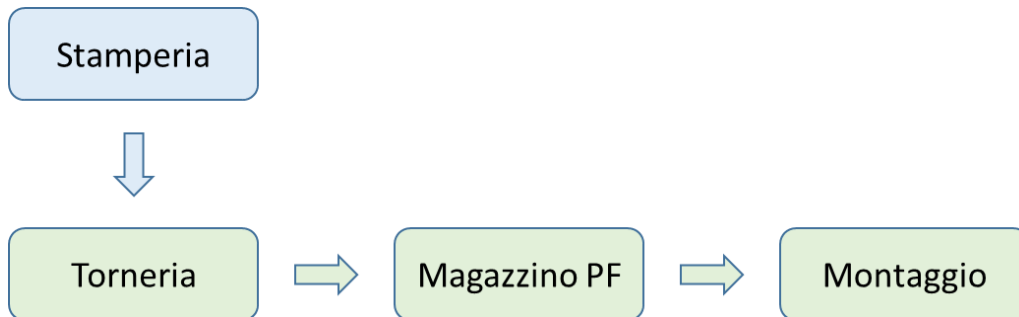


Figura 5-6: Flusso fisico semilavorato

A partire da questo semplice schema si può analizzare come si sia deciso di procedere per il riordino dei componenti stampati.

Nonostante il tipo di produzione per lotti della stamperia e la sua difficoltà ad adattarsi al mix delle vendite non creino la situazione ideale per l'utilizzo del kanban, è stato utilizzato un sistema chiamato "kanban triangolo" per la gestione della scorta tra magazzino e montaggio.

Verrà analizzato il suo funzionamento nel prossimo paragrafo.

Monitorando la scorta un magazzino con questo strumento visual è possibile, in linea con il LT di produzione dei grezzi e la loro successiva lavorazione di tornitura, inviare dal magazzino di San Maurizio d'Opaglio un ordine di produzione per Castelnuovo del Garda in modo da ripristinare la scorta.

L'anello del kanban triangolo e l'invio dell'ordine a Castelnuovo sono schematizzati nella seguente figura.

Figura 5-7 Flusso fisico semilavorati con anello kanban e procedura di riordino per stamperia:

5.2.3 Kanban triangolo

La metodologia del punto di riordino prevede di identificare con un apposito segnale posizionato ad un certo punto della scorta, di riordinare un certo materiale non appena il livello di scorta scende sotto il segnale indicato appunto da un elemento triangolare.

L'intera scorta di semilavorati, infatti, viene comunque stoccata su dei pallet ai quali è apposto un kanban.

- Quando si termina un pallet di semilavorati in magazzino si prende il relativo cartellino e lo si appone su di un tabellone kanban che è situato in magazzino;
- Continuando ad aggiungere cartellini al tabellone si arriverà ad un certo punto in una posizione dove è presente un triangolo magnetico nel tabellone;

- Quando si appone un cartellino nella posizione occupata da un triangolo si effettua un ordine di produzione per la stamperia di Castelnuovo e si ripone il triangolo in un apposito contenitore posto sotto la colonna del relativo codice sul tabellone kanban;
- Quando arriverà la merce ordinata in magazzino si andranno a prelevare i relativi cartellini dal tabellone partendo dal basso e gli si andrà ad apporre sui pallet appena giunti in magazzino;
- Si vanno poi a prelevare i triangoli posti sotto la colonna del codice e si posizionano nella posizione indicata nel tabellone kanban.

Nella foto seguente si può vedere un esempio del tabellone kanban usato per i semilavorati.



Figura 5-8: Tabellone Kanban semilavorati

Nella figura sono stati evidenziati in giallo i seguenti particolari:

1. Triangolo già ordinato: triangolo staccato dal cartellone e riposto sotto la colonna del codice poiché è stata utilizzata tutta la scorta sino al suo livello;
2. Posizione originale del triangolo: si intravede sotto il kanban verde la sagoma che identifica la posizione originale del triangolo.

Quando si ripristinerà la scorta andrà posizionato in quello slot il triangolo relativo;

3. Triangolo non ancora staccato: quando raggiunto andrà staccato, riposto sotto alla colonna del codice e poi effettuato un ordine di produzione per il relativo codice.

Come si può notare dal tabellone, i cartellini relativi ai semilavorati sono molti di più rispetto a quelli dei prodotti finiti: è una conseguenza del fatto che questi codici non sono utilizzati solo dai prodotti finiti a kanban, ma anche da altri codici.

I colori presenti nel tabellone non hanno lo stesso significato del tabellone dei prodotti finiti. Se nel caso dei prodotti finiti indicano la priorità di messa in produzione, qua indicano solamente il livello di scorta presente magazzino.

Anche in questo cartellone kanban, come in quello relativo ai prodotti finiti, è presente il modulo con cui si tiene conto del numero di giorni di permanenza di un codice in zona rossa.

La finalità è la medesima: individuare i codici che rimangono per troppo tempo in una situazione di rischio stock-out e andare a cercare, analizzare e risolvere le relative problematiche.

La differenza sostanziale di questo modello rispetto al kanban sul prodotto finito è che di fatto quello dei semilavorati è un modello di tipo PUSH.

Con il triangolo si vanno ad ordinare i semilavorati prima di utilizzarli, e la quantità ordinata è pari a quella che si ipotizza di consumare nel lead time di ripristino.

Può capitare, quindi, che se i consumi diminuiscono durante il lead time di consegna arrivino in magazzino più pallet rispetto ai cartellini presenti sul tabellone: in tal caso si mettono tutti i cartellini a disposizione sui pallet e si utilizzano per primi i pallet avanzati privi di cartellino.

Un'altra sostanziale differenza di questo anello kanban rispetto a quello dei prodotti finiti sta nel fatto che nel caso dei semilavorati il cartellino non segue il materiale a cui è associato e rimane sempre all'interno del magazzino. Esso infatti viene attaccato al pallet quando stoccato e rimosso quando il pallet è finito per essere poi riposto nel cartellone kanban disposto in magazzino.

Si noti, inoltre, che il vincolo di lotto imposto dalla stamperia non permette di pianificare la produzione secondo le esigenze del mercato e quindi non è necessaria la presenza dell'heijunka board per pianificare la produzione.

Con questo metodo si riesce, quindi, a monitorare il consumo di una grandissima quantità di semilavorati in modo molto semplice e visuale, e l'unica procedura elettronica a supporto è quella usata per generare l'ordine di produzione verso la stamperia.

5.2.4 Dimensionamento kanban

La procedura di dimensionamento del kanban per i semilavorati non ha nulla di sostanzialmente diverso da quella dei prodotti finiti.

La scorta da tenere a magazzino è la somma della scorta ciclo e della scorta polmone, calcolate con lo stesso procedimento utilizzato per il prodotto finito e tenendo conto del lead time di ripristino dettato dalla stamperia.

Ciò in cui vi è una differenza sostanziale rispetto al prodotto finito, è la presenza del kanban triangolo.

Esso prevede un dimensionamento fatto ad hoc in base al codice, in modo da assicurare sempre la presenza di semilavorati per alimentare la produzione del prodotto finito.

Ciò che è importante è assicurare che non si finisca mai in rottura di stock di tutti quei componenti che assicurano il livello di servizio richiesto per i prodotti finiti a kanban.

Il posizionamento dei triangoli, infatti, è calcolato in modo che vengano emessi più ordini di produzione nel caso il consumo di un codice salga al di sopra della media.

L'immagine successiva verrà utilizzata per spiegare con esempio la modalità con cui sono stati posizionati i triangoli.

Tabella 5-14: dimensionamento cartellini kanban e kanban triangolo

CODICE	RIORDINO	DIM. LOTTO	SCORTA CALCOLATA	PALLET	KANBAN	N. KANBAN	SCORTA REALE
029A17520	20GG	44.800	89.600	6.400	6.400	14	89.600

VERDE	n° K	GIALLO	n° K	ROSSO	n° K
25.600	4	19.200	3	44.800	7

KANBAN/LOTTO	1° TR	2° TR	3° TR
7	2	9	-

Nella tabella è riportato sia il classico dimensionamento del cartellino kanban sia, più sotto nella tabella più piccola, il posizionamento dei triangoli.

La procedura utilizzata per il dimensionamento dei kanban è la stessa vista per il prodotto finito, a differenza del coefficiente di moltiplicazione per cui viene moltiplicata la scorta ciclo (dim. Lotto) al fine del calcolo della scorta totale, che in questo caso è pari a 2.

Per quanto riguarda il posizionamento dei triangoli i campi analizzati sono i seguenti:

- Kanban/lotto: numero di kanban che compongono il volume complessivo di un lotto di semilavorati, pari al consumo medio durante il lead time di ripristino;
- 1° TR, 2° TR: numero posizione del triangolo nel cartellone kanban.

Le posizioni assegnate ai triangoli sono frutto di un ragionamento effettuato sulla base del consumo dei semilavorati.

Partendo da magazzino pieno, e quindi cartellone vuoto, si avvierà la produzione del lotto di semilavorati dopo aver consumato appena 2 pallet di componenti. In questo modo, se i consumi rimangono nella media, il lotto che ripristinerà i semilavorati arriverà prima che si raggiunga la posizione del secondo triangolo. Così facendo si ripristinerà la scorta e si svuoterà nuovamente il cartellone.

Qualora il consumo fosse sopra la media, invece, nel periodo di ripristino si arriverà a raggiungere anche il secondo triangolo.

In questo momento, quindi, si ordinerà un secondo lotto di semilavorati, di pari dimensione del primo.

Quando arriverà il primo, temporalmente poco dopo rispetto al momento in cui è stato effettuato il secondo ordine, i cartellini tolti dal tabellone non saranno sufficienti a scoprire entrambi i triangoli, ma solo il secondo.

Sarà l'arrivo del secondo lotto, quindi, a ripristinare i kanban consumati in più rispetto alla media nel periodo precedente.

In sintesi, quindi, qualora i consumi fossero pari o inferiori alla media tutti i semilavorati saranno ripristinati dal primo triangolo, qualora invece i consumi diventassero più consistenti i semilavorati saranno ripristinati in parte del primo triangolo ed in parte dalla quantità ordinata con il secondo triangolo.

6 Conclusioni e sviluppi futuri

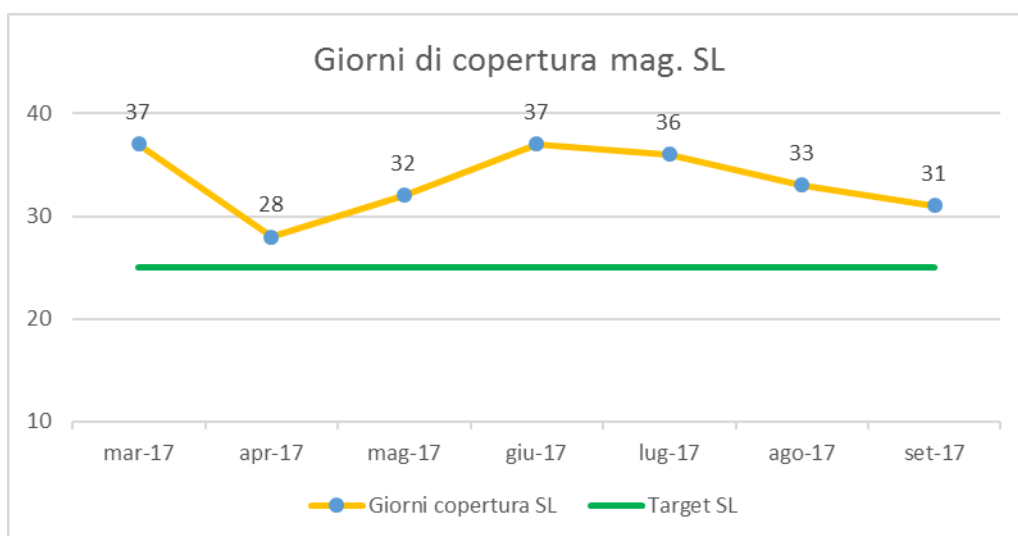
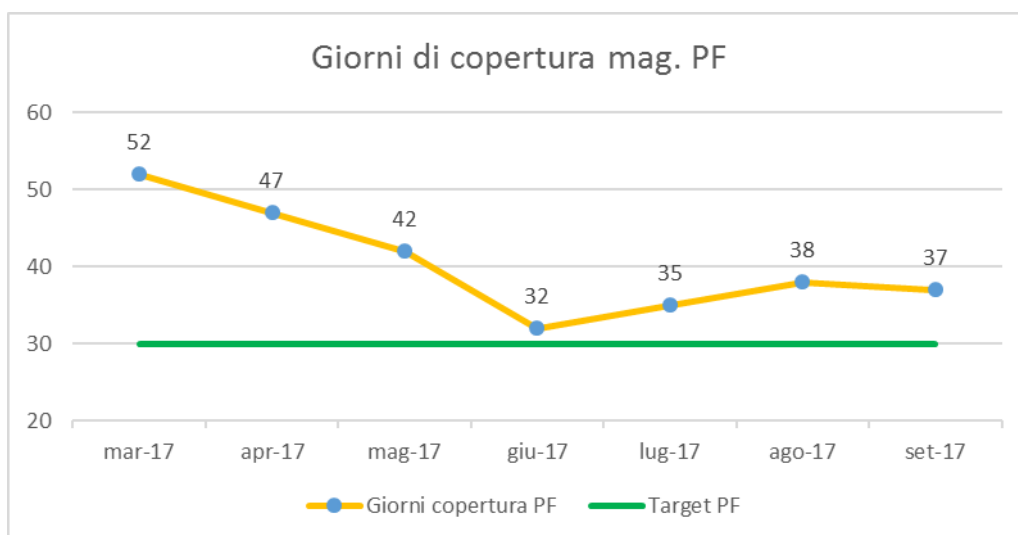
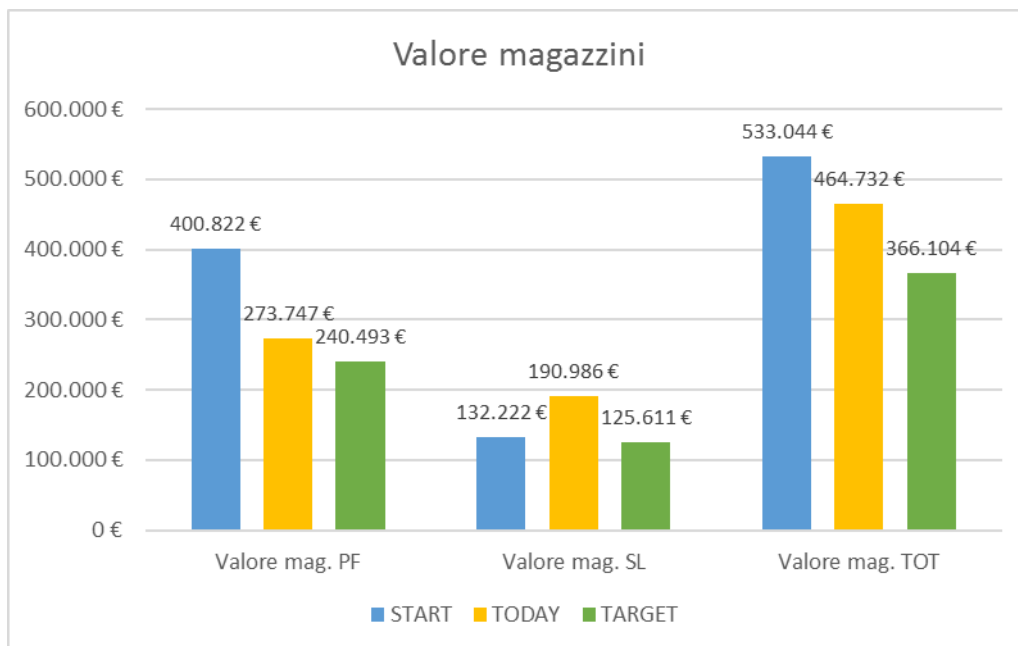
Il lavoro descritto in questo documento si è svolto in un arco temporale di circa cinque mesi.

Il gruppo di lavoro, in questo periodo, ha sempre lavorato con coesione e costanza: questo ha permesso di superare le difficoltà incontrate durante il percorso e di proseguire con il lavoro fiduciosi del risultato.

A valle del percorso descritto, quindi, si ritrovarono ben due motivi per misurare le performance del lavoro svolto: da un lato era necessario valutare oggettivamente i miglioramenti dovuti allo sviluppo del metodo applicato, dall'altra vi era la voglia di vedere se le decisioni prese e le ipotesi fatte erano corrette.

Per valutare le performance degli strumenti implementati si sono utilizzati i medesimi indicatori utilizzati durante lo studio di fattibilità presentato nel paragrafo relativo agli obiettivi del progetto (4.4) confrontando i dati di inizio con i dati raccolti alla fine dei lavori e i target che erano stati individuati.

Per argomentare correttamente tutti gli indici con i quali si sono misurati i risultati del progetto è necessario presentare prima tutte le misurazioni effettuate e procedere successivamente ad un'analisi complessiva basata sui dati raccolti.



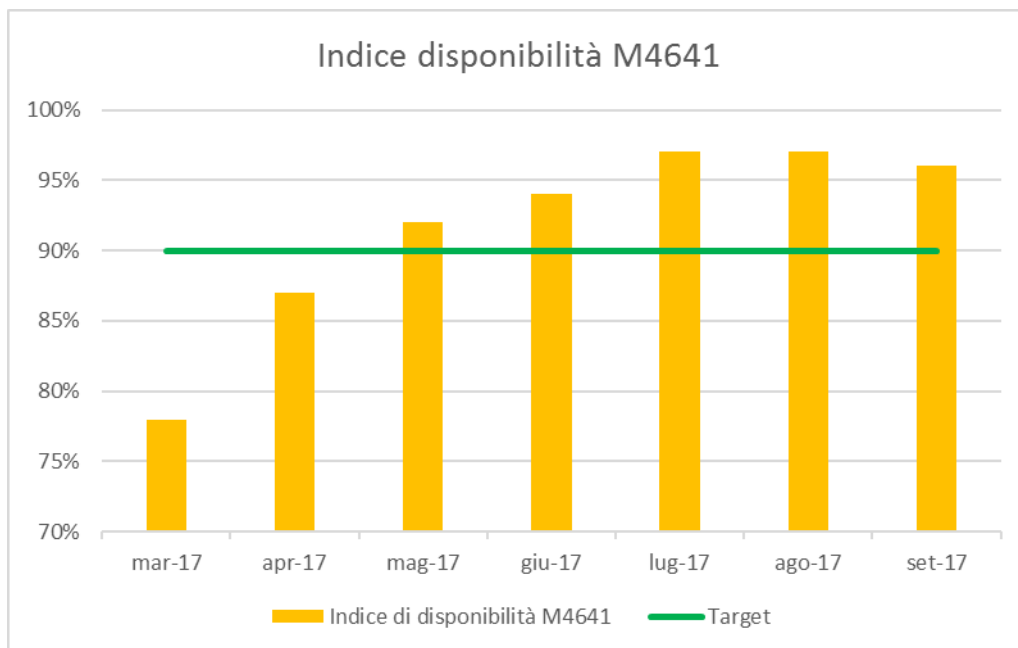


Figura 6-1: Rappresentazione grafica risultati del progetto

Dai grafici presentati poc'anzi è evidente come non tutti gli obiettivi del progetto siano stati raggiunti.

Una prima veloce analisi potrebbe suggerire che il lavoro svolto non abbia portato ai risultati attesi, ma è necessario descrivere correttamente le condizioni al contorno per valutare correttamente i risultati ottenuti.

Per far ciò, in primis, è bene ricordare quello che è l'obiettivo principale del progetto, ovvero "...fornire il mercato garantendo un elevato livello di servizio per il cliente nel modo più efficace possibile prestando attenzione all'aumento di efficienza interna e riducendo al minimo necessario il costo delle scorte a magazzino".

Come sottolinea la frase appena riportata, il focus del progetto è sì quello di ridurre le scorte a magazzino e quindi i giorni di copertura assicurati dallo stock, ma nel farlo è fondamentale che non si presentino disservizi per il cliente e che, anzi, il livello di servizio aumenti progressivamente fino al livello richiesto.

Per assicurare ciò, tutti i dimensionamenti delle scorte dei prodotti finiti sono stati effettuati con ampi margini di sicurezza, con l'ottica di ridurre i livelli mano a mano che il sistema sarebbe entrato a pieno regime.

La situazione è chiaramente rappresentata dai grafici relativi ai prodotti finiti: la scorta a magazzino è più alta del previsto e i giorni di copertura sono superiori a quanto si era stabilito.

Nonostante ciò, comunque, si può notare che il trend dei giorni di copertura del prodotto finito sia in calo, indice che le prime azioni di riduzione della scorta con il sistema a regime stanno dando i loro frutti.

Inoltre, analizzando alcuni dati di dettaglio, si è osservato un fenomeno molto interessante riguardante la diminuzione delle scorte a magazzino. I codici gestiti con politica ATO e quelli gestiti a kanban hanno generato, come atteso, un'importante diminuzione del livello di scorta dei prodotti finiti. Contemporaneamente, però, la mancata vendita dei codici che con la nuova gestione si è deciso di gestire come MTO e MTF non ha permesso di smaltire scorte di articoli presenti a magazzino da prima dell'inizio del progetto. Ciò è dovuto al fatto che con la precedente gestione venivano prodotti grandi volumi di articoli personalizzati in modo da abbattere i costi di produzione, senza considerare che non si sapeva se e quando essi sarebbero poi stati venduti.

Quindi, se da un lato il cambio di gestione dei codici venduti spesso ha portato un importante decremento delle scorte a magazzino, la giacenza non pianificata di alcuni codici non ha permesso di raggiungere il target prefissato sui prodotti finiti.

Per quanto riguarda la gestione dei semilavorati, invece, la situazione è sostanzialmente diversa.

Il relativo valore del magazzino, infatti, è ben lontano dal target che era stato individuato ad inizio progetto.

Potrebbe sembrare un paradosso il fatto che esso sia aumentato rispetto alla situazione iniziale, ma va considerato il contesto per intero per valutare la situazione.

Prima dell'inizio del progetto, infatti, capitava abbastanza di frequente che si esaurissero le scorte a magazzino di semilavorato, creando quindi in una situazione di stockout.

Il primo obiettivo per cui si è lavorato all'inizio del progetto è stato quello di assicurare che ciò non accadesse più. Si è quindi deciso di dimensionare la scorta a magazzino in modo che essa potesse assicurare sempre la corretta giacenza dei componenti utilizzati durante l'assemblaggio, in modo da poter garantire l'elevato livello di servizio richiesto dalle specifiche del progetto.

Il grande valore di scorta, però, non dipende tanto dal coefficiente di sicurezza applicato in fase di dimensionamento, quanto dai lunghi tempi di approvvigionamento dettati dalla stamperia e dalla dimensione dei suoi lotti di produzione.

L'ambizioso obiettivo di ridurre drasticamente il valore della scorta di semilavorati sarà perseguibile solo intervenendo sulla stamperia di Castelnovo del Garda.

Ad ogni modo, anche il trend dei giorni di copertura dei semilavorati è in diminuzione, in quanto si stanno eseguendo, dove possibile, interventi di riduzione della scorta attuabili dopo che il sistema è entrato a regime.

Infine, osservando il grafico rappresentante l'indice di disponibilità dei prodotti finiti prodotti dal centro di lavoro M4641, si osserva che la situazione attuale è ben al di sopra del target che ci si era prefissati.

Ciò è sicuramente frutto del fatto che si lavorato molto a favore di sicurezza per quanto riguarda la definizione dei valori di scorte, ma implica anche che è plausibile ridurre ulteriormente i valori dei magazzini senza scendere al di sotto del livello di servizio minimo stabilito.

Osservando i risultati in maniera globale è piuttosto evidente che, complice anche un'iniziale insicurezza da parte del gruppo di lavoro dell'azienda, si sono prese molte decisioni sul dimensionamento delle scorte con ampi margini di sicurezza. Ciò, però, non ha creato grossi disagi: nonostante il valore complessivo dei magazzini sia sceso di circa la metà del preventivato, questo ha permesso di acquisire dimestichezza

con il metodo e di iniziare, nelle fasi finali del progetto, un ulteriore processo di revisione dei valori di scorta.

Se in fase iniziale, quindi, si è scelto di procedere con cautela, la bontà dei risultati ottenuti e la dimostrazione dell'efficacia degli strumenti applicati ha poi consentito di iniziare ad asciugare sempre di più i magazzini ed il flusso, in modo che possano presentarsi i limiti del processo e si possano identificare anche altre leve su cui intervenire per migliorare sempre più l'efficacia globale del sistema.

6.1 Sviluppi futuri

Nelle pagine di questo elaborato si è analizzato il primo intervento che l'azienda ha deciso di affrontare per iniziare la sua trasformazione lean verso una fabbrica snella.

Il centro di lavoro su cui si è concentrato il lavoro ed i codici ad esso associati sono solo una piccola parte della realtà Giacomini che, complice anche la soddisfazione dei risultati apportati con questo progetto, ha intenzione di proseguire su questa strada estendendo gli strumenti di lavoro all'intera azienda.

A valle della chiusura del progetto sopra descritto, quindi, il gruppo di lavoro ha identificato una serie di altre azioni con cui proseguire la trasformazione verso la fabbrica snella.

L'attività più semplice che può essere svolta è quella di estendere il progetto appena terminato ad altri centri di lavoro simili che lavorano altre tipologie di valvole.

Già dai giorni successivi alla chiusura di questa parte di progetto si sono iniziati ad analizzare consumi e modalità di vendita di una serie di articoli afferenti a due centri di lavoro simili all'M4641.

Il ripetere la stessa procedura appena terminata su due nuovi centri di lavoro permetterà di implementare il metodo in maniera molto più veloce

ed efficace e di portare in maniera repentina ulteriori benefici per l'azienda.

Di pari passo, però, si è deciso di impegnare tempo e risorse per eliminare i vincoli derivanti dai limiti della stamperia. Sarà necessario ridurre sensibilmente il lead time di consegna riducendo di conseguenza i lotti di produzione e permettendo di adeguare la pianificazione della produzione alle necessità del mercato.

Molto probabilmente il più grande vincolo che si presenterà nel seguire questa strada sarà il tempo di attrezzaggio degli impianti. La riduzione di tali tempi porterà molta più flessibilità dal punto di vista della pianificazione della produzione e sarà di conseguenza possibile allineare le necessità dello stabilimento produttivo con quelle della stamperia.

Inoltre, per rendere più efficace l'interazione tra stamperia e fabbrica si stanno testando e valutando una serie di software alternativi per poter utilizzare un sistema di kanban elettronico tra i due stabilimenti dell'azienda. Nonostante inizialmente si potrebbe optare per un sistema fisico, la grande distanza tra due stabilimenti renderà più conveniente in futuro l'utilizzo di un sistema elettronico, i cui benefici sono stati introdotti durante la trattazione teorica.

Un'altra operazione che consentirà di ridurre ulteriormente i tempi di attraversamento della produzione dei semilavorati e anche le scorte durante il processo di produzione è l'internalizzazione di alcune lavorazioni che attualmente avvengono presso dei terzisti.

Con l'aumento di efficienza della fabbrica ci saranno le risorse in termini di personale e tempo a disposizione per svolgere internamente alcune lavorazioni e ridurre quindi i tempi e le distanze di spostamento dei semilavorati durante il loro ciclo di lavorazione.

Questo permetterà di eliminare i vincoli di lotto attualmente necessari per movimentare il materiale dall'azienda al terzista e viceversa, eliminando

così parte della scorta durante il processo e l'impossibilità di adeguare la produzione di tali componenti alle richieste del mercato.

Infine, già dalle fasi finali del progetto sul centro di lavoro di questo caso studio, si era iniziato lo sviluppo e la pianificazione dell'introduzione di un sistema kanban con il fornitore che fornisce all'azienda parte delle maniglie che consentono di agire sulle valvole.

Allo stato dell'arte attuale si sta procedendo con il dimensionamento della scorta congiunta tra Giacomini ed il fornitore, e a breve il sistema entrerà a regime. Ciò consentirà al fornitore di prelevare direttamente i kanban utilizzati dall'azienda in produzione, di utilizzarli per pianificare la sua produzione dei componenti e di scaricare poi la merce direttamente nel magazzino dove andrà stoccata riattaccandoci sopra i cartellini.

Si è inizialmente cominciato con un fornitore storico, flessibile e particolarmente vicino, ma non appena questo progetto pilota sarà terminato si estenderà questo modello anche ad altri fornitori di componenti più lontani e che generano volumi economici maggiori.

Allo stesso modo per la minuteria si è deciso di iniziare con almeno un fornitore un progetto di Consignment Stock, grazie al quale Giacomini non avrà più l'onere di emettere ordini di acquisto per alcuni componenti di bassissimo valore, ma sarà il fornitore stesso a controllarne il livello in azienda in concomitanza alle consegne e a pianificare i successivi rifornimenti garantendo sempre la presenza di materiale.

Bibliografia

- Forza C., Salvador F., 2002, *Configurazione di Prodotto*, McGraw-Hill, Milano
- James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos, 1990, *The machine that changed the world*, Free Press, New York
- Monden Y., 1994, *Toyota Production System - An Integrated Approach to Just-In-Time*, Chapman & Hall, London
- Ohno, T., 1978, *Lo spirito Toyota: il modello giapponese della qualità totale. E il suo prezzo*, Giulio Einaudi editore S.p.A., Torino
- Panizzolo R., a.a. 2016/2017, *Appunti di lezione sul Value Stream Mapping*, Università degli Studi di Padova
- Romano P., 2009, *Gestione dei materiali nelle operations - Principi, tecniche e applicazioni*, Casa editrice dott. Antonio Milani, Padova
- Romano P., Danese P., 2006, *Supply chain management - la gestione dei processi di fornitura e distribuzione*, McGraw-Hill, Milano
- Scotchmer A., 2008, *5S Kaizen*, Management Books, UK
- Slack N., Chambers S., Johnston R., Betts A., Danese P., Romano P., Vinelli A., 2013, *Gestione delle operations e dei processi*, Pearson, Torino

- Smalley A., 2004, *Creating Level Pull - A Lean Production-system Improvement Guide for Production-control, Operations, and Engineering Professionals*, The Lean Enterprise Institute, Cambridge, USA

Sitografia

- <http://www.aceteam.it/>
- <http://www.considi.it/>
- <http://www.eazystock.com/blog/>
- <http://www.ingman.it>
- <http://www.kanban.it/it/>
- <http://www.leancompany.it/>
- <http://www.leanmanufacturing.it>
- <http://www.leanproducts.eu/>
- <http://www.leanthinking.it>
- <http://www.magazzinovirtuale.it/>
- http://www.mondainipartners.com/wp-content/uploads/2016/10/lep_gestire_scorte_con_la_cross_analy sis.pdf
- <http://www.sciencedirect.com/>
- <https://books.google.it/>
- <https://it.giacomini.com/>
- <https://scholar.google.it/>
- <https://www.lean.org/>
- <https://www.logisticaefficiente.it>
- <https://www.lokad.com/it/>