
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale Laurea Specialistica
Tesi di Laurea in Impianti Industriali

Metodi e strumenti di Supplier Integration sviluppati all'interno di una
Lean Company: il caso BIESSE S.p.A

Candidato:
Lorenzo Baioni

Relatore:
Chiar.mo Prof. Arrigo Pareschi

Correlatori:
Chiar.mo Prof. Emilio Ferrari
Ing. Andrea Vergari

Anno Accademico 2009/2010 – Sessione I

Alla mia famiglia ...

PAROLE CHIAVE

CUSTOMER SATISFACTION

LEAN MANUFACTURING

KAIZEN

JUST IN TIME

SUPPLIER INTEGRATION

“L’esempio non è la cosa principale che può influenzare gli altri ...

...è la sola cosa!”

Albert Schweitzer, Nobel per la pace 1952

INDICE

1. INTRODUZIONE AL TESTO

Finalità e argomenti trattati	-1-
BIESSE: La storia e la trasformazione	-2-

2. LEAN MANUFACTURING

Scenario industriale e fattori di spinta	-7-
Principi, Obiettivi e Strumenti	-9-

3. JUST IN TIME

Produrre al “Ritmo del Cliente”: Il JIT e i suoi pilastri	-14-
Il Pull	-15-
La Cadenza	-20-
Il Flusso teso	-24-
Il “Principio dello zero errori”	-26-

4. FILOSOFIA KAIZEN

L’importanza dei “piccoli passi”	-30-
Principi, Obiettivi e Strumenti	-31-

5. SUPPLIER INTEGRATION

Obiettivi e Strumenti	-33-
-----------------------------	------

5.1 INCREMENTARE IL LIVELLO DI SERVIZIO: IL KANBAN E LA LOGISTICA INTERNA

5.1.1 Il Kanban	-37-
Caso aziendale: Il kanban in COSMEC.....	-43-
5.1.2 Ottimizzazione del processo di introduzione degli ordini	-47-
Caso aziendale: Introduzione di nuovi codici su centri di lavoro orizzontali.....	-47-
5.1.3 Ottimizzazione degli spazi e del flusso interno	-54-
Caso aziendale: Re-layout del flusso interno.....	-54-
5.1.4 Gestione delle giacenze	-62-
Introduzione ai sistemi di gestione delle giacenze.....	-62-
Caso aziendale: Gestione delle scorte in ingresso, creazione del magazzino unico materia prima.....	-65-
Caso aziendale: Gestione delle scorte in uscita, creazione del supermercato kanban.....	-68-
Caso aziendale: Risalire la catena del valore, relazioni con i “fornitori dei fornitori”.....	-71-

5.2 RIDURRE I COSTI: OTTIMIZZAZIONE DEL PROCESSO DI LAVORAZIONE

5.2.1 Riduzione del Tempo Ciclo	-74-
Introduzione all’utilizzo della videoanalisi.....	-75-
Caso aziendale I: Videoanalisi di un ciclo su centro di lavoro verticale.....	-78-
Caso aziendale II: L’importanza del lavoro di squadra.....	-80-
5.2.2 SMED	-82-
Introduzione al -Single Minute Exchange of Die-.....	-82-
Caso aziendale: Progetto di applicazione delle tecniche SMED.....	-87-

5.3 INCREMENTARE IL LIVELLO DI QUALITÀ: IL TPM E L'OEE	
5.3.1 TPM	-90-
Introduzione alla -Total Productive Maintenance-	-90-
Caso aziendale: Applicazione di principi TPM ad un centro di tornitura	-97-
5.3.2 OEE	-100-
Introduzione all'-Overall Equipment Effectiveness-	-100-
Fattori d'influenza e calcolo dell'indice	-101-
Criticità	-106-
Caso aziendale: Applicazione dell'OEE su centri di lavoro	-109-
5.4 STIMOLARE LA MOTIVAZIONE: IL COINVOLGIMENTO E LA FORMAZIONE	
Il workshop team	-114-
I corsi formativi	-116-
6. CONCLUSIONI	-118-
7. NEXT STEPS	-120-
Appendice	-122-
Bibliografia	-131-

1. INTRODUZIONE AL TESTO

Finalità e argomenti trattati

La linea guida seguita durante lo svolgimento della tesi, è rappresentata dal tentativo costante di integrare i concetti appresi durante il percorso di studi universitario, con le attività e le strategie adottate nella realtà industriale.

L'aggancio tra università e mondo del lavoro ha trovato compimento nel periodo di stage realizzato presso la BIESSE S.p.A. di Pesaro, azienda operante a livello mondiale nel settore delle macchine per il legno e che, da qualche anno, sta abbracciando i concetti della Lean Manufacturing al fine di trasformare il sistema produttivo proprio e dei suoi fornitori.

La ricerca del collegamento e del confronto tra gli aspetti teorici e quelli pratici si rispecchia anche nella struttura del testo, articolata sostanzialmente in due sezioni:

La prima parte è composta dai capitoli 2, 3 e 4 in cui vengono esplicitati proprio i concetti generali di *Lean Manufacturing*, di *Just In Time* e di *Kaizen* con particolare riferimento ai loro principi, ai loro obiettivi e agli strumenti utilizzabili nella loro implementazione.

La seconda parte invece, fondata unicamente su quanto fatto e affrontato nei 5 mesi trascorsi in azienda, è focalizzata sul ruolo della *Supplier Integration* e tratta gli interventi di ottimizzazione realizzati in COSMEC, azienda di Pesaro costituita nel 1974 (e incorporata al Gruppo BIESSE nel 2000) fornitrice dei basamenti e dei componenti meccanici di cui sono composte le macchine prodotte.

Gli ultimi due capitoli infatti affrontano nel dettaglio le leve riprese da COSMEC nel processo di soddisfazione del cliente: *Servizio*, *Qualità*,

Costi e Motivazione; ciascuna di queste, ed in particolare, ogni tipologia di intervento relativa, viene analizzata sotto un duplice aspetto, tramite un'introduzione teorica e la presentazione di *casi aziendali* rappresentativi di quanto è stato realmente implementato.

Questi, hanno proprio il compito di riportare le sfumature della quotidianità aziendale, i fattori di successo e di disturbo, le criticità e soprattutto le soluzioni che soltanto un'esperienza lavorativa può offrire.

BIESSE: La storia e la trasformazione¹

BIESSE nasce nel 1969 grazie al successo raggiunto dall'attuale presidente Giancarlo Selci nel concepimento e nella fabbricazione delle prime macchine utensili per la lavorazione del legno; sostenuta dal settore del mobile, concentrato nella provincia di Pesaro e in forte crescita nel secondo dopoguerra, l'azienda si ritaglia rapidamente uno spazio di primo piano come fornitore di macchinari tra i mobilifici dell'intero polo marchigiano.

Nel corso di quel decennio BIESSE sviluppa una serie di macchine con standard di produttività ed affidabilità tali da permettergli di entrare rapidamente nello scenario internazionale e l'accesso al mercato mondiale verso la fine del 1979.

Nel corso degli anni '80 grazie al forte sviluppo tecnologico, le esigenze dei clienti diventano sempre più complesse e sofisticate, la qualità ricercata è sempre più spinta e le specifiche sempre più stringenti; la necessità di processi produttivi frammentati, guidati ciascuno da figure specialistiche della singola fase di lavorazione, portano BIESSE all'acquisizione di partecipazioni di maggioranza in società caratterizzate da produzioni complementari rispetto alla propria e alla costituzione di apposite società

¹ Fonte: /10/

per lo sviluppo di prodotti ritenuti strategici per l'attività.

Nel 1982 viene introdotta da BIESSE la prima macchina foratrice per il legno a controllo numerico al mondo: l'orientamento del prodotto si sposta dalla semplice macchina utensile a quella ad alto contenuto tecnologico, unione di automazione, meccanica ed elettronica.

Inoltre, l'apertura di BIESSE America nel 1989, e di numerose altre filiali commerciali negli anni successivi, mostrano il crescente grado di internazionalizzazione della struttura dell'impresa, e la trasformazione di BIESSE in una realtà molto più complessa rispetto all'azienda del decennio precedente.

Nel corso degli anni '90 il mercato della lavorazione del legno attraversa una fase di grande evoluzione: il settore che tradizionalmente è stato popolato da moltissime piccole imprese specializzate in segmenti ben identificabili comincia una fase di integrazione, trasformandosi in un universo costituito da un ristretto numero di grandi gruppi, in grado di offrire risposte globali ai clienti di tutto il mondo. La politica di penetrazione nei principali mercati esteri porta ad avere società commerciali in Spagna, Francia, Germania, Regno Unito e Svezia, oltre che negli Stati Uniti, Canada e Singapore, uffici di rappresentanza in Russia, Malesia e Indonesia; il marchio BIESSE si rafforza e nel 1996 si ha la certificazione UNI EN ISO 9001 dal RINA, uno dei principali Enti di Certificazione di Sistemi di Gestione per la Qualità.

Nei primi anni del ventunesimo secolo, il gruppo BIESSE ha avviato un processo di riorganizzazione della propria struttura attraverso l'acquisizione del 100% del capitale delle società controllate e la concentrazione delle attività produttive: nel giugno del 2001 BIESSE S.p.A. è quotata presso il segmento STAR della Borsa Italiana.

Da circa 10 mesi l'economia mondiale, ha chiaramente imboccato la strada che porta alla fase di recessione del ciclo economico e l'impatto è particolarmente significativo per i segmenti più ciclici del settore manifatturiero.

A complicare un quadro macro già di per sé molto negativo, è intervenuta la nota debacle del sistema finanziario internazionale a cavallo tra settembre ed ottobre 2008; in altre parole, con il crac Lehman, il salvataggio di Stato di AIG, Fannie Mae, Freddie Mac, Northern Rock ed altri colossi del credito statunitense ed inglese è emerso quanto da tempo si temeva e ventilava: si è fatta luce su significative insussistenze insite negli asset di bilancio del sistema creditizio mondiale.

Questo fenomeno, di dimensione e gravità senza precedenti, ha generato un effetto moltiplicatore rispetto alla crisi già in essere nella cosiddetta "economia reale": la drammatica contrazione degli scambi interbancari, i rischi di default di primari istituti di credito hanno dunque determinato un brusco crollo della liquidità del sistema e, per la prima volta dal dopoguerra, questo è avvenuto su scala mondiale.

Il finanziamento della quotidiana operatività ha assunto costi e tempi proibitivi e un accesso limitato al credito non può che impattare negativamente sul tasso di reinvestimento degli utili; questo, si traduce con una forte contrazione della domanda, in particolare per quelle imprese come BIESSE che producono proprio asset per altre imprese.

Il Gruppo BIESSE tuttavia chiude il 2008 con ricavi netti per 454,3 Mln di € 2500 dipendenti tra stabilimenti produttivi e filiali commerciali e una struttura composta da tre divisioni interconnesse tra loro:

- *BIESSE Wood Division*

Realizza macchine e sistemi per la lavorazione del legno e dei suoi derivati; contribuendo al 70% del fatturato del gruppo rappresenta il

nucleo centrale, l'origine, da cui si sono sviluppate le altre due divisioni

- *Intermac Glass & Stone Division*

Produce macchine e sistemi per la lavorazione di vetro e pietra destinati principalmente alla produzione di complementi di arredamento; prima al mondo a produrre centri di lavoro a controllo numerico per la lavorazione del vetro, Intermac risulta ad oggi leader mondiale nel suo settore

- *HSD Mechatronic Division*

Progetta e produce componenti altamente sofisticati, di grande precisione ed affidabilità frutto dell'integrazione di elementi meccanici ed elettronici

A completare la struttura del Gruppo vi sono filiali in 11 paesi diversi (Canada, USA, Spagna, UK, Germania, Francia, Svezia, India, Nuova Zelanda, Australia), 12 società controllate (6 estere e 6 italiane) e *COSMEC*. Questa, come detto, impegna 90 dipendenti nella realizzazione di carpenterie e componenti meccanici ad alta precisione che in qualità di fornitore interno distribuisce esclusivamente ai marchi delle tre divisioni con un fatturato annuo di 15 Mln di €².

Da circa tre anni BIESSE punta all'eccellenza intraprendendo un processo evolutivo finalizzato alla trasformazione in una *Lean Company*; in collaborazione con Porsche Consulting, è in corso il progetto di introduzione dei concetti e delle metodologie di *Lean Manufacturing*, progetto che risulta strutturato in quattro moduli fortemente integrati tra loro³:

² Dati riferiti all'anno 2008

³ Fonte: /1/

1. Lean Development Process & Product

Sviluppa la revisione dei processi di creazione del prodotto, dalla sua concezione all'assistenza post vendita al fine di massimizzare l'orientamento verso il cliente e la profittabilità del prodotto stesso.

2. Lean Production

Costituito dai metodi, dai principi, e dagli strumenti che consentono di soddisfare le esigenze del cliente attraverso la riduzione del lead time di produzione, evitando la gestione di giacenze elevate.

3. Supplier integration

Costituito dall'insieme dei principi, dei metodi e degli strumenti che, sviluppati su relazioni di partnership e concetti già avviati di co-progettazione, consentono di ottimizzare l'organizzazione del fornitore in ottica Lean e di contribuire al suo successo come leva per il successo dell'azienda "cliente".

4. BIESSEKAIZEN Academy

Modulo proposto dalla struttura BIESSEKAIZEN, rappresenta un completo strumento formativo fondamentale per apprendere, implementare e diffondere all'interno del gruppo la cultura Lean.

Gli obiettivi fissati per il futuro quindi, sono chiari: individuare ed eliminare gli sprechi, snellire i processi, ridurre i costi e aumentare la redditività al fine di migliorare le performance sia internamente sia sul lato del cliente attraverso riduzioni dei costi e dei lead time, incrementi della qualità e la garanzia di un prodotto innovativo, personalizzato e ad alto contenuto tecnologico.

2. LEAN MANUFACTURING

Scenario industriale e fattori di spinta

Quello della *Lean Manufacturing* è un approccio che sebbene sia approdato in Europa in tempi relativamente recenti (anni '70/'80), affonda le proprie radici su concetti ben più "antichi" nati in Giappone verso gli anni '40 con l'inizio dell'era Kaizen in Toyota.

Per anni, grazie alla costante espansione dei mercati in cui regnava la regola "if you make it, you can sell it", non era mai stato avvertito il limite della produzione di massa, l'occidente trainava i mercati e la produttività risultava spinta al massimo: in quegli anni il rapporto americano tra output realizzato e uomini impiegati superava quello giapponese di ben 9 volte⁴.

Ma in un'era di crescita limitata questo sistema sarebbe risultato ancora vincente? E poi, era realmente possibile che "per fare il lavoro di un americano servissero nove giapponesi?"⁴.

Furono le risposte a queste domande che diedero vita al cosiddetto *TPS* o *Toyota Production System*, sistema produttivo che rivoluzionando il concetto di creazione del valore, fu il fattore di successo che sostenne Toyota e le imprese giapponesi negli anni della decrescita mondiale e che negli anni novanta rese la loro produttività superiore del 40% rispetto quelle occidentali.

In realtà il TPS, più che un sistema produttivo, rappresenta un nuovo modo di pensare e di competere, una filosofia di produzione focalizzata sulla soddisfazione personalizzata del singolo cliente attraverso la differenziazione dei prodotti, l'eliminazione di sprechi e di inefficienze, la capacità e il coinvolgimento delle persone, l'efficienza e la flessibilità degli

⁴ Fonte: /5/

impianti

La necessità di operare con un sistema del genere nasce fundamentalmente dalla turbolenza che caratterizza il moderno contesto competitivo; le imprese, trovandosi di fronte a clienti sempre più esigenti e preparati, alla ricerca di prodotti nuovi, differenziati, funzionali ed “attraenti”, non possono più permettersi di lavorare in maniera rigida e statica.

Queste, per sopravvivere, devono assumere un assetto *snello* e dinamico che le permetta di interagire con i cambiamenti del mercato e di reagire in maniera tempestiva, se non proattiva, alle continue fluttuazioni della domanda.

In particolare, sono due le spinte competitive fondamentali dello scenario industriale moderno⁵:

1. la massimizzazione dell’efficienza, con la conseguente riduzione massiccia del costo del prodotto dal suo concepimento al suo declino (life cycle cost)
2. la massimizzazione dell’efficacia, intesa come compressione dei tempi di consegna e aumento della flessibilità nei confronti del consumatore

Ovviamente, l’evoluzione dello scenario competitivo, non può che riflettersi anche sulle modalità produttive e direzionali, sui principi organizzativi e sugli orientamenti strategici delle imprese; si impone dunque il superamento degli interventi locali di ottimizzazione, improntati esclusivamente alla riduzione delle spese di produzione: la leadership di costo non è più sufficiente e, per competere, occorre agire a 360 gradi attraverso la revisione dell’intero processo logistico-produttivo.

⁵ Fonte: /2/

Va perseguito un equilibrio dinamico tra differenti prestazioni frutto del miglioramento ottenuto in ambiti diversi come la qualità, il servizio, la flessibilità e la capacità innovativa.

Ma per far questo, occorre guardare al di là del ciclo di trasformazione ed “*imparare a vedere*” gli sprechi altrove: nei trasferimenti, nelle movimentazioni, nelle sovrapproduzioni e nelle scorte, nei controlli, nei difetti, nelle attese e nelle riparazioni, con la consapevolezza che in media l’80% delle attività di un processo sia a non valore aggiunto, il 15% sia spreco e solo il 5% sia a valore (Regola di G.Stalk, T.Hout)⁶.

La filosofia del *Lean Thinking* e del “*learning to see*” rappresentano proprio la soluzione all’obiettivo congiunto di efficienza ed efficacia, la risposta all’esigenza di garantire servizio e qualità in tempi e costi contenuti.

Principi, Obiettivi e Strumenti

I *principi* essenziali alla base del pensiero *lean* sono tre⁶:

1. Focus sul cliente e sul flusso di valore (value stream)
2. Eliminazione degli sprechi (muda hunting)
3. Miglioramento continuo (kaizen)

Tutto parte da un forte orientamento al cliente e dall’attenzione verso le sue esigenze: viene identificato e condiviso il *suo* significato di valore, le *sue* necessità e le *sue* aspettative; sulla base di queste informazioni si selezionano soltanto le attività in grado di generare ciò che il cliente riconosce come “valore aggiunto” e si procede alla corretta organizzazione di tali attività attraverso un processo continuo di miglioramento in cui

⁶ Fonte: /2/

vengono identificati e rimossi gli sprechi.

Questi, detti anche *muda* (in giapponese), rappresentano “qualsiasi forma di utilizzo di una risorsa non finalizzato alla generazione di valore”⁷ e quindi, in definitiva, attività che il cliente non è disposto a pagare.

Questo processo viene continuamente rivisto e affinato al fine di raggiungere quello che può essere definito l'*obiettivo* principale di una *Lean Company*: la *soddisfazione del cliente*.

Sono sostanzialmente tre le leve su cui fare forza per superare tale traguardo: incrementare il *Livello di Servizio* offerto al cliente e la *Qualità* dei propri prodotti, a fronte di una riduzione dei *Costi*; dalla figura inoltre emerge il fattore della *Motivazione* di chi è coinvolto nel processo e il suo ruolo fondamentale nel promuovere e sostenere il cambiamento.

Figura: le leve su cui agire per la soddisfazione del cliente (/1/)



Ovviamente anche i sistemi tradizionali operano nell'interesse dei clienti, ciò che fa la differenza tra questi e i sistemi lean sono le modalità con cui si punta verso la loro soddisfazione; alla concezione tradizionale di servizio spesso venivano affiancate le idee di “scorta di sicurezza” e di “pronta

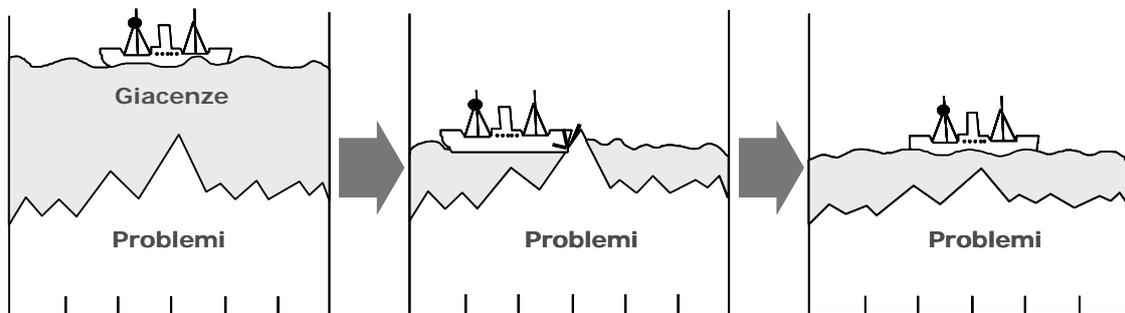
⁷ Fonte: /2/

consegna” attuate mediante elevati livelli di stock capaci non solo di generare costi (andando ad inficiare una delle tre leve) ma di mascherare inefficienze e criticità che fin quando restano nascoste non possono essere eliminate.

Il concetto alla base del lean thinking invece, consiste proprio nel garantire flessibilità e reattività alle esigenze del cliente senza ricorrere ai magazzini, ma riducendo i tempi di consegna e la variabilità del processo: in questo modo è possibile abbassare il livello delle scorte e scontrarsi con quei problemi che in precedenza venivano solo aggirati.

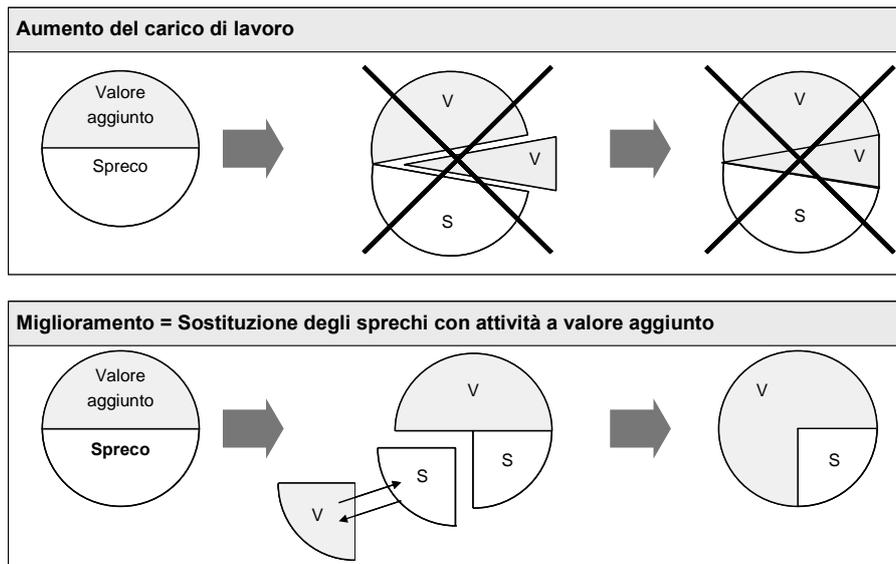
Imbattersi nelle criticità significa prenderne conoscenza e adoperarsi per la loro definitiva eliminazione: in questo modo il servizio non viene soltanto garantito, ma a costi competitivi e con standard qualitativi superiori.

Figura: ridurre le giacenze per evidenziare ed eliminare le criticità (/1/)



È bene sottolineare inoltre come più volte sia stato usato il termine “selezionare” e non “incrementare” le attività a valore; l’obiettivo di un’azienda lean infatti, non prevede l’aggregazione di valore al prodotto tramite un aumento delle attività produttive e dei carichi di lavoro, bensì, tramite la *sostituzione* delle componenti di spreco con altre in grado di generare vantaggio competitivo.

Figura: migliorare significa sostituire gli sprechi (/1/)



Tuttavia bisogna ammettere che non tutta la parte non a valore di un'attività può essere eliminata; esistono infatti due tipologie di spreco⁸, quello *evidente* e quello *nascosto*: il primo è strutturale, palese e quindi "attaccabile", il secondo invece rappresenta quegli sprechi che alle condizioni attuali non possono essere eliminati per via di vincoli tecnologici o economici.

In particolare nella "caccia agli sprechi" si fa riferimento a 7 tipologie di muda⁸:

1. *sovrapproduzione*, madre di tutti gli sprechi; produrre più del necessario (o senza la presenza di un ordine) infatti significa generare...
2. *scorte*, che come detto comportano dei costi ed occupano...
3. *spazi* a cui sono legati proporzionalmente i...
4. *trasporti* di materiale e le...
5. *movimentazioni* delle persone che a loro volta generano...
6. *tempi di attesa*; scorte elevate infine aumentano i livelli di...
7. *scarti e rilavorazioni* a seguito di danneggiamenti o modifiche.

⁸ Fonte: /1/

A questo punto risulta chiaro quale debba essere la condizione imprescindibile su cui fondare una Lean Company: l'utilizzo di un approccio Just in Time (approfondito nel prossimo capitolo) e l'implementazione di interventi "lean" che, una volta selezionati ed applicati allo stabilimento principale, devono essere estesi a tutto il flusso esterno composto da stabilimenti collegati o fornitori (per i processi d'integrazione dei fornitori si rimanda al Cap.5); gli *strumenti* che supportano tali interventi possono essere ad esempio⁹:

- Value stream mapping
- Cellular manufacturing
- Total Quality Management e Total Productive Maintenance
- SMED
- Kanban
- 5S e kaizen
- One piece flow
- Visual management

⁹ Fonte: /2/

3. JUST IN TIME

Produrre al “ritmo del cliente”: il just in time e i suoi pilastri

Il *just in time* (JIT) è un approccio tecnico e prima ancora culturale di programmazione e controllo della produzione nato e sviluppato all'interno della Toyota Motors Corporation.

Ripreso e applicato con successo da altre grandi aziende nazionali (Ducati) e internazionali (Porsche, Boeing, IBM sono solo alcuni tra i numerosi esempi riferibili), il JIT si pone obiettivi che si sposano perfettamente con quelli della lean manufacturing; questi possono essere riassunti in 5 principi cardine che rappresentano il concetto portante di produrre¹⁰:

- 1- solo il necessario
- 2- quando necessario
- 3- senza attese o accumuli
- 4- con qualità perfetta
- 5- senza sprechi

Tali obiettivi operativamente corrispondono alla realizzazione del *pezzo Giusto*, nel *posto Giusto*, al *momento Giusto*, nella *quantità Giusta* e nella *qualità Giusta*, da cui deriva l'utilizzo italianizzato del termine “5G ”; in perfetta linea con l'imperativo di eliminare ogni tipo di spreco, il JIT parte dalla caccia allo spreco madre, la sovrapproduzione, prefiggendosi la riduzione massima dei lead time attraverso la riduzione dell'entità dei lotti produttivi.

Tale riduzione, a fronte di notevoli vantaggi legati soprattutto all'abbassamento delle giacenze e dei rispettivi costi di handling e di

¹⁰ Fonte: /2/

immobilizzo, richiede a sua volta riduzioni dei tempi di set up e altre condizioni necessarie, che spesso risultano molto restrittive.

Requisiti vincolanti la sua applicazione posso essere ad esempio:

- affidabilità dei fornitori rispetto ai volumi, alla qualità e ai tempi di consegna
- modularità dei prodotti e standardizzazione dei componenti, a garanzia di consumi regolari e set up ridotti
- layout di processo definito su principi di cell design e group technology
- sistemi di produzione semplici e “in tiro” attraverso strumenti quali il kanban
- standardizzazione delle unità di movimentazione
- affidabilità, disponibilità ed efficienza degli impianti
- formazione e coinvolgimento del personale a tutti i livelli

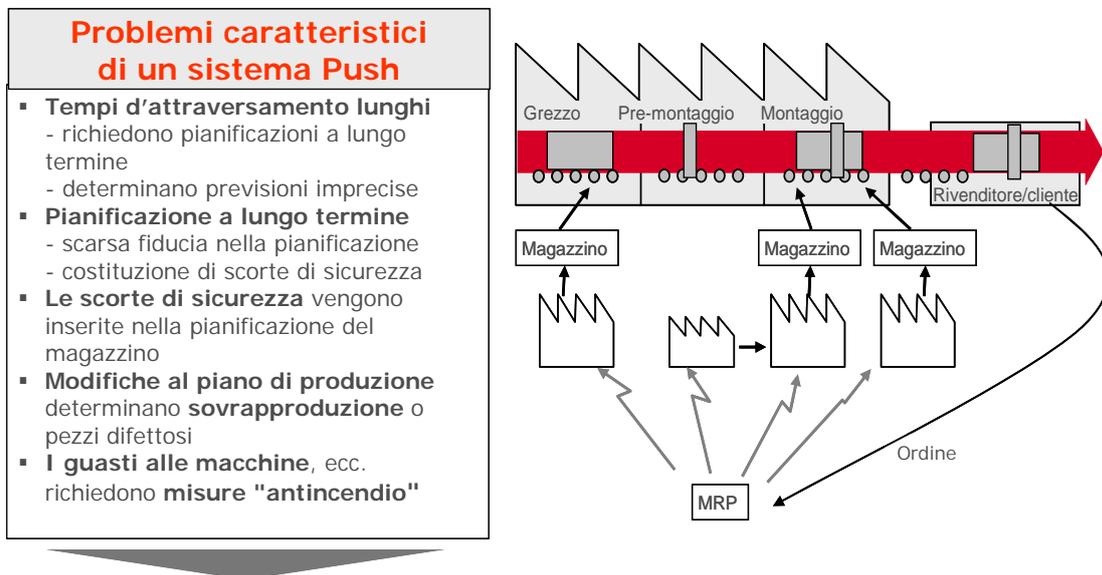
E' facile intuire quindi l'importanza di introdurre i sistemi produttivi di tipo **Pull** (letteralmente “tirare”) come cardine imprescindibile del JIT e valida alternativa ai sistemi tradizionali di tipo *Push* (letteralmente “spingere”).

All'interno di un sistema *push*, i materiali vengono spinti fuori dai magazzini dei reparti a monte via via verso quelli a valle, in base a programmi ben definiti elaborati automaticamente dall'MRP; i piani di produzione dettati ad ogni reparto sono frutto di pianificazioni a lungo termine che, risultando difficilmente precise, comportano scorte di sicurezza, sovrapproduzione e rilavorazioni in caso di modifiche al prodotto.

All'incertezza intrinseca di una previsione poi, si affianca il cosiddetto

*effetto frusta o bullwhip effect*¹¹ come amplificatore del gap presente tra le quantità effettivamente richieste dalle fasi a valle, e quelle realizzate nelle fasi a monte: questo è un concetto molto semplice che spiega come minime variazioni apportate al prodotto finale o al suo model mix comportino nei reparti a monte, variazioni sempre più significative mano a mano che ci si allontana dal cliente finale, rendendo di fatto inadeguati i piani previsionali a lunga scadenza.

Figura: Schema esemplificativo di un sistema produttivo di tipo *Push* (/1/)

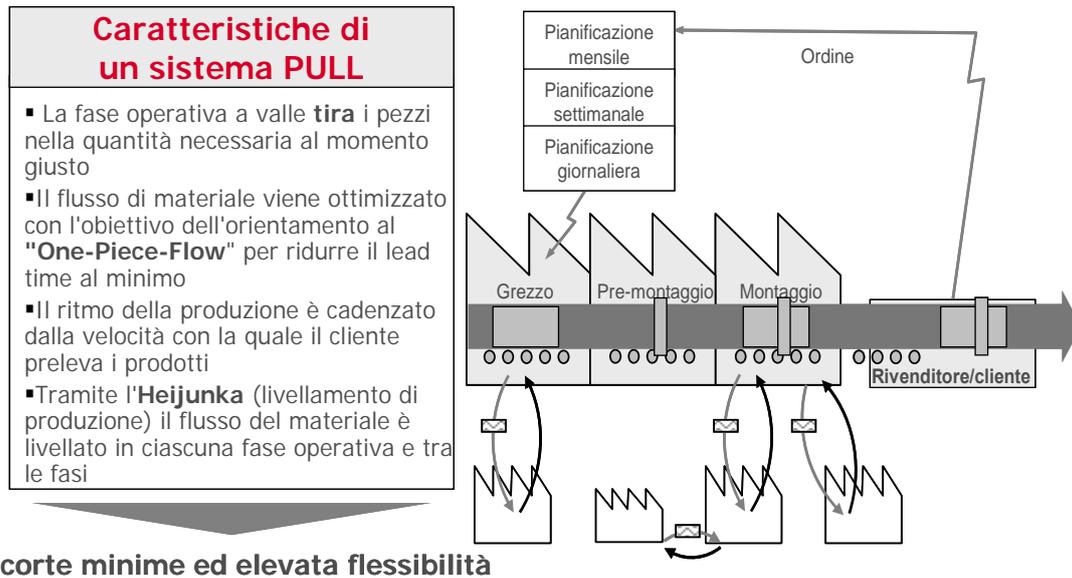


Scorte elevate e scarsa flessibilità

Con la metodologia *pull* invece, sono i consumi della fase a valle che richiamano la produzione delle fasi a monte; il singolo reparto ha piena visibilità sui magazzini della fase seguente così da godere della trasparenza necessaria per gestire una produzione allineata sui fabbisogni reali di quest'ultima. In questo modo si ottiene una riduzione dei lotti produttivi che, come detto, comporta benefici in termini di compressione dei lead time, delle scorte e degli scarti.

¹¹ Fonte: /4/

Figura: Schema esemplificativo di un sistema produttivo di tipo *Pull* (/1/)



Operativamente, in un sistema di tipo *pull*, si parte da un piano aggregato di produzione (MPS al massimo annuale) da cui si deduce una stima della produzione mensile frutto di un processo di livellamento della domanda; rispetto alle tecniche *push*, tuttavia, questo programma non è definitivo ma indicativo (si tratta di piani “rolling”) e permette di adeguare nel tempo la capacità produttiva dei reparti ai volumi da evadere, garantendo così quella elasticità fondamentale per rimanere competitivi nel mercato attuale.

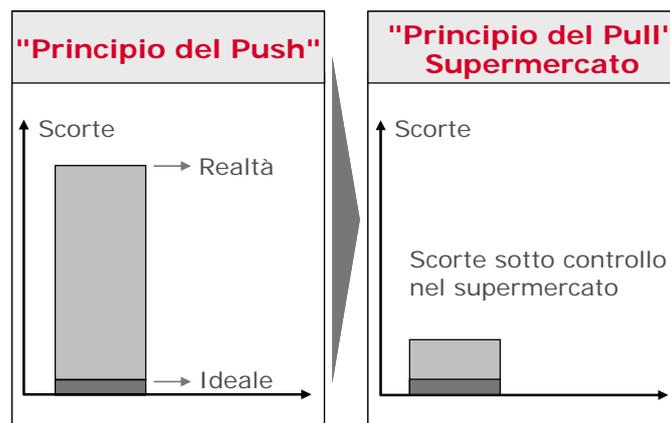
Così facendo si giunge ad un piano di produzione prima settimanale, poi giornaliero aggiornato e livellato sui volumi e sui mix produttivi del solo reparto finale; la trasmissione degli ordini da lanciare poi negli stadi a monte fino ai fornitori esterni avviene attraverso un semplice strumento comunicativo: il *kanban*.

Sarà proprio l’invio da parte del cliente di questo cartellino a richiamare a ritroso la produzione del codice lungo le fasi della filiera, seguendo il principio fondamentale per cui “ *in un sistema JIT un codice viene prodotto e movimentato solo se esiste un cartellino kanban a richiederlo, e*

solo attraverso contenitori standardizzati”¹².

La presenza a magazzino di prodotti finiti (da qui il nome “supermercato kanban”) presenti soltanto nelle quantità effettivamente richieste dalla fase successiva avvicina i livelli di scorte a quelli ideali garantendo vantaggi in termini di spazi, trasporti, movimentazioni e costi di immobilizzo.

Figura: Riduzione delle scorte attraverso il supermercato kanban (/1/)



Risulta chiaro quindi come l'aspetto fondamentale di un sistema *pull* risieda nella flessibilità e trasparenza dei piani produttivi e nell'evoluzione del rapporto con il fornitore; le situazioni spesso conflittuali tra clienti e fornitori devono trasformarsi nel tempo in relazioni collaborative di partnership da cui, secondo la logica win-win, entrambe le figure ne traggono vantaggi.

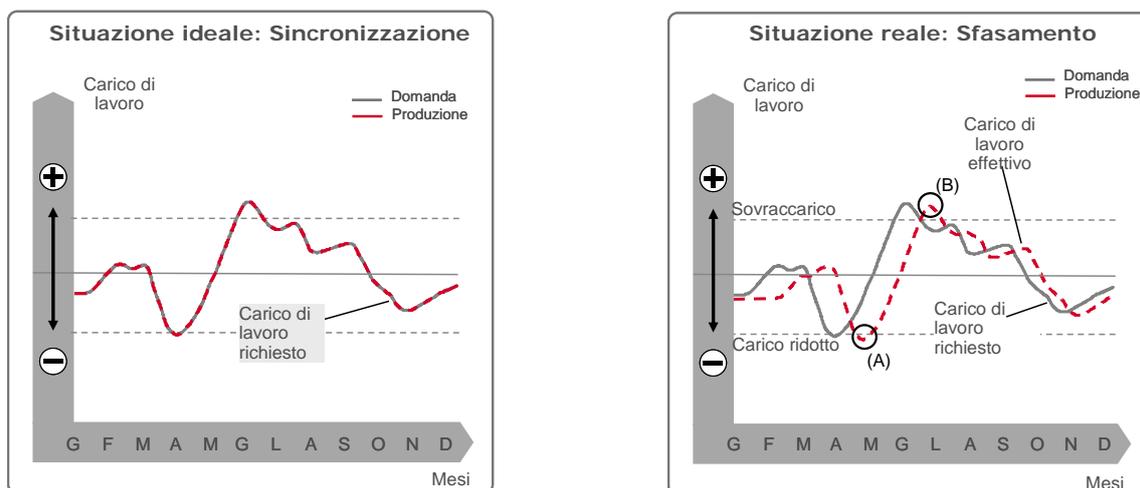
Ma fare in modo che il cliente abbia solo ciò che chiede e nel momento in cui gli serve, significa di fatto allineare la propria produzione ai suoi tassi consumo e quindi, in definitiva, consiste nel produrre secondo i suoi “ritmi”.

¹² Fonte: /2/

Questo si può definire tutt'altro che facile dal momento che i fattori di instabilità che si possono riscontrare all'interno di un mercato sono così numerosi da considerare estremamente rara, se non impossibile, l'ipotesi di una domanda regolare e perfettamente prevedibile.

L'instabilità della domanda legata ad oscillazioni stagionali, campagne pubblicitarie, promozioni, vendite accessorie e oscillazioni della valuta da un lato, i vincoli di rigidità delle strutture produttive e organizzative dall'altro, rendono impraticabile l'idea di una completa sincronizzazione tra le curve di domanda e di produzione.

Figura: Confronto tra situazione ideale e reale (/1/)

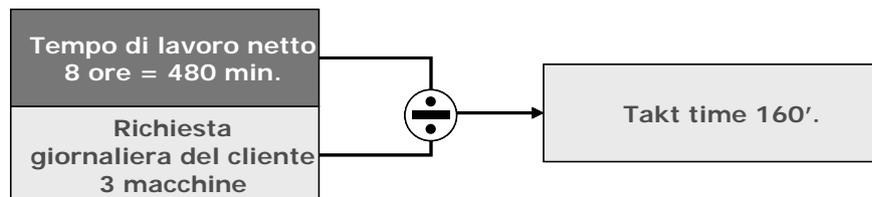


L'obiettivo di una produzione orientata al Just In Time è l'avvicinamento alla situazione ideale tramite il già citato livellamento della produzione; le soluzioni che vengono proposte sono orientate a mantenere costante le quantità produttive giornaliere il più a lungo possibile, cercando di affrontare le minime oscillazioni della domanda attraverso orari di lavoro flessibili o controllate quantità di scorte.

Il valore su cui si attestano tali volumi produttivi è determinato dalla frequenza di richiesta del cliente che, come un vero e proprio metronomo, detta il ritmo con cui devono essere realizzati i prodotti finali:

tale ritmo, definito anche **Takt Time** o **Cadenza**, rappresenta il rapporto tra il tempo disponibile per la produzione nell'arco della giornata e il numero giornaliero di pezzi da produrre.

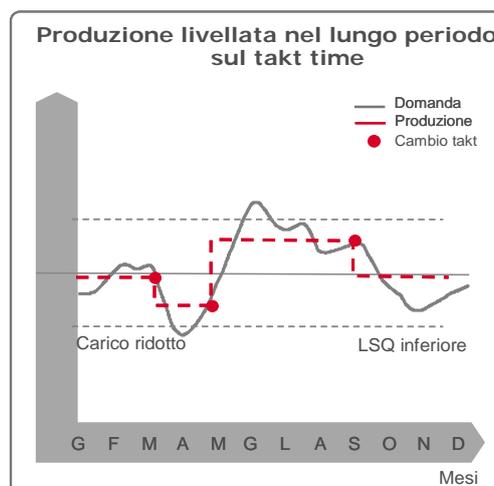
Esempio: Calcolo del Takt Time (/1/)



Avere una cadenza come quella riportata nell'esempio significa evadere un ordine ogni 160 minuti e soprattutto significa avere la possibilità di gestire materiali, persone ed impianti ottimizzati per la produzione costante di 3 macchine al giorno.

Questo modo di affrontare il mercato permette di non esporsi troppo alla sua incertezza, garantendo all'azienda acquisti pianificabili, riduzioni dei capitali immobilizzati ed una gestione razionale di personale e impianti.

Figura: Livellamento della produzione come soluzione alla variabilità della domanda (/1/)



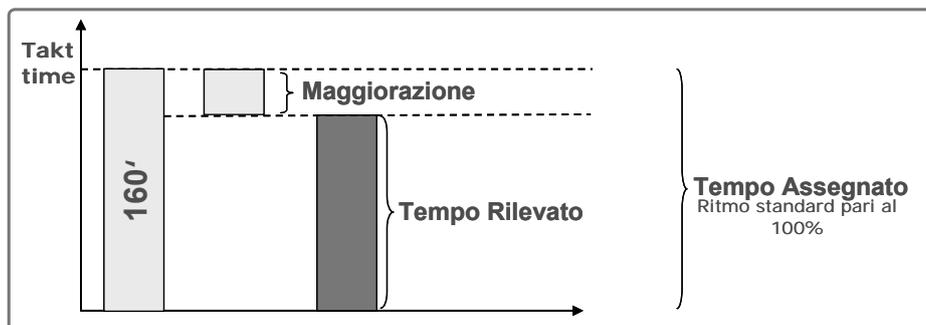
I punti di discontinuità in cui si spezza la retta della produzione corrispondono al cambiamento del ritmo aziendale, ovvero alla variazione del takt time in seguito ad oscillazioni significative della domanda; tale modifica è tutt'altro che indolore per l'azienda dal momento che comporta la definizione di nuovi bilanciamenti delle attività e del personale, nuovi flussi logistici e nuovi dimensionamenti di strutture come ad esempio i magazzini.

È proprio per questi motivi che si cerca di mantenere la cadenza inalterata il più a lungo possibile, monitorando costantemente il mercato, esternalizzando o importando attività, utilizzando piani previsionali flessibili a breve termine e definendo in anticipo il limite minimo e massimo di portafoglio.

Affinché la realizzazione di un prodotto sia cadenzata, occorre necessariamente che lo siano anche le singole fasi che compongono l'intero processo; queste infatti devono essere allineate al ritmo di avanzamento della linea per far sì che allo scadere del takt il prodotto semilavorato possa procedere allo step successivo.

Il tempo a disposizione della singola fase di processo è ricavato a partire da quello di takt.

Esempio: Calcolo del tempo massimo assegnabile ad una operazione (/1/)



Difficilmente le fasi di lavorazione del prodotto, presentano un tempo ciclo esattamente pari alla cadenza del sistema; in questi casi si procede mediante il bilanciamento delle attività.

Il primo passo consiste nella riduzione i lead time operativi attraverso interventi di tipo **kaizen** (si veda cap.4), come ad esempio carrelli poka yoke (o a prova di errore), standardizzazione di componenti e strumenti, ottimizzazione dei processi di picking o implementazione di istruzioni operative.

Eliminato in questo modo lo spreco evidente si passa al livellamento dei tempi operativi attorno al ritmo della linea dal momento che, come detto, difficilmente questi coincidono; nel caso in cui la durata sia inferiore al takt si parla di insaturazione dell'operatore dal momento che questo, si ritrova al termine della fase letteralmente ad aspettare l'avanzamento della linea.

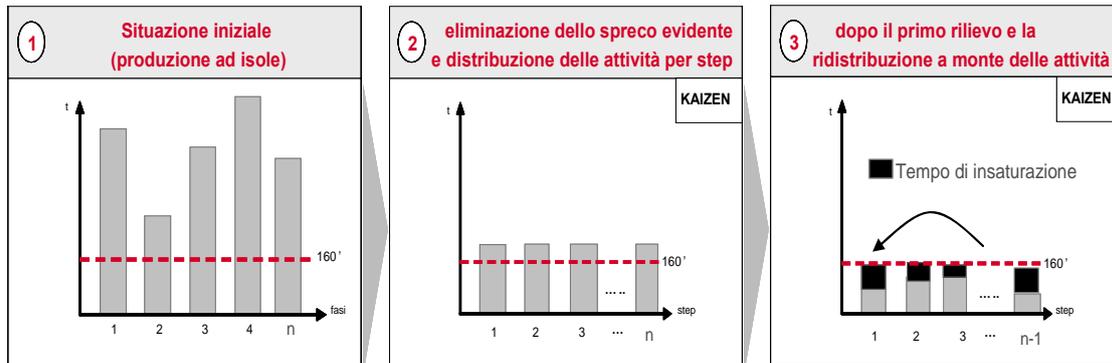
E' bene sottolineare come questo periodo di attesa non sia affatto tempo perso dal momento che l'operatore può andare in "aiuto" alla realizzazione di fasi più complesse o può dedicarsi ad aspetti spesso trascurati quali la pulizia e la sistemazione del posto di lavoro.

Infatti, nel caso in cui i tempi richiesti dall'attività siano ancora superiori al takt time nonostante gli interventi di ottimizzazione, si possono intraprendere diverse strade; la prima consiste nel portare a monte l'esecuzione dell'attività cercando di riempire i periodi di insaturazione lasciati disponibili dagli operatori che hanno terminato la propria lavorazione.

Una alternativa spesso utilizzata prevede, come anticipato, che alcuni operatori, terminata la fase, vadano ad aiutare i colleghi nello svolgimento di fasi che essendo più complesse, richiedono un tempo maggiore (si parla in questo caso di operatori jolly).

Infine, nel caso di insuccesso degli interventi precedenti, si procede con un potenziamento della capacità produttiva, aumentando il numero di operatori attivi nello step critico.

Figura: Sviluppi realizzati nel bilanciamento di una linea produttiva (/1/)



Fino a questo punto sono stati affrontati soltanto in maniera approssimativa i concetti di linea produttiva, step e avanzamenti; vediamo quindi maggiormente nel dettaglio come si dimensiona una linea produttiva che rispetti i principi del JIT.

Una linea di assemblaggio tradizionale come quella utilizzata in BIESSE prima dell'intervento di Porsche Consulting, teoricamente non potrebbe neppure prendere il nome di "linea" se si considera il vero significato del termine.

L'assemblaggio delle macchine infatti non veniva realizzato attraverso un flusso continuo e lineare, ma attraverso un processo che procedeva in maniera discontinua tra "isole di produzione".

Come si intuisce dal termine -isola-, non vi era alcun collegamento stabile tra i reparti, né a livello fisico né a livello informativo; ognuno di questi risultava indipendente dagli altri e portava avanti le proprie lavorazioni senza alcuna visibilità circa il processo che si sviluppava a valle o a monte.

E' chiaro quindi come un sistema del genere contrasti la creazione di flussi regolari di materiale e di informazioni, la creazione di

standard, il monitoraggio degli stati di avanzamento ed incrementi notevolmente il numero di movimentazioni e trasporti a carico degli operatori.

Figura: esempio di processo sviluppato su isole di produzione



Per fronteggiare questa situazione è stato applicato al processo produttivo quello che viene definito come il **Principio del Flusso**.

Il concetto alla base di questo principio sta nell'eliminare ogni possibile punto di discontinuità tra i vari reparti, creando un vero e proprio flusso unico e regolare di materiali ed informazioni che rispetti il ritmo imposto dalla cadenza descritta in precedenza.

Attraverso produzioni per reparti distinti, come detto, si creavano delle asincronie legate ai diversi lotti produttivi e ai diversi tempi ciclo che spesso si trasformavano in lunghi tempi di attraversamento e in tratti di accumulo tra un'isola e l'altra; lavorare con un "flusso teso" invece significa bilanciare e sincronizzare i reparti per far sì che lavorino in continuità, con lead time ridotti e con il minor numero possibile di trasporti, sprechi e movimentazioni, fino a giungere al sistema ideale rappresentato dal cosiddetto "*One Piece Flow*".

Tale sistema prevede l'avanzamento sincronizzato di un pezzo alla volta tra reparti che lavorano "fianco a fianco" senza polmoni intermedi, e con trasporti e tempi di attraversamento ridotti all'essenziale.

Questi concetti trovano applicazione pratica nella tipologia di layout chiamata internamente “a spina di pesce”; tale configurazione prevede la presenza di una linea centrale di assemblaggio composta da step cadenzati sul takt time collegati mediante nastri sincroni in cui vengono praticamente eliminati i polmoni di giacenza intermedi.

Le linee di asservimento del processo di assemblaggio centrale si inseriscono nella linea principale soltanto nel punto e nel momento in cui è richiesto il loro output, perfettamente in linea con il concetto generale di consegnare solo ciò serve, quando serve e dove serve.

E' bene infine ricordare che sebbene vi siano condizioni essenziali da rispettare, come ad esempio l'obbligo di lavorare vincolati ad altri reparti ed in maniera standardizzata, i vantaggi che si possono riscontrare sono molteplici:

1. Riduzione delle giacenze, degli spazi e dei tempi di attraversamento
2. Qualità superiore
3. Flusso visibile
4. Stato di avanzamento monitorato

Figura: esempio di linea configurata a spina di pesce



Molto spesso però ci si trova in situazioni in cui per ottenere un buon risultato non basta lavorare seguendo le condizioni richieste ma occorre affrontare imprevisti che minano la regolarità e la stabilità del sistema; si

tratta molto spesso di errori umani, dimenticanze o disattenzioni che seppure di lieve entità impattano sul rispetto del ritmo imposto dal cliente. Per tale motivo un sistema Just In Time non può che prescindere dallo sviluppo di metodi e interventi volti all'eliminazione di tali inefficienze: è il caso del “**Principio dell'errore zero**”.

L'obiettivo ultimo del “programma errore zero” risiede nell'incrementare la stabilità di processo attraverso interventi volti a:

1. Prevenire l'errore
2. Individuare l'errore
3. Reagire all'errore
4. Eliminare l'errore

Sviluppandosi in maniera parallela a quanto fa il TPM all'interno di reparti di lavorazioni meccaniche, la prevenzione dell'errore sulle linee di montaggio parte dai concetti di ordine e pulizia; in questo contesto si inserisce il principio delle “5 S” proposto dalla filosofia kaizen per cui in ogni postazione di lavoro occorre (/1/):

	Selezionare SEIRI	Sistemare SEITON	Splendere SEISO	Standardizzare SEIKETSU	Sostenere SHITSUKE
Significato	Allontanamento dalla postazione di lavoro di ciò che non è necessario	Strumenti di lavoro in perfette condizioni e a portata di mano	Pulizia della postazione di lavoro e degli strumenti	La pulizia e l'ordine iniziano dalla singola postazione di lavoro	Pulizia costante e osservazione delle regole
Esempio	Strumenti e macchine non necessari Pezzi difettosi	Vani porta-strumento Aree contrassegnate Istruzioni di lavoro	Strumenti e macchine costantemente puliti Stabilimento e locali puliti	Definire lo “standard” con il lavoro indipendente Informazioni a tutti i collaboratori	Responsabilità del singolo per la postazione di lavoro Esecuzione di verifiche

Un altro concetto derivato dalla filosofia kaizen è la prevenzione dell'errore attraverso accorgimenti che limitano la possibilità di sbagliare agli operatori: si tratta del concetto *Poka Yoke* (da Poka = sbaglio e Yoke = evitare) che racchiude tutti quei provvedimenti e semplici sistemi tecnici che possono prevenire la comparsa di difetti provenienti da mancanze quali letture errate, prelievi accidentali o dimenticanze.

Un esempio classico di sistema poka yoke sono i già citati carrelli che vengono utilizzati nelle stazioni di assemblaggio; questi presentano per ciascun strumento un posto dedicato con dei rilievi in gomma che riprendendo la fisionomia del singolo attrezzo, impediscono all'operatore di inserirvi qualcosa di diverso.



Esempio: carrello utilizzato nel picking (/1/)

Non sempre però l'errore può essere evitato; in questi casi, la prima cosa da fare è cercare di individuarlo.

Questo concetto che prende il nome di *Jidoka*¹³ descrive i meccanismi che sono in grado di riconoscere anomalie, difetti funzionali e guasti arrestando immediatamente le macchine; si tratta ad esempio di interruttori che se azionati in seguito a qualche movimento errato della macchina come forature fuori asse o troppo profonde, ne blocca il funzionamento all'istante.

Un altro sistema di individuazione degli errori è quello *Andon*¹³ utilizzato lungo l'intera linea produttiva.

Tale sistema consiste in un segnale luminoso arancione e lampeggiante che

¹³ Fonte: /1/

viene azionato da un operatore al fine di comunicare un problema e la relativa “richiesta di aiuto”; se allo scadere del takt time il guasto non è stato risolto la luce arancione diventa fissa e la linea di produzione si arresta.

Una volta individuato l’errore si passa alla fase successiva ovvero alla relativa reazione: un feedback rapido e preciso garantendo un’assegnazione univoca delle responsabilità e una classificazione chiara delle frequenze e delle tipologie di guasto, costituisce la base per l’autoregolazione del sistema. Avere le idee chiare su ciò che è successo spiana la strada all’ultima fase rappresentate dagli interventi di eliminazione dell’errore.

A tale scopo occorre andare a fondo circa le cause del guasto indagando in più direzioni, attraverso strumenti di analisi ricorsiva volti a raggiungere la vera sorgente del problema; uno strumento del genere è rappresentato dai cosiddetti “5 perché”¹⁴ con cui, partendo dal problema (ad esempio un fermo macchina), ed entrando nel dettaglio...

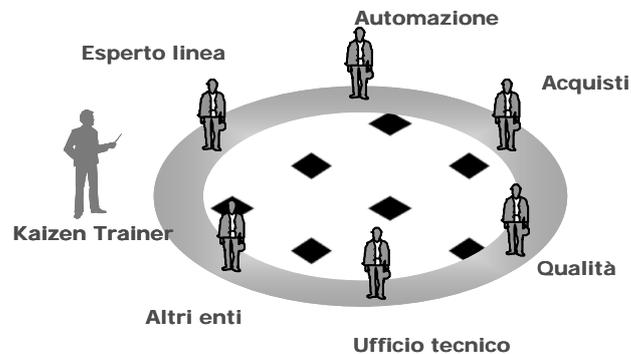
- | | |
|--|---|
| 1. Perché La macchina è rimasta ferma? | Il fusibile è bruciato a causa di un sovraccarico |
| 2. Perché La macchina è andata in sovraccarico? | L'azionamento mandrino non è ben lubrificato |
| 3. Perché l'azionamento mandrino non è ben lubrificato? | La pompa dell'olio non funziona correttamente |
| 4. Perché non funziona correttamente? | Il cuscinetto della pompa dell'olio è allentato |
| 5. Perché è allentato? | Si è introdotta della sporcizia nella pompa dell'olio |
- ... si giunge alla soluzione (installare un filtro a rete sulla pompa).

Uno strumento molto forte orientato stabilità del processo è infine il *Quality Circle* rappresentato da un team interfunzionale che si pone l’obiettivo di definire e implementare soluzioni per risolvere in maniera strutturata i problemi; in particolare il QC agisce individuando le priorità di

¹⁴ Fonte: /1/

intervento, standardizzando le modalità operative e definendo le modalità di escalation.

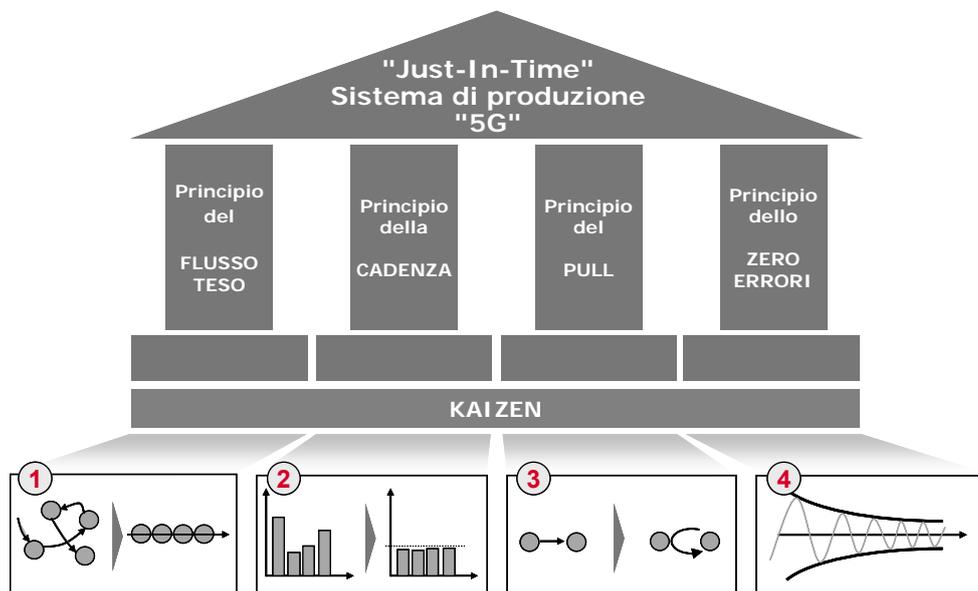
Figura: rappresentazione grafica del Qualità Circle (/1/)



In conclusione, un sistema Just In Time può essere sintetizzato attraverso la figura di un tempio sorretto da 4 pilastri e solide fondamenta: la mancanza di uno solo di questi elementi o del loro equilibrio, porta inevitabilmente alla rovina dell'intera costruzione.

Questi non sono altro che i principi esposti nel capitolo - *Flusso, Cadenza, Pull e Zero Errori* – che, costruiti su una filosofia improntata al miglioramento continuo (o *Kaizen*, trattato nel capitolo seguente), rappresentano le colonne portanti del JIT.

Figura: rappresentazione del tempio del JIT (/1/)



4. FILOSOFIA KAIZEN

L'importanza dei “piccoli passi”

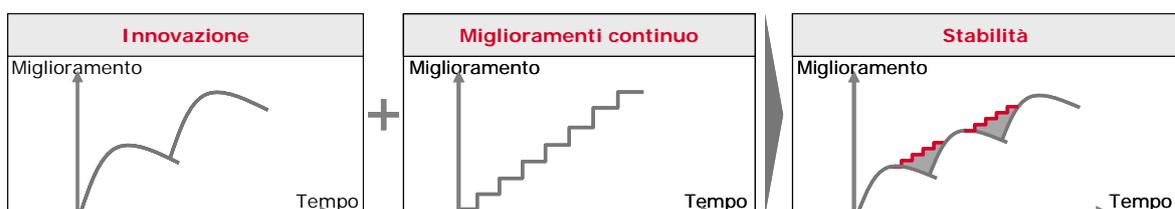
Il termine *kaizen* deriva dalla lingua giapponese ed è la combinazione di due parole, *Kai* che significa cambiamento e *Zen* che significa bene: cambiamento in bene o, più semplicemente, *miglioramento*.

Quella kaizen infatti, è una filosofia che persegue la via del miglioramento senza fine tramite un percorso continuo verso la soluzione migliore; l'aspetto fondamentale risiede nel fatto che tutto ciò deve avvenire in maniera inesorabile attraverso un avanzamento per “piccoli passi”.

A differenza di un'innovazione che spesso comporta lunghi periodi di implementazione, investimenti elevati e difficilmente reversibili, scarso coinvolgimento e scarsa focalizzazione sugli obiettivi, il raggiungimento graduale di piccoli risultati, permette di limitare gli investimenti e di raggiungere soluzioni più veloci e flessibili grazie anche alla maggior motivazione dei collaboratori che riescono ad osservare più facilmente i miglioramenti realizzati.

Tuttavia, va sottolineato come le due metodologie di lavoro non possano essere efficaci se implementate separatamente: lo sviluppo tecnico ed organizzativo procede nel tempo sia grazie alle grandi innovazioni che spesso sono in grado di rivoluzionare interi settori, sia grazie a traguardi dall'importanza più limitata ma essenziali per stabilizzare il processo evolutivo.

Figura: innovazione e miglioramento continuo (/1/)



In particolare, il fattore essenziale affinché l'effetto di un miglioramento non sia temporaneo e l'evoluzione sia sempre positiva, risulta la creazione di uno *standard*; con questo termine si intende l'insieme di norme, direttive, guide o specifiche che, fissando dei "paletti", gettano le basi al miglioramento successivo ed evitano che il processo regredisca.

Principi, Obiettivi e Strumenti

In un approccio kaizen, l'emergere di una qualsiasi criticità viene enfatizzato considerandola più che un aspetto negativo, un'"*occasione*" buona per affrontarla e risolverla, forti del fatto che "*non esistono problemi senza soluzioni*"¹⁵.

Come detto, si procede in maniera graduale, attraverso obiettivi progressivi che devono essere chiari, raggiungibili e monitorabili; affiora quindi la necessità di uno "strumento semplice ed efficace, che favorisca, soprattutto in avvio, sia la concretezza e i risultati immediati, sia il coinvolgimento e la motivazione del personale a tutti i livelli aziendali"¹⁶: sono proprio queste le caratteristiche del cosiddetto *evento kaizen*.

In realtà sono due le tipologie di kaizen che si integrano e si completano nella Lean Manufacturing¹⁵:

1. Flow kaizen
2. Process kaizen

Il primo rappresenta l'attività globale di miglioramento del flusso del valore; viene condotto dal management (spesso sotto l'ausilio di un consulente) ha un taglio strategico, una scarsa focalizzazione sulla singola attività e genera il piano di riferimento per le attività del process kaizen.

¹⁵ Fonte: /1/

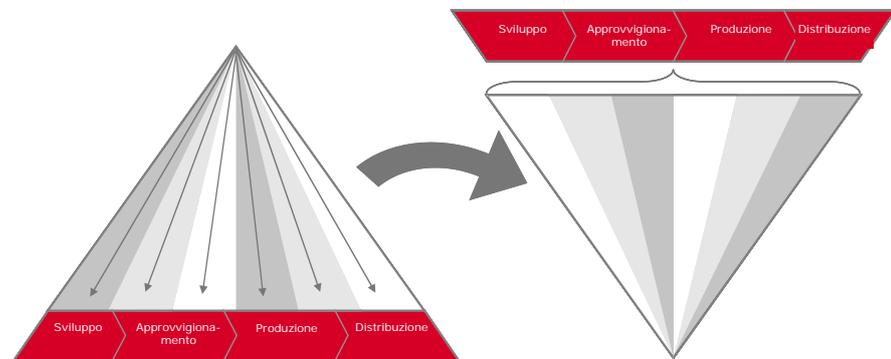
¹⁶ Fonte: /2/

Quest'ultimo, prevede interventi pratici mirati alla separazione di ciò che crea valore da ciò che invece è spreco, richiedendo lo sforzo congiunto degli operatori che agiscono sotto la guida del cosiddetto *kaizen trainer*; il cambiamento ora arriva “dal basso” ed ha un taglio fortemente operativo, grazie ad azioni rapide, concrete e tangibili.

Di fatto, viene ribaltata la tradizionale piramide tipica di una strategia top-down: si opera direttamente in linea tramite attività proposte e sviluppate dagli operatori stessi e si sale per *escalation* ai livelli superiori solo in caso di criticità troppo complesse da gestire autonomamente; il management diventa quindi una struttura di supporto alle attività degli operatori e facilita la soluzione di problemi quando coinvolto.

Incrementando la partecipazione del team non solo si stimola la motivazione dei suoi membri ma si insegna loro le metodologie con cui riconoscere ed eliminare le varie tipologie di spreco, sviluppando anche la formazione professionale dell'individuo.

Figura: la catena del valore ora è al centro dell'attenzione (/1/)



Sono numerosi gli interventi kaizen proposti in ambiti diversi dai vari operatori; alcuni esempi sono la realizzazione di pallet muniti di ruote per facilitare il trasporto interno nella fase di accettazione dei materiali, la progettazione e la costruzione di appositi carrelli che evitano all'operatore di abbassarsi e sollevare le attrezzature, banchi di lavoro “a prova di errore”, aree “visual” e tabelloni infopoint con performance, mansioni, standard e procedure del singolo reparto.

5. SUPPLIER INTEGRATION

Obiettivi e Strumenti

Con il termine *Supplier Integration* si intende l'insieme di tutte quelle relazioni e di quelle connessioni tecnico-commerciali che legano un'impresa produttrice ai suoi fornitori; questi rappresentano gli anelli intermedi di una filiera produttiva che si estende dall'approvvigionamento della materia prima alla realizzazione del bene finale.

Difficilmente un'azienda risulta integrata verticalmente in maniera così spinta da provvedere da sola al reperimento di tutto ciò che gli serve per realizzare i propri prodotti: questo approccio, sfruttando grandi economie di scala, può avere successo in situazioni (sempre più rare) caratterizzate da una domanda poco variabile e in grado di saturare la capacità produttiva disponibile.

Ma l'instabilità dei mercati, la differenziazione dei prodotti, la riduzione dei loro cicli di vita, così come fenomeni di delocalizzazione volti alla ricerca di fattori produttivi a basso costo, spingono verso la direzione opposta, ovvero, verso forme di integrazione orizzontale.

Questa tendenza si traduce con il coinvolgimento all'interno dei propri processi di fornitori esterni in grado di garantire flessibilità e competenze ausiliari altrimenti difficili da ottenere; diventa fondamentale superare il semplice concetto d'acquisto e fare in modo che gli obiettivi del fornitore si evolvano assieme alla sua figura.

Costui non ricopre più il ruolo di attore marginale con cui negoziare condizioni di vantaggio unilaterali, bensì un partner con cui collaborare in un'ottica win-win per la formazione di un sistema fornitore-produttore in grado di incrementare il valore trasmesso al cliente finale.

A maggior ragione questa evoluzione deve necessariamente avvenire all'interno di un Gruppo in cui tutte le figure coinvolte non possono che

remare verso la medesima direzione: con una struttura in cui più aziende producono componenti, gruppi e accessori che confluiscono all'interno del medesimo prodotto, parlare di cliente facendo riferimento soltanto all'ultimo anello della catena ovvero a colui che compra il prodotto finito, risulta estremamente riduttivo poiché *ognuno è cliente/fornitore di qualcuno*.

In un gruppo di imprese dunque, il termine *cliente* può avere significati diversi dal momento che per chi produce componenti costui è rappresentato dalle linee di assemblaggio dei semilavorati, queste agiscono nell'interesse del proprio cliente, la linea produttiva finale che, a sua volta, si adopererà per soddisfare il compratore.

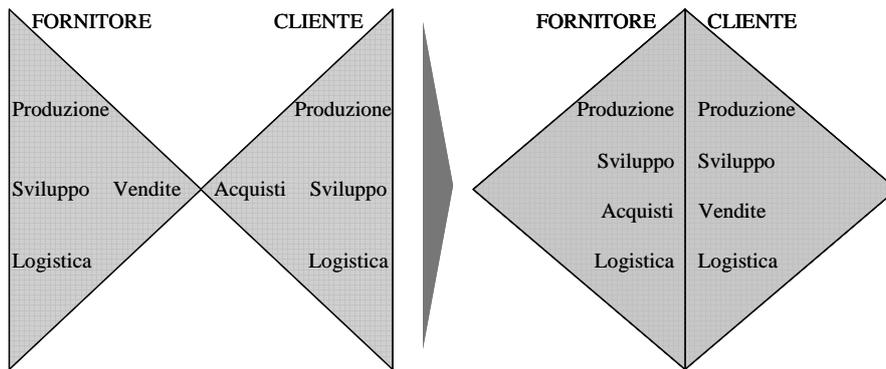
Quest'ultimo quindi sarà soddisfatto solamente se tutte queste parti hanno lavorato in maniera corretta e coordinata: è impensabile accettare che una linea assembli correttamente un componente difettoso o che un centro di lavoro produca perfettamente dei codici progettati male.

La differenza fondamentale tra un tradizionale mercato competitivo e una fornitura mediante partnership risiede proprio nell'ampiezza del contatto tra le due imprese: nel primo avviene un'interazione diretta tra due uffici commerciali, il compratore (o buyer) e il venditore (o seller), che esclude tutte le altre funzioni dando luogo al cosiddetto modello "papillon"¹⁷.

Nel secondo modello invece l'interfaccia è molto più estesa e prevede contatti tra molteplici funzioni come gli acquisti, la progettazione, la produzione e la programmazione che massimizzano i benefici bilaterali creando il modello detto a "diamante"¹⁷.

¹⁷ Fonte: /4/

Figura: confronto tra il modello “papillon” e il modello “diamante” (/4/)



È proprio seguendo questo approccio votato al miglioramento globale del sistema cliente-fornitore che sono stati definiti obiettivi e progetti di miglioramento all'interno di COSMEC, interventi che si affiancano alla trasformazione di BIESSE in una Lean Company; in COSMEC quindi, esattamente come in tutte le altre unità produttive, si fa riferimento alle leve del *Servizio*, dei *Costi*, e della *Qualità* che, sostenute dalla *Motivazione* di chi partecipa al processo, permettono il raggiungimento dell'obiettivo ultimo: la soddisfazione del proprio cliente.

Questa spinta al miglioramento è stata applicata con lo sviluppo di numerosi interventi di ottimizzazione su processi sia fisici che informativi, progetti che, coordinati dall'ufficio BIESSEKAIZEN e sviluppati tramite team interfunzionali, hanno perseguito i seguenti obiettivi:

1. Incrementare il livello di *Servizio*:

- Ottimizzazione del flusso interno di materiale e di informazioni
- Produzione secondo i ritmi e le necessità del cliente
- Standardizzazione e mantenimento delle procedure

2. Incrementare il livello di *Qualità*:

- Monitoraggio e stabilizzazione dei processi produttivi
- Aumento dell'efficienza e della disponibilità degli impianti

3. Ridurre il livello dei *Costi*:

Riduzione dei tempi e dei costi legati alle lavorazioni

Riduzione del numero e dei tempi di set up

4. Incrementare la *Motivazione*:

Coinvolgimento delle persone nello sviluppo di proposte migliorative

Responsabilizzazione verso la cura di impianti e materiali

Formazione e crescita professionale

Gli strumenti utilizzati lungo il percorso verso il raggiungimento dei suddetti obiettivi sono di origine sia pratica che concettuale; costante è stato l'apporto fornito dalle logiche e dai metodi Just In Time, concetti a cui sono stati affiancati strumenti "Lean" di carattere più operativo quali ad esempio Videoanalisi, SMED, TPM, OEE e Kanban.

Questo capitolo, separando l'analisi dei quattro fattori, si pone proprio l'obiettivo di mostrare per prima cosa il supporto teorico alla base di ogni di intervento realizzato poi, l'esperienza aziendale con le modalità pratiche, le criticità e le relative soluzioni che emergono dalla quotidianità lavorativa.

Figura: leve mosse nella soddisfazione del cliente e relativi interventi (/1/)



5.1 INCREMENTARE IL LIVELLO DI SERVIZIO: IL KANBAN E LA LOGISTICA INTERNA

5.1.1 Il Kanban

Le origini del *kanban pull system* vanno ricondotte alla metà del '900 quando Taiichi Ohno, l'allora manager in carica della Toyota Motor Company's, conduceva alcuni esperimenti sul rifornimento dei prodotti; in particolare Taiichi stava cercando di adattare il concetto americano di supermarket ai processi che regolavano la produzione dei suoi reparti, tentativo culminato nella connessione tra la produzione just in time e appunto, il sistema kanban¹⁸.

Quello del kanban, è un concetto semplice e molto forte: nella sua forma "pura" rappresenta un segnale visivo di rifornimento (kanban letteralmente significa "cartellino" o "registrazione visiva") in grado di collegare i processi di consumo e di fornitura lungo l'intera catena del valore; non tutti i kanban sono dei segnali cartacei, possono essere anche strumenti comunicazioni via web, palline o anelli colorati a seconda della distanza che il segnale deve coprire, della velocità con cui deve farlo e delle informazioni che deve contenere.

La potenza di questo sistema risiede nella sua capacità di operare in "real time" su consumi attuali ed effettivi, su regole standardizzate e su processi snelli e lineari, evitando produzioni influenzate da stime ed ipotetici piani previsionali.

Per visualizzare un sistema kanban è possibile immaginare una serie di anelli connessi tra loro come in una catena: un consumo in uno degli anelli

¹⁸ Fonte: /6/

finali fa scattare la produzione nell'anello precedente che a sua volta richiamerà materiale da quello a monte sviluppando un processo per cui ogni stadio risente dell'azione "tirante" tipica di un sistema pull.

Figura: schema generale di un kanban pull system (/6/)



Ogni prodotto quindi viene realizzato soltanto se il cliente ne ha effettivamente bisogno ovvero se c'è un cartellino che ne autorizza la produzione e ne regola il trasporto, ne definisce le quantità lavorate, la tipologia di contenitore e le quantità in esso contenute, la stazione di prelievo e quella di consegna; in particolare sono due le tipologie di cartellini:

1. il kanban di produzione o "P-kanban": impiegato nella stazione in cui si realizza la trasformazione del codice, specifica cosa produrre e in che quantità
2. il kanban di trasferimento o "C-kanban": impiegato dal reparto in cui avviene il consumo, riporta le quantità da prelevare dal magazzino finiti della stazione a monte permettendo il passaggio delle informazioni tra gli anelli del sistema

Il funzionamento di un sistema a kanban regolato dai suddetti cartellini è il seguente:

Quando la stazione a valle $i+1$, consumato il contenitore, necessita di materiale dalla stazione a monte i (il richiamo può avvenire anche dopo il

consumo del primo pezzo oppure a metà contenitore, a seconda della logica scelta), l'operatore...

1. rimuove il C-kanban dal contenitore che ha appena svuotato e trasporta entrambi in prossimità del tabellone kanban della stazione i ;
2. lascia il contenitore vuoto nell'apposita area, preleva il contenitore con il prodotto finito presente nel supermercato, rimuove il kanban di produzione, attacca quello di trasferimento;
3. riporta il materiale nella stazione di consumo;
4. il P-kanban che si è liberato viene attaccato nel tabellone kanban;
5. il kanban viene rimosso dal tabellone, attaccato al contenitore vuoto e, insieme, vengono trasportati al centro produttivo per il riempimento: la produzione è stata autorizzata;
6. il contenitore pieno e il suo P-kanban vengono stoccati nel supermercato in attesa che il processo ricominci;

A questo punto la produzione della stazione i ha ripristinato la mancanza della stazione $i+1$ ma, a sua volta, ha consumato materiale proveniente dalla sua stazione a monte, la $i-1$; riparte quindi la medesima procedura interessando questa volta il reparto i -esimo come cliente e il reparto $i-1$ come fornitore.

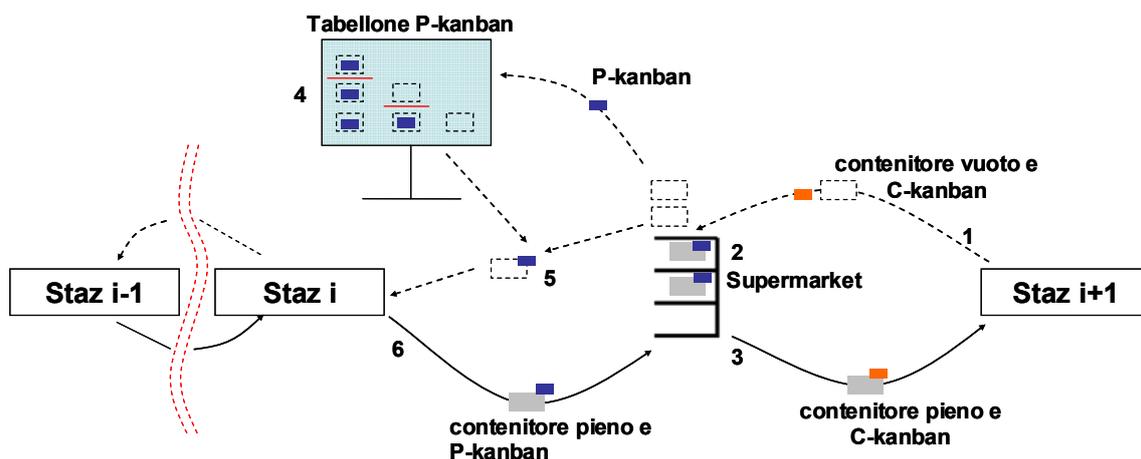
Alcune complicazioni possono affiorare nel caso in cui la produzione si articoli per lotti cioè qualora non venga autorizzata la produzione dopo il primo prelievo ma soltanto a seguito di un determinato livello di consumo del codice; tuttavia, molteplici sono le modalità di gestione di una simile situazione.

È possibile ad esempio utilizzare un kanban composto di due parti (kanban

segnale¹⁹⁾ in cui la parte rettangolare è posizionata sul primo contenitore disponibile per il prelievo mentre quella triangolare rimane fissa sul contenitore indicante il punto di riordino: la produzione parte soltanto quando la scheda rettangolare raggiunge quella triangolare.

Altra possibilità riguarda l'utilizzo della cosiddetta "linea di autorizzazione": i P-kanban vengono inseriti a tabellone nel primo spazio libero della colonna dedicata al codice in questione e la sua produzione sarà avviata soltanto quando la colonna supererà una linea fissa rappresentante il livello di riordino.

Figura: rappresentazione grafica del funzionamento di un sistema kanban



Ad ogni contenitore deve essere sempre associato un cartellino, nulla è fuori controllo e ogni componente, fino al prodotto finale è costantemente monitorato: il livello di scorte interoperazionali è direttamente proporzionale al numero di cartellini in circolazione per cui minimizzare le scorte, significa, di fatto, ridurre progressivamente il numero di kanban fino a raggiungere un livello minimo con cui la produzione può dirsi "in tiro" (teoricamente si parla di One Piece Flow ad indicare la produzione e la consegna di un singolo pezzo alla volta).

¹⁹ Fonte: /3/

La produzione risulta così allineata sulla domanda, i lead time e le giacenze rimangono contenuti e, in definitiva, viene incrementato il livello di servizio al cliente.

Infine, l'equazione utilizzata per determinare il corretto numero di kanban con cui gestire un codice è data dal rapporto²⁰:

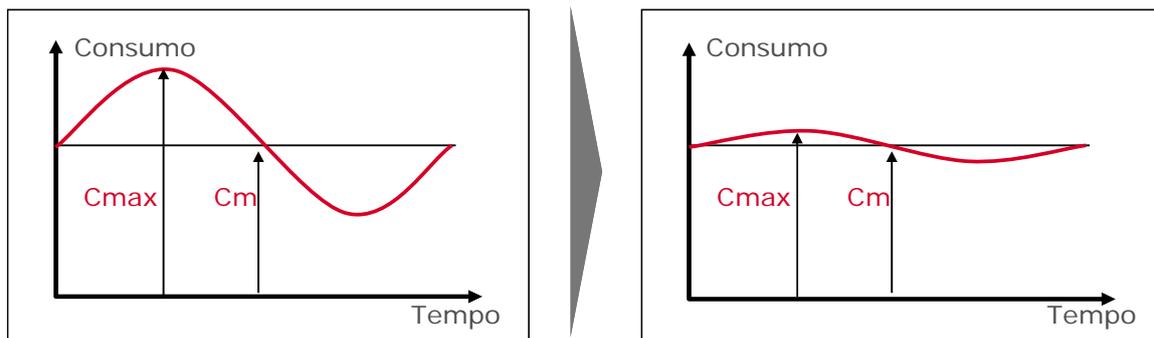
$$N_{ki} = \left\lceil \frac{C_m * T_{cop} * (1+S)}{P_{ki}} \right\rceil = \left\lceil \frac{[\text{pezzi/gg}] * [\text{gg}]}{[\text{pezzi/kanban}]} \right\rceil = \text{N° di kanban per il codice } i$$

Entrando nel dettaglio,

N_{ki} = numero di contenitori (e quindi di cartellini) contenenti il codice i ;

C_m = consumo della stazione a valle [pezzi/gg]; tale parametro viene associato alla quantità media consumata nel periodo preso in considerazione per cui risulta di fondamentale importanza mantenere stabile il ritmo produttivo (takt time) e livellare su questo la produzione (heijunka) onde evitare eccessi di scorte o, viceversa, rotture di stock.

Figura: livellamento dei consumi (/1/)



T_{cop} = tempo di copertura calcolato in funzione del tipo di kanban [gg]; nel caso dei P-kanban il T_{cop} coincide con il lead time di produzione del codice in questione, mentre nel caso dei C-kanban corrisponde al tempo

²⁰ Fonte: "Dispense Log L_B"

richiesto dal completamento del ciclo di fornitura;
questo comprende:

- A. Il tempo di attesa del cartellino nel punto di raccolta
- B. Il tempo di raccolta dei cartellini stessi
- C. Il tempo di riconsegna del materiale più, eventualmente, i lead time di produzione del fornitore se questo non lavora tramite prodotti finiti a supermercato

S = fattore di affidabilità del sistema che può essere paragonato ad uno stock interoperazionale di sicurezza [variabile tra 0 (scorta nulla) e 1 (scorta del 100%)];

P_{ki} = numero di pezzi del codice i da inserire nel contenitore [pezzi/kanban];

Concludendo, è bene sottolineare alcuni aspetti da non sottovalutare durante l'implementazione di un sistema a kanban.

Per prima cosa non tutti codici possono essere gestiti in questo modo; il sistema solitamente non coinvolge più del 60-70% di tutte le parti e gruppi che abbiano un consumo regolare ed elevato (in genere componenti comuni a molteplici prodotti finiti) lasciando codici particolari o gruppi complessi alle usuali procedure MRP.

Inoltre, la condizione essenziale per cui una stazione non può produrre nulla senza la presenza di un P-kanban deve essere necessariamente rispettata a costo di un'insaturazione della risorsa; gli operatori dunque devono essere flessibili in modo da compensare eventuali tempi morti con l'assegnazione temporanea ad altre stazioni attive.

Caso aziendale: Il kanban in COSMEC

COSMEC, come detto più volte, è un'azienda manifatturiera che realizza componenti meccanici per i vari stabilimenti del gruppo BIESSE.

È possibile quindi immaginarla esattamente come la “stazione i ” del grafico precedente: riceve C-kanban dalle “stazioni $i+1$ ” ovvero dai suoi clienti (le linee produttive del gruppo) i quali prelevando prodotti finiti dal supermercato fanno scattare i relativi P-kanban.

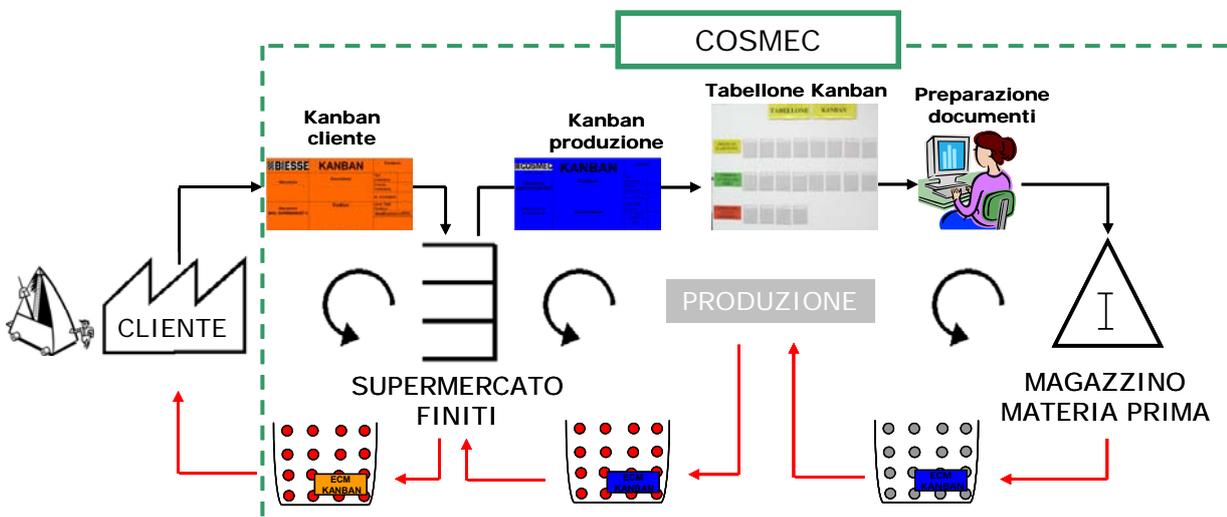
Figura: esempi di C-kanban e P-kanban circolanti in COSMEC

BIESSE		KANBAN		Fornitore:	
Ubicazione	Descrizione:	Tipo contenitore:		Q.ta per Contenitore:	
		Nr. di KANBAN:			
Ubicazione MAG. SUPERMARKET 6	Codice:	LEAD TIME Fornitore:		Identificazione LOTTO:	

COSMEC		KANBAN		Cliente:	
Ubicazione supermercato finiti	Codice:	Tipo contenitore:		Q.ta per Contenitore:	
		Nr. di KANBAN:			
Macchina di produzione	Descrizione:	LEAD TIME Cosmec:		N° PEZZI / GIORNO su CLO:	

Questi autorizzano il lancio della produzione per cui, richiamato materiale dalla “stazione $i-1$ ” (ovvero dal magazzino materie prime visto che il sistema kanban con i fornitori è in fase di implementazione, si veda Cap. 5.1.4 -Gestione delle giacenze-), viene realizzato il codice che era stato prelevato in modo da ripristinare la mancanza nel supermercato.

Figura: funzionamento del sistema kanban in COSMEC



Ovviamente non è sempre stata questa la logica con cui COSMEC ha organizzato la propria produzione: l'utilizzo di logiche tradizionali caratterizzate da ritmi produttivi indipendenti dalle esigenze dei clienti e da elevate quantità di stock si sono scontrate con l'implementazione progressiva di linee di assemblaggio just in time che assorbono solamente il materiale di cui necessitano, in momenti e quantità precise.

La necessità di evolversi e di adeguarsi al nuovo sistema produttivo ha spinto COSMEC ad adottare a sua volta un sistema pull centrato proprio su produzioni livellate, regolate da kanban e movimentate tramite contenitori standardizzati; diverse sono state le fasi con cui è stata affrontata quella trasformazione che è tutt'ora in atto.

A seguito della richiesta di utilizzare il kanban su alcuni codici pilota rilasciata dall'unità produttiva è stata effettuata un'analisi di fattibilità allo scopo di verificare se tali prodotti avevano i "numeri" per una simile gestione.

Sono stati valutati quindi aspetti fondamentali quali la frequenza di prelievo e il volume dell'ordine: come detto, i codici che più si adattano alla gestione mediante cartellino sono quelli aventi un consumo stabile ed elevato.

Definiti i codici idonei tutti i dati sono stati convogliati in un file condiviso tra cliente e fornitore, il cosiddetto PFEP (Plan For Every Part); qui vengono registrate e aggiornate tutte le informazioni relative ad ogni singolo prodotto: i consumi, le quantità per contenitore, i lead time di produzione e, soprattutto, il dato più importante ovvero il numero di cartellini.

Figura: struttura del PFEP

CODICE	DESCRIZIONE	FORNITORE	CONSUMO UP [gg]	TIPO CONT	PZ/CONT	LT COSMEC [gg]	SS	PZ/GG (CLO)	N° KANBAN

Sistemate le condizioni di fornitura l'attenzione si è spostata sull'ottimizzazione delle attività svolte internamente a COSMEC; è stata ricavata un'area dedicata al supermercato kanban (si veda Cap. 5.1.4) e sono stati effettuati interventi di ottimizzazione su cicli e set up (Cap. 5.2) al fine di comprimere i tempi necessari al ripristino dei prelievi nel supermercato e quindi, in definitiva, i lead time di risposta al cliente.

Successivamente è stato avviato un processo di stabilizzazione delle attività produttive attraverso il bilanciamento dei carichi di lavoro; inizialmente, arrivato il cartellino nel centro di lavoro l'operatore leggeva il tempo di attraversamento segnato (ad esempio, $LT\ COSMEC=10gg$) senza sapere di preciso da quanto tempo quel P-kanban era in circolazione e quindi, senza sapere quanti di quei dieci giorni gli rimanevano per la produzione.

La standardizzazione delle attività d'ufficio (raccolta dei kanban, preparazione dei disegni, delle bolle, ecc.) ha eliminato la variabilità sui tempi di consegna del cartellino alla macchina e ha permesso l'introduzione sul kanban del numero di pezzi che il centro di lavoro orizzontale deve produrre giornalmente: l'operatore ora è in grado di bilanciare gli ordini ricevuti e di gestire autonomamente anche l'arrivo contemporaneo di più codici.

Infine va ricordato come, grazie anche all'affinamento continuo delle procedure, siano in corso i processi paralleli di riduzione dei contenitori in circolazione e di ampliamento del numero di fornitori e di codici gestiti a kanban.

Le attività descritte, supportate dall'implementazione di tutti gli interventi descritti successivamente nel testo (revisione dei flussi e dei processi, ottimizzazione e stabilizzazione della produzione, attività kaizen,...) hanno portato ad un rispetto e ad un bilanciamento della produzione tale da impattare in maniera positiva sulla riduzione dei lead time, dei costi e delle giacenze e, di conseguenza, sul livello di servizio offerto al cliente.

Figura: livello di servizio calcolato come rispetto della produzione pianificata da parte di un centro di lavoro (media settimanale)



5.1.2 Ottimizzazione del processo di introduzione degli ordini

Caso aziendale: Introduzione di nuovi codici su centri di lavoro orizzontali

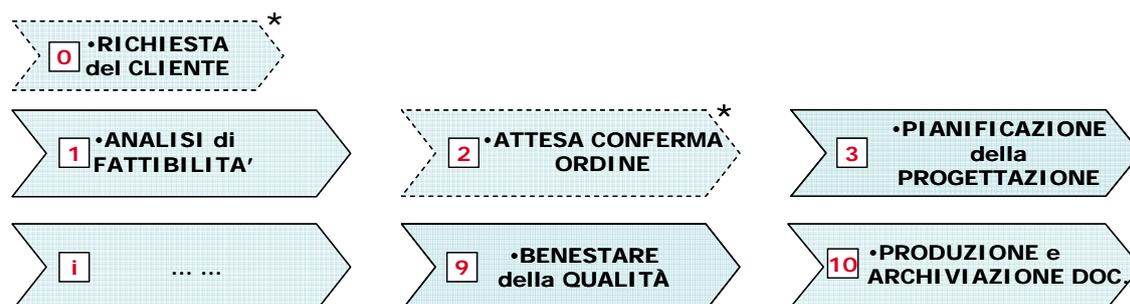
L'ottimizzazione del processo di inserimento di nuovi codici su centri di lavoro orizzontali, prevede un avanzamento per fasi che parte dall'analisi delle attività coinvolte nel processo stesso; viene realizzato così uno schema a blocchi del flusso di attività al fine di evidenziare, separando i principali macro-processi, i passi fondamentali per procedere dalla ricezione dell'ordine alla produzione in serie del codice richiesto.

La scomposizione dell'intero processo in blocchi separati permette di raggiungere, rispetto alla visione d'insieme, una visibilità nettamente superiore riguardo alle attività che aggiungono o meno valore al prodotto, alla definizione delle mansioni e delle rispettive responsabilità.

Inoltre, per giungere alla rilevazione delle tempistiche e delle figure legate ai singoli compiti, si procede con una ulteriore scomposizione dei macro-processi in quelle attività elementari che saranno poi oggetto di analisi migliorative.

Lo schema del processo di industrializzazione a cui si è giunti prevede quindi 10 step che, a partire dalla ricezione della richiesta del cliente, si sviluppano fino alla produzione del codice e alla archiviazione dei documenti.

Figura: Schema a blocchi definito in fase di analisi



* I blocchi tratteggiati sono relativi ad attività la cui durata è a carico al cliente.

Come accennato, ottenuta una visione puntuale delle singole attività, si procede con la loro analisi. A tale scopo viene utilizzato un modulo dedicato su cui, per ogni fase, vengono registrate le aree coinvolte, i tempi operativi, i tempi di “attraversamento” (ovvero il tempo che intercorre tra l’istante di ricezione dell’input e la generazione dell’output) e tutte le criticità che si riscontrano quotidianamente.

Esempio: Modulo di analisi del macro-processo di realizzazione dell’attrezzatura.

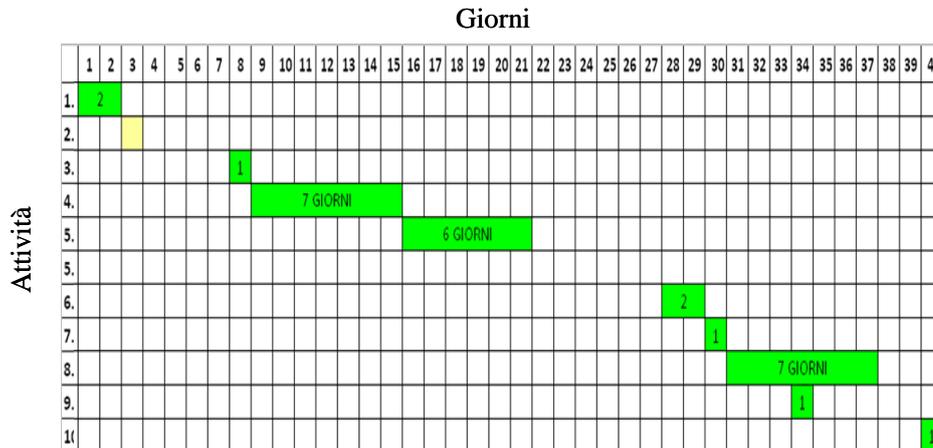
Processo	6.1 Preparazione del cubo	6.2 Montaggio attrezzatura	6.3 Lavorazione del supporto in macchina
Descrizione	Foratura Fresatura		Rifinitura
Responsabile:	UTO e Caporeparto	UTO e Caporeparto	UTO e Caporeparto
Carico giornaliero medio:			
Tempo ciclo			
Tempo d'attraversamento			
Documenti Input/ Output	I: Disegno pezzo + attrezzatura O: Cubo pronto	I: Attrezzatura + pezzo O: Attrezzatura montata	I: Disegni O: Attrezzatura pronta
Osservazioni			

Grazie alla visibilità garantita dal modulo è stato possibile notare fin da subito come molte attività, sebbene caratterizzate da tempi operativi relativamente brevi, raggiungano tempi di completamento nettamente superiori; tra i motivi alla base di tale situazione, quello più chiaro risulta essere al momento, l’impossibilità di portare avanti l’introduzione di più codici in maniera coordinata e pianificata.

L’inserimento i corso d’opera di attività legate a codici aventi priorità e date di consegna differenti porta ad una frammentazione dei lavori a cui spesso conseguono tempi di attesa, di revisione e di ripresa delle

operazioni; la mancanza di un processo continuo e lineare viene rappresentata in maniera molto nitida dal diagramma di Gantt relativo alla situazione originale.

Esempio: Gantt (as-is) relativo all'introduzione di un codice campione



Il tempo di attesa di conferma dell'ordine rappresentato in giallo, essendo legato alla rapidità del cliente, risulta essere ovviamente esterno all'analisi e per semplicità viene considerato costante e pari ad 1 giorno.

A prima vista emerge il problema dei tempi di attesa che intercorrono tra una fase e l'altra; a partire da quello presente tra le fasi 2 e 3 causato da un avvio in ritardo della pianificazione, anche il tempo che ad esempio intercorre tra la realizzazione dell'attrezzatura e il successivo montaggio in macchina (fasi 5 e 6) può essere considerato tempo letteralmente perso, un'attesa che impatta notevolmente sulla partenza della messa in produzione dell'articolo.

Un altro fattore critico in risalto nel diagramma è la pressoché totale assenza di parallelismi tra le attività; si tende a iniziare una operazione soltanto al termine della fase precedente senza sovrapposizioni che, ove possibili, compatterebbero il tempo totale rilevato di 40 giorni.

Proprio in funzione di questo aspetto, il primo obiettivo che ci siamo posti

è stato quello di mettere in parallelo l'esecuzione di alcune attività.

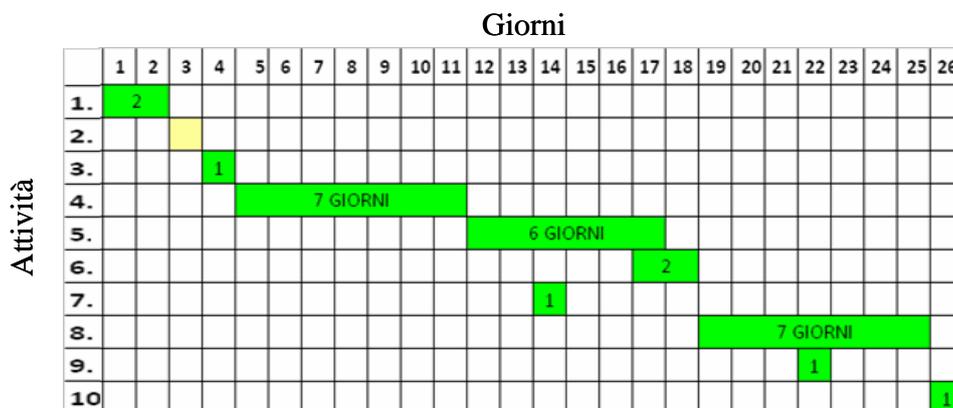
Ancora senza applicare miglioramenti volti alla riduzione dei tempi operativi (attività svolta in un secondo momento) si è cercato di sviluppare una pianificazione che renda possibile un processo di introduzione snello e lineare.

Coinvolgendo i responsabili dei vari processi si è valutata per prima cosa la possibilità di evitare la discontinuità delle operazioni, di evitare cioè che l'impegno dedicato al singolo codice in termini di tempi e risorse sia frazionato nel tempo; una condizione del genere infatti porta spesso a inconvenienti del tipo “..il disegno è andato perduto..”, “..non ricordo le modifiche apportate..”, “..ora non ho più gli stessi utensili..” i quali originano ritardi che accumulandosi vanno ad aumentare il tempo finale di attraversamento.

In seguito è stato analizzato il tentativo di parallelizzare alcune fasi: la preparazione del cubo su cui sarà montata l'attrezzatura di bloccaggio del pezzo (primo stadio della fase 6) ad esempio può partire durante la realizzazione dell'attrezzatura stessa (fase 5); allo stesso modo il caporeparto una volta ricevuto il disegno può realizzare il programma a bordo macchina (fase 7) senza attendere che gli sia consegnata anche l'attrezzatura e la fusione da lavorare.

Soltanto l'applicazione di questi semplici accorgimenti ha definito una riduzione potenziale del tempo di introduzione su clo del nuovo codice 35 % circa.

Esempio: Gantt (to-be) del medesimo codice frutto degli accorgimenti presi



Il passo successivo è stato quindi quello di verificare la fattibilità della nuova metodologia di avanzamento; a tale scopo è stata effettuata un'analisi dei carichi orari giornalieri delle figure coinvolte nel processo, in modo da evidenziare eventuali colli di bottiglia.

Così, sono state sviluppate le stime dei carichi in percentuale (sul tempo totale di processamento) che le fasi relative al codice in esame avrebbero richiesto alle specifiche risorse, giungendo infine ad una tabella quella raffigurata a pagina seguente.

Tabella: % di impiego delle figure all'interno del processo

RISORSA	TEMPO IMPEGNATO [%]
PROGETTISTA ATTREZZATURA	36,9
CAPOREPARTO CLO	19,5
OPERATORE ATTREZZERIA	17,7
RESPONSABILE ATTREZZERIA	8,3
PROGRAMMATORE	6,8
RESPONSABILE TEMPI & METODI	5,2
TOTALE	100

Come si può osservare dai dati rilevati, la figura più coinvolta nel processo di introduzione di nuovi prodotti risulta essere il progettista

dell'attrezzatura che, con il suo carico ore , rappresenta circa il 37 % del monte ore dell'intero processo; un'analisi più approfondita dell'impegno orario dedicato dal progettista alle micro-attività mette in luce come gran parte di questo sia dovuto ad operazioni che esulano dalle sue mansioni, attività diverse da quelle di progettazione, come ad esempio contributi alla lavorazione e al trasporto dell'attrezzatura.

Una situazione del genere comporta un notevole frazionamento delle attività di progettazione ed una serie di tempi morti che accrescono il tempo necessario a terminare la fase; tale criticità, riscontrata anche tra le altre risorse impiegate, ha reso necessario un bilanciamento delle attività tra le varie figure ed un miglioramento delle stesse.

Le singole mansioni specificate nell'analisi iniziale sono state così ridistribuite tra le risorse al fine di diminuire i carichi di lavoro delle persone più impegnate; inoltre, in parallelo con questa attività, è stata sviluppata un'analisi delle criticità riscontrate quotidianamente nei singoli compiti.

A titolo di esempio è possibile riferire la “lamentela” degli operatori dell'attrezzatura i quali per le operazioni di montaggio in macchina delle facce di bloccaggio pezzo erano costretti a muoversi per l'impianto alla ricerca di viti e utensili adatti allo scopo; è stato sviluppato così un magazzino centralizzato per la minuteria gestito con una specifica documentazione per il prelievo e il riordino del materiale che rendesse tale fase più semplice e rapida.

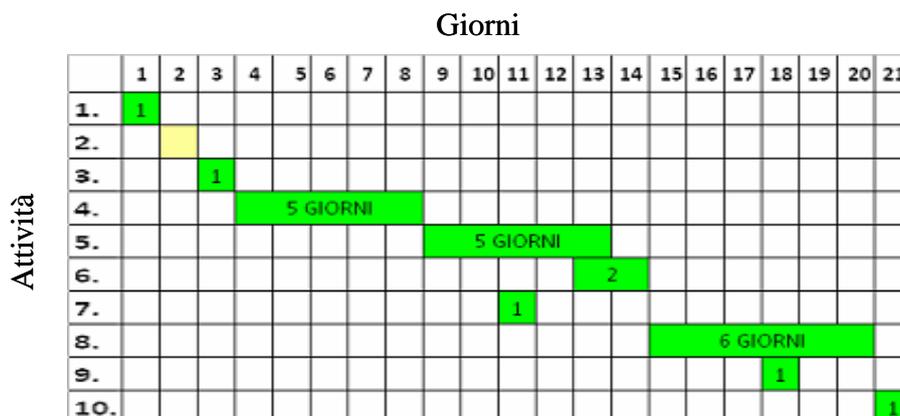
Un altro esempio che può essere riferito è quello relativo alle difficoltà riscontrate nel monitoraggio dello stato di avanzamento del processo; nella situazione originale infatti, non vi era alcuna trasparenza circa i progetti in

corso d'opera, mancanza che rendeva particolarmente difficoltoso conoscere l'impegno delle risorse e quindi la possibilità di accettare o meno nuovi ordini.

Una proposta di facile implementazione è stata quella di classificare i codici in "semplici, medi e complessi" dal punto di vista progettuale e realizzativo, assegnargli un tempo standardizzato che tenesse conto delle migliorie apportate e schedularli attraverso un sistema computerizzato; in questo modo sarebbe possibile osservare in maniera rapida ed efficace lo stato di completamento delle attività così come eventuali ritardi e sovraccarichi che costringerebbero ad affidare a terzi la realizzazione del componente.

L'insieme di tutti i provvedimenti presi comporterebbe, per l'introduzione su clo del codice esaminato, una riduzione potenziale del 47,5 % rispetto alla situazione iniziale.

Esempio: Gantt finale (to-be) delle attività a seguito di parallelismi e miglioramenti



5.1.3 Ottimizzazione degli spazi e del flusso interno

Affinché la produzione possa seguire un ritmo regolare e cadenzato, occorre prima di tutto fare in modo che i materiali fluiscono all'interno dell'azienda con un percorso noto e lineare che, come i binari di un treno, non ammette interruzioni, ingorghi o contro flussi.

Questo concetto, noto come principio del *flusso teso*, viene solitamente esplicitato nei sistemi di assemblaggio attraverso la progettazione di linee produttive a “spina di pesce” (Cap.3) anche se tuttavia, nulla ne vieta l'estensione ad altre realtà come ad esempio le aziende meccaniche quali COSMEC.

Gli obiettivi perseguiti rimangono di fatto i medesimi: riorganizzare le aree cercando di ridurre gli spazi occupati, semplificare e ottimizzare i percorsi relativi a uomini, materiali e informazioni, ridurre i tempi e i costi di attraversamento, ridurre i polmoni interoperazionali, incrementare la chiarezza dei compiti e delle responsabilità.

Il prossimo paragrafo, riprendendo quanto è stato fatto in COSMEC, si pone quindi l'obiettivo di mostrare le linee guida con cui può essere affrontato un progetto di trasformazione della logistica interna.

Caso aziendale: Relay layout del flusso interno

Il percorso che porta al cambiamento di reparti e procedure è tutt'altro che semplice ed immediato; vanno definiti progetti progressivi sviluppati in numerosi step ciascuno dei quali necessita di informazioni e obiettivi specifici e non sempre facili da ottenere.

Step 1: Scelta dei codici da analizzare

La selezione dei campioni su cui sviluppare l'analisi viene definita sulla base di un Diagramma ABC calcolato sui fatturati % imputabili ai prodotti;

la scelta è ricaduta ovviamente sui codici appartenenti alla prima delle tre categorie evidenziate:

Classe A: composta da un numero ristretto di codici (sotto il 5%) che impattano fortemente sul fatturato totale.

Classe B: composta da un numero superiore di prodotti (circa il 15%) che però risultano incidere meno sul fatturato.

Classe C: composta da un numero molto elevato di prodotti (sopra l'80%) che influiscono sul fatturato in maniera molto debole.

Step 2: Value Stream Analysis²¹

Il *value stream* o flusso di valore è “l'insieme di tutte le azioni (sia a valore aggiunto che non) necessarie a creare valore nel prodotto/servizio oggetto di scambio con il cliente”, e la tecnica migliore per tracciare e condividere tale flusso è detta *value stream map*; i vantaggi legati all'utilizzo di questo strumento sono molteplici:

- ✓ fornisce una visione chiara e globale dell'insieme dei processi
- ✓ facilita l'evidenziazione delle cause di spreco
- ✓ integra e rende coerente l'applicazione di strumenti lean

Il VSM è uno strumento efficace che aiuta a vedere e integrare tre sequenze fondamentali da mappare e ottimizzare:

1. il *flusso dei materiali* ossia l'avanzamento dei processi dalla materia prima al prodotto finito verso il cliente
2. il *flusso delle informazioni* ossia la sequenza dei passaggi di informazione che segue un percorso inverso rispetto a quello precedente

²¹ Fonte: /2/

3. il *flusso delle persone e delle attività* ovvero il flusso del personale e delle sottofasi di dettaglio del processo

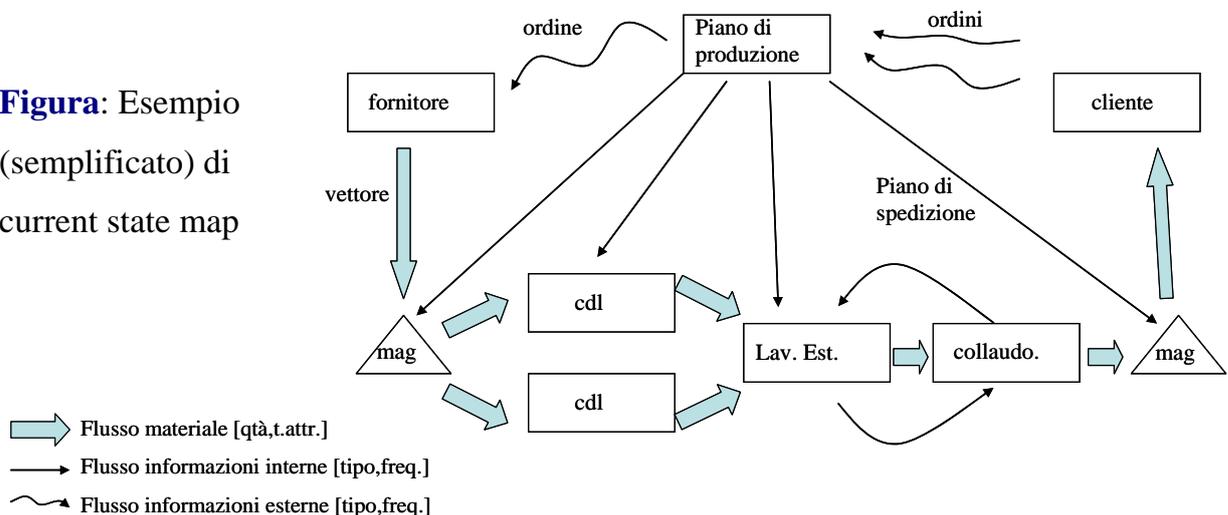
È bene sottolineare inoltre come nelle aziende tradizionali, parlando di flusso produttivo, si pensi sostanzialmente al layout e al transito fisico di materiali, sottogruppi e componenti a differenza delle aziende *lean* in cui particolare attenzione viene dedicata al flusso delle informazioni.

Quest'ultime utilizzano ovviamente gli stessi processi produttivi di quelle tradizionali: ciò che varia da una all'altra sono le modalità di regolazione della produzione ovvero il flusso di informazioni che, cambiando, assume una rilevanza spesso trascurata rispetto all'ottimizzazione dei flussi fisici.

Riferendosi ai codici definiti al punto 1 è stata sviluppata una mappatura dei flussi (del materiale e delle informazioni) da cui sono emerse criticità quali inefficienze produttive e di comunicazione, trasporti complessi ed errori processuali il cui effetto risulta l'abbattimento del rapporto tra tempo di creazione del valore e tempo di attraversamento del prodotto.

Il risultato finale è stato il cosiddetto *current state map*, grafico che definisce la fotografia attuale dei flussi e rappresenta il punto di partenza delle analisi future.

Figura: Esempio (semplificato) di *current state map*

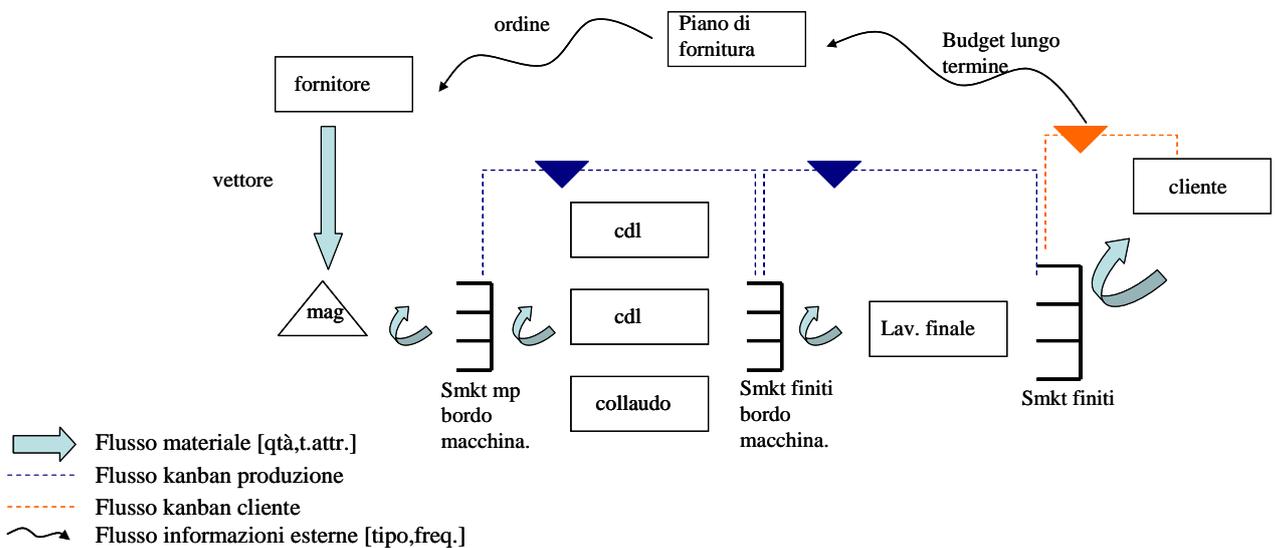


Step 3: Value Stream Design

La visione futura dei flussi evidenziati si ottiene cercando di capire come ogni singolo processo possa riuscire a produrre solo ciò di cui il processo a valle ha bisogno, solamente quando ne ha effettivamente bisogno.

La mappa obiettivo è detta *future stream map* e rappresenta il nuovo flusso ottimizzato dei materiali e delle informazioni.

Figura: esempio di future stream map



Quella raffigurata è un esempio di trasformazione del flusso a seguito dell'introduzione del kanban nelle logiche produttive; sebbene non sia ancora la soluzione migliore (l'estensione del sistema kanban al fornitore porterebbe all'eliminazione del magazzino e dei piani di fornitura) è possibile comunque riscontrare passi avanti rispetto al grafico precedente: minor intreccio di informazioni, logiche pull di prelievo e lavorazione, minori quantità movimentate, processi più snelli e rapidi.

Riportando i tempi e le attività dei flussi futuri è stato stimato un rapporto tra tempo a valore e tempo di attraversamento superiore al precedente del 133 %.

Step 4: definizione dei vincoli e dei criteri di valutazione dei layout²²

In questa fase vengono stabiliti i fattori chiave con cui realizzare e valutare le proposte di layout; questi dovranno seguire le specifiche emerse dalla future stream map e rispettare allo stesso tempo caratteristiche dipendenti dalla funzione dell'impianto come ad esempio:

1. Saturazione degli spazi
2. Regolazione dei flussi
3. Ottimizzazione dei trasporti
4. ...

Step 5: disegno del block layout

In questa fase si procede con la stesura di diverse proposte attraverso l'applicazione di sagome rappresentative dei reparti sul layout generale di stabilimento, approccio che per quanto semplice permette una notevole flessibilità di modifica delle varie configurazioni.

Step 6: valutazione e scelta del layout

La valutazione dei layout è stata sviluppata attraverso una prima assegnazione di pesi ai criteri chiave sopraelencati; in particolare questi vengono confrontati singolarmente l'uno contro l'altro registrando "i casi di vittoria" ovvero le preferenze date a ciascun fattore: la percentuale di queste rappresenta il peso assegnato²².

Il fattore considerato più importante è stata la flessibilità della soluzione, seguito dalla regolamentazione dei flussi e dall'ottimizzazione dei trasporti; non è stato dato un peso alla sicurezza dal momento che, essendo un elemento primario per chiunque, avrebbe falsato l'assegnazione dei pesi

²² Fonte: /9/

attraendo tutte le preferenze.

Tabella: matrice di comparazione tre i criteri di valutazione

VS	1	2	3	4	5	6	PESO
1							13,30%
2	2						26,60%
3	3	2					20,00%
4	1	2	3				0%
5	1	2	3	5			6,60%
6	6	6	6	6	6		33,50%

Le 4 proposte di layout (A,B,C,D) sono state quindi valutate sulla base dei criteri e dei pesi citati.

Tabella: matrice di comparazione tra layout

CRTITERIO N°	PESO [%]	A	B	C	D	legenda
1	13,3	2	1	0	1	2 = Soddisfa completamente
2	26,6	1	2	0	2	1 = soddisfa
3	20	0	1	0	1	0 = neutro
4	0	0	0	0	0	-1 = non soddisfa (superabile)
5	6,6	0	-1	2	-1	-2 = non soddisfa
6	33,5	1	2	0	2	
TOT	100	0,87	1,43	0,13	1,43	

Il layout selezionato è stato quindi il B in quanto, seppure in parità con il D, permette una possibile “variante” che, sebbene meno conveniente dal punto di vista economico, è in grado di aumentare i vantaggi nel trasporto.

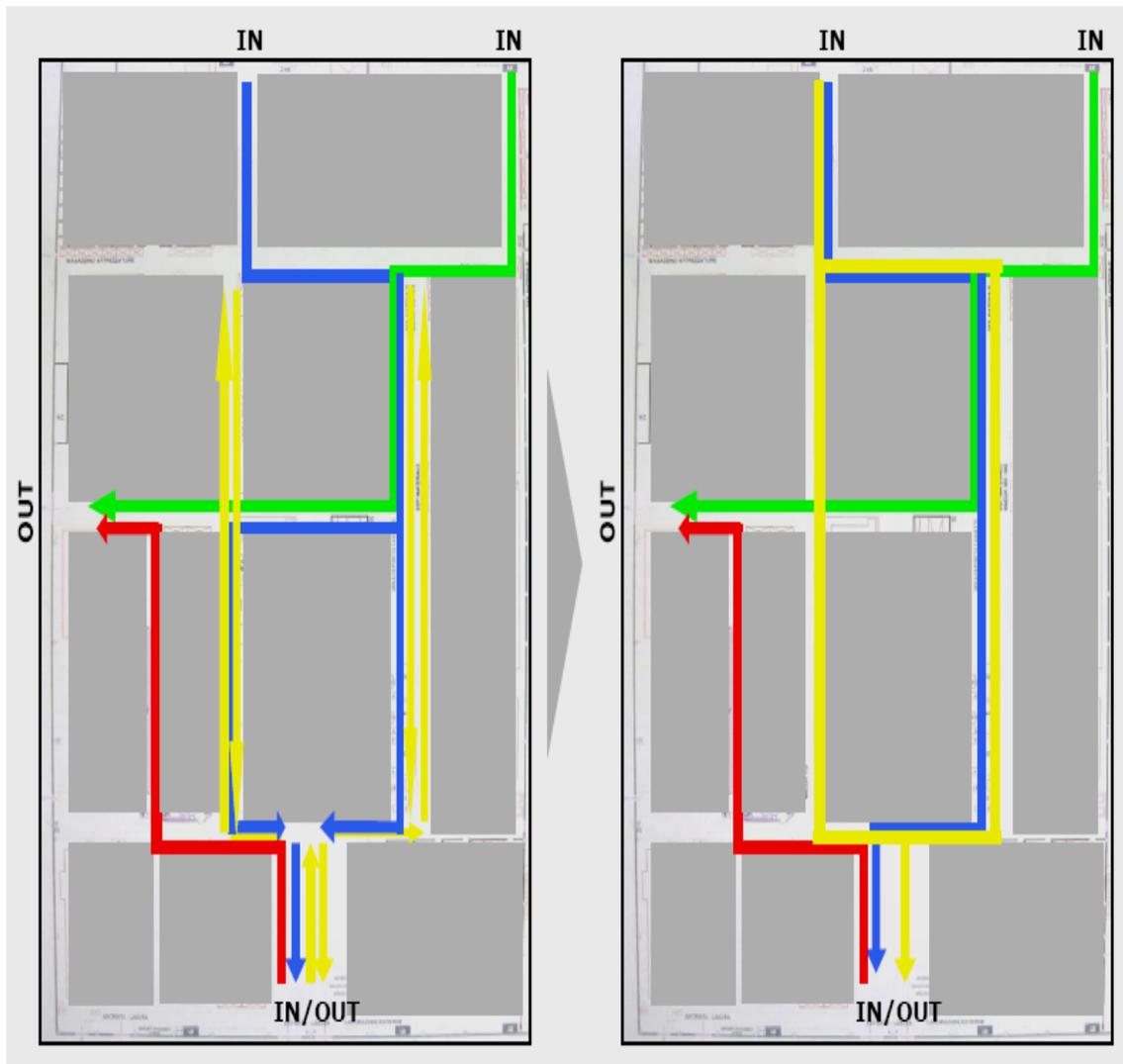
Step 7: Business Case

Viene effettuata un’analisi economica circa la convenienza del progetto: l’analisi è di tipo differenziale in cui i costi emergenti (creazione magazzino mp e supermercato, spostamento centro di rettifica, ore uomo dedicate per gli spostamenti, ecc.) vengono confrontati con i costi cessanti (riduzione dei costi di movimentazione, di trasporto, del personale, ecc.) e con i benefici qualitativi (aree più libere ed ordinate, gestioni delle giacenze più semplice e precisa, ecc.) al fine di stimare la convenienza del progetto e i periodi di recupero dell’investimento.

Step 8: Implementazione del Layout

È il punto di partenza della fase operativa di progetto in cui vengono implementati gli interventi stabiliti; assieme alle modifiche interne ai reparti è stato anche spostato il punto di ingresso dei materiali provenienti da fonderia i quali ora, seguono il flusso degli altri prodotti (flusso giallo in figura): entrano dalla zona di scarico nel magazzino centralizzato (e non più dalla zona di spedizione sparsi verso i cdl), una volta richiamati dalla programmazione coprono un percorso lineare verso i centri di lavoro e infine vengono stoccati nel supermercato kanban realizzato in prossimità dell'area di spedizione.

Figura: evoluzione del flusso percorso internamente dai materiali



Step 9: analisi dei risultati

Dopo un periodo di osservazione sono stati quindi registrati i seguenti risultati:

- ✓ Creazione di un flusso noto, lineare e regolare dei materiali all'interno dello stabilimento: codici rintracciabili, controllo superiore delle giacenze.
- ✓ Riduzione delle distanze percorse dal materiale: in media -12% con layout B (- 23% con il "B-Bis").
- ✓ Riduzione delle movimentazioni effettuate dall'operatore: creazione di un'area dedicata ai contenitori, magazzino minuteria centralizzato.
- ✓ Ottimizzazione degli spazi occupati: - 19% area reparto di taglio, 216 m² ricavati dalla riorganizzazione del reparto trattamenti, liberate le aree a bordo macchina.
- ✓ Creazione di aree destinate ai materiali in ingresso e in uscita: primo passo verso i due magazzini centralizzati.

5.1.4 Gestione delle giacenze

Introduzione ai sistemi di gestione delle giacenze

Una delle tappe più importanti nell'implementazione di logiche JIT è la creazione di magazzini centralizzati destinati a contenere soltanto i materiali necessari, nelle quantità necessarie: solo gestendo ciò che realmente serve e separando tutto il resto, si può pensare di scoprire ed eliminare gli sprechi.

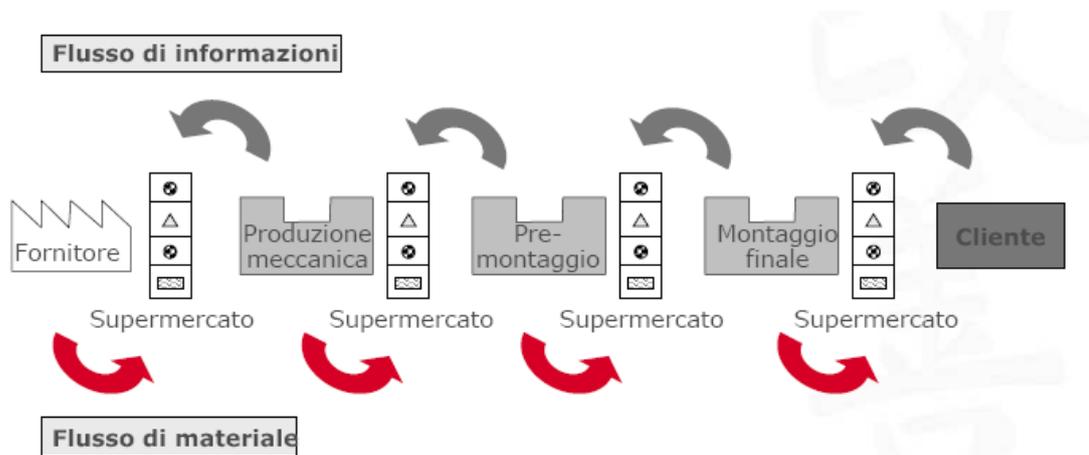
Una logica di questo tipo può essere estesa lungo il flusso di attraversamento del materiale, a partire dal momento di arrivo fino a quello di spedizione; Il passaggio da magazzini sparsi e non quantificati, a strutture centralizzate dimensionate sulle reali quantità richieste dalla produzione o dal cliente, fa emergere la componente superflua delle giacenze che, composta da materiali obsoleti o in eccesso, non fa altro che aumentare inutilmente gli spazi e i costi allocati.

Il primo passo verso la separazione delle scorte coinvolge i materiali in ingresso attraverso l'organizzazione in unico sito dello stoccaggio di grezzi o semilavorati destinati ai centri di lavoro; un progetto di questo tipo, oltre a richiedere a monte un'approfondita analisi di re-layout dei flussi interni (si rimanda al cap. 5.1.3) necessita del coinvolgimento di numerose figure aziendali, dal responsabile della logistica e della programmazione agli operatori dei centri di lavoro.

Il secondo passo invece, in piena linea con la logica -Pull-, consiste nella creazione per i materiali in uscita del cosiddetto "Supermercato", struttura che può essere definita come una "forma organizzativa di un deposito

merci per la disposizione definita e il controllo a vista dei prodotti”²³.

Figura: Organizzazione dei supermercati in un sistema Pull (/1/)



È proprio dalla definizione di supermercato che emergono le sue caratteristiche peculiari: ad ogni posizione è associato un prodotto definito, identificato in maniera univoca da un cartellino che riporta il codice del bene, la sua descrizione ed eventualmente il codice utilizzato nei sistemi di prelievo informatici (ad esempio il codice a barre).

L'utilizzo di postazioni dedicate quindi permette di mantenere sotto controllo l'entità del materiale stoccato garantendo la certezza riguardo alle quantità minime e massime immagazzinate, cosa impossibile con strutture di stoccaggio sparse nello stabilimento o a bordo macchina.

Un'altra importante caratteristica propria del supermercato è la garanzia di una gestione efficace delle rotazioni effettuate dai materiali; la struttura stessa del magazzino (realizzato dove possibile con scaffali inclinati a gravità) e la possibilità di un controllo a vista delle giacenze mostrano immediatamente eventuali mancanze e facilitano il rispetto della logica "FIFO" secondo cui, il primo contenitore ad entrare nella postazione

²³ Fonte: /1/

sarà il primo ad uscire.

L'importanza della visibilità sulle giacenze risulta elevata in particolar modo in quei sistemi perfettamente in tiro in cui, all'arrivo di un kanban di fornitura, la mancanza di prodotti finiti a supermercato può portare al blocco della linea finale di montaggio, con ovvie conseguenze sui costi e tempi di consegna.

Esempio: Supermercato Unità Produttiva BIESSEGROUP



La fase successiva alla riprogettazione del flusso percorso internamente dal materiale, è stata quindi la realizzazione dei due magazzini: uno destinato ad accogliere il materiale proveniente dalle fonderie, l'altro destinato a contenere i prodotti finiti in attesa dei kanban fornitore delle unità produttive.

Caso aziendale: Gestione delle scorte in ingresso, creazione del magazzino unico materia prima

La situazione originale prevedeva il passaggio della materia prima in entrata (come ad esempio estrusi, laserati o fusioni) dal mezzo di trasporto direttamente alla macchina responsabile della prima fase di lavorazione, con un unico step intermedio volto al conteggio dei pezzi.

Una situazione del genere comportava una serie di notevoli svantaggi come ad esempio elevati gradi di saturazione degli spazi, difficoltà di gestione e di programmazione dei piani produttivi; in primo luogo la frammentazione dei materiali in entrata e soprattutto la loro dispersione nei vari centri di lavoro impediva di fatto una gestione delle scorte semplice e precisa.

Queste inefficienze si sono facilmente dimostrate attraverso un'analisi dei codici stivati nei vari scaffali, analisi che ha messo in mostra carichi di materia prima e pallet di prodotti finiti in giacenza da molto tempo.

Inoltre, per via di scarti legati alla qualità dei grezzi o ad errori dell'operatore, alcuni pezzi venivano accantonati e sostituiti con altri prelevati dal lotto di fornitura senza essere scaricati a sistema gestionale.

Esempio: Materiale ordinato alle fonderie, stoccato e ancora da lavorare



MATERIALE	% sul Tot
OBSOLESCENTI	7,2
SCARTI e RILAVORAZIONI	6,5

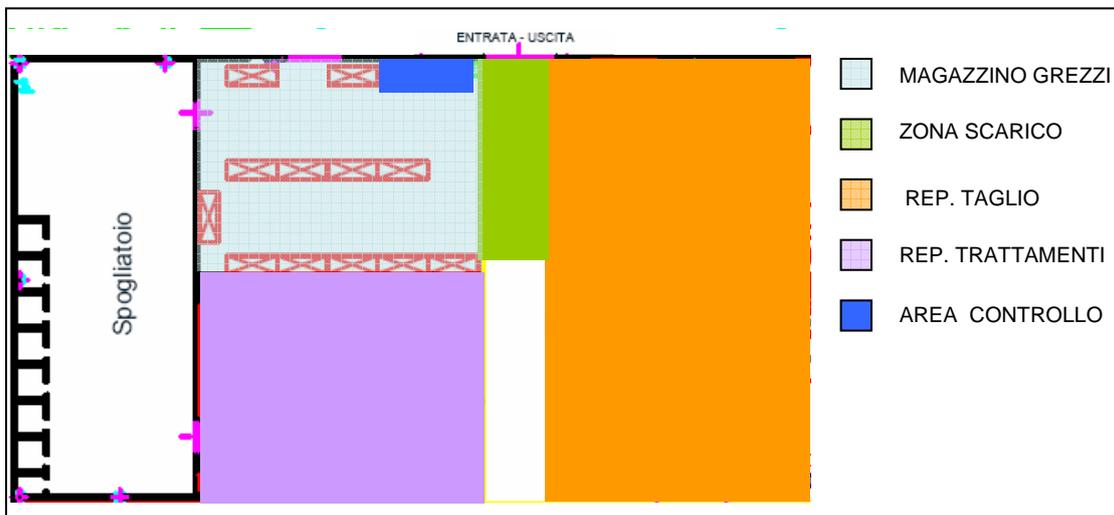
Incidenti come quelli appena citati, così come altri inconvenienti frequenti nella quotidianità aziendale (i pezzi possono cadere, essere smarriti, danneggiati..) creavano i presupposti ad un disallineamento tra le giacenze presenti a sistema e quelle reali, provocando ovvie difficoltà nei processi di

fornitura; la presenza di un magazzino centralizzato invece, generando un punto di raccolta unico dei materiali, garantisce una visione d'insieme delle scorte e rende possibile una loro gestione rapida e trasparente.

L'area scelta per l'allocazione del magazzino è stata, in coerenza con la riorganizzazione dei flussi interni, quella adiacente alla nuova zona di scarico merce mentre, per il dimensionamento della struttura, è stata valutata una "fotografia" scattata sui dati storici delle quantità massime stoccate da cui la necessità di ricavare 144 vani, l'equivalente di 12 scaffalature.

Inoltre, come si può notare dal particolare del layout, è stata sacrificata la presenza di uno scaffale aggiuntivo al fine di liberare un'area da destinare al controllo e al conteggio del materiale in ingresso.

Figura: Area di implementazione del magazzino materia prima



Sebbene in fase di analisi, al momento non si sono sviluppati ne sistemi informatici di gestione dei prelievi ne logiche di assegnazioni specifiche per i codici; attualmente infatti la ripartizione dei vani risulta soltanto in funzione del materiale (ghisa/alluminio) e non del singolo codice, obiettivo a cui si tende anche in vista di possibili forniture mediante kanban.

Il progetto ha previsto inoltre limitazioni agli ingressi nell'area di stoccaggio così da garantire l'accesso ai materiali solo ed esclusivamente al magazziniere, il quale diventa di fatto anche l'unico responsabile dell'alimentazione ai centri di lavoro; questo accorgimento è stato implementato con il duplice scopo di evitare che l'operatore prelevasse grezzi senza comunicazioni e non rispettasse la pianificazione dei carichi di lavoro distribuiti dal responsabile della programmazione.

Inizialmente infatti, lo stoccaggio diretto in macchina permetteva al caporeparto di portare avanti la produzione con una autonomia tale che spesso portava a discostamenti tra i piani di produzione schedulati e quelli realmente sostenuti.

Con il nuovo processo invece, come ad esempio nel caso di ordini "chiusi" aventi diverse date di consegna, è il responsabile della produzione che in base al piano di lavoro porta a magazzino il ciclo e il disegno dei codici che dovranno essere realizzati nella settimana successiva; il magazziniere, rispettando la logica FIFO di arrivo degli ordini prepara il materia prima (in quantità sufficiente soltanto per il primo lotto), la rispettiva documentazione e li trasporta a bordo macchina.

Sarà nuovamente il programmatore a richiamare il materiale per i lotti successivi, che quindi non verranno più realizzati in un'unica soluzione o a discrezione dell'operatore, ma saranno lanciati con un anticipo sulla data di consegna pari soltanto al lead time di produzione al fine di ridurre al minimo sprechi di sovrapproduzione.

Infine, come accennato in precedenza, la realizzazione di un magazzino unico oltre a liberare le aree a bordo macchina aumentando lo spazio utile all'operatore, ha permesso di evidenziare i problemi e gli sprechi che venivano occultati dalle elevate quantità di scorte.

Si è potuto così correggere la gestione dei materiali che venivano ordinati con eccessivo anticipo, in quantità superiori a quelle realmente necessarie o

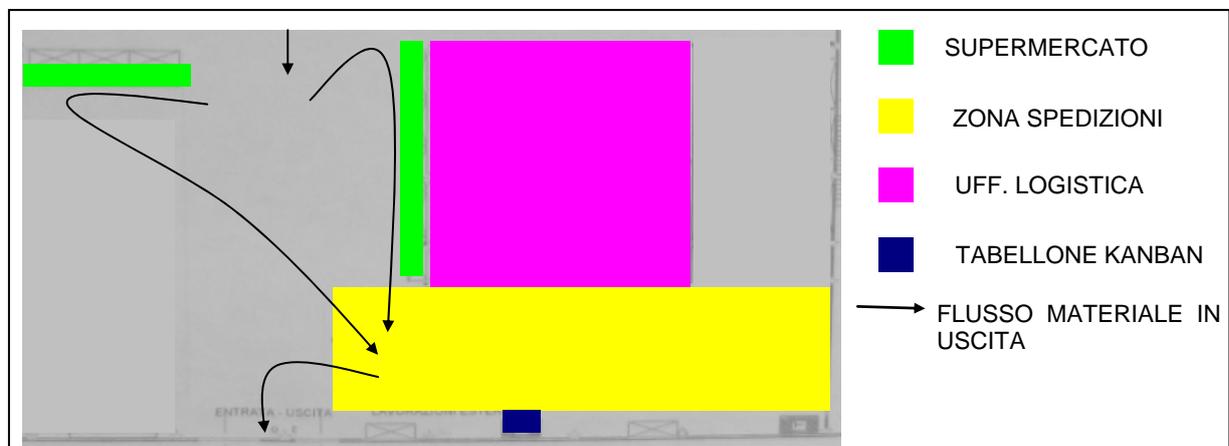
di quelli prelevati senza comunicazioni ed evidenziare quali risultavano idonei ad un'eventuale gestione mediante kanban con le fonderie (argomento trattato in seguito).

Caso aziendale: Gestione delle scorte in uscita, creazione del supermercato kanban

Come anticipato nell'introduzione, in parallelo alla realizzazione di un'area destinata ai materiali in entrata è stato sviluppata anche l'implementazione di una zona dedicata allo stoccaggio dei codici gestiti a kanban; tale magazzino, che d'ora in avanti chiameremo supermercato, accoglie soltanto prodotti finiti in attesa dell'arrivo del kanban cliente che ne fa scattare la consegna.

Per garantire anche in questa situazione il rispetto del flusso percorso dai materiali nello stabilimento, lo spazio che si è scelto di dedicare alla struttura è stato quello adiacente all'area di spedizione; non a caso infatti, durante l'analisi preliminare, si è cercato di concentrare il supermercato e il tabellone kanban in prossimità della porta di carico merci e degli uffici acquisti, aree in cui lavorano figure fortemente coinvolte nella circolazione dei cartellini.

Figura: Area di implementazione del supermercato kanban



Dal momento che all'interno del supermercato ogni vano è strettamente riservato ad un solo cartellino, il dimensionamento della struttura è stato determinato attraverso due analisi: una relativa alla situazione attuale attraverso lo studio dell'ultimo PFEP ed una previsionale, considerando il numero di kanban che COSMEC ha intenzione di implementare con i propri clienti.

Sulla base delle necessità odierne, è stato realizzato un magazzino composto da 8 scaffalature alle quali molto probabilmente se andranno ad aggiungere altre nei prossimi mesi.

La presenza di un magazzino unico ha sortito fin da subito gli effetti previsti: una volta riempiti i vani con i codici a kanban realizzati nelle quantità realmente richieste dai clienti si è potuto osservare la presenza di numerosi casi di sovrapproduzione; molti contenitori e pallet infatti sono letteralmente "rimasti a terra" nel senso che essendo stati realizzati senza l'arrivo di un cartellino o in quantità superiori a quelle pianificate non hanno trovato posto sugli scaffali.

La scissione delle scorte tra ciò che serve realmente e ciò che invece è superfluo oltre a generare consapevolezza della presenza di sprechi, ha permesso anche la loro eliminazione dal momento gli ordini successivi sono stati tarati in modo tale da permettere il riassorbimento dei materiali in eccesso.

Il passo successivo è stata la valorizzazione dei prodotti finiti a magazzino: sulla base del listino prezzi corrente è stato determinato il massimo valore economico delle giacenze considerando l'ipotesi di un totale riempimento del supermercato.

È stato proprio dal confronto tra i dati ottenuti e i dati storici che si sono mosse le prime osservazioni; nonostante l'obiettivo di riduzione delle scorte queste, rispetto ad alcune "fotografie" dello scorso anno sono

risultate superiori in quantità e valore.

Sebbene a prima vista potrebbero essere messi in discussione il sistema di gestione a kanban o il suo modo di implementazione, un'analisi più approfondita ci ha condotto a cause che spesso si sono dimostrate di natura esogena.

Per prima cosa far riferimento ad un giorno predeterminato (generalmente l'ultimo del mese) per confrontare i valori storici dei livelli di giacenza è risultato essere troppo influenzato dalla casualità delle date di consegna: prima del sistema a kanban, lavorando con lotti ad elevata numerosità, era possibile imbattersi all'interno di un arco brevissimo di tempo in forti oscillazioni delle quantità stoccate legate agli istanti in cui il lotto veniva terminato o spedito.

In secondo luogo, l'ipotesi di un supermercato completamente pieno si è rivelata troppo forte vista la presenza di numerosi codici che, avendo un solo cartellino, sono soggetti (in condizioni ordinarie) a frequenti rotazioni e che quindi difficilmente portano il magazzino alla saturazione.

L'utilizzo dei termini "condizioni ordinarie" è legato alla necessità di effettuare considerazioni riguardo all'influenza della crisi economica sui livelli di giacenza.

La riduzione delle richieste all'interno del mercato del Gruppo BIESSE molto spesso si è ripercossa sui suoi fornitori sotto forma di posticipi o rallentamenti nei lead time di consumo dei codici a kanban, portando ad un inevitabile "ristagno" nella circolazione dei prodotti.

Occorre sottolineare quindi come grazie all'implementazione di un sistema kanban in cui si produce solo ciò che serve, l'incremento delle scorte legato alla crisi, anche se non viene del tutto annullato, viene mantenuto sotto

controllo (al massimo si hanno giacenze pari alla capacità ricettiva del supermercato) a differenza di quanto accadrebbe con un sistema produttivo di tipo push.

Caso aziendale: Risalire la catena del valore, relazioni con “i fornitori dei fornitori”

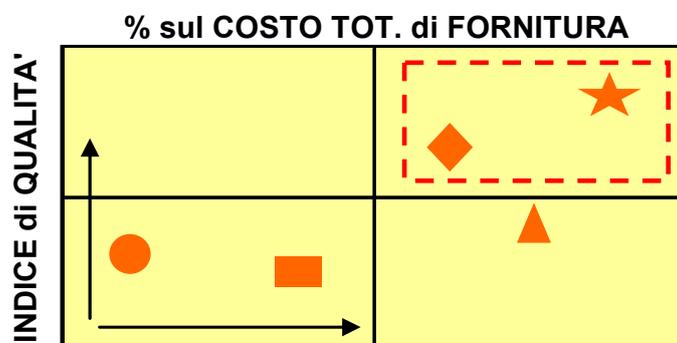
La logica win-win con cui BIESSE si relaziona con i suoi fornitori interni, non può anzi non deve essere confinata all’interno del gruppo; un fattore fondamentale nello sviluppo di una Lean Company infatti, è proprio l’estensione a ritroso dei principi Just In Time lungo la catena del valore.

E’ proprio sulla base di questo aspetti che si è scelto di coinvolgere alcune aziende esterne nel progetto di riduzione dei tempi e delle quantità di fornitura.

La prima azienda contattata al fine di instaurare un sistema di approvvigionamento mediante kanban è stata una fonderia, scelta sulla base di parametri quali:

1. Incidenza del costo delle forniture su quello totale di COSMEC
2. Indice di qualità dell’impresa calcolato in funzione del ritardo medio e della % di non conformi

Tabella: Matrice esemplificativa dei criteri di selezione



Una volta selezionato e convocato il fornitore, il passo successivo è stato il raggiungimento di un accordo; capita a volte di dover superare una fase

iniziale di diffidenza in cui il fornitore, essendo meno preparato sull'argomento, rimane sulla difensiva circa l'efficacia del metodo.

Al di là dell'aspetto teorico è facile scontrarsi su alcuni aspetti ben più pratici circa la fattibilità tecnica del rapporto (è facile sentire frasi del tipo "ok, a parole funziona, ma in pratica?"); spesso infatti i processi produttivi di alcuni fornitori, tra cui le fonderie, sono vincolati dalla presenza di lotti minimi e lead time così variabili che non sempre permettono di avere la quantità giusta al momento giusto.

Così, supposta la fattibilità tecnica e raggiunto il consenso circa l'avvio della nuova relazione, si è proseguito con la scelta dei cosiddetti "prodotti pilota" ovvero quei codici con cui effettuare simulazioni della circolazione dei cartellini; questi sono prodotti aventi i numeri adatti per la gestione a kanban e una rilevanza strategica limitata tale da concedere senza troppi problemi alcuni inconvenienti in fase di prova.

Infine, in caso di esito soddisfacente dei primi processi di fornitura, si cerca di mantenere e raffinare il rapporto allargandolo nel tempo anche ad altri codici.

Oltre ai fornitori il coinvolgimento di figure esterne può comprendere anche tutte quelle aziende a cui affidare alcune fasi di lavoro; è il caso dei componenti aventi la verniciatura come prima fase di lavoro.

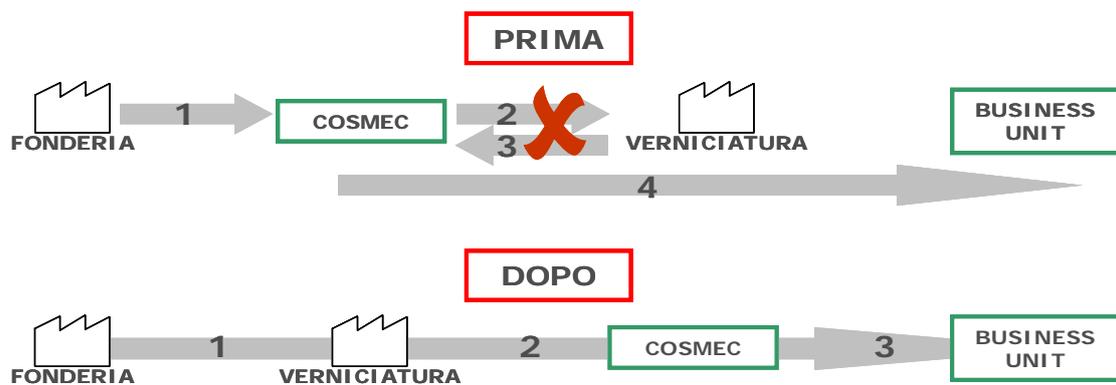
Inizialmente alcuni prodotti in uscita dalle fonderie venivano trasportati in COSMEC, scaricati, contati e rispediti al terzista per la fase di verniciatura; questo, una volta scaricati e lavorati li riconsegnava per lo stoccaggio a magazzino.

Un processo di questo tipo può essere considerato un chiaro esempio di controflusso, inefficienza che andando ad incrementare i trasporti e le

movimentazioni aumenta il tempo necessario, gli spazi percorsi e le probabilità di danneggiamento dei prodotti.

Banalmente quindi ci si è accordati con l'azienda, affinché il materiale proveniente dalla fonderia venisse trasportato direttamente al verniciatore al quale è stato affidato anche il compito di conteggio dei pezzi.

Figura:ottimizzazione dei flussi tra COSMEC e i suoi fornitori



5.2 RIDURRE I COSTI: OTTIMIZZAZIONE DEL PROCESSO DI LAVORAZIONE

5.2.1 Riduzione del Tempo Ciclo

Come già detto nella fase introduttiva del capitolo, un fattore fondamentale nel raggiungimento della soddisfazione del cliente è la capacità di incrementare qualità e servizio a fronte di una riduzione dei costi che, come spesso accade, consiste in un abbattimento dei tempi di produzione; è bene sottolineare quindi che l'obiettivo di realizzare il medesimo output in un tempo inferiore non significa lavorare "di fretta", risparmiando tempo negli interventi manutentivi o nei controlli qualitativi, ma significa lavorare "bene", in maniera ottimizzata, con il minimo spreco in termini di tempo e materiali.

La frase "il tempo è denaro" non è soltanto un detto, bensì una realtà con cui ogni impresa è costretta a fare i conti: reagire alle variazioni di mercato attraverso lotti piccoli e differenziati e abbassare i prezzi al cliente riducendo i tempi macchina imputabili al singolo prodotto, sono soltanto due dei numerosi esempi che dimostrano come la sopravvivenza di un'impresa dipenda anche dal livello di ottimizzazione del processo produttivo.

Vediamo in seguito due metodologie di intervento finalizzate alla riduzione della durata dei cicli di lavoro (videoanalisi) e dei tempi di set up su centri di lavoro verticali (SMED).

Introduzione all'utilizzo della videoanalisi

Con il termine videoanalisi si intende la ripresa mediante telecamera delle fasi subite da un codice (grezzo o semilavorato) durante la sua lavorazione a bordo di macchine utensili che a seconda del piano di lavoro, sono dette centri di lavoro orizzontali o verticali (CLO, CLV).

Lo scopo dell'analisi è quello di ripercorrere passo dopo passo il ciclo di lavoro eseguito da tali macchine, al fine di individuare ed eliminare tutti quegli sprechi che impattano sui tempi e sui costi di realizzazione dei codici; lo studio di fattori quali i movimenti tridimensionali del mandrino, il tipo di utensile, le sue condizioni di utilizzo e le sequenze del programma, solo per citare alcuni esempi, rappresenta il punto da cui partire per il raggiungimento dell'obiettivo finale: la riduzione del tempo ciclo.

Va evidenziato inoltre come l'ottimizzazione del ciclo produttivo non sia un processo isolato, ma porti miglioramenti anche in tutti gli ambiti ad esso correlati come ad esempio:

- Ottimizzazione dei parametri di taglio, riduzione del numero di utensili e sostituzione di questi con altri più performanti.
- Ottimizzazione dei disegni progettuali attraverso standardizzazioni delle attrezzature, dei diametri di foratura, delle tolleranze, ecc.

Un progetto di videoanalisi della lavorazione meccanica di un codice ad opera di un centro di lavoro si articola in molteplici fasi.

Per prima cosa occorre definire i componenti del team responsabile dell'attività; la scelta dei partecipanti deve seguire una serie di criteri che portano al coinvolgimento di figure quali:

- Responsabile della qualità che avrà il compito di segnalare se eventuali modifiche possono intaccare o meno l'integrità del prodotto.

- Responsabile dell'ufficio Tempi e Metodi, al fine di monitorare le tempistiche (effettive, rilevate, miglioramenti) e i parametri della macchina (OEE in particolare).
- Capo Reparto del Cdl, al fine di suggerire e implementare modifiche ai programmi di ciclo, alla scelta degli utensili e dei parametri di taglio.
- Responsabile Kaizen come figura di coordinamento delle attività, del personale e delle scadenze temporali di progetto.
- Responsabile di produzione utile nella scelta dei codici e dei centri di lavoro da analizzare.

Completato il team, il secondo step è rappresentato dalla selezione del codice che sarà oggetto di analisi: generalmente si tende a considerare quei codici aventi ritmi e quantità produttive più rilevanti oppure, per enfatizzare l'aspetto economico, si fa ricadere la scelta sul prodotto a maggior impatto sul fatturato totale del cdl (anche in questo caso si fa riferimento al Diagramma ABC).

La fase "preparatoria" del progetto può dirsi quindi terminata attraverso la definizione delle scadenze (Gantt) e la distribuzione delle attività (Giornale Kaizen).

A questo punto tutto è pronto per iniziare la fase "operativa" mediante la ripresa video della lavorazione; è bene ricordare che tale operazione deve essere necessariamente realizzata su di un pezzo già lavorato così da permettere agli utensili di muoversi esattamente come se eseguissero un normale ciclo di lavoro, ed evitare al tempo stesso il contatto con il materiale.

Questo accorgimento risulta fondamentale dal momento che la mancanza di un incontro utensile-materiale rende superfluo l'utilizzo di olio emulsionante, il cui spruzzo impedirebbe l'osservazione del ciclo stesso.

Successivamente, durante la visione del filmato vengono registrati su un modulo dedicato i codici di tutti gli utensili, i loro parametri di taglio nominali e operativi, i tempi richiesti dalle singole operazioni e le proposte di miglioramento che affiorano dalla discussione.

Tali proposte, se ritenute realizzabili in maniera economicamente vantaggiosa si “trasformano” in richieste di modifica e vengono inoltrate agli uffici di competenza (ufficio tecnico, capo reparto, programmatore..) i quali, verificata l’efficacia dell’intervento sulla produzione di serie, danno il nulla osta all’implementazione dei miglioramenti e alla standardizzazione del nuovo processo.

Tabella: modulo dedicato all’attività di videoanalisi.

RILEVAMENTO TEMPI VIDEOANALISI															
CODICE ARTICOLO				MACCHINA								DATA			
MATERIALE				FASE								RESPONSABILE			
				SPECIFICHE PRODUTTORE		DATI AS-IS		NUOVI DATI		CAMBIO UTENSILE		TEMPO DI LAVORAZIONE			
N°	UTENSILE	DIM. UTENSILE	N° TAGLIE	N° giri giri/min	Avanz. mm/min	N° giri giri/min	Avanz. mm/min	N° giri giri/min	Avanz. mm/min	PRIMA min	DOPO min	PRIMA min	DOPO min	DELTA min	OSSERVAZIONI
1															
2															
3															
4															
5															

Al fine di mostrare come si sviluppa nella pratica un progetto di questo tipo e soprattutto, al fine di evidenziare problematiche della quotidianità aziendale che non sempre sono considerate a livello teorico, ritengo sia utile riportare in seguito l’esempio di due esperienze lavorative.

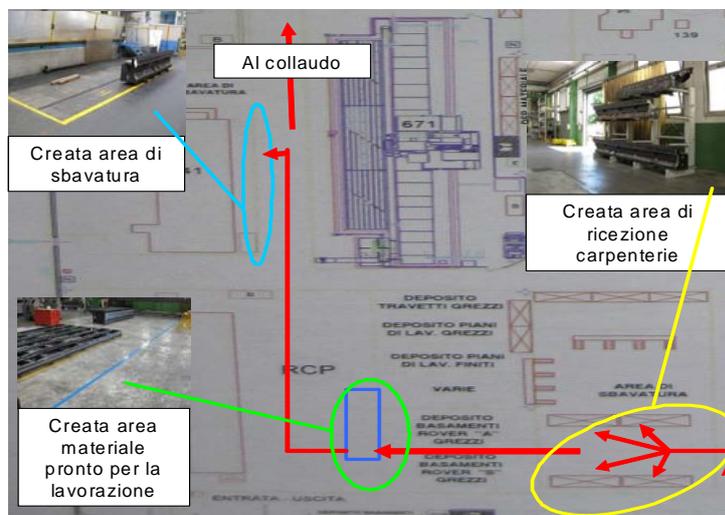
Lo scopo, è proprio quello di sottolineare come oltre alla correttezza del metodo, altre voci quali la disponibilità di risorse, la comunicazione e la motivazione dei membri del team siano fondamentali per il raggiungimento dei risultati.

Caso aziendale I: Videoanalisi di un ciclo su centro di lavoro verticale

Il caso proposto riguarda la lavorazione su centro verticale di carpenterie pesanti, e prevede come prima fase uno studio del flusso di tali materiali all'interno di COSMEC.

Al fine di eliminare i lunghi e tortuosi percorsi imputabili alla mancanza di aree dedicate sono state ricavate aree confinanti con il centro di lavoro destinate ad accogliere i materiali in ingresso dalle fonderie, le carpenterie pronte per la lavorazione e i basamenti finiti in attesa della fase di sbavatura; così facendo sono stati ridotti i tempi inattivi legati ai movimenti degli operatori e il percorso totale di attraversamento del materiale, dal punto di arrivo a quello di spedizione.

Tabella: rappresentazione del nuovo flusso e delle aree destinate a materie prime, wip e finiti



Il passo successivo è stata l'analisi mediante ripresa video di 3 fasi di lavoro, in particolare quelle di sgrossatura, finitura e maschiatura; la prima osservazione emersa dal filmato è stata la forte differenza tra il tempo rilevato e quello a presente a sistema, tempo su cui viene stilato il listino prezzi; quest'ultimo, risultando superiore al primo del 50%, evidentemente non è più stato aggiornato delle ultime operazioni di ottimizzazione.

La mancanza di un piano di aggiornamento regolare dei tempi ciclo e dei rispettivi costi imputabili al prodotto rappresenta un limite che impatta negativamente sia internamente che esternamente sul cliente; infatti, oltre a fuorviare nella gestione degli ordini il programmatore della produzione (che vede saturata una macchina che in realtà non lo è), fa sì che il prezzo finale rimanga costante e non decresca riflettendo i miglioramenti degli interventi effettuati.

Al fine di ridurre il tempo effettivo di lavorazione si prosegue l'analisi conducendo uno studio sui parametri di lavoro degli utensili e sulle sequenze programmate nel ciclo; utilizzando il modulo dedicato visto in precedenza, vengono riportate le differenze tra i parametri nominali di taglio degli utensili e quelli a consuntivo così da mostrare se alcuni di questi sono inadatti o al contrario sottoutilizzati.

In fase di sgrossatura ad esempio è stata individuato un utilizzo improprio di una fresa che essendo troppo piccola in diametro, necessitava di numerose passate prima di raggiungere la profondità richiesta su tutta la superficie del pezzo.

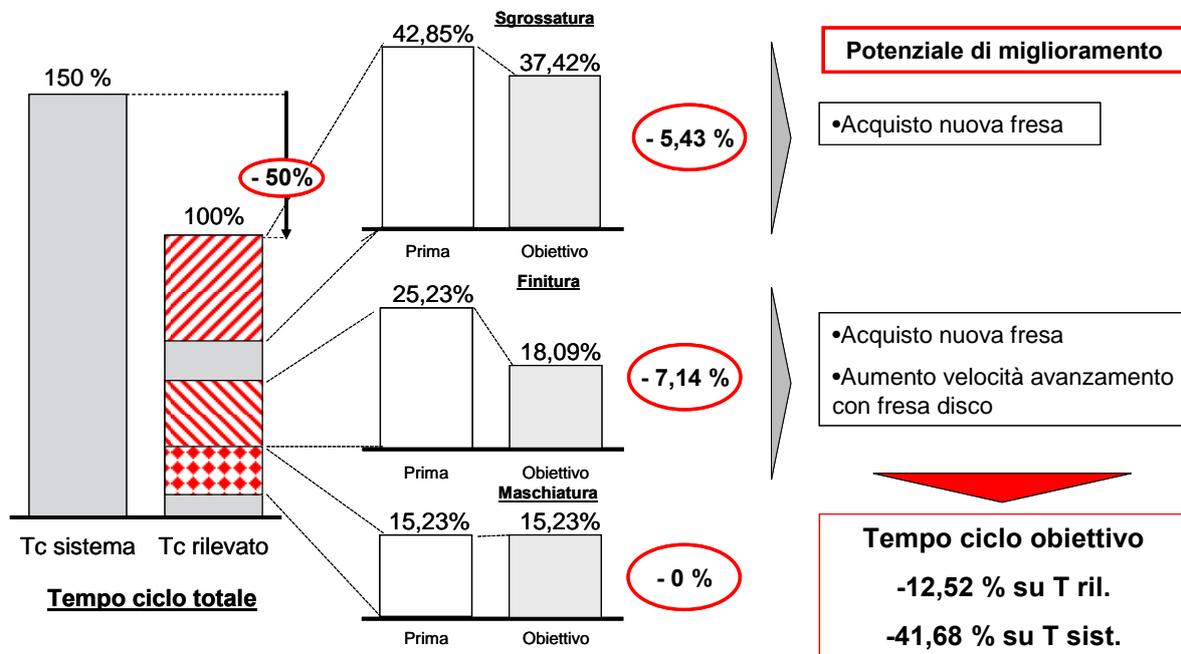
La proposta inoltrata è stata quindi la sostituzione di tale fresa con un'altra a diametro maggiore così da ridurre il numero di passate e quindi il tempo di lavorazione; l'acquisto del nuovo utensile inoltre sarà facilmente ammortizzato dal momento che lavorando in condizioni meno stressanti rispetto al precedente, garantirà una maggiore vita utile.

Questo accorgimento è stato ripreso anche nella fase successiva di finitura in cui sono state anche aumentate le velocità di avanzamento delle frese a disco, mentre per la fase di maschiatura non sono state individuate possibilità di miglioramento.

L'insieme di questi interventi ha permesso di ottenere risparmi temporali pari al 5,43 % per la fase di sgrossatura e al 7,14 % per la fase di finitura

portando il tempo ciclo ad un valore pari all'87,48 % del tempo rilevato e al 58,32% di quello a sistema.

Tabella: risultati ottenuti tramite il progetto di videoanalisi sul basamento F



Il campo di analisi è stato circoscritto al basamento di tipo F ma, estendendo gli accorgimenti proposti a tutta la gamma dei basamenti lavorati sul centro di lavoro in questione, si giungerebbe ad un risparmio di tempo totale di poco inferiore al 30 %.

Caso aziendale II: L'importanza del lavoro di squadra

A differenza del progetto precedente, nella realizzazione di questo workshop sono affiorate fin da subito criticità legate alla disponibilità che i membri del team erano in grado di garantire durante la settimana.

L'obiettivo iniziale era quello di ridurre i lead time produttivi dei principali codici lavorati su di un centro di lavoro orizzontale, ma forti limitazioni hanno vincolato la scelta del codice da analizzare; l'assenza di una corretta circolazione delle informazioni, ha fatto sì che ci accorgessimo soltanto

all'ultimo momento che non potevano essere analizzati ne alcuni pezzi in ghisa per la mancanza dei rispettivi grezzi a magazzino, ne i pezzi in alluminio causa indisponibilità della macchina.

La scelta quindi è ricaduta sul 11° codice del diagramma ABC che, oltre ad impattare soltanto per l'1,9 % sul fatturato totale del centro, risultava essere in procinto di sostituzione (particolare comunicato dall'Ufficio Tecnico soltanto a fine progetto!).

Tabella: analisi ABC dei codici lavorati

ARTICOLO N°	QUANTITA' [pezzi/anno]	FATTURATO [%]
1	16353	21
2	266	14
3	512	12
4	22557	8
5	213	3,3
6	1330	2,7
7	207	2,5
8	1041	2,4
9	229	2,1
10	116	2
11	634	1,9

Altra problematica legata alla scarsa partecipazione all'interno del team è affiorata al momento dello studio del ciclo di lavorazione, in particolare nella fase di reperimento delle schede tecniche relative agli utensili; non sapere con precisione le specifiche fornite dal costruttore impedisce di fatto la possibilità di “spingere” sui parametri cruciali nella riduzione del tempo ciclo, come ad esempio le velocità di avanzamento o i giri al minuto.

Il progetto quindi è stato interrotto ed ha portato soltanto ad una proposta di modifica del disegno, ovvero ad una standardizzazione dei diametri di foratura che permetterebbe di eliminare l'utilizzo di un utensile con un esiguo risparmio sul tempo totale di lavorazione dell'1% (6,3 h/anno).

5.2.2 SMED

Introduzione al -Single Minute Exchange of Die-

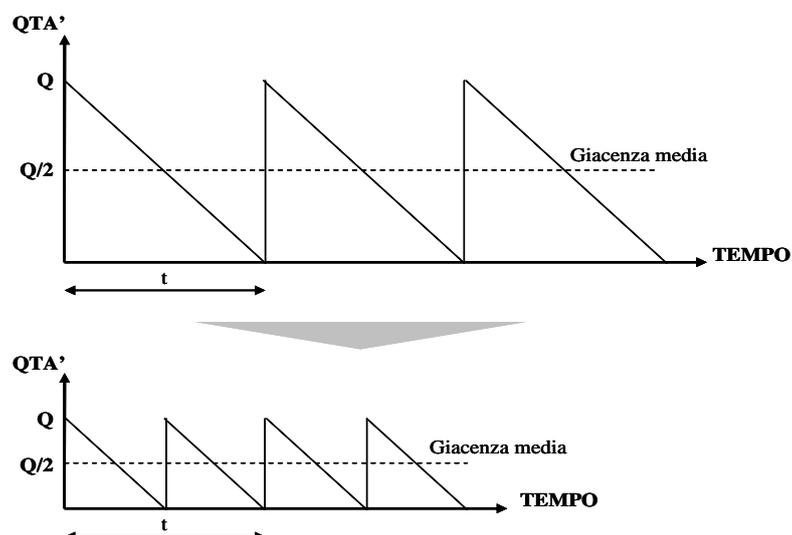
Come noto, per seguire le richieste del cliente e organizzare la produzione sulla base di queste occorre superare il concetto dei “grandi lotti produttivi” e muoversi verso sistemi flessibili in grado di variare senza oneri eccessivi le tipologie e le quantità dei prodotti realizzati; minore è il lotto, minore sarà il lead time associato e quindi maggiore sarà la reattività dell’azienda nel rispondere alle esigenze del mercato.

Tuttavia va sottolineato un aspetto fondamentale: il passaggio da un unico grande lotto ad un numero superiore di commesse più piccole risulta conveniente soltanto se affiancato da un processo di riduzione dei tempi e dei costi di set up.

Il termine *set up* rappresenta l’insieme di quelle attività necessarie affinché una macchina, terminata la lavorazione di un prodotto, sia nuovamente pronta per la produzione di un prodotto diverso da quello precedente; minore è il costo sostenuto da tale riconfigurazione e minore sarà la sua incidenza sul prezzo del prodotto e, allo stesso modo, minore è il suo tempo richiesto e maggiore sarà il tempo disponibile per la produzione.

L’obiettivo di fondo dunque risulta la riduzione della sovrapproduzione e delle scorte medie attraverso la produzione di lotti di dimensioni inferiori.

Figura:
riduzione della
giacenza media
attraverso la
riduzione dei
lotti ($1/2$)



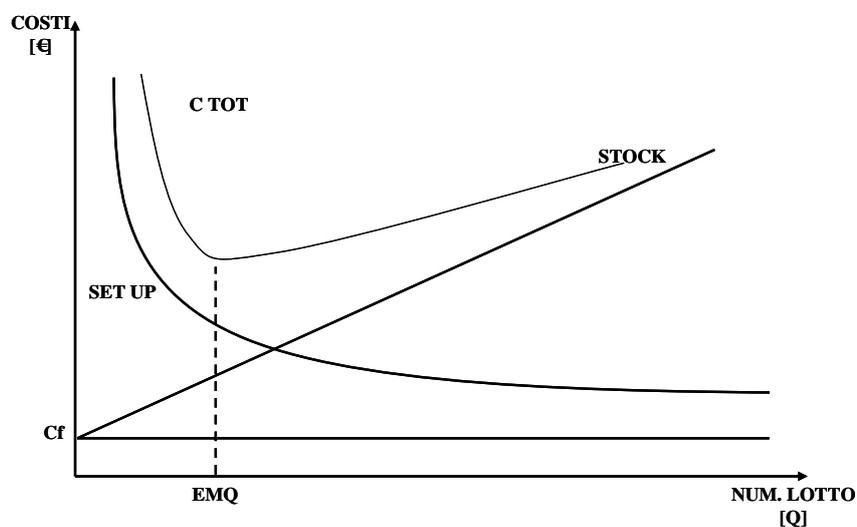
A questo punto la domanda da porsi è: lotti più piccoli, ma di quanto?

Il legame fondamentale tra tempi/costi di set up, la dimensione dei lotti e la giacenza media, deriva dall'analisi dei costi che determinano la dimensione ottimale del lotto di produzione (EMQ, economic manufacturing quantity). Tali costi sono due in particolare²⁴:

1. *costo di set up*, decrescente rispetto alla dimensione del lotto, in quanto all'aumentare del volume prodotto può essere ripartito su un numero maggiore di pezzi incidendo meno sulla singola unità produttiva
2. *costo di mantenimento a scorta*, direttamente proporzionale alla dimensione del lotto, in quanto all'aumentare del volume prodotto aumenta la quantità versata a magazzino e dunque, a parità di consumo, la giacenza media

La dimensione economica ottimale Q del lotto di produzione (EMQ) rappresenta la quantità in corrispondenza della quale è minimo il costo totale dato dalla somma di *costi fissi*, *costi di set up* e *di stock*.

Figura: lotto economico di produzione (/3/)



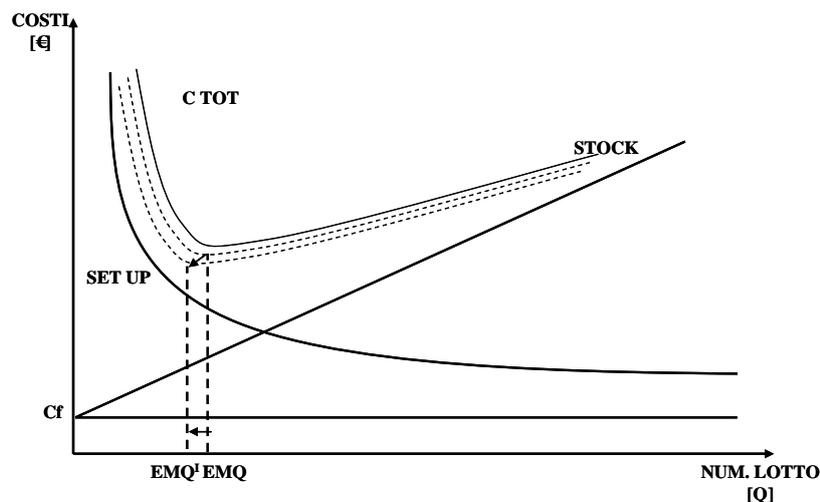
²⁴ Fonte: /2/

Chiamando a il costo di set up [€/set-up], D la domanda da soddisfare [pezzi/anno], P il costo variabile di produzione [€/pezzo] e C_m il tasso di mantenimento a scorta (di solito % del costo variabile di produzione) la quantità economica di produzione è la seguente²⁵:

$$EMQ = \sqrt{\frac{2 \cdot a \cdot D}{P \cdot C_m}}$$

Da tale equazione si comprende facilmente che per ridurre la dimensione del lotto di produzione rimanendo in una posizione di costo totale minimo, occorre traslare verso sinistra l'intera curva di costo totale e quindi, in definitiva, la quantità ottimale.

Figura: riduzione del tempo di set up come leva per ridurre l'EMQ (/3/)



Per fare ciò l'unica leva su cui occorre intervenire è il costo di set up, proporzionale al tempo di set up: è proprio questo l'obiettivo dello SMED.

Lo SMED nasce negli anni '70 in Toyota Motors Corporation ad opera di Shigeo Shingo; è una tecnica operativa estremamente efficace, semplice e

²⁵ Fonte: /2/

coinvolgente per la riduzione dei tempi di *set up* e cambio produzione.

Con questo approccio il tempo di set up viene definito come “l’intervallo che intercorre tra l’ultimo pezzo buono del vecchio lotto e il primo pezzo buono del nuovo lotto”, comprendendo quindi tutti i tempi di regolazione, start up, close out e produzioni non conformi per via del cambio di produzione.

La riconfigurazione della macchina avviene mediante due tipologie fondamentali di operazioni:

1. Attività IED (inside exchange of die): operazione che deve essere effettuata a macchina ferma per ragioni puramente tecniche e non organizzative (installare/rimuovere attrezzature).
2. Attività OED (outside Exchange of die): operazione che può essere effettuata con la macchina in funzione (preparazione attrezzatura, alimentazione, pulizie, ...).

Attorno a queste due attività ruotano tutte le fasi di ottimizzazione del processo di attrezzaggio proposte dalla tecnica SMED; queste si sviluppano attraverso i seguenti step²⁶:

1. *Individuare e separare i set up esterni da quelli interni*: possibilmente con un filmato vengono registrate le attività IED e OED definendo se, *dal punto di vista tecnico*, sia realmente necessario effettuare alcune operazioni a macchina ferma.
2. *Convertire le attività interne in attività esterne*: si cerca di spostare il maggior numero possibile di operazioni IED in operazioni di tipo OED al fine di ridurre gli intervalli di fermo macchina

²⁶ Fonte: /11/

3. *Migliorare/ridurre i set up interni*: limitare le attività interne solamente alle operazioni di montaggio, smontaggio, centraggio e regolazione cercando di ridurre la durata semplificandole attraverso morsetti funzionali, standardizzazioni, battute, parallelismi, ecc.

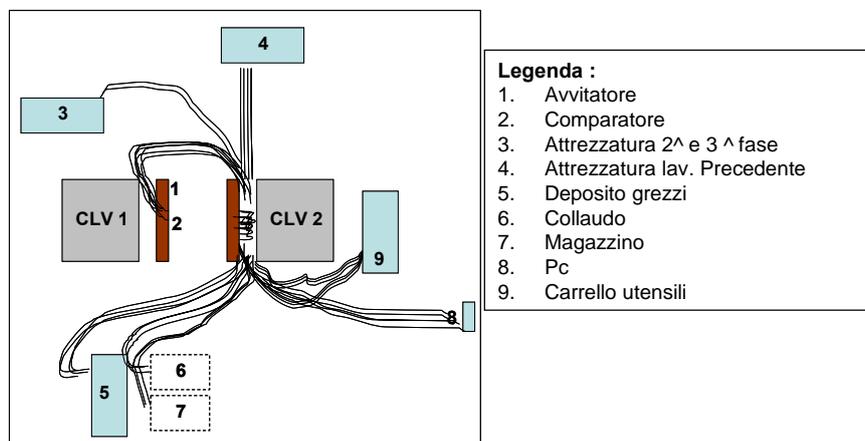
4. *Migliorare/ridurre i set up esterni*: assicurarsi che quanto possibile sia fatto entro la fine della lavorazione preparando check list funzionali, migliorando i sistemi di trasporto di materiali e attrezzature, migliorare i carrelli e i banchi di lavoro, selezionare l'utensileria realmente necessaria, ecc.

5. *Reiterare il procedimento, affinarlo e consolidarlo*: il processo viene reiterato alla ricerca di ulteriori miglioramenti, sviluppando al tempo stesso piani di adattamento del ciclo ad altri prodotti e di addestramento del personale.

Caso aziendale: Progetto di applicazione delle tecniche SMED

La prima fase del progetto è stata dedicata alla riduzione delle movimentazioni dell'operatore e alla semplificazione delle attività di pre-montaggio; realizzando dunque uno spaghetti-chart rappresentativo degli spostamenti quotidiani all'interno e fuori del reparto, dalla macchina verso altre strutture come il deposito grezzi, il collaudo o il carrello degli attrezzi è stato stimato che l'operatore è costretto a percorrere per ogni codice processato circa 450 metri.

Figura: Spaghetti chart relativo all'operatore del clv2



Allo scopo di ridurre tali distanze è stata proposta una riorganizzazione dell'area in modo da ricavare attorno alla macchina due aree destinate al materiale grezzo del prodotto in lavorazione e di quello successivo; allo stesso modo sono state suggerite due aree in cui depositare i prodotti finiti, la duplicazione dei carrelli utensili a bordo macchina e la creazione di un magazzino attrezzatura con check list e contenitori identificati da distinta base: in questo modo verrebbero eliminati spostamenti di circa 70 metri per il prelievo dei grezzi, di circa 70 metri per il prelievo dell'attrezzatura nel centro adiacente, i tempi di attesa nel caso in cui questa fosse utilizzata da un altro operatore e viaggi multipli per delle dimenticanze.

Terminato lo studio delle attività precedenti a quella di montaggio, l'attenzione si è focalizzata sul set up vero e proprio: utilizzando il modulo dedicato sono state registrate le operazioni necessarie, definite se interne o esterne, catalogate nelle rispettive classi descrittive ed è stata avviata un'analisi di tipo E.C.S.S. in cui si verifica se un'operazione può essere *Eliminata, Combinata, Spostata o Semplificata*.

Tabella: modulo dedicato al rilevamento dei dati

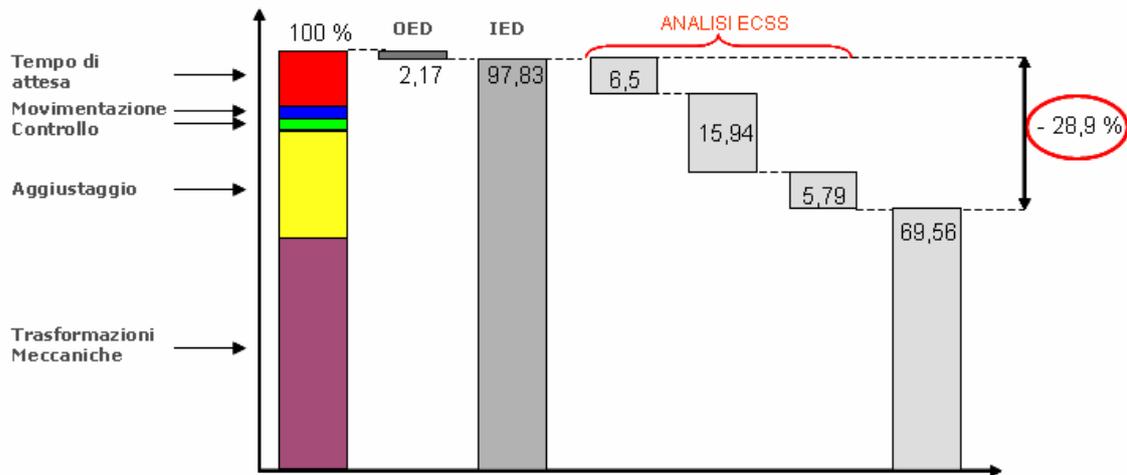
Modulo di analisi SMED														
Operazione	Tempo totale	Tempo parziale	Interno/Esterno	Classificazione						Analisi ECSS				Interno -> Esterno
				Montag. mecc.	Aggiustaggio	::	::	::	::	::	E	C	S	

È stato quindi rivisto il ciclo di attrezzaggio della macchina per ottenere un risparmio di tempo ed economico che, sulla base delle considerazioni effettuate, potrebbe variare in funzione di tre possibili soluzioni:

1. mantenere l'attrezzatura attuale ottimizzando le fasi mediante l'implementazione degli accorgimenti a cui si è giunti
2. progettare e realizzare una nuova attrezzatura
3. spostare la lavorazione del codice su di un centro di lavoro orizzontale

1- Con la prima soluzione si ridurrebbe il tempo di set-up interno del 29 % con un esborso esiguo legato al miglioramento dell'attrezzatura esistente recuperabile in un 1,5 mesi.

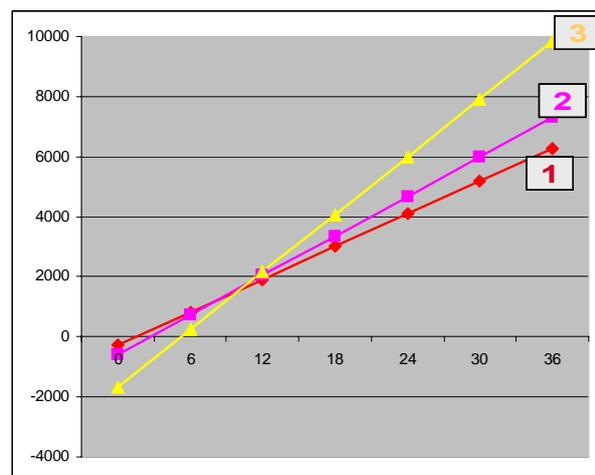
Figura: ottimizzazione delle operazioni di set up con l'attrezzatura attuale



2- nel secondo caso invece l'attrezzatura verrebbe creata ex novo con criteri tali da ridurre il ciclo interno del 56,52 %; d'altro canto comporterebbe costi di realizzazione superiore agli interventi migliorativi, aumentando il periodo di recupero a 2,7 mesi.

3- l'ultima ipotesi infine prevede la cessazione dell'utilizzo di un centro di lavoro verticale per la realizzazione del codice esaminato, optando per uno orizzontale; in questo modo verrebbero eliminati i tempi di set up (in un ciclo il caricamento della macchina avviene automaticamente in tempo mascherato) a fronte di costi per programmi e attrezzature ammortizzabili non prima di 5,3 mesi.

Le tre soluzioni sono state infine mostrate su un grafico riassuntivo dei risparmi ottenibili nel tempo e la scelta finale è stata a favore della seconda opzione.



5.3 INCREMENTARE IL LIVELLO DI QUALITÀ: IL TPM E L'OEE

5.3.1 TPM

Introduzione al -Total Productive Maintenance-

L'esigenza di un sistema Lean di produrre con un flusso teso e regolare ad un ritmo il più possibile vicino a quello del cliente, unita all'obiettivo di garantire la massima redditività degli asset produttivi, spinge inevitabilmente verso la riduzione e il controllo di tutto ciò che possa disturbare tale regolarità come ad esempio guasti, fermate e difetti.

L'inaffidabilità degli impianti spesso rimane nascosta all'ombra degli stock di materiale che rappresentano il "prezzo che l'azienda paga" per il timore di non riuscire a produrre quanto occorre; per queste ragioni la manutenzione e l'affidabilità operativa assumono connotazioni sempre più strategiche, superando il ruolo tradizionale di ente al servizio della produzione.

Il focus si sposta dall'ottica di riparazione ad una di prevenzione, con un'attenzione particolare che a partire dal guasto si allarga fino alle sue cause e alle sue conseguenze; risulta chiaro quindi come all'aumentare della complessità e della profondità delle analisi, corrisponda necessariamente un coinvolgimento esteso di numerose aree funzionali, dalla produzione alla qualità.

E' proprio in questo ambito che si inserisce perfettamente il TPM; questo si è evoluto da sistema avanzato di manutenzione in un approccio volto al miglioramento trasversale dell'azienda tanto da essere chiamato spesso *Total Productive Management*.

Il TPM persegue la massima efficienza ed efficacia del sistema produttivo

in termini di qualità, costi, tempi, volumi e sicurezza basandosi su metodologie tecniche ma soprattutto su logiche di gestione, coinvolgimento, responsabilizzazione ed integrazione delle persone:

“Se dietro ad ogni guasto vi è una persona, chi meglio di questa poteva evitarlo?”²⁷.

Gli operatori diventano i primi responsabili circa il funzionamento dell'impianto, grazie al fatto che essendo loro ad utilizzarli saranno proprio loro, e non lo staff manutentivo, a notare per primi eventuali sintomi o anomalie; l'importanza del ruolo della manutenzione si inserisce al momento di effettuare quelle misure preventive/correttive che esulano dalle competenze dell'operatore, a ulteriore dimostrazione di come sia necessaria l'integrazione tra le varie funzioni.

Alla base del TPM vi sono logiche e attività che convergono verso il raggiungimento di due macro-obiettivi²⁷:

- 1- Sviluppare le condizioni ottimali per la nascita di un “sistema uomo-macchina”.
- 2- Incrementare la qualità totale dell'ambiente di lavoro.

Ogni centro di lavoro consiste in una particolare combinazione di due componenti: persone (operatori) e macchine (impianti); non importa come queste siano combinate tra loro, fatto sta che gli uomini si trovano ogni giorno a lavorare a stretto contatto con dei dispositivi in quello che viene definito “sistema uomo-macchina”.

Come dice la parola -sistema- la qualità del lavoro in uscita dallo stesso

²⁷ Fonte: /8/

non dipende dal singolo contributo delle due componenti, bensì dalla capacità con cui queste riescono a integrare i propri sforzi; le qualità delle macchine come potenza, precisione, resistenza dipendono in gran parte da quelle dell'uomo ed in particolare dalla sua attenzione verso i "bisogni" di queste.

Affinché una macchina lavori in maniera corretta occorre garantirle le condizioni ideali per farlo, e ciò risulta possibile soltanto se tali condizioni sono prima di tutto note, raggiunte ed infine mantenute; è qui che entrano in gioco la formazione e la responsabilizzazione dell'operatore.

Quest'ultimo deve per prima cosa sentire la responsabilità di interpretare e di reagire a determinate situazioni e, allo stesso tempo, appropriarsi delle capacità per farlo; tre sono le abilità che ogni operatore deve necessariamente sviluppare: la capacità di riconoscere le condizioni ottimali di impiego dei macchinari, la capacità di mantenerle ed eventualmente quella di ripristinarle.

Per far sì che tutto ciò avvenga occorre cambiare per prima cosa il modo di affacciarsi verso il proprio lavoro e superare l'attitudine di scaricare ad altri il peso di ciò che accade. Prendersi le proprie responsabilità, molto spesso equivale ad agire anche in mancanza di un'esplicita richiesta: è questo il concetto alla base della *manutenzione autonoma*.

Affinché disordine diventi pulizia, pulizia diventi ispezione e delegare diventi reagire occorre, più che ordinare, trasmettere la positività del cambiamento e mostrare l'impatto che questo comporta sulla propria soddisfazione.

Ma implementare un sistema di auto-manutenzione non è cosa semplice ed immediata; come detto occorre agire su aspetti personali che necessitano di

uno stimolo costante e di un approccio per fasi in cui occorre assicurarsi che siano state acquisite le capacità richieste prima di passare allo step successivo.

Tabella: I 7 step in cui si articola lo sviluppo della manutenzione autonoma (/8/)

Step	Attività	Area di lavoro: Obiettivi	TPM Group: Obiettivi
1. Implementare una prima fase di pulizia	Rimuovere scarti, sporcizie e utensili in disuso dall'area di lavoro	- Eliminare le cause di deterioramento come liquidi e polvere - Aumentare la facilità e la qualità di pulizia	Sviluppare la curiosità, l'interesse e la responsabilità verso lo stato della macchina
2. Eliminare le fonti di contaminazione e le aree inaccessibili	- Ridurre le cause di scarti e sporcizie - Aumentare le aree accessibili per gli interventi - Ridurre i tempi di pulizia e lubrificazione	- Aumentare la vita utile degli strumenti - Aumentare l'efficienza dell'attività manutentiva	- Imparare le tecniche e i concetti di manutenzione preventiva attraverso piccoli e semplici interventi - Sentire soddisfazione in seguito ai risultati
3. Sviluppare standard nelle attività di pulizia e di lubrifica	- Pianificare le attività - Standardizzare le modalità	- Mantenere nel tempo le condizioni della macchina - Semplici ispezioni "fuori programma"	- Capire l'importanza di mantenere uno standard - Incrementare il livello di responsabilità individuale
4. Sviluppare un piano di ispezioni generali	- Introdurre ispezioni suggerite dai manuali manutentivi - Trovare e correggere i difetti minori con ispezioni generali - Modificare le attrezzature per facilitare l'ispezione	- Ispezionare le parti visibili della macchina - Facilitare ispezioni attraverso visual, indicatori di temperatura e pressione, pannelli trasparenti..	- Imparare i meccanismi e le funzioni della macchina - Imparare le semplici riparazioni - Trasmettere know-how
5. Condurre le ispezioni autonomamente	- Sviluppare manutenzione autonoma attraverso check list	- Mantenere le condizioni una volta ripristinate le parti deteriorate - Intervenire per migliorare le fasi di lavoro	- Sviluppare le capacità per agire da soli - Imparare l'importanza di registrare i dati - Imparare a riconoscere le anomalie
6. Organizzare le attività e il posto di lavoro	- Standardizzare l'area - Incrementare sicurezza e qualità - Ridurre i set up e gli aggiustamenti - Registrare e catalogare i dati - Monitorare le attività	- Riorganizzazione del lay out dell'area - Standardizzare il controllo dei prodotti (difettosi,grezzi, finiti..)	- Responsabilità dei supervisori a mantenere gli standard raggiunti - Comunicare l'importanza dei risultati
7. Continuare con la manutenzione autonoma incrementando la complessità degli interventi	- Sviluppare obiettivi di reparto - Introduzione di indici di performance e metodi specifici di analisi	- Catalogare i dati per analizzare disponibilità, efficienza, MTBF..	- Raggiungere obiettivi di riduzione dei costi - Imparare le tecniche di riparazione e di analisi

Il concetto di manutenzione autonoma dunque, si inserisce perfettamente nel processo evolutivo del sistema di manutenzione che, fin dagli anni '30,

ha visto il susseguirsi di 4 fasi principali²⁸:

- 1- **Manutenzione a rottura**: è lo stato originale in cui gli interventi avvengono in maniera reattiva a guasto avvenuto; si produce finché non si guasta la macchina, poi si interviene con costi stimati pari al 300%-400% rispetto quelli preventivi.
- 2- **Manutenzione preventiva**: è il primo passo dell'evoluzione in cui parte dei precedenti interventi vengono rimossi a fronte di interventi pianificati ancora a cadenza fissa.
- 3- **Manutenzione predittiva**: dall'intervento preventivo a cadenza fissa si passa ad un ritmo più variabile funzione delle oggettive performance affidabilistiche; la raccolta e l'analisi dei dati di guasto e dei parametri di vita degli utensili permettono interventi sulla base di segnali diretti e/o deboli dagli impianti (manutenzione su condizione)
- 4- **Manutenzione proattiva**: è il punto di arrivo in cui alla manutenzione predittiva si affianca l'analisi strutturata delle cause di guasto; si tende ad anticipare il comportamento delle attrezzature attraverso processi di re-engineering dei processi e degli impianti portando ad ulteriori incrementi dei MTBF (Mean Time Between Failure) e MTTR (Mean Time To Repair)

Attualmente l'indicatore basilare del TPM è l'*OEE*, acronimo di *Overall Equipment Effectiveness* o Efficienza Globale di Impianto, un indicatore su

²⁸ Fonte: /7/

cui impattano le performance sia della produzione sia della manutenzione (si veda paragrafo 5.3.2).

L'OEE consente di definire con chiarezza le aree, gli andamenti e i margini di miglioramento delle performance impiantistiche di linee, macchine e centri di lavoro tramite la precisa identificazione, quantificazione ed eliminazione di ogni possibile perdita produttiva; quest'ultime in particolare, vengono identificate come le "6 grandi perdite".

Tabella: Descrizione delle 6 principali cause di fermo e relativi interventi basilari (/8/)

PERDITA	DESCRIZIONE	CONTROMISURE
GUASTI	Sono le perdite più facili da individuare in quanto sono le più drammatiche; si parla di function-loss in caso di blocco dell'impianto e di function-reduction in caso di impianto funzionante ma a capacità ridotte. Le cause possono essere le più svariate dall'usura all'utilizzo improprio del macchinario.	I. Prevenire l'accelerazione del deterioramento II. Mantenere le condizioni ideali degli impianti III. Utilizzare gli impianti in maniera corretta IV. Aumentare la qualità della manutenzione V. Progettare sistemi orientati alla manutenzione VI. Imparare il più possibile da ogni guasto
SETUP	Sono le perdite legate alla sostituzione di utensili, alla riconfigurazione del macchina per cambio lotto lavorazione; sono incluse perdite di aggiustamento per la mancanza di precisioni e standard	I. Aumentare o ripristinare la precisione degli strumenti di settaggio e degli utensili II. Promuovere la standardizzazione
MICROFERMATE	Sono perdite legate a problemi temporanei della macchina spesso di durata molto breve e legata a qualche lieve anomalia molto difficile da rilevare	I. Prestare attenzione anche alle minime anomalie II. Correggere anche i difetti lievi III. Comprendere quali sono le condizioni ottimali dell'impianto
RALLENTAMENTI	Sono perdite spesso "consapevoli" legate al sottoutilizzo degli strumenti per paura di guasti o usura eccessiva, per esperienze passate o per la mancanza di know how	I. Utilizzare utensili specifici e non "rimediati" II. Eliminare le differenze tra le velocità di lavoro e quelle di targa
DIFETTI e RILAVORAZIONI	Sono perdite legate a qualche sporadico malfunzionamento anche se non mancano difetti cronici ben più lievi e quindi più difficili da individuare	I. Identificare ed eliminare i difetti cronici II. Analizzare le causa dei difetti sporadici senza tentare di eliminarli con rilavorazioni III. Assicurarsi circa la correttezza dell'analisi e dei provvedimenti
START-UP	Sono perdite registrate nelle fasi di transitorio dalla messa in funzione della macchina alla stabilizzazione della produzione	I. Portare il processo alla stabilità II. Sviluppare la formazione degli operatori III. Semplificare e standardizzare le operazioni di test

Concludendo, è possibile riassumere in 5 concetti chiave (detti anche *TPM Pillars*²⁹) le diverse strategie che conducono al raggiungimento degli obiettivi prefissati dal TPM:

²⁹ Fonte: /7/

1. **Incremento dell'efficienza globale:** eliminazione delle “*six big losses*” citate, classificabili in perdite di tempo, perdite di velocità e difetti
2. **Manutenzione autonoma:** definizione e implementazione di attività quotidiane o settimanali di pulizia e cura dell'area di lavoro; tale approccio risulta essere strettamente collegato alle “5s” della filosofia kaizen
3. **Planned Maintenance:** affiancamento all'automanutenzione di schemi manutentivi sempre più efficaci, caratterizzati da interventi preventivi ed ispettivi dedicati a componenti strategici o guasti difficili da risolvere
4. **Continuo sviluppo delle competenze:** monitoraggio e incremento dei piani di formazione ad ogni livello
5. **Early Equipment Management:** co-progettazione con il fornitore al fine di ridurre i tempi di start up e di favorire la stabilità dei nuovi impianti durante le fasi di avviamento

Ai suddetti concetti principali infine, devono esserne affiancati altri che, a mio avviso, sono ugualmente importanti:

6. **Quality Maintenance:** analisi delle cause e logiche poka yoke come strumenti di prevenzione degli errori
7. **Office TPM:** riduzione del lavoro indiretto e amministrativo
8. **Sicurezza e ambiente:** sistematica prevenzione a sovra consumi, inquinamento e infortuni

Il paragrafo seguente è dedicato alla descrizione degli strumenti operativi e delle modalità pratiche con cui è possibile introdurre il TPM sui centri di lavoro di un reparto di lavorazioni meccaniche.

Caso aziendale: Applicazione di principi TPM ad un centro di tornitura

Da sempre all'interno di COSMEC è stato utilizzato un approccio alla manutenzione di tipo "reattivo", volto cioè alla riparazione dei guasti a seguito della loro manifestazione.

L'attività di riparazione era affidata solo ed esclusivamente allo staff manutentivo che interveniva, ad esclusione di qualche intervento programmato a cadenza annuale, soltanto in caso di fermo; inseguire i guasti operando d'urgenza attraverso misure definite "antincendio" porta inevitabilmente a inefficienze, difetti, infortuni e costi che impattano in maniera rilevante sulla produttività, sulla sicurezza e sulla qualità degli impianti.

La prima cosa da fare quindi è osservare i dati raccolti circa le tipologie e le frequenze di guasto alla ricerca di qualche regolarità tra questi, al fine di isolarne le cause e anticipare le misure di intervento.

Analizzando la lista dei guasti a partire da gennaio 2007 si è giunti ad individuare due tipologie di guasto ricorrente:

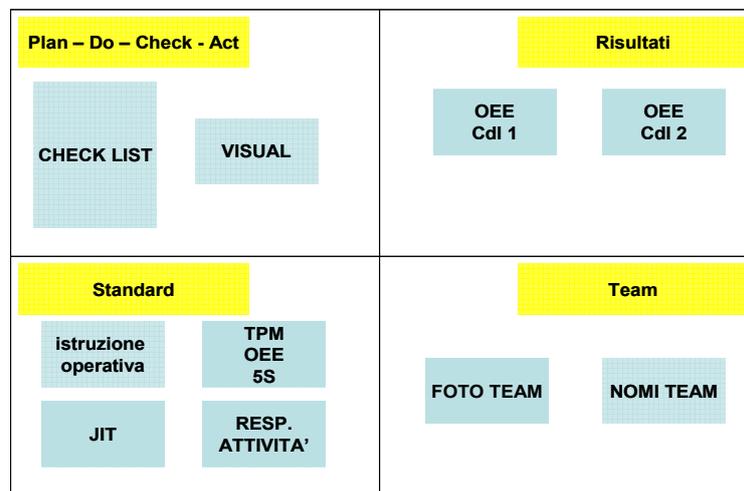
- deterioramento dei tendibarra a causa dei trucioli che vi entrano
- presenza di "giochi" nel mandrino

Al fine di evitare guasti legati alla prima problematica è stata implementata l'introduzione di tappi al fine di impedire l'ingresso dei trucioli mentre, per quanto riguarda la seconda, è stata richiesta la sostituzione del mandrino e stilata un'istruzione operativa in cui è prevista un'operazione settimanale di ingrassaggio a carico dell'operatore.

Il secondo passo è stato quello di avvicinare l'operatore al TPM, all'importanza delle responsabilità, dei risultati e del rispetto degli standard attraverso l'applicazione in prossimità delle macchine di infopoint su cui vengono esposti cenni teorici su JIT, TPM, OEE e 5S, gli standard operativi e le relative figure responsabili.

L'operatore diventa così manager della propria macchina, identificando la performance di impianto con la sua.

Figura: standard del tabellone infopoint applicato nel centro di tornitura



L'obiettivo è quello di evolversi dalla situazione iniziale in cui pulizia e manutenzione erano affidati al buon senso di operatori tutt'altro che stimolati a conoscere le condizioni di efficienza della propria macchina, per giungere ad attività aventi delle scadenze, dei responsabili e dei controlli di verifica.

Infine, l'ultimo step è stato dedicato all'aumento della facilità e della trasparenza delle fasi operative; rispetto ai precedenti piani di intervento infatti, sono state introdotte istruzioni operative in cui affianco all'elenco di tutte le attività, sono riportate le relative descrizioni, tempistiche e modalità di intervento.

5.3.2 OEE

Introduzione all' Overall Equipment Effectiveness

L'Overall Equipment Effectiveness, detto anche Efficienza Globale di Impianto o più semplicemente OEE, può essere considerato come lo strumento più semplice e completo per rappresentare la performance di un impianto.

Sebbene introdotto nel paragrafo del TPM come valore di riferimento per la manutenzione, l'OEE è un indicatore che, come si deduce dal nome stesso, interviene a 360 gradi investendo l'intero Sistema Produttivo.

Il principio fondamentale su cui si regge l'utilizzo di tale indice risiede nell'assioma "Non si può gestire ciò che non si può misurare", a dimostrazione di come sia importante disporre di un valore attendibile e confrontabile nel tempo da cui trarre le linee guida per un processo strategico di miglioramento continuo.

Ma investire nella misurazione rigorosa del processo e nella gestione dei rispettivi dati, nonostante sia potenzialmente molto remunerativo, comporta un livello di impegno, costi e risorse che non tutti sono in grado di mantenere; come in ogni principio di evoluzione, la condizione necessaria affinché un'azienda sia in grado di introdurre l'OEE e di trarne dei profitti, è che il cambiamento sia compreso, voluto e monitorato dall'alto, ovvero dal Top Management.

La letteratura più diffusa definisce due tipi di OEE³⁰:

- Il primo è quello che misura l'efficacia di un sistema produttivo facendo semplicemente il rapporto tra ciò che si è fatto e ciò che ci si aspettava di fare in un determinato intervallo di tempo; si tratta della misura analitica dello scostamento da un massimo relativo, frutto

³⁰ Fonte: MANUTENZIONE, Tecnica e Management – Giugno 2005

della depurazione del massimo teorico di quelle perdite definite ammissibili o inevitabili.

Il suddetto concetto viene espresso dal rapporto:

$$\text{OEE} = \frac{\text{Output effettivo}}{\text{Output atteso}} = \frac{\text{Tempo effettivo di produzione}}{\text{Tempo disponibile di produzione}}$$

- Il secondo, detto anche *Total OEE*, reca al denominatore il tempo teorico di produzione possibile, fatto coincidere con il tempo di possesso del bene da parte di chi intende farlo produrre (potenzialmente 24h/gg per 365gg/a); questo indice, ovviamente più restrittivo, ha valenza soprattutto finanziaria e misura lo scostamento dal massimo teorico:

$$\text{TOTAL OEE} = \frac{\text{Output effettivo}}{\text{Output teorico}} = \frac{\text{Tempo effettivo di produzione}}{\text{Tempo teorico di produzione}}$$

Il rapporto (Total OEE) / OEE è definito “*Fattore di Pianificazione*”³¹ e misura il grado di massimo utilizzo stabilito in fase di pianificazione del ciclo produttivo (es. 2 turni/gg, domenica fermi) rispetto al massimo potenziale (es. 3 turni 7gg su 7).

$$\text{Fattore di pianificazione} = \frac{\text{Total OEE}}{\text{OEE}} = \frac{\text{Tempo effettivo di produzione}}{\text{Tempo teorico di produzione}}$$

Analizziamo ora nel dettaglio i fattori alla base dell’OEE e le relative procedure di calcolo.

Fattori d’influenza e calcolo dell’indice³²

Come anticipato l’analisi OEE comincia con la definizione *Plant Operating Time*, il tempo in cui le attrezzature sono accese e disponibili a svolgere la

³¹ Fonte: MANUTENZIONE, Tecnica e Management – Giugno 2005

³² Fonte: /14/

propria funzione.

Da questo intervallo vanno sottratti i tempi relativi ai cosiddetti *Ferri Programmati (Planned Shut Down)*, intervalli che vanno esclusi dall'analisi di efficienza in quanto frutto di una scelta consapevole di interrompere la produzione (pausa pranzo, manutenzione programmata, ferie, ecc.); il tempo rimanente è detto *Planned Production Time*.

È proprio a partire da questo intervallo che l'OEE analizza il sistema produttivo al fine di ridurre o eliminare tutte le perdite di efficienza e di produttività che avvengono; in particolare tali perdite appartengono a tre distinte categorie:

- 1- *Down Time Loss* (Perdite di Guasto)
- 2- *Speed Loss* (Rallentamenti)
- 3- *Quality Loss* (Difetti)

Nella prima categoria rientrano tutti quelli eventi che interrompono la produzione per un periodo di tempo rilevabile in maniera evidente come ad esempio guasti e set up; il tempo pianificato al netto di tali perdite è detto *Operating Time*.

La seconda categoria invece comprende tutti quei fattori che non bloccano la produzione, ma fanno sì che questa prosegua ad una velocità inferiore a quella potenziale; quindi, inefficienze degli operatori o utensili non conformi per esempio, fanno sì che il tempo disponibile venga ridotto al cosiddetto *Net Operating Time*.

Infine, nella terza categoria vi sono le perdite legate alla produzione di pezzi che non rientrano negli standard qualitativi e che quindi vengono scartati o rilavorati

Il tempo rimanente è il Fully Productive Time ovvero il tempo che l'OEE

punta a massimizzare. Vediamo come.

Figura: Processo di scomposizione del tempo totale disponibile (/14/)



Facendo riferimento alle tre tipologie di perdite citate, è possibile calcolare l'OEE attraverso il prodotto di tre fattori ad esse collegati: *Disponibilità*, *Performance*, *Qualità*.

$$\text{OEE} = \%D \times \%P \times \%Q$$

Il parametro **Disponibilità**, riferendosi ai tempi di fermo non programmati, misura la capacità dell'impianto di non fermarsi nell'intervallo di tempo in cui questo viene considerato disponibile e la manodopera è presente. Le eventuali cause di fermo sono legate ad eventi inattesi quali per esempio :

- mancanza materiali o attrezzature
- guasto elettrico/meccanico
- regolazioni e set up
- scioperi

Se dunque l'impianto si arresta, la durata del fermo è da considerare nel fattore **Disponibilità**, che riducendosi andrà a peggiorare l'efficienza globale.

$$D = \% \text{ disponibilità} = \frac{T. \text{ Attivo}}{T. \text{ Programmato}}$$

La **Performance**, o Efficienza produttiva (E_p), risulta collegata alle perdite per rallentamenti e rappresenta la capacità dell'impianto, quando questo non è fermo, di produrre alla velocità prevista dal ciclo standard; su questo

fattore impattano in maniera rilevante le cosiddette microfermate, ovvero tempi di fermo dalla durata molto ridotta (al massimo qualche secondo) che difficilmente si è in grado di rilevare ed eliminare.

$$P = \% \text{ performance} = \frac{T. \text{ Attivo netto}}{T. \text{ Attivo}}$$

La **Qualità**, o Efficienza qualitativa (Eq), rappresenta la capacità dell'impianto di generare "al primo tentativo" prodotti senza difetti o deterioramenti; ogni pezzo respinto o rilavorato quindi andrà ad inficiare Eq e, di conseguenze, l'OEE.

È bene sottolineare che se nel periodo considerato non si produce un solo codice ma un mix di prodotti, allora Q si calcolerà come rapporto tra il tempo di produzione dei pezzi buoni di ciascun codice e il tempo standard di produzione dei pezzi totali.

$$Q = \% \text{ qualità} = \frac{N. \text{ Pezzi buoni prodotti}}{\text{Quantità totale prodotta}}$$

In conclusione quindi, il calcolo dell'OEE può essere sviluppato nel modo seguente:

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \%D \times \%P \times \%Q \\ &= \frac{T. \text{ Attivo}}{T. \text{ Programmato}} \times \frac{T. \text{ Ciclo teorico} * q.tà \text{ totale prodotta}}{T. \text{ Attivo}} \times \frac{N. \text{ Pezzi buoni prodotti}}{Q.tà \text{ totale prodotta}} \\ &= \frac{T. \text{ Ciclo teorico} * N. \text{ pezzi buoni prodotti}}{T. \text{ Programmato}} \\ &= \frac{\text{Fully Productive Time}}{\text{Plant Operating Time}} \end{aligned}$$

Come si nota nelle formule riportate, l'indice nasce dal prodotto di tre fattori in cui l'errore di ciascuno viene amplificato dal valore degli altri in una sorta di autoesaltazione; è proprio questa modalità di calcolo a rendere l'OEE un test particolarmente severo: anche nel caso in cui i tre fattori

siano tutti uguali al 90% l'indice sarebbe pari al 72,9%, dato tutt'altro che soddisfacente.

Nella pratica infatti, i valori soglia riconosciuti come obiettivi a livello internazionale sono specifici per ogni componente e presentano gli ordini di grandezza mostrati in tabella.

Tabella: World Class OEE (/14/)

<i>OEE Factor</i>	<i>World Class</i>
Disponibilità	90.0 %
Performance	95.0 %
Quality	99.9 %
OEE	85.0 %

Analisi settoriali mostrano una realtà industriale che opera ben al di sotto dei valori citati, con percentuali che variano a seconda del tipo di azienda e OEE mediamente vicini al 60%; tuttavia, è molto importante sottolineare come l'incremento dell'OEE non sia da considerare l'obiettivo ultimo a cui tendere procedendo in maniera rigida e indiscriminata.

A tale fine si riporta un semplice esempio; siano A e B due configurazioni differenti del medesimo impianto (/14/):

<i>OEE Factor</i>	<i>Config. A</i>	<i>Config. B</i>
Disponibilità	90.0 %	95.5 %
Performance	95.0 %	95.5 %
Quality	99.5 %	96.0 %
OEE	85.1 %	86.6 %

A prima vista la seconda configurazione potrebbe sembrare migliore della prima in virtù di un indice di efficienza globale superiore, tuttavia, non credo siano numerose le aziende che accolgono ben volentieri un aumento

del 5% nella disponibilità, a fronte di un declino parallelo della qualità pari al 3.5%!

Concludendo quindi, si evidenzia come l'importanza dell'OEE non risieda nella generazione di un singolo numero "magico", piuttosto nell'offerta di tre parametri su cui intervenire individualmente al fine di fronteggiare le situazioni che si presentano giorno dopo giorno.

Criticità

Come tutti gli indici sintetici, anche l'OEE può essere frutto di problemi e incomprensioni.

Per prima cosa tale indice non dice nulla circa i costi attuali delle risorse, le soluzioni da intraprendere o costi futuri che queste implicano; i dati forniti vanno quindi analizzati considerando il contesto produttivo e soprattutto il rapporto costi/benefici che emerge dall'eliminare quelle inefficienze che l'OEE mostra soltanto.

Un'altra problematica è quella relativa alla precisa classificazione dei vari intervalli di tempo: "cosa si intende per Plant Operating Time?", "quanto deve essere lungo il periodo di osservazione?" sono solo alcune delle frequenti domande a riguardo.

Un punto di incertezza può essere ad esempio la gestione delle ore di fermo per cassa integrazione ed in particolare la loro assegnazione o meno alle perdite pianificate; si consideri un'ipotetica azienda che, nei periodi di lavoro a pieno regime, organizzi la propria produzione su 3 turni con un potenziale giornaliero di 20[h] ($8+8+4=20\text{h/gg}$) da cui decurtare i fermi pianificati e, successivamente, le varie perdite.

Nel caso in cui, per mancanza di ordini, si decidesse di ridurre il numero di operatori (e quindi di macchine) in funzione oppure il numero di turni passando a due (16 h/gg) diverrebbe fondamentale aggiornare i dati in ingresso nella formula dell'OEE; in caso contrario, verrebbero falsate le

informazioni fornite dall'indice dal momento che questo, continuando a considerare un tempo utile di 20 ore, vedrebbe le 4 ore di inattività come un fermo non programmato, con ovvie ripercussioni sul parametro della disponibilità e quindi sull'efficienza globale.

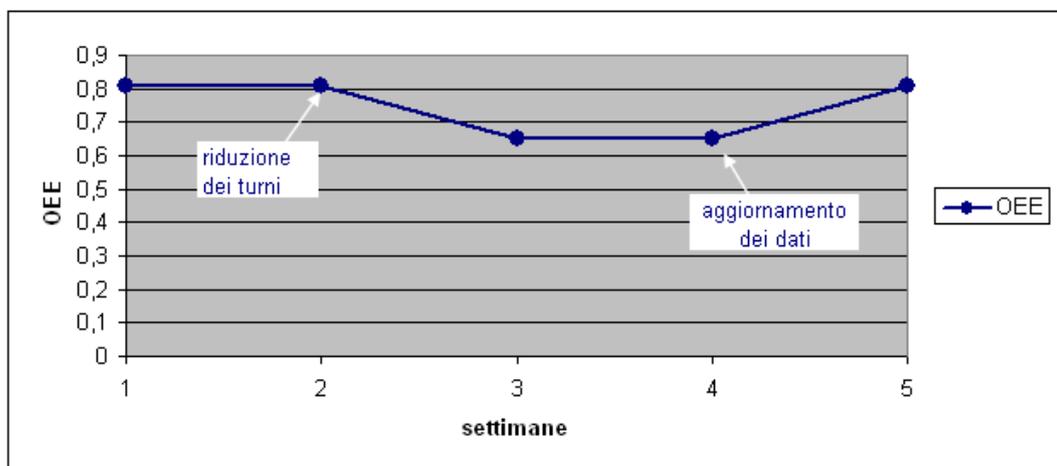
Ipotizzando inoltre che l'azienda abbia $D=88\%$ con P e Q supposti costanti e pari a 94% e 98,5%:

$$\text{OEE (3 turni)} = 17,6/20 * 0,94 * 0,985 = \mathbf{0,81}$$

$$\text{OEE (2 turni)} = 14,08/20 * 0,94 * 0,985 = \mathbf{0,65}$$

Si assiste ad un calo fittizio dell'OEE dovuto non a fermi, guasti o altri inconvenienti, ma al fatto che la disponibilità sebbene rimasta costante in proporzione al monte ore totale ($17,6/20 = 14,08/16 = 0,88$) viene mantenuta in rapporto alla precedente condizione di tre turni giornalieri.

Figura: andamento dell'OEE in funzione dei turni lavorativi



Altri problemi possono emergere nel calcolo dell'OEE di stabilimento, indicatore della performance generale di tutte le risorse produttive in esso contenute; vi sono due modalità di calcolo del cosiddetto *Plant OEE*: la media semplice e la media pesata.

$$\text{Media Semplice} = (OEE_1 + OEE_2 + OEE_3) / 3$$

$$\text{Media Pesata} = ((OEE_1 * \text{peso}_1) + (OEE_2 * \text{peso}_2) + (OEE_3 * \text{peso}_3)) / (\text{peso}_1 + \text{peso}_2 + \text{peso}_3)$$

Mentre la prima consiste banalmente nella media degli OEE delle risorse produttive, la seconda, più complessa, merita un approfondimento circa l'assegnazione dei pesi alle singole risorse, fase per niente immediata.

Nel caso delle linee di assemblaggio la via più battuta è quella di “pesare” gli asset sulla base del valore che questi aggiungono al prodotto, tenendo presente che tali risorse dovrebbero presentarsi a fine linea, negli step di differenziazione del prodotto; nel caso di reparti meccanici invece, spesso si fa riferimento alla “criticità” della lavorazione ovvero alla sua frequenza e al suo grado di complessità.

Concludendo, è bene ricordare che se da un lato l'OEE è molto utile per monitorare nel tempo l'andamento delle performance di impianto, dall'altro richiede estrema cautela nel caso venga utilizzato come parametro di confronto tra diverse risorse produttive.

Al fine di mostrare altre criticità comuni legate all'utilizzo dell'indice e, soprattutto, le possibili soluzioni da implementare, vengono riportati nel prossimo paragrafo due progetti di analisi OEE dedicati a due centri di lavoro, uno verticale ed uno orizzontale.

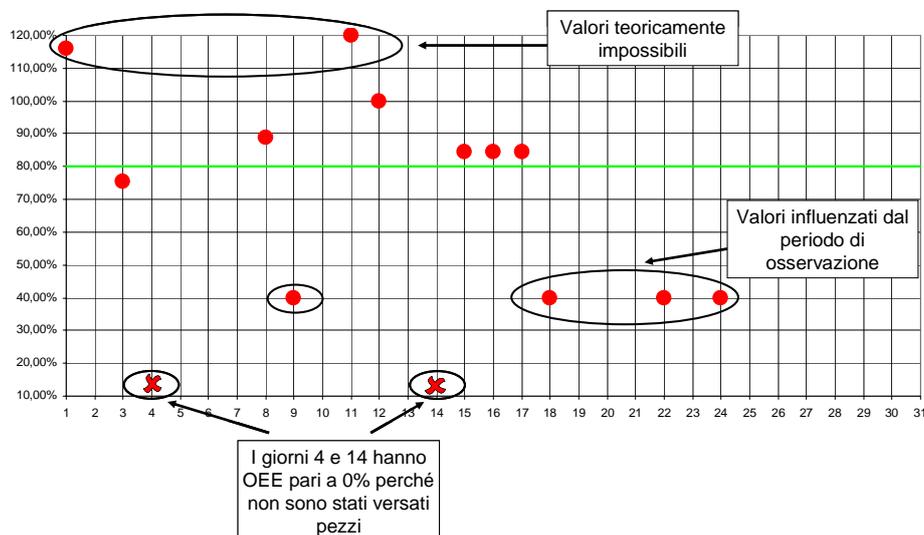
Caso aziendale: Applicazione dell'OEE su centri di lavoro

All'interno di COSMEC il calcolo dell'OEE viene affidato ad un modulo informatico in grado di elaborare i dati relativi ai tempi ciclo, alle rilavorazioni, ai fermi, ecc. inseriti a sistema dagli operatori del centro di lavoro.

Con un supporto informatico di questo tipo, il fattore critico non risiede ovviamente nella fase di calcolo dell'indice quanto nella bontà delle informazioni che stanno alla sua base; il caricamento in ritardo dei prodotti finiti, tempi ciclo non aggiornati o fermi non registrati, solo per citarne alcuni, sporcano i dati su cui viene calcolato l'OEE portandolo a dei valori spesso privi di significato.

È il caso ad esempio di un centro di lavoro verticale utilizzato nelle lavorazioni di grandi carpenterie.

Figura: Andamento dell'OEE calcolato su periodo di osservazione mensile



La prima criticità emersa è stata quella legata alla presenza di valori troppo altalenanti, con dei picchi addirittura sopra il 100% (ricordo che l'OEE varia tra 0 e 1!).

Tra i fattori alla base di tale problema sicuramente troviamo lo scostamento presente tra i tempi ciclo registrati a sistema e quelli coperti nella realtà;

può accadere infatti che la programmazione, facendo riferimento ai primi, pianifichi la produzione giornaliera su un certo numero di output mentre l'operatore, lavorando ogni pezzo in un tempo inferiore riesca a finire più prodotti rispetto a quelli previsti facendo schizzare l'indice sopra l'unità (viceversa se i tempi reali fossero superiori avremmo dei valori dell'indice molto bassi).

Importante inoltre è stata la presenza di numerosi errori nel caricamento dei dati a sistema da parte degli operatori i quali, non sempre aggiornano lo stato di avanzamento della produzione facendo sembrare che nell'arco della giornata non sia stato realizzato nulla (si vedano a titolo di esempio i giorni 4 e 14); questa problematica si ripercuote fortemente anche sul fattore della qualità che, avendo a denominatore il numero di pezzi versati, diventa indefinito quando questi sono pari a zero.

La seconda criticità riscontrata invece riguarda la gestione dei casi un po' particolari: un esempio potrebbe essere quello delle rilavorazioni, anomalie che a volte generano confusione circa le modalità e le causalità con cui dovrebbero essere registrate; stessa incertezza si ha nella gestione dei tempi di allineamento dei pezzi, tempi che l'OEE considera di fermo (Down Time Loss) ma che il sistema interno riconosce come di produzione, andando ad incrementare quello scostamento di cui detto sopra.

Gli interventi in grado di ridurre queste criticità sono molteplici.

Per prima cosa si è spinto verso la revisione dei tempi ciclo presenti a sistema aggiornandoli con le reali tempistiche richieste dalla lavorazione e facendo attenzione a mantenere separati i tempi destinati alle attività dirette da quelli delle attività preparatorie; in questo modo si eviterebbe di falsare i dati utilizzati dall'OEE e quindi, il valore finale dell'indice stesso.

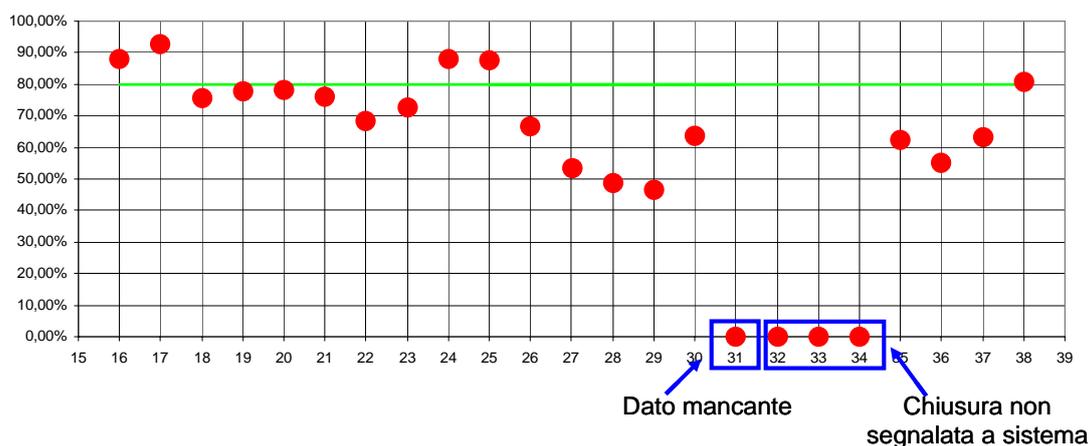
Inoltre, molto è stato fatto sulla responsabilità e sulla formazione

degli operatori con il fine di renderli consapevoli circa l'importanza di una raccolta dati tempestiva e preparati riguardo alla gestione delle particolarità.

Infine, oltre a mantenere costanti nel tempo le attività di rilevazione dell'indice, sarà necessario uniformare i periodi di osservazione passando, in particolare, da riferimenti giornalieri a riferimenti almeno settimanali; in questo modo verrebbe incrementata la stabilità dei valori (altrimenti troppo variabili e discontinui) e si creerebbe uno "storico" affidabile con cui definire obiettivi realistici e confrontare le performance future.

Nello sviluppo di un'analisi OEE su di un centro di lavoro orizzontale invece, subentrano dei fattori che portano a criticità lievemente differenti da quelle descritte in precedenza; l'approccio rimane comunque il medesimo e il procedimento prevede ancora una fase iniziale di studio del grafico.

Figura: Andamento dell'OEE relativo ad un CLO calcolato settimanalmente



Già a prima vista è possibile notare come, a differenza del grafico relativo al clv, i valori siano distribuiti attorno a valore obiettivo in maniera più compatta, con una dispersione nettamente inferiore; questa caratteristica è da imputare sicuramente all'estensione del periodo di osservazione che, essendo in questo caso settimanale, conferisce stabilità al grafico livellando

le varie anomalie quotidiane.

Ciò che invece ha assunto caratteristiche allarmanti è stato il trend negativo che, a partire dalla settimana 25, si è protratto nel tempo per circa 10 settimane; attraverso lo studio delle possibili cause è stata individuata come motivazione principale l'elevata incidenza dei fermi macchina, perdite che impattano pesantemente sulla disponibilità del centro.

Analizzando quindi le varie causali di fermo è emerso l'impatto di criticità quali la mancanza di materiale e, soprattutto, la presenza di guasti e "fermi generici" che insieme, affiorano quasi nel 50% delle casistiche.

Tale situazione può essere ricondotta in parte alla mancanza di un piano preventivo chiaro e non sempre rispettato, condizione rappresentata da percentuali molto basse nei fermi programmati.

Tabella: principali casuali di fermo e relativa incidenza

Causali di fermo	%
Fermi Vari	23,1
Mancanza Materiale	22,7
Guasto macchina	20,6
...	33,6

Infine, anche in questo caso, non è mancata la componente "umana" della variabilità di processo: spesso infatti è capitato che venissero inseriti a sistema quantità di prodotti differenti da quelle realmente lavorate o che alcuni materiali urgenti venissero prelevati e spediti senza alcuna registrazione dei dati.

Come detto più volte errori del genere, non fanno altro che impattare in maniera casuale sui tre fattori di performance globale andando ad alterare poi, il valore finale dell'indice.

Le soluzioni intraprese in questa area si rifanno principalmente alla necessità comune di sviluppare piani di formazione per gli operatori e di

introdurre standard operativi come guida delle attività. A tale scopo sono stati sviluppati progetti paralleli di TPM al fine di responsabilizzare gli uomini sullo stato della loro macchina, sono stati creati moduli dedicati per la raccolta dei dati ed è stata introdotta un'istruzione operativa da utilizzare come manuale in caso di incertezza.

5.4 STIMOLARE LA MOTIVAZIONE: IL COINVOLGIMENTO E LA FORMAZIONE

Il workshop team

Ogni progetto di miglioramento, detto anche workshop, viene sviluppato da un team composto mediamente da circa dieci persone selezionate in funzione delle loro mansioni e del ruolo ricoperto all'interno del reparto oggetto di intervento; in particolare, sono due le condizioni necessarie (ma non sufficienti) affinché il progetto abbia esito positivo:

1. la squadra deve essere costituita da membri eterogenei ed interfunzionali, in grado di apportare singolarmente le proprie conoscenze e la propria esperienza in materia
2. i miglioramenti apportati devono coinvolgere il team in maniera intensa e diretta

Il primo requisito risulta fondamentale nella fase preliminare di analisi e, successivamente, nello sviluppo delle proposte migliorative: nessuno conosce meglio di chi ci lavora, le problematiche, i dettagli e le procedure del reparto o del singolo processo; di conseguenza, saranno proprio gli operatori ad evidenziare le criticità e a proporre le eventuali azioni correttive.

La seconda condizione invece rappresenta la colonna portante della motivazione sviluppata dal team: risulta molto difficile per una persona adoperarsi per migliorare attività che poi non dovrà svolgere o ambienti di lavoro con cui, finito il progetto, non avrà più nulla a che fare.

Occorre quindi che il progetto coinvolga i membri del team in prima persona, proprio per far sì che il loro sforzo e il successo generale del workshop si ripercuota direttamente sulla loro soddisfazione.

L'importanza del coinvolgimento affiora in maniera decisiva nelle fasi operative in cui sono richiesti impegni in termini di tempo e risorse a volte anche ingenti; dopo l'entusiasmo iniziale infatti, è possibile assistere ad una flessione della partecipazione legata proprio alla stanchezza o al fatto che, per chi non è abituato, può essere difficoltoso lavorare sotto la pressione di obiettivi definiti e ravvicinati.

È qui che entra in gioco la capacità del *kaizen trainer*: questa figura ha il compito di guidare il gruppo, di accompagnarlo nel corso del progetto facendo in modo che gli obiettivi risultino sempre chiari, così come le strade che portano al loro raggiungimento.

Il kaizen trainer, in qualità di responsabile del progetto, oltre a pianificare e organizzare le attività, rappresenta il veicolo con cui le informazioni viaggiano dallo stabilimento al management, il tramite con cui si sviluppa il processo di escalation orientato alla risoluzione di criticità complesse.

Spesso infatti, la motivazione degli operatori può ridursi in seguito alla convinzione che le loro necessità non siano prese in considerazione: frasi del tipo “sai quante volte lo abbiamo detto e nessuno ha fatto niente?”, “tanto alla fine non si cambia mai nulla!” sono tutt'altro che rare.

L'implementazione di un workshop dedicato e strutturato, il collegamento diretto con la dirigenza ad opera dal kaizen trainer e, soprattutto, la possibilità che gli stessi operatori hanno di mostrare problemi e risultati attraverso presentazioni settimanali, fanno sì che il management sia in grado di conoscere le singole criticità e di apprezzare l'impegno e i miglioramenti apportati dal team.

La motivazione dunque, rappresenta la leva fondamentale per raggiungere e sostenere i risultati nel tempo ma, tuttavia, comprendendo aspetti “personali” a volte risulta difficile da veicolare; per questo motivo deve essere costantemente monitorata ed alimentata attraverso il coinvolgimento diretto delle persone interessate, la chiarezza degli obiettivi, dei metodi e dei ruoli così come attraverso il riconoscimento dei miglioramenti conseguiti.

I corsi formativi

BIESSEKAIZEN rappresenta la struttura responsabile dello sviluppo, dell'applicazione e della diffusione della *cultura Lean* all'interno di BIESSE; assieme all'implementazione pratica dei suddetti workshop, tale struttura si fa carico anche della crescita formativa e professionale del personale coinvolto nel progetto Lean Company, dagli operatori ai dirigenti fino ai fornitori strategici.

I moduli formativi proposti possono essere identificati in tre livelli:

1. Kaizen Basics
2. Karton Box
3. BIESSEKAIZEN Academy

Il primo modulo, quello più semplice, ha una durata molto limitata (circa un'ora) e si pone l'obiettivo di informare le persone circa il percorso evolutivo intrapreso da BIESSE e di trasferire i concetti generali della Lean Manufacturing e della filosofia Kaizen; le figure a cui si rivolge questo modulo sono in gran parte operatori diretti e indiretti di aziende con progetti kaizen in corso.

Il Karton Box invece offre una formazione più approfondita affiancando alla parte teorica un'esperienza pratica sviluppata all'interno della cosiddetta "fabbrica modello"; in questa stanza, sono stati ricreati in maniera semplificata i banchi di lavoro con cui possono essere configurate isole e linee produttive: attraverso la simulazione di un semplice processo di fabbricazione (l'output finale è una scatola) si evidenziano le differenti tipologie produttive al fine di mostrare i miglioramenti su scorte e lead time ottenibili passando da una produzione push ad una di tipo Just In Time frutto di interventi kaizen. Tale corso è dedicato alle persone coinvolte nei workshop.

L'accademia infine, rappresenta il modulo più completo presente all'interno di BIESSE; dedicata in gran parte a workshop team che lavorano in progetti kaizen, prevede una durata nettamente superiore rispetto ai moduli precedenti (i partecipanti sono impegnati a tempo pieno per 3 giorni), una fase teorica più sviluppata e approfondita e un'esperienza pratica ben più complessa e rappresentativa.

Attraverso l'evoluzione di un processo produttivo più articolato (in questo caso si assemblano camion giocattolo) vengono ripresi ed analizzati i concetti teorici appresi e i partecipanti, sono in grado di verificare in maniera più chiara e dettagliata i risultati ottenibili con sistemi di produzione snelli.

Questi moduli, rivolti anche a fornitori strategici e ai nuovi kaizen trainer per la loro formazione personale, partecipano attivamente al processo di formazione e di motivazione del personale risultando quindi fondamentali per "alimentare lo spirito di squadra, rafforzare il rapporto cliente-fornitore e ridurre il divario tra livelli/enti".

6. CONCLUSIONI

L'insieme dei processi e dei miglioramenti implementati, sebbene descritti per finalità espositive seguendo le leve di soddisfazione del cliente, non vanno considerati come attività locali e finalizzate a se stesse, bensì come pezzi di un unico puzzle, parti di un progetto globale finalizzato alla trasformazione di COSMEC e di BIESSE in generale in una "Lean Company".

In particolare la sequenza temporale di intervento prevede una riorganizzazione iniziale del layout e dei flussi interni, l'ottimizzazione di cicli e set up con videoanalisi e SMED, la stabilizzazione della capacità produttiva tramite TPM e OEE ed infine, l'implementazione del sistema kanban.

Tutti gli interventi sono stati pianificati nell'ottica dei piccoli passi tramite progetti dalla durata limitata (al massimo qualche settimana) ma caratterizzati da impegno intenso in termini di tempo e di risorse.

L'inseguimento costante di obiettivi ravvicinati, chiari, e costantemente monitorati da un lato facilita una visione chiara della strada intrapresa evitando che venga perso di vista l'obiettivo finale di progetto, dall'altro, non permette distrazioni e tiene i partecipanti del team continuamente "sotto pressione".

Questo rende un qualsiasi evento kaizen un'ottima occasione di crescita professionale per ogni membro del team poiché ciascuno di questi mette a disposizione degli altri propria esperienza, trasferendo di fatto parte delle sue conoscenze.

Tuttavia, come in tutti i rapporti sociali, la componente umana può affiorare anche in maniera meno positiva; è abbastanza ovvio che determinati cambiamenti, andando a modificare quello che da sempre è stato il proprio posto di lavoro, il proprio modo di lavorare e di pensare,

non sempre trovano terreno fertile in chi si ritrova coinvolto; spesso infatti la resistenza più forte è stata rappresentata dallo scetticismo degli operatori circa la validità dei sistemi e soprattutto dall'inerzia caratterista di chi, agendo da anni in un certo modo, inevitabilmente diventa restio al cambiamento.

Più volte infatti è capitato di dover rispondere a domande quali: siamo sicuri che tutto questo serva? Siamo sicuri che funzioni? Secondo voi ce la facciamo?

Come si è visto, la migliore risposta a tutti questi timori non può che essere data dai numeri: “numeri, dati e fatti” questo è l'imperativo che guida ogni progetto e che meglio dimostra la validità dei metodi adottati.

Un miglioramento spesso non può essere definito tale se non viene supportato da dati che mostrano la situazione prima e dopo, e questi, si ottengono solamente con un monitoraggio costante degli indici di performance.

Soltanto attraverso l'applicazione dei metodi descritti e il consolidamento dei risultati conseguiti si riesce a stabilizzare il miglioramento raggiunto e inseguire il traguardo successivo.

Concludendo quindi, vorrei sottolineare come le soluzioni apportate non debbano assolutamente essere considerate definitive ma, piuttosto, una tappa del percorso verso il miglioramento che dovrà necessariamente proseguire nel tempo.

L'ultimo paragrafo riporta proprio una breve panoramica circa gli sviluppi futuri previsti.

7. NEXT STEPS

Nonostante i buoni risultati riportati, in virtù del concetto di evoluzione continua, non si può assolutamente dire che tutto ciò di implementato fino ad oggi sia il massimo raggiungibile, la situazione ideale su cui adagiarsi: tanto è stato fatto ma molto è ancora da fare!

Per prima cosa occorre continuare categoricamente la cosiddetta “caccia agli sprechi” ampliando il campo di analisi ad altri processi o centri di lavoro.

Fondamentale sarà quindi rivedere alcuni cicli produttivi e alcune attività di set up e di montaggio, così come il rispetto degli standard implementati.

Sarà sicuramente necessario proseguire nel processo di riduzione delle giacenze, sia nei flussi di entrata che in quelli di uscita; per quanto riguarda le prime è bene ricordare che sono già stati mossi i primi passi nella giusta direzione, ovvero verso l’instaurazione di rapporti di fornitura mediante kanban.

Per quanto riguarda i materiali in uscita invece, sebbene siano in parte già realizzati secondo un’ottica pull, occorre continuare ad ampliare il numero di codici gestiti a kanban e, per ciascuno di essi, ridurre numero di cartellini (e quindi di contenitori) con cui vengono mossi; nonostante parte di questo sviluppo avverrà in maniera naturale come conseguenza della comprensione e della standardizzazione dei cambiamenti apportati, sarà comunque necessaria la presenza costante di gruppi di controllo, volti ad evitare che la situazione retroceda ai livelli iniziali.

A tale scopo sono già stati previsti degli incontri di verifica a cadenza regolare (Audit) con cui monitorare lo stato di avanzamento degli interventi e il rispetto delle regole implementate.

Infine, è doveroso ricordare come tali attività di controllo abbiano effetti particolarmente limitati nel caso in cui venissero a mancare il senso di

responsabilità e gli stimoli al cambiamento; per tale motivo reputo di fondamentale importanza la presenza costante di un forte *commitment* proveniente dall'alto e lo sviluppo continuo della motivazione, della formazione e del coinvolgimento degli operatori ovvero di chi, in fondo, crea e trasforma il valore per il cliente.

- APPENDICE -

PROCESSO di MIGLIORAMENTO CONTINUO: SVILUPPO DI UN CENTRO DI LAVORO

Introduzione

Le attività “pianificazione della produzione” implementate all’interno di COSMEC, sono un limpido esempio di come si sviluppi un processo di miglioramento continuo basato sull’avanzamento per “piccoli passi”.

Il raggiungimento di una programmazione degli ordini di lavoro definita e rispettata, così come l’organizzazione dell’area macchina in generale, non sono state la conseguenza di una “rivoluzione” ma il frutto di una “evoluzione” ovvero di una serie di interventi che, attraverso diverse fasi, hanno coinvolto trasversalmente numerosi ambiti e concetti.

La decisione di inserire l’argomento in un’apposita appendice al termine della tesi, è proprio legata alla volontà di poter focalizzare l’attenzione sulle fasi della trasformazione, sorvolando gli aspetti teorici già ampiamente approfonditi in precedenza; è possibile in questo modo incontrare termini quali poka yoke, 5S e OEE, solo per citare alcuni esempi, ed avere già chiaro il loro significato.

Come insegna la filosofia kaizen, i problemi che comunemente sorgono nella quotidianità aziendale, più che “scocciature” vanno considerati come vere e proprie opportunità di miglioramento, occasioni utili per mettersi in discussione e rivedere tutti gli aspetti ad essi collegati; vien da se quindi che le problematiche emerse nella pianificazione del centro di lavoro per prima cosa sono state riconosciute e affrontate anziché “aggirate” e, in secondo luogo, hanno rappresentato un valido presupposto per dare luogo ad altri tipi di intervento.

Organizzare la produzione di una macchina infatti significa pianificare i suoi carichi di lavoro ma anche, e soprattutto, sviluppare processi di formazione del personale, riorganizzare fisicamente il magazzino e le sue

logiche, estendere l'analisi ad altri centri e ad altre attività indirette.

Vediamo quindi le modalità e le fasi con cui tutto questo è stato fatto.

Situazione iniziale

Il primo aspetto affrontato è stato quello relativo alle giacenze e ai sistemi di stoccaggio.

La situazione iniziale presentava quelli che possono essere definiti i "classici" problemi di un sistema produttivo basato su una logica sostanzialmente *push*: scorte elevate, sparse e non quantificate.

Tutti materiali in entrata venivano trasportati a bordo macchina e quando non erano appoggiati a terra, venivano accumulati in maniera casuale su scaffali aventi postazioni non identificate; molto spesso non erano tenuti in considerazione aspetti fondamentali quali le frequenze di rotazione, gli ingombri dei materiali e tantomeno le logiche di prelievo di tipo FIFO.

La mancanza di una specifica ubicazione faceva sì che alcuni scaffali risultassero di fatto inutilizzati quando, allo stesso tempo, materiali quali i prodotti non conformi che necessitano di aree dedicate venivano sparsi in mezzo a tutti gli altri.

È chiaro quindi come una situazione del genere sia fonte inesauribile di ogni tipo di spreco:

- *sovrapproduzione* legata alla totale assenza di visibilità sulle richieste dei clienti o sul ritmo dei centri a valle
- *giacenze* elevate che oltre ad impegnare risorse economiche mantenevano sostenuti i livelli di *obsolescenza* e rilavorazione
- occupazione inutile di *spazi* e strutture (ad esempio le scaffalature)
- *movimentazioni* da parte degli operatori impegnati nella ricerca di materiali e strumenti
- *trasporto* di questi da e verso il centro di lavoro

Figura: scaffalature semivuote e materiali appoggiati a terra



Allargando l'analisi all'area in cui l'operatore compie le quotidiane attività di produzione si è visto che tutti i disegni relativi ai codici in attesa di lavorazione da parte del centro, non venivano raccolti bensì appesi con calamite ai montanti degli scaffali (è facile immaginare la facilità con cui questi venivano persi o sporcati); inoltre, i banchi da lavoro risultavano sporchi e pieni di strumenti molti dei quali in disuso.

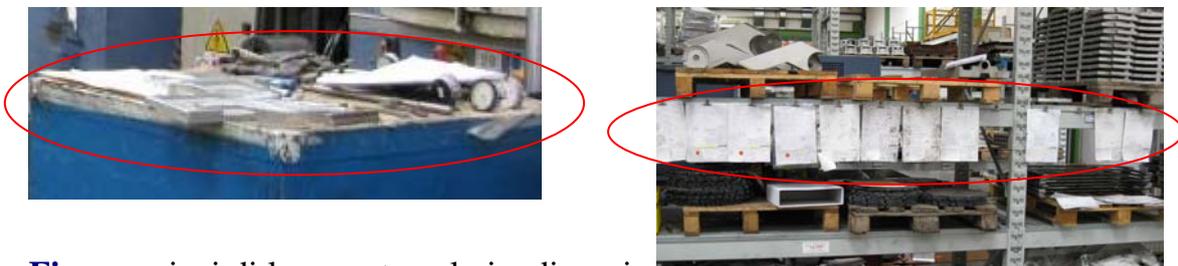


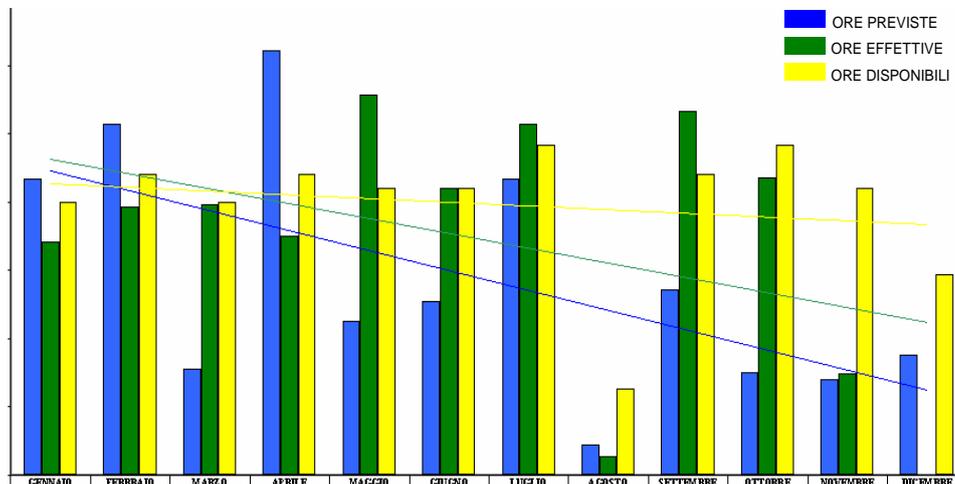
Figura: piani di lavoro stracolmi e disegni “volanti”

Per quanto riguarda la programmazione della produzione invece, sono state rilevate delle notevoli discrepanze tra i tempi ciclo effettivi e quelli registrati a sistema, condizione dettata in gran parte dai ritardi con cui gli operatori smarcavano i pezzi e dalla mancanza di una regolare comunicazione dei tempi di fermo macchina.

Tale situazione, associata alla totale libertà di accesso ai materiali da parte degli operatori che garantiva a questi piena autonomia sulla scelta dei codici da processare, rendeva estremamente difficile l'attività di

pianificazione degli ordini.

Tabella: assenza di allineamento tra ore a budget, effettive e disponibili



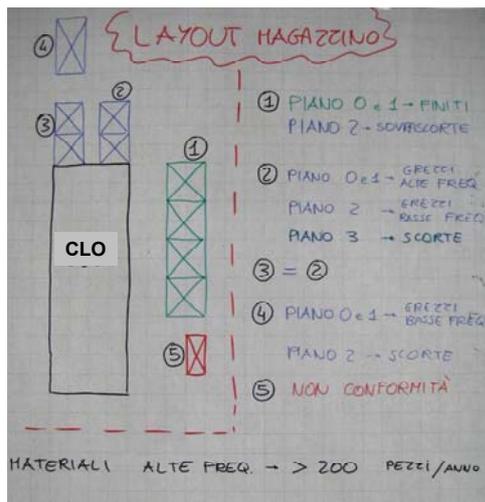
Inoltre, sono stati riscontrati codici che, essendo ordinati in quantità particolarmente basse (sotto le 25 unità annue), si prestavano ad essere spostati previa verifica di fattibilità ai centri di lavoro verticali; così facendo si sarebbe liberata capacità produttiva da dedicare a quei codici che invece dovevano necessariamente montati su un centro di lavoro orizzontale.

Coma ultima analisi ci si è occupati delle problematiche di carattere più generico, legate ad esempio al trasporto di prodotti dalle dimensioni particolari, alla mancanza “cronica” a bordo macchina dei disegni tecnici e degli strumenti necessari per le fasi di controllo e montaggio.

Fase I dell'evoluzione: i primi interventi

L'obiettivo di questa prima fase evolutiva è stato il raggiungimento di una gestione delle giacenze più efficiente e del rispetto di un piano produttivo settimanale con cui garantire la realizzazione dei codici previsti; come accennato nel paragrafo precedente le prime analisi migliorative sono state effettuate nell'ambito dei magazzini.

Attraverso numerosi incontri con gli operatori si è giunti ad una revisione del layout dell'area di stoccaggio a bordo macchina: per prima cosa è stato riorganizzato lo spazio disponibile sugli scaffali, con una suddivisione iniziale in macroaree destinate a grezzi, finiti, non conformità e sovrapproduzione; il passo successivo è stata quindi l'individuazione delle frequenze di rotazione dei materiali e la scelta sulla base di questo indice



dei rispettivi vani (ovviamente, alte rotazioni stoccate in basso e viceversa).

A seguito di questa riorganizzazione è stata ottenuta una riduzione degli spazi occupati che ha portato al recupero di tre scaffalature; una è stata riutilizzata ed adibita a contenere materiali non conformi (evitando così la loro “dispersione”) e raccoglitori specifici per quei disegni che prima venivano soltanto appesi.



Inoltre, attraverso l'eliminazione delle restanti scaffalature, è stata ricavata un'area informativa dove è stato collocato un tabellone *infopoint* su cui sono stati riportati i gruppi di lavoro, le migliorie, gli andamenti dell'output e le attività in corso.

Terminata la suddivisione delle aree, il progetto è proseguito con l'identificazione dei materiali allocati: a tale proposito sono state introdotte due etichette magnetiche identificative dei materiali grezzi in entrata e dei prodotti finiti in uscita.

Le prime riportavano il codice della materia prima e la descrizione

dell'articolo al fine di facilitarne ulteriormente l'identificazione; le seconde invece prevedevano l'aggiunta di informazioni relative al tipo di contenitore e al numero di pezzi da inserire in ciascuno di questi.

Figura: esempio di etichette identificative dei materiali in entrata/ uscita dal centro

CODICE GREZZO	04xxxxxx14	CODICE FINITO	09xxxxxx82
DESCRIZIONE	Carro	DESCRIZIONE	Carro
		TIPO CONTENITORE	PZI x CONTENITORE
		E	3

In linea con le 5S proposte dalla filosofia *Kaizen* sono stati implementati interventi di riorganizzazione e pulizia dell'area di lavoro: per prima cosa sono stati eliminati tutti gli strumenti di fatto inutilizzati mentre per tutti gli altri è stata installata una griglia porta-attrezzo con sagome *poka-yoke* e istruzioni "visual" al fine di facilitare la ricerca e il riposizionamento dello strumento; allo stesso modo sono stati organizzati i carrelli di picking e le cassettiere presenti a bordo macchina.



Le difficoltà legate allo sviluppo di una corretta pianificazione della produzione sono state affrontate proponendo l'introduzione di due moduli specifici per la registrazione degli stati di avanzamento dei lotti e di tutti i fermi produttivi (guasti, ripassature e problemi tecnici in generale) affiancata da momenti di formazione sul loro utilizzo.

Agendo sulle responsabilità si è cercato di sviluppare nell'operatore un'attenzione particolare verso l'importanza di rilevare e aggiornare le

informazioni al fine di incrementare la trasparenza dei reali tempi di ciclo, dei tempi e delle causali di guasto così come la rintracciabilità dei prodotti. Parallelamente è stata abbozzata un'istruzione operativa circa un "metodo di pianificazione giornaliera della produzione", attività posta a carico del responsabile del centro di lavoro: questo avrebbe dovuto controllare quotidianamente la disponibilità del personale e della materia prima a bordo macchina, i quantitativi da produrre e la presenza di codici urgenti.

Fase II dell'evoluzione: la situazione attuale

I fattori di spinta che hanno governato la seconda fase della trasformazione del centro di lavoro possono essere ricondotti essenzialmente a due obiettivi: eliminazione delle giacenze a bordo macchina e rispetto effettivo dei piani di produzione giornalieri.

Sebbene gli interventi implementati in precedenza avessero già portato a dei buoni risultati, risultavano ancora presenti delle problematiche che condizionavano la corretta gestione della produzione; in primo luogo, la presenza delle scorte a bordo macchina continuava a creare problemi di carattere sia informativo che produttivo.

Da un lato infatti la diramazione verso i vari macchinari dei materiali in ingresso generava una frammentazione che impediva una gestione delle scorte semplice e affidabile; come sottolineato altre volte, lasciare agli operatori piena libertà di accesso ai materiali significava ammettere degli scostamenti tra le giacenze rilevate e quelle effettive, differenze legate a ritardi o mancanze nella comunicazione del prelievo.

Dall'altro lato, la presenza costante dei materiali permetteva agli operatori di avanzare nelle attività produttive con una forte autonomia, con ovvie ripercussioni sul rispetto della pianificazione degli ordini.

Per tali motivi sono stati realizzati i due magazzini centralizzati per i materiali in ingresso e per i prodotti finiti gestiti a kanban (è bene sottolineare ancora che tali magazzini sono stati realizzati in aree ricavate dall'ottimizzazione di altri reparti, e dunque non hanno incrementato lo spazio occupato).

Figura: magazzino centralizzato della materia prima



In questo modo sono state eliminate le giacenze a bordo macchina con un netto aumento della visibilità circa le quantità mancanti o in eccesso mentre l'alimentazione delle macchine è stata affidata al magazziniere che ora, su specifica indicazione del programmatore della produzione, trasporta nel centro di lavoro soltanto i materiali necessari alla lavorazione del codice richiesto (per la specifica trattazione si rimanda al cap. 5.1.4 *Gestione delle scorte*).

Come ulteriore supporto all'organizzazione delle attività produttive e al processo di riduzione delle scorte è stato introdotto lo strumento di regolazione della produzione per eccellenza: il *kanban*.

Attraverso l'utilizzo di questo apparentemente semplice cartellino è iniziato il processo che punta a guidare i centri di lavoro a produrre soltanto ciò che è stato ordinato, nei tempi e nelle quantità richieste.

Com'è noto, il kanban viene utilizzato nei sistemi *pull* come strumento di "richiamo" dei prodotti, come un segnale visivo rilasciato dalle fasi a valle per autorizzare le fasi a monte a consegnare il prodotto (già pronto e presente nel supermercato) e a lanciare la relativa produzione di ripristino

del codice.

Così facendo, oltre a ridurre notevolmente i casi di sovrapproduzione in cui veniva lavorato “non ciò che serviva ma ciò che c’era a portata di mano”, è stato mosso anche un ulteriore passo verso un reale allineamento tra produzione pianificata e realizzata; a dimostrazione del processo continuo verso il livellamento della produzione e la ricerca di una certa cadenza di lavoro, va ricordata l’aggiunta sul cartellino di un’ulteriore informazione: il numero di pezzi che il centro di lavoro orizzontale dovrà produrre giornalmente.

L’operatore ora è in grado di sapere quali codici servono realmente, le quantità totali da produrre e il ritmo con cui farle.

Attualmente quindi sono stati riscontrati notevoli passi avanti nel rispetto della pianificazione delle lavorazioni, miglioramenti che hanno impattato positivamente anche sulla crescita degli operatori, sulle attività “d’ufficio”, sui livelli di costo e quindi, in generale, sulla capacità di COSMEC di soddisfare i propri clienti.

Bibliografia

- /1/ Manuale BIESSEKAIZEN Academy
- /2/ “Lean Manufacturing”
di G. Graziadei
HOEPLI
- /3/ “Logistica integrata e flessibile”
di A. Pareschi, A. Persona, E.Ferrari, A. Regattieri
Progetto Leonardo
- /4/ “La gestione dell’impresa”
di G. Spina
ETAS
- /5/ “Toyota Production System”
by Taiichi Ohno
PRODUCTIVITY PRESS
- /6/ “Implementing a Mixed Model Kanban System”
by J. Vatalaro, R. Taylor
PRODUCTIVITY PRESS
- /7/ “Manutenzione dei Sistemi di Produzione”
di R. Manzini, A.Regattieri
Progetto Leonardo
- /8/ “TPM for Supervisors”
by Productivity Press Development Team
SHOPFLOOR SERIES
- /9/ “Impianti Industriali”
di Arrigo Pareschi
Progetto Leonardo

Siti web

- /10/ www.biessegroup.com
- /11/ www.leanmanufacturing.it
- /12/ www.ilsole24ore.com
- /13/ www.productivitypress.com
- /14/ www.oee.com

Ringraziamenti

Giunto al termine della tesi sento il dovere esprimere la mia gratitudine verso coloro che hanno collaborato allo svolgimento di questo testo.

Un sentito ringraziamento quindi va al mio relatore, il Professor Arrigo Pareschi, per aver accettato la mia proposta di tesi, per la presenza che ha saputo garantirmi nonostante l'ingente mole di impegni e, soprattutto, per l'autonomia che mi ha lasciato durante lo sviluppo dell'elaborato.

Ringrazio sinceramente tutte le persone che fanno parte dell'ufficio BIESSEKAIZEN: la disponibilità e la simpatia con cui mi hanno accolto, il pieno coinvolgimento nei progetti e le competenze trasmesse hanno reso l'intero stage un'esperienza oltre che piacevole, estremamente interessante e formativa.

In particolar modo vorrei ringraziare Alberto Romani per gli ottimi spunti iniziali e l'ing. Andrea Vergari per l'impegno e il tempo che è riuscito a dedicarmi, sottolineando la disponibilità e, in molti casi, la pazienza con cui ha saputo assecondare ogni mia esigenza.

Infine, vorrei ringraziare il Professor Emilio Ferrari per aver accettato il ruolo di correlatore: leggere sul frontespizio il nome suo e del Professor Pareschi non può che darmi una certa soddisfazione.