



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

**Riorganizzazione del reparto di assemblaggio
piattaforme aeree in ottica Lean Production in Faraone
Industrie spa**

**Reorganization of the aerial platform assembly
department following the Lean Production guidelines
in Faraone Industrie spa**

Relatore: Chiar.mo
Prof. Ing. Maurizio BEVILACQUA

Tesi di Laurea di:
Giorgia COSTANTINI

A.A. 2020/2021

Indice

Introduzione	4
CAPITOLO 1	5
L'azienda Faraone Industrie Spa	5
1.1 Storia e trasformazione.....	5
1.2 I prodotti	6
1.3 Lo stabilimento di Tortoreto.....	9
CAPITOLO 2	11
Lean Thinking	11
2.1 I 5 pilastri della Lean Production.....	16
2.2 Kanban.....	22
2.3 Le 5S.....	27
CAPITOLO 3	30
L'analisi Tempi e Metodi	30
3.1 Lo studio dei metodi.....	32
3.2 Lo studio dei tempi.....	33
3.2.1 Studio del lavoro	33
3.2.2 Le tecniche di rilievo dei tempi.....	34
3.2.3 Il rilievo dei tempi	35
3.3 L'analisi Tempi e Metodi in Faraone Industrie spa	41
CAPITOLO 4	42
Il caso aziendale	42
4.1 Introduzione al progetto	42
4.2 Analisi AS-IS.....	49
4.2.1 Rilievo cronometrico e analisi tempo metodistica	52
4.2.1.a Lo studio dei metodi.....	52
4.2.1.b Lo studio dei tempi.....	53

4.2.1.c Attività a valore aggiunto/non valore aggiunto	55
4.3 BPR: progetto del nuovo metodo di lavoro	55
4.3.1 Analisi delle attività a valore non aggiunto	55
4.3.2 Riorganizzazione delle postazioni di lavoro con metodo 5S	63
4.3.3 Creazione e bilanciamento della linea	64
4.3.4 Standardizzazione del manuale per l'etichettatura	69
4.3.5 Kanbanbox	72
4.4 Processo TO-BE	81
4.4.1 Il nuovo metodo di lavoro	81
4.4.2 Definizione delle nuove attrezzature	83
4.4.3 Risparmi ottenuti	85
CAPITOLO 5	87
NEXT STEPS	87
Conclusioni	89
Appendice	90
Bibliografia	106
Sitografia	106

Introduzione

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 Faraone Industrie S.p.A., azienda operante nel settore di produzione di attrezzature per l'esecuzione di lavori in quota.

Gli obiettivi che Faraone Industrie sta portando avanti nello stabilimento produttivo di Tortoreto sono il miglioramento degli spazi occupati, della gestione dei materiali e della gestione del magazzino per limitare sempre più le inefficienze e far fronte alla crescita dei volumi produttivi attesi per i prossimi anni, obiettivi perseguibili abbracciando i concetti della *Lean Manufacturing*. L'introduzione di un modello snello, fluido consente di adattarsi a tutti i cambiamenti e alle deviazioni che il mercato turbolento di oggi presenta. L'obiettivo è quello di standardizzare quanto più possibile il processo, dalla riorganizzazione del flusso di materiale, reso più lineare alla definizione di postazioni di lavoro più idonee agli operatori, sino all'eliminazione di attività senza valore aggiunto per l'azienda. In particolare, il seguente elaborato ha come obiettivo la riorganizzazione del *reparto assemblaggio piattaforme*, attraverso l'applicazione dei principi della produzione snella.

Una prima parte riguarda la trattazione teorica delle metodologie alla base della realizzazione del progetto, mentre la seconda parte descrive nello specifico l'applicazione al caso aziendale.

Nel primo capitolo viene presentata l'azienda e vengono date informazioni sullo stabilimento e sui prodotti realizzati.

Il secondo capitolo invece espone la filosofia Lean, descrivendone i principi e gli strumenti fondamentali.

Nel terzo capitolo viene descritta l'analisi *Tempi e Metodi*, che ha costituito le fondamenta per lo svolgimento dell'intero progetto.

Dopo la trattazione teorica affrontata nei precedenti capitoli, nel quarto capitolo viene illustrato tutto quanto fatto e affrontato nei mesi trascorsi in azienda e quindi vengono espone e descritte le attività svolte per applicare la filosofia della produzione snella al reparto piattaforme.

CAPITOLO 1

L'azienda Faraone Industrie Spa



Figura 1.1 *Logo aziendale*

Faraone Industrie Spa è un'azienda operante nella realizzazione di soluzioni sicure per i lavori in quota, che produce attualmente in tre sedi Italia, Polonia e Spagna e distribuisce in tutto il mondo.

1.1 Storia e trasformazione

Nel 1969 Sabatino Faraone fonda la ditta e avvia la produzione artigianale di serramenti in alluminio. Nel 1974 l'azienda si dimostra in grado di realizzare lavori complessi ad alto profilo tecnologico e si trasforma dunque in industria. Apre un nuovo stabilimento presso la zona industriale di Tortoreto. Nel 1979 viene avviata la produzione, sviluppata da Piero Faraone, delle scale in alluminio che trova inizialmente collocazione come divisione interna dell'azienda di serramenti, per poi divenire realtà a sé stante. Per l'epoca, la scala in alluminio è una novità assoluta e Faraone si afferma sbaragliando quelle in legno. Nel 1987 arriva il grande successo di "Scalita", prodotto promosso attraverso le tv nazionali. Nel 1989 Faraone lancia la produzione delle scale e trabattelli in alluminio, seguendo le norme DIN e la normativa europea, molto prima della nascita della Legge 626 e del DL 81. L'attenzione per la sicurezza non passa inosservata: l'azienda assiste la Commissione Europea incaricata di redigere le norme sulla costruzione delle scale. È questo l'anno in cui Faraone raggiunge la leadership assoluta nel settore, acquisendo notevoli quote di mercato in Italia e all'estero. Nel 1990 inizia la produzione di piattaforme aeree con colonne in alluminio telescopiche, nel rispetto delle norme DIN che diventeranno poi norme europee. Faraone si conferma tra le prime aziende del vecchio continente nel

settore. Nel 1993 l'azienda triplica la superficie produttiva con l'apertura del nuovo stabilimento di Tortoreto, qui vengono integrate attrezzature in grado di garantire la produzione di prodotti sempre più tecnologici e sicuri. Nel 1994 l'azienda sbarca in Polonia con "Akala Faraone" in joint venture con i soci polacchi, per poi diventare, in seguito, Faraone al 100%. Nel 1996 nasce la collaborazione in Spagna con la Escalibur, che Faraone acquisisce poi nel 2007. Oggi Escalibur, che opera anche in Nord Africa, oltre alla elaborazione di articoli domestici ha avviato un processo per la realizzazione di prodotti professionali. Nel 1998 arriva "P105", la prima piattaforma semovente di Faraone. Nel 1999 in linea con le origini dell'azienda, rinasce "Faraone Infissi": una divisione specifica per offrire prodotti di alta gamma, tecnologici e made in Italy. Nel 2000 la collaborazione con l'Università di Perugia dà alla luce una serie di trabattelli all'avanguardia e omologati secondo le norme europee per offrire la massima sicurezza possibile. Nel 2002 la gamma si arricchisce della serie PKS, piattaforme studiate per essere facilmente trasportate. PKS viene venduta in tutto il mondo. Nel 2004 Faraone sviluppa il settore "su misura", oggi fiore all'occhiello della produzione, curata da un team di specialisti del lavoro in quota. Nel 2006 il mercato Polacco si espande e nasce il nuovo stabilimento in Goleniow, posto in una area di 30.000 m² che produce, oltre alla linea di trabattelli Top System, prodotti specifici per i mercati dell'est Europa. Nel 2007 il 100% della Escalibur di Siviglia, specializzata in scale domestiche per il mercato europeo, entra a far parte del gruppo Faraone. Il 2009 vede lo sviluppo di macchine automatiche in alluminio per il lavoro in quota sicuro e veloce. La messa in produzione permette all'azienda, nel 2014, di prendere parte a diverse fiere internazionali, riscuotendo grande successo. Nel 2015 "Elevah 40 move" vince il premio IAPA come migliore macchina dell'anno nel settore delle piccole altezze, assegnato da una giuria internazionale e organizzato dall'IPAF (International Powered Access Federation). Nel 2016 nasce un nuovo stabilimento in Spagna, nella magnifica Siviglia. Nel 2018 Faraone diventa industria 4.0 implementando una serie di innovazioni tra cui una macchina per il taglio laser, una per la piegatura automatica ed integrando il magazzino robotizzato.

1.2 I prodotti

La produzione comprende una vasta gamma di attrezzature per lavori in quota: principalmente le categorie di prodotto sono quattro, declinabili poi in vari modelli, sia standard che su misura.

- Le *scale*, sia standard che speciali per un totale di oltre 200 modelli diversi.



Figura 1.2 Modello Scala System

- I *trabattelli in alluminio*, realizzati in linea con le più severe norme sulla sicurezza esistenti nel rispetto delle EN1004 e offrono maneggevolezza, sicurezza e flessibilità, adattandosi alle esigenze dell'utente attraverso configurazioni di montaggio infinite.



Figura 1.3 Modello trabattello Top System

- Le *piattaforme aeree*, macchine per l'esecuzione del lavoro in quota e il sollevamento di materiali



Figura 1.4 Piattaforma E5

- I *serramenti*, attività di origine del gruppo, è oggi una divisione altamente specializzata in cui si realizzano infissi ad alto profilo tecnico ed architettonico.



Figura 1.5 *Divisione infissi*

1.3 Lo stabilimento di Tortoreto

Lo stabilimento si estende su un'area complessiva di 17.000 mq, di cui 13.500 mq di superficie coperta e si contano 92 dipendenti.

L'intero stabilimento è suddiviso in tre capannoni: uno ospita il reparto di produzione scale, laser, pressa, robot per la saldatura e magazzino automatizzato; un altro ospita il reparto di assemblaggio piattaforme e il relativo magazzino centrale; il terzo, della superficie di circa 1500 mq, è riservato invece alla divisione infissi. Vi è poi una zona centrale che ospita tutti gli uffici.

Nel 2020 il fatturato è stato di 11,8 milioni di Euro, al di sotto rispetto a quello dei precedenti anni, a causa della situazione pandemica mondiale. Le piattaforme prodotte nel 2020 sono state 588.

CAPITOLO 2

Lean Thinking

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 volte¹.

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?"¹.

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 impianti.

La necessità di operare con un sistema del genere nasce fundamentalmente dalla turbolenza che caratterizza il moderno contesto competitivo; le imprese, trovandosi di

¹ Fonte /1/

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 moderno²:

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.

I *principi* essenziali alla base del pensiero *lean* sono tre ²:

- Focus sul cliente e sul flusso di valore (value stream)
- Eliminazione degli sprechi (muda hunting)
- 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

² Fonte /2/

vengono identificati e rimossi gli sprechi.

Le leve per perseguire la soddisfazione del cliente sono:

- *Qualità*
- *Livello di servizio*
- *Costi*

cui si aggiunge il fattore *Motivazione* di chi è coinvolto nel processo e il suo ruolo fondamentale nel promuovere e sostenere il cambiamento³.

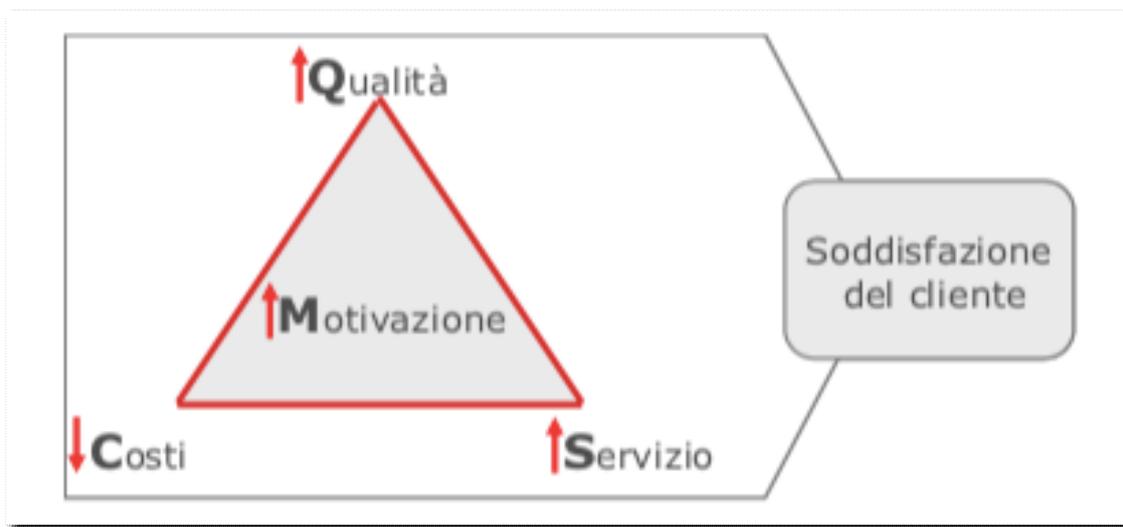


Figura 2.1 *Le leve per la soddisfazione del cliente*

Chiaramente anche i sistemi tradizionali sono orientati alla soddisfazione del cliente. Ciò che distingue la filosofia Lean è la modalità con cui si punta alla soddisfazione: nella concezione tradizionale al servizio vengono affiancati i concetti di scorta di sicurezza e pronta consegna, il Lean Thinking invece mira a garantire flessibilità e reattività al sistema, senza ricorrere ai magazzini, ma riducendo la variabilità del processo e i tempi di consegna.

³ Fonte /3/

Riguardo l'eliminazione degli sprechi, non tutta la parte *non a valore* può essere eliminata. Esistono, infatti, due tipologie di spreco⁴:

- *Evidente*, è quello strutturale, palese e quindi “attaccabile”
- *Nascosto*, non eliminabile a causa di vincoli tecnologici o economici.

In particolare le forme di spreco a cui si fa riferimento nell'analizzarli, sono:

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

⁴ Fonte /3/



Figura 2.2 I 7 sprechi di Taiichi Ohno

Gli *strumenti* che supportano gli interventi Lean possono essere ad esempio⁵:

- Value stream mapping
- Cellular manufacturing
- Total Quality Management e Total Productive Maintenance
- SMED
- Kanban

⁵ Fonte /2/

- 5S e kaizen
- One piece flow
- Visual management

2.1 I 5 pilastri della Lean Production

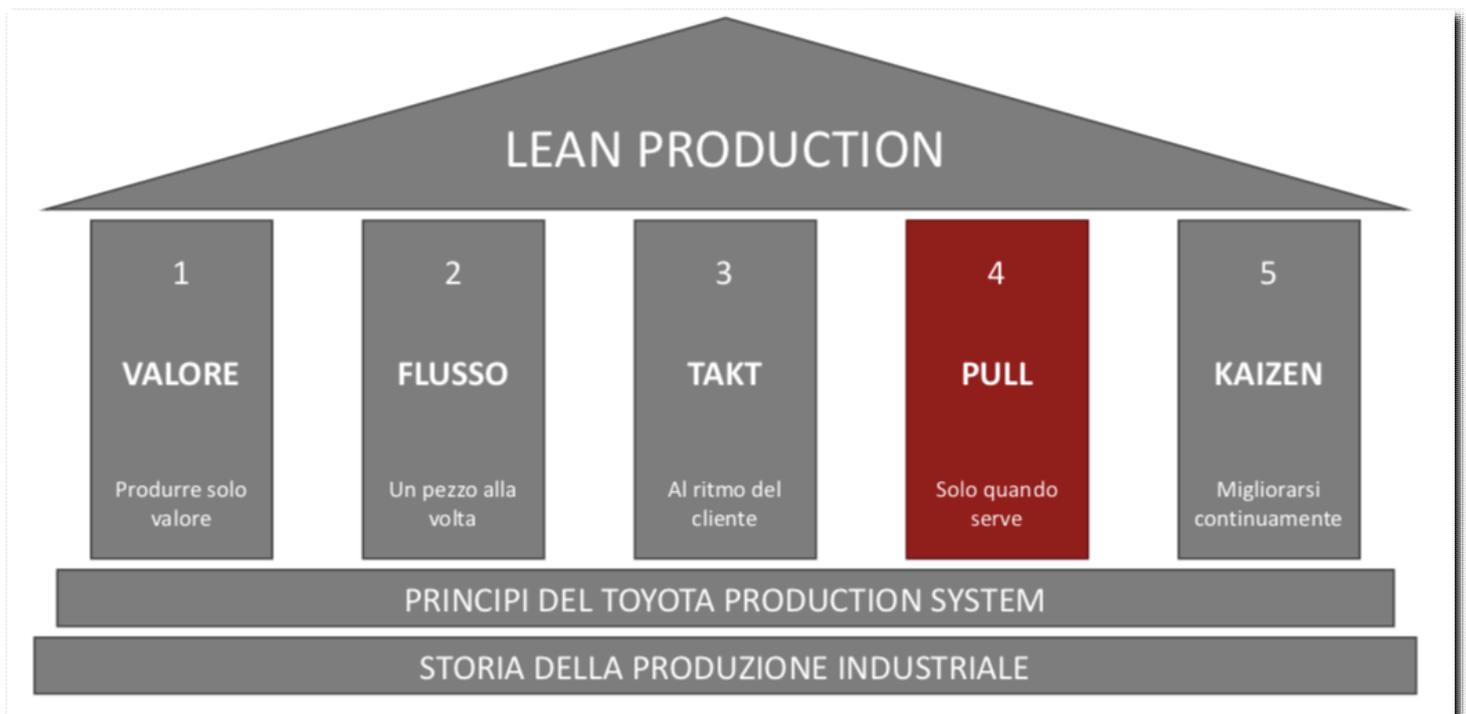


Figura 2.3 *Rappresentazione della Lean Production*

La figura 2.3 rappresenta la Lean Production come un tempio, i cui pilastri sono:

1. VALORE

Come anticipato precedentemente, la creazione di valore per il cliente rappresenta il focus di ogni business. L'individuazione delle attività che apportano valore aggiunto al prodotto/ servizio è dunque fondamentale per l'applicazione dei principi lean.

2. FLUSSO

Il prodotto deve fluire lungo il processo un pezzo alla volta (*“one piece flow”*).

3. TAKT

Per produrre solo ciò che serve, bisogna farlo al ritmo del cliente.

4. PULL

I flussi di materiale devono essere tirati dai consumi, affinché si produca solo quando serve.

Il pull è un metodo di gestione dei processi in cui la fase a monte produce solo se la fase a valle ha consumato e il WIP viene dunque mantenuto intrinsecamente limitato.

Esso rappresenta un sistema robusto, in quanto richiede poche informazioni:

- Si basa sui consumi fisici
- Bastano gli ordini del cliente

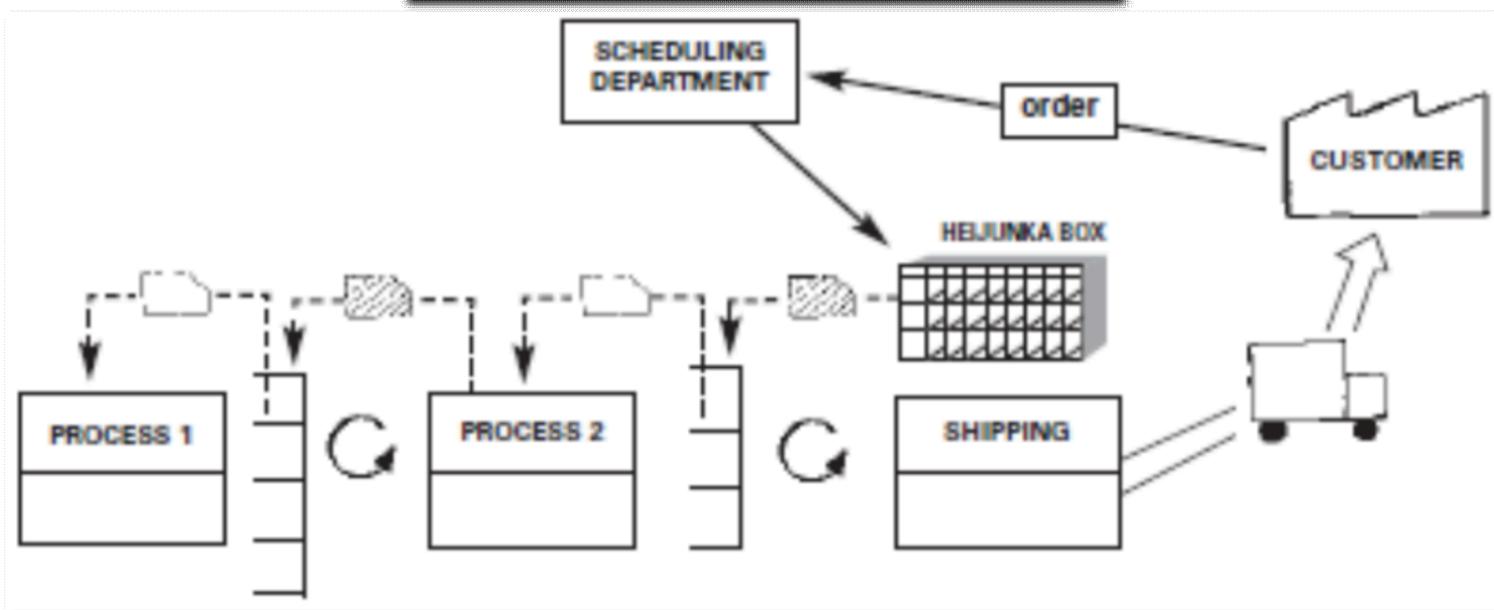
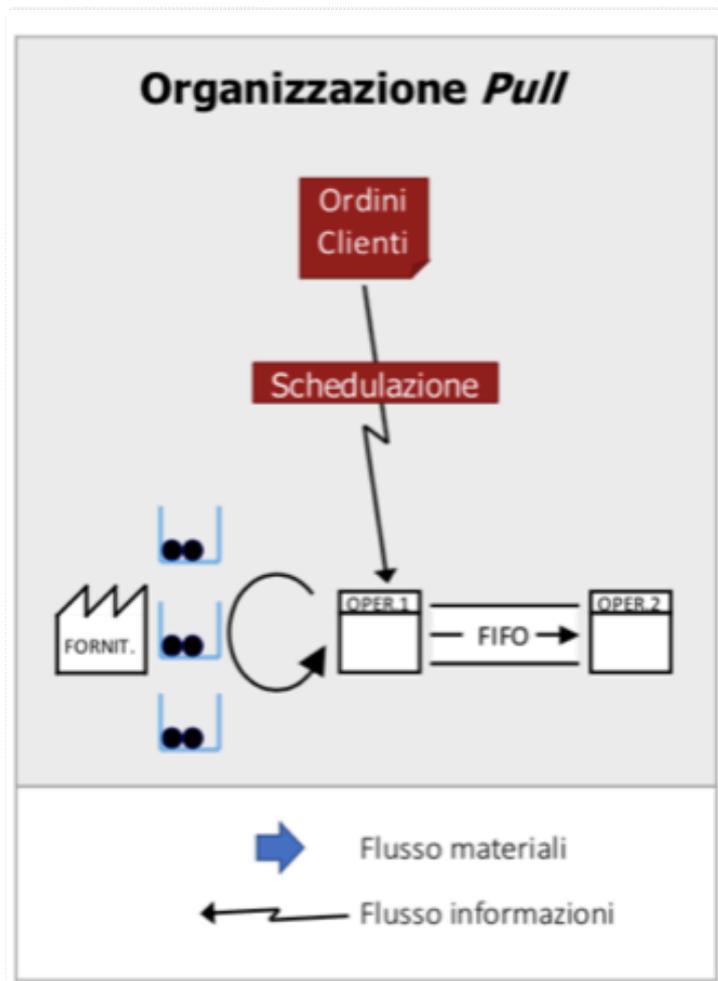


Figura 2.4 *Flusso PULL dei materiali*

I vantaggi di un sistema pull sono notevoli:

- Non sono necessarie previsioni accurate
- Tendenza favorevole ad ottimizzare il processo nel suo insieme anziché le singole operazioni
- Si produce solo a fronte di un effettivo consumo
- Il ritmo della produzione è cadenzato alla velocità di consumo del cliente
- Nessuna gestione delle piccole variazioni imprevedibili di consumo (difetti) e di carico di lavoro (rilavorazioni)
- Scorte e lead time di sicurezza sono ridotti al minimo per evidenziare i problemi e risolverli
- Tempi di attraversamento brevi

In contrapposizione al PULL, c'è un altro sistema di gestione dei flussi di materiali in un sistema produttivo: il sistema PUSH, con cui i materiali sono spinti con piani preordinati. Le numerose informazioni richieste da questo tipo di gestione, lo rendono un sistema molto sensibile a errori:

- Distinte base
- Date di consegna
- Giacenze
- Carichi e scarichi
- Scarti
- Imprevisti

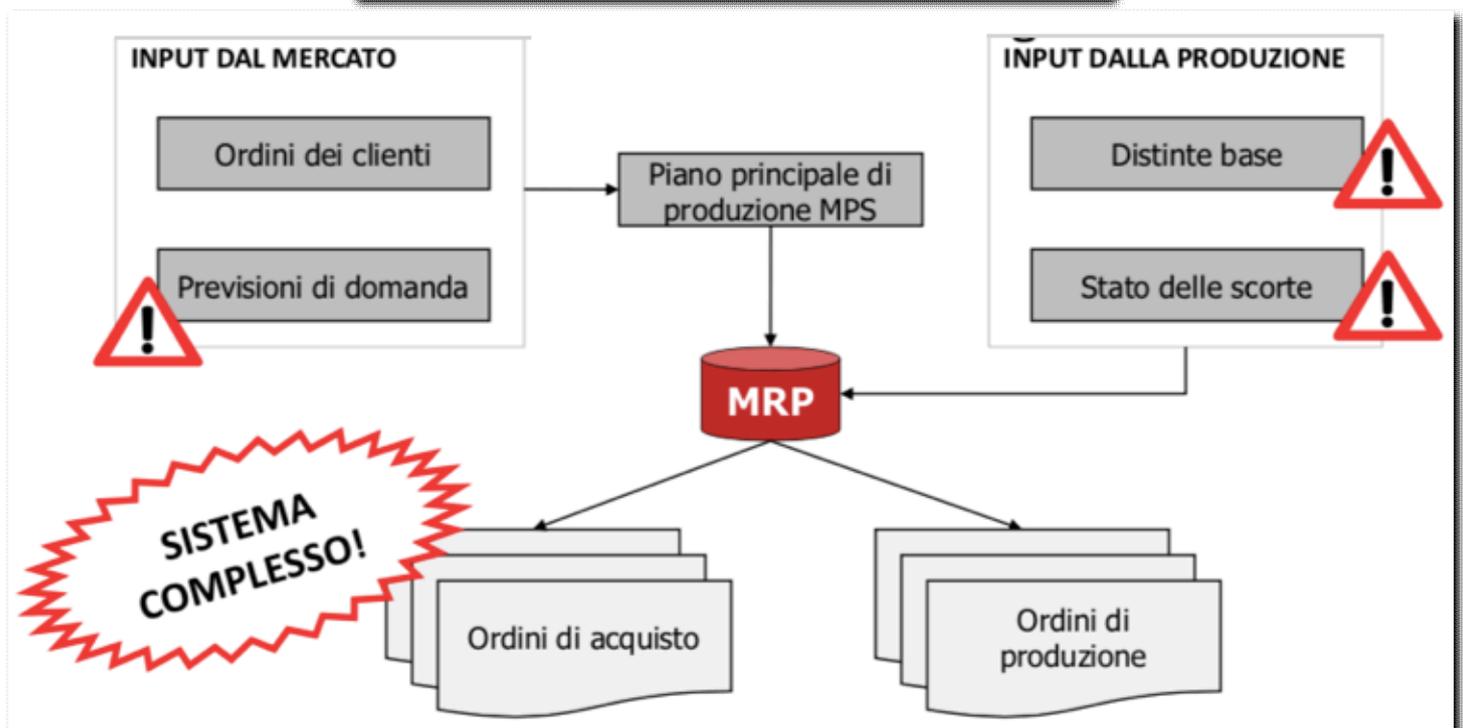
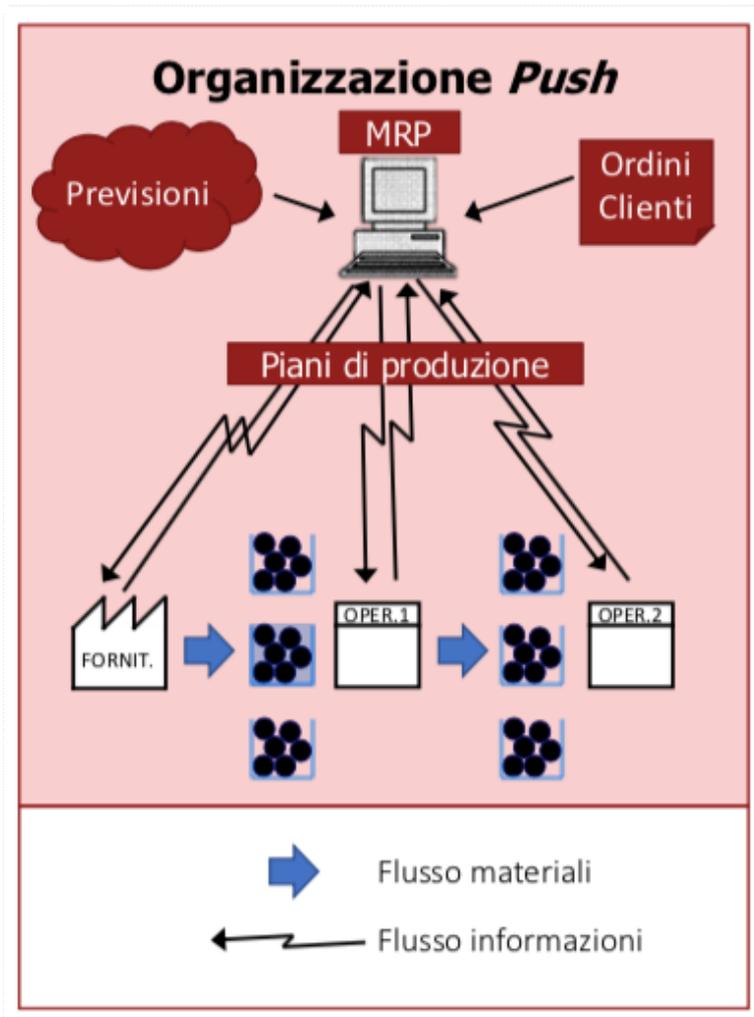


Figura 2.4.1 *Flusso PUSH dei materiali*

5. KAIZEN

Il termine, di derivazione giapponese, è combinazione di due parole, *Kai* che significa cambiamento e *Zen* che significa bene: cambiamento in bene o, più semplicemente, miglioramento.

La filosofia kaizen 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 periodo 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.

Le quattro fasi che consentono di perseguire tale miglioramento sono quelle descritte nel cosiddetto *Ciclo di Deming*, rappresentato in figura 2.5:

- **PLAN**: identificazione delle aree da migliorare delle pianificazione degli obiettivi
- **DO**: messa in atto delle azioni necessarie
- **CHECK**: monitoraggio del consolidamento di quanto messo in atto
- **ACT**: applicazione delle azioni correttive ed estensione al resto della struttura



Figura 2.5 Ciclo di Deming

2.2 Kanban

Il KANBAN è uno strumento della Lean Production che rende possibile il *Pull Flow* (flusso tirato) dei materiali. La logica kanban si basa sull'utilizzo di cartellini fisici che consentono la produzione, l'acquisto o la movimentazione dei materiali in base al loro consumo effettivo.

Gestire i materiali a kanban consente di:

- evitare la sovrapproduzione, che è una delle forme di spreco che più impatta sulla performance di un sistema produttivo
- Supportare le risorse impiegate nella programmazione della produzione e degli acquisti
- Sincronizzare il ripristino dei materiali agli effettivi consumi
- Semplificare la gestione dei materiali

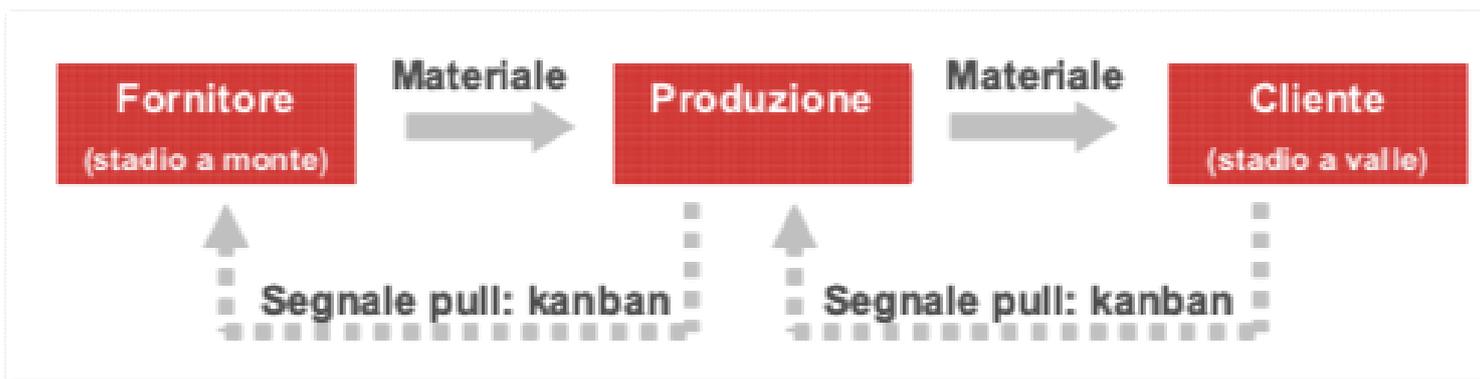


Figura 2.6 Schema generale di un kanban pull system

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 kanban⁶.

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 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.

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

⁶ Fonte /4/

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:

- 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
- 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...

- rimuove il C-kanban dal contenitore che ha appena svuotato e trasporta entrambi in prossimità del tabellone kanban della stazione i ;
- 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;
- riporta il materiale nella stazione di consumo;
- il P-kanban che si è liberato viene attaccato nel tabellone kanban;
- 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;
- 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 segnale⁷) in

⁷ Fonte /5/

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.

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).

La produzione risulta così allineata alla domanda, i lead time e le giacenze rimangono contenuti (figura 2.8) e, in definitiva, viene incrementato il livello di servizio al cliente.

In linea con l'obiettivo di tale elaborato, nel capitolo 4 che tratta l'intero caso aziendale, viene descritta l'introduzione della gestione kanban nel reparto assemblaggio piattaforme, attraverso il *sistema kanbanbox* un servizio web-based che supporta l'azienda nell'implementare, gestire e mantenere il flusso dei materiali a kanban.

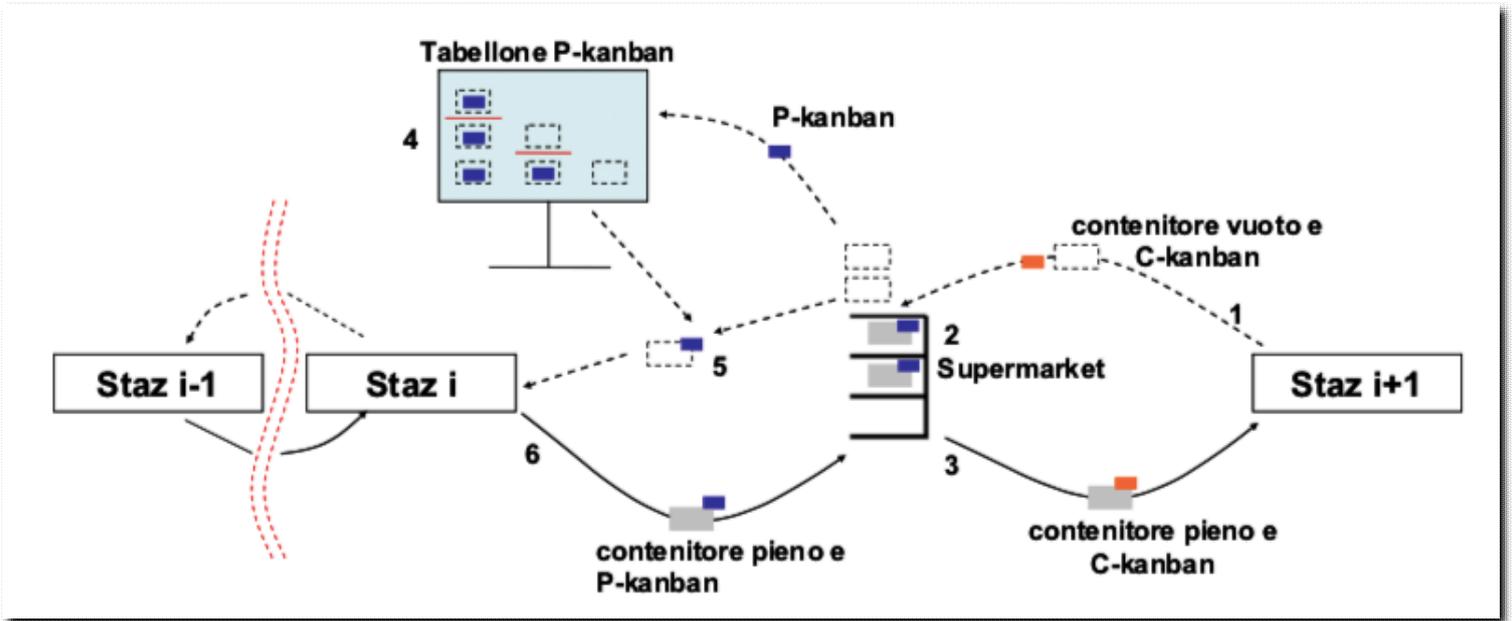


Figura 2.7 *Rappresentazione grafica del funzionamento di un sistema kanban*

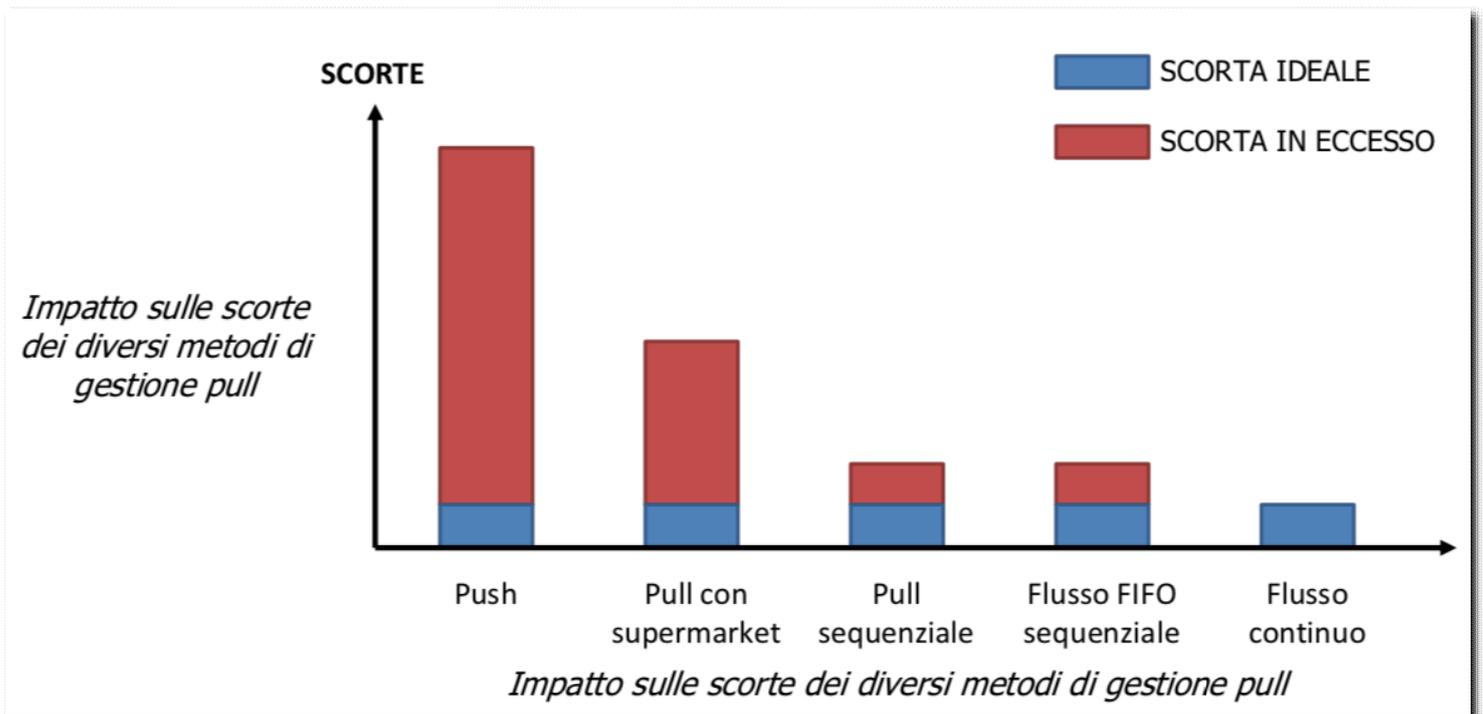


Figura 2.8 *Impatto sulle scorte con sistema PULL*

2.3 Le 5S

Un altro strumento della Lean Manufacturing è rappresentato dal *Metodo 5S*, termine che sta ad indicare cinque concetti di lingua giapponese che rappresentano i principi fondamentali da applicare sul posto di lavoro per migliorare l'efficienza del lavoro quotidiano e standardizzare il lavoro stesso.

Come vedremo nei capitoli a esguire, tra le soluzioni proposte nella realizzazione del progetto, rientra la riorganizzazione delle postazioni di lavoro attraverso le 5S.

Molte persone sottostimano il valore della sicurezza, dell'ordine e della pulizia del posto di lavoro. Il 30% dei difetti di qualità, però, sono direttamente collegati a queste questioni. Vediamole una alla volta.



Figura 2.9 Rappresentazione grafica del metodo 5S

1) SEIRI “Separare il necessario dal superfluo”

In particolare si tratta di identificare tutto ciò che è necessario nella postazione di lavoro per realizzare il prodotto e rimuovere qualunque altro materiale non strettamente indispensabile. A livello pratico la prassi impone l'applicazione di un'etichetta rossa su quegli articoli che non si considerano utili per l'operazione o per il processo. Questo è un modo perfetto per liberare spazio eliminando per esempio attrezzature rotte, macchinari obsoleti, componenti non necessari, scarti, eccessi di materia prima, ecc.

2) SEITON “Ordinare i materiali”

Consiste nel processo mediante cui si ordinano i materiali in posizioni ben definite per eliminare i tempi di ricerca e si cerca di condensare tutto in spazi ridotti e ordinati.

Si tratta di sistemare gli strumenti, le attrezzature ed i materiali in modo tale che l'operatore possa vedere dove si trovano, possa facilmente prelevarli, adoperarli e rimetterli al loro posto. Una metodologia applicata a tal proposito è quella di contrassegnare i materiali nella loro ubicazione, per esempio associando il nome o nel caso di utensili realizzando delle sagome identificative sul pannello attrezzi.

Questa banale quanto efficace soluzione permette l'identificazione immediata dell'utensile in quel momento necessario riducendo i tempi; permette di rilevare immediatamente mancanze che vanno ripristinate ed inoltre, in linea generale all'operaio vengono forniti esclusivamente gli utensili necessari al lavoro che deve eseguire in modo da evitare possibili confusioni.

Un altro esempio di questa “S” è il tracciamento di segni per terra per identificare le aree destinate ad ogni carrello e contenitore speciale. In più ogni area viene contraddistinta da una lettera (indicativa della fase) e da un numero per il posizionamento univoco dei carrelli e dei contenitori.

3) SEISON “Mantenere l'ordine”

Consiste nel mantenere l'ordine pulendo e riordinando sistematicamente e periodicamente le varie aree di lavoro per scoprire i problemi.

Mediante la pulizia del posto di lavoro, la risistemazione ordinata degli utensili, l'eliminazione di tutto quello che non serve è possibile accorgersi di tutta una serie di

problemi (mancanze, parti rotte, malfunzionamenti delle macchine, ecc) e risolverli nella maniera più efficace.

4) SEIKETSU “Standardizzare e migliorare”

Una volta raggiunto il livello di ordine ideale della propria postazione, tale livello deve rimanere immutato e conservato da lì in avanti. Per poter aiutare tale conservazione della pulizia è necessario che le precedenti attività diventino istituzionalizzate e ciò è possibile implementando dei controlli ispettivi periodici ed “educando” gli operai a elencare e riferire tutte le mancanze e inesattezze che rilevano con il loro operato.

5) SHITSUKE “Mantenere e migliorare gli standard e i risultati raggiunti attraverso l’intero processo”

È una delle responsabilità del management. Deve rinforzare l’importanza dei lavori di pulizia e dimostrare la leadership mettendo in pratica esso stesso i principi precedenti. Deve imporre disciplina e rigore per il proseguo.

Questa è la "S" più difficile da applicare, in quanto si tratta di “educare” l’operatore, spingendolo all’autocontrollo della propria postazione di lavoro. Questa forzatura all’autocontrollo rappresenta poi un incentivo per l’operaio non solo a migliorare se stesso, ma anche a migliorare le condizioni di lavoro a livello più generale, garantendo anche un incremento della sicurezza.

CAPITOLO 3

L'analisi Tempi e Metodi

Lo studio dei Tempi e Metodi rientra negli studi di produttività e nella fattispecie in quelli di produttività del lavoro. Tale espressione riporta all'attività di determinazione del tempo necessario all'esecuzione di uno specifico lavoro e all'attività di ricerca del miglior metodo, che nel rispetto delle condizioni di ergonomia e sicurezza, è funzionale all'esecuzione di tale lavoro.

In particolare, in ambito ingegneristico, tale attività permette di:

- individuare il miglior metodo a fronte dei sistemi e macchine disponibili (o previsti) e verificarne la fattibilità dal punto di vista produttivo;
- misurare i tempi necessari consentendo, quindi, di calcolare le risorse necessarie, equilibrare i carichi di lavoro e programmare, in modo adeguato, la produzione.

Dal punto di vista storico le attività di "tempi e metodi" derivano sostanzialmente dagli studi di organizzazione del lavoro di stampo tayloristico che si sono diffusi a partire dalla seconda metà dell'800 negli Stati Uniti.

Il contesto socio-economico in cui Taylor si afferma è quello della seconda rivoluzione industriale, che vede l'esplosione delle innovazioni tecnologiche, la nascita di nuovi settori produttivi e la crescita delle attività industriali e commerciali. L'opera di Taylor si sviluppa con lo scopo di dare efficienza al sistema produttivo americano chiamato all'imminente sforzo bellico. Egli individua le cause della scarsa efficienza delle fabbriche nell'imperfezione dei sistemi organizzativi impiegati e nell'inefficienza dei metodi adottati.

Taylor propone, quindi, un nuovo sistema di gestione e di direzione, che ha nei seguenti punti la sua essenza:

- Lavoro standardizzato
- Riduzione dei tempi di ciclo
- Studio di tempi, metodi ed ergonomia

- Misure delle prestazioni e loro analisi come base per il miglioramento continuo

Lavorare sulla base di operazioni standardizzate è il prerequisito fondamentale per poter attuare il miglioramento continuo.

Uno *standard* consiste nel miglior metodo definito, che è seguito fino a quando un metodo migliore viene individuato, testato e accettato.

Il concetto di standardizzazione dunque consiste nel:

- Razionalizzazione ed ottimizzazione dei processi aziendali (chi fa che cosa e come, cercando di eliminare i passaggi inutili)
- Mantenimento e miglioramento della qualità dei prodotti e dei servizi (standard e regole chiare)
- Chiarezza organizzativa (ruoli e responsabilità)
- Riduzione dei costi della non qualità (non dover fare le cose 2 volte, sapere dove sono gli attrezzi, i documenti, la modulistica, le pratiche,...)
- Crescita e sviluppo delle risorse umane (migliore clima e comunicazione interna, scambio di competenze, mobilità facilitata, lavoro in team,...)

Volendo riassumere la funzione Tempi e Metodi è quella di:

- Descrivere il ciclo di lavoro e i metodi effettivamente utilizzati.
- Valutare il tempo normale e maggiorarlo in relazione alle condizioni di lavoro.
- Pubblicare il tempo standard di riferimento e mantenere aggiornata la collezione dei tempi standard garantendo la loro attendibilità nel tempo.
- Elaborare i dati raccolti secondo una logica oggettiva, chiara, attendibile e condivisa all'interno delle funzioni dell'azienda.

3.1 Lo studio dei metodi

Lo studio dei metodi è una tecnica che sottopone ogni operazione di un determinato lavoro ad un'analisi accurata ed approfondita, in modo da eliminare ogni operazione superflua e da accostarsi il più possibile al metodo migliore per eseguire ogni fase necessaria, ovvero:

- Più semplice
- Più veloce
- Più economico
- Più sicuro

Ogni procedimento lavorativo in uso è quasi sempre migliorabile, a volte solo semplificando i movimenti, a volte attuando modifiche alle attrezzature in uso o adottandone di nuove e più razionali. In alcuni casi il miglioramento può richiedere la critica costruttiva del progetto.

La Standardizzazione consiste in un "set" di istruzioni che definiscono e illustrano chiaramente il metodo e le sue misurazioni, quindi ogni aspetto con il quale un lavoro deve essere compiuto: si ha così il "lavoro standard".

Il lavoro standard è uno strumento per mantenere la produttività, la qualità e la sicurezza ad alti livelli e per potere migliorare.

Come vedremo nel prossimo capitolo, l'obiettivo dello studio dei metodi è quello di avere la più alta percentuale di operazioni a VALORE AGGIUNTO.

Sono considerate a Valore Aggiunto in senso stretto le attività e le risorse consumate per le quali il Cliente finale è disposto a pagare e che modificano in modo percepibile il "prodotto" o servizio verso il prodotto finito.

Per perseguire tale obiettivo bisogna:

- Ridurre le attese uomo
- Rivedere la postazione disorganizzata
- Studiare attrezzature più appropriate
- Eliminare il tempo speso per rifornirsi dei materiali e degli attrezzi
- Eliminare le strozzature, i "colli di bottiglia"
- Eliminare o ridurre i tempi di preparazione lavoro
- Eliminare o ridurre i tempi per accantonare i pezzi prodotti
- Ridurre lo sforzo e quindi la fatica in alcune operazioni
- Ridurre i ritardi o l'inutilizzazione delle macchine, ecc.

3.2 Lo studio dei tempi

“Se non possiamo misurare, non possiamo migliorare” (Genichi Taguchi)

“Quando il lavoro è misurato in maniera corretta le persone si motivano” (Ryuji Fukuda)

Lo studio dei tempi è una tecnica per determinare il più accuratamente possibile, mediante un numero limitato di osservazioni, il tempo necessario per eseguire una determinata attività secondo un definito standard di rendimento.

Lo scopo principale dello studio dei tempi è quello di giungere alla conoscenza, sufficientemente precisa, della durata di ciascuna operazione, per permettere il controllo e la valutazione della produzione, assolvendo ai seguenti scopi:

- Stabilire la durata delle fasi operative
- Migliorare l'utilizzo delle macchine e delle attrezzature
- Programmare il lavoro
- Selezionare metodi alternativi di produzione
- Determinare costi standard
- Introdurre sistemi di incentivazione

3.2.1 Studio del lavoro

Gli obiettivi dello studio del lavoro sono:

- migliorare la produttività
- programmazione più efficace maggiore precisione nei costi

Determinando

- la sequenza più logica e razionale delle fasi operative
- la durata delle fasi operative

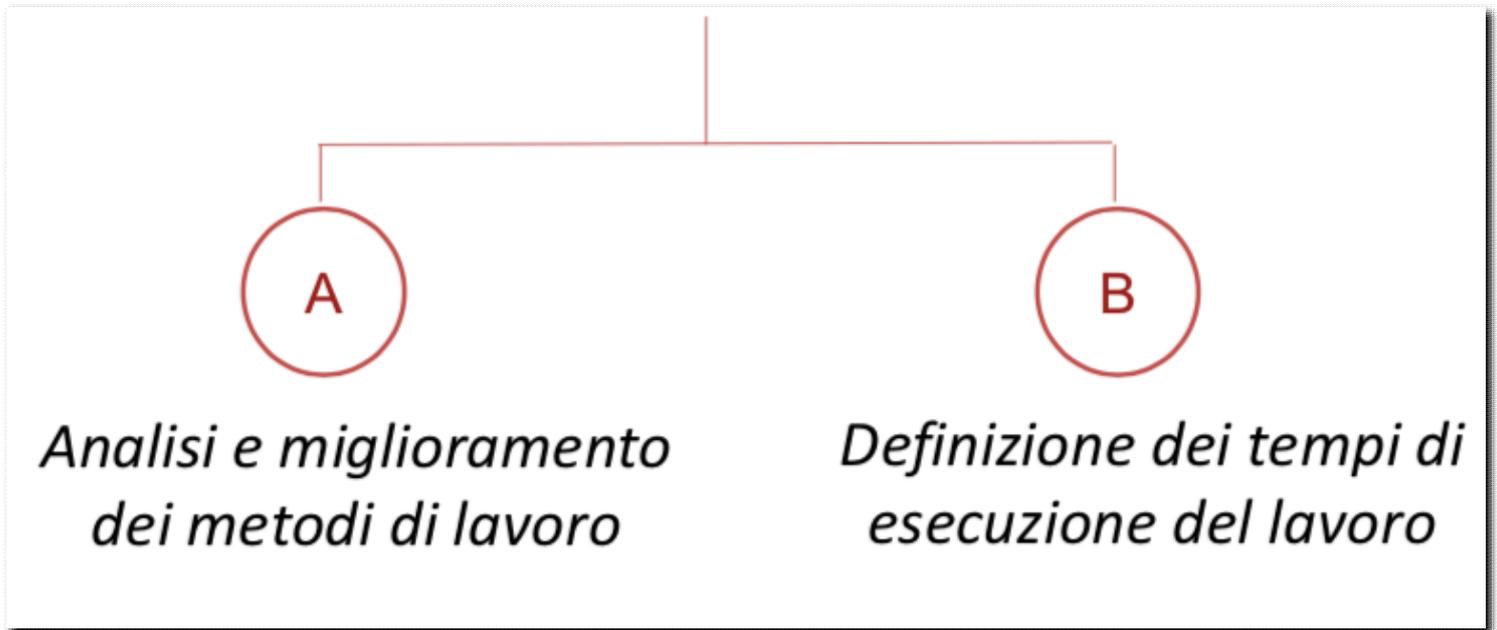


Figura 3.1 *Lo studio del lavoro*

3.2.2 Le tecniche di rilievo dei tempi

Il rilievo dei tempi può essere considerato la fase principale del cronometraggio. In essa troviamo infatti l'impostazione dell'analisi e, soprattutto, la misura del tempo, la stima del rendimento e delle concessioni o maggiorazioni.

Le tecniche per la definizione dei tempi operativi si distinguono in due categorie:

- *In field*: si tratta del rilevamento diretto dei tempi, ci si reca in produzione e attraverso un cronometro si misurano i tempi delle attività.
- *Engineered*: sono tecniche di preventivazione, in cui i tempi standard sono predeterminati "a tavolino".

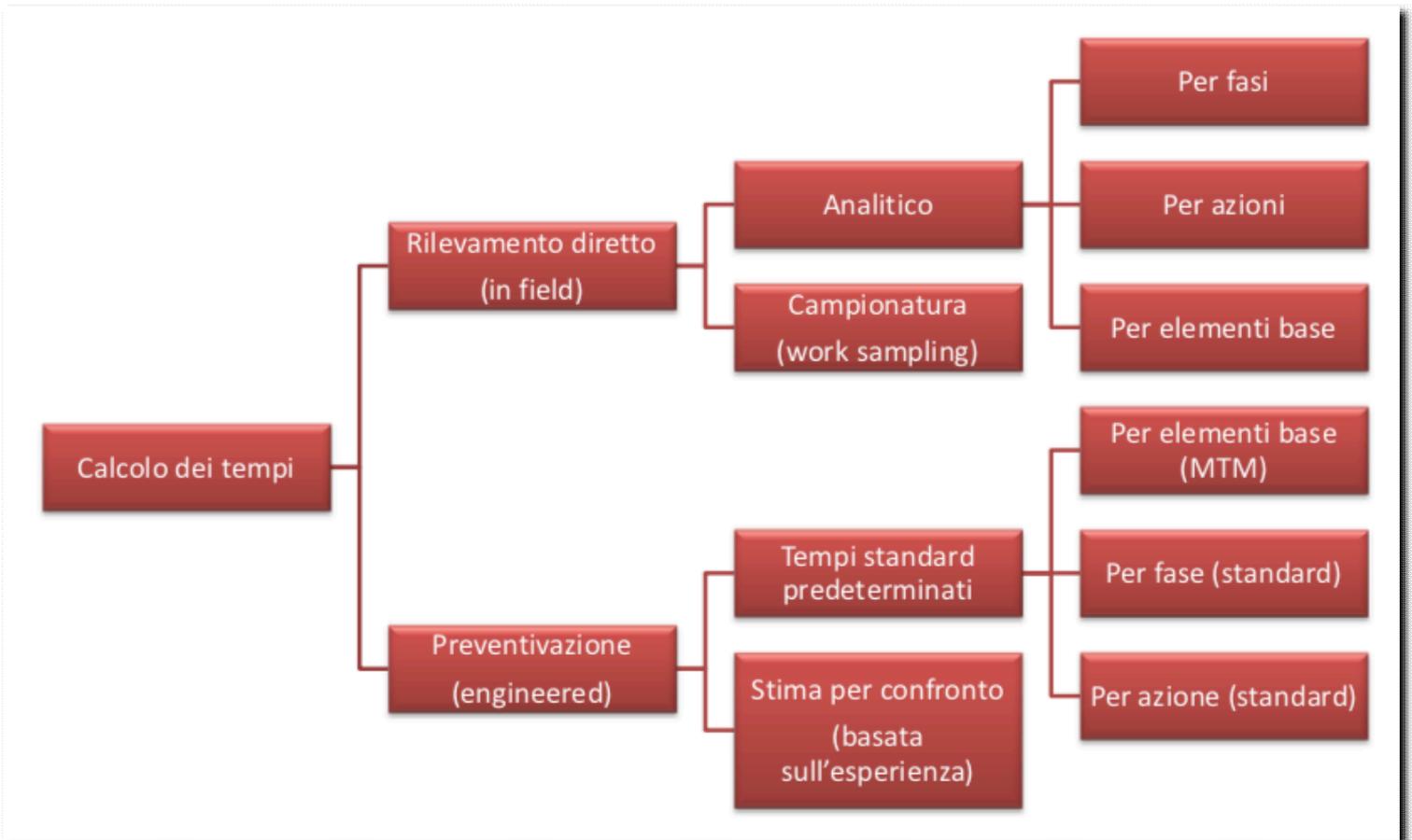


Figura 3.2 Le tecniche per stabilire i tempi operativi

3.2.3 Il rilievo dei tempi

L'assegnazione dei tempi standard può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

1. Analisi dell'operazione
2. Rilievo del tempo:
 - Valutazione del rendimento
 - Cronometraggio
3. Normalizzazione dei tempi
4. Assegnazione del Fattore di Riposo e del Fattore Fisiologico

Vediamo le fasi nel dettaglio.

1. Analisi dell'operazione

L'analista può anche non conoscere preventivamente l'operazione da rilevare; egli però deve studiarla in modo approfondito sul posto, prima e durante il cronometraggio.

Ciascuna operazione va suddivisa in elementi o fasi che siano definibili, cronometrabili e omogenee.

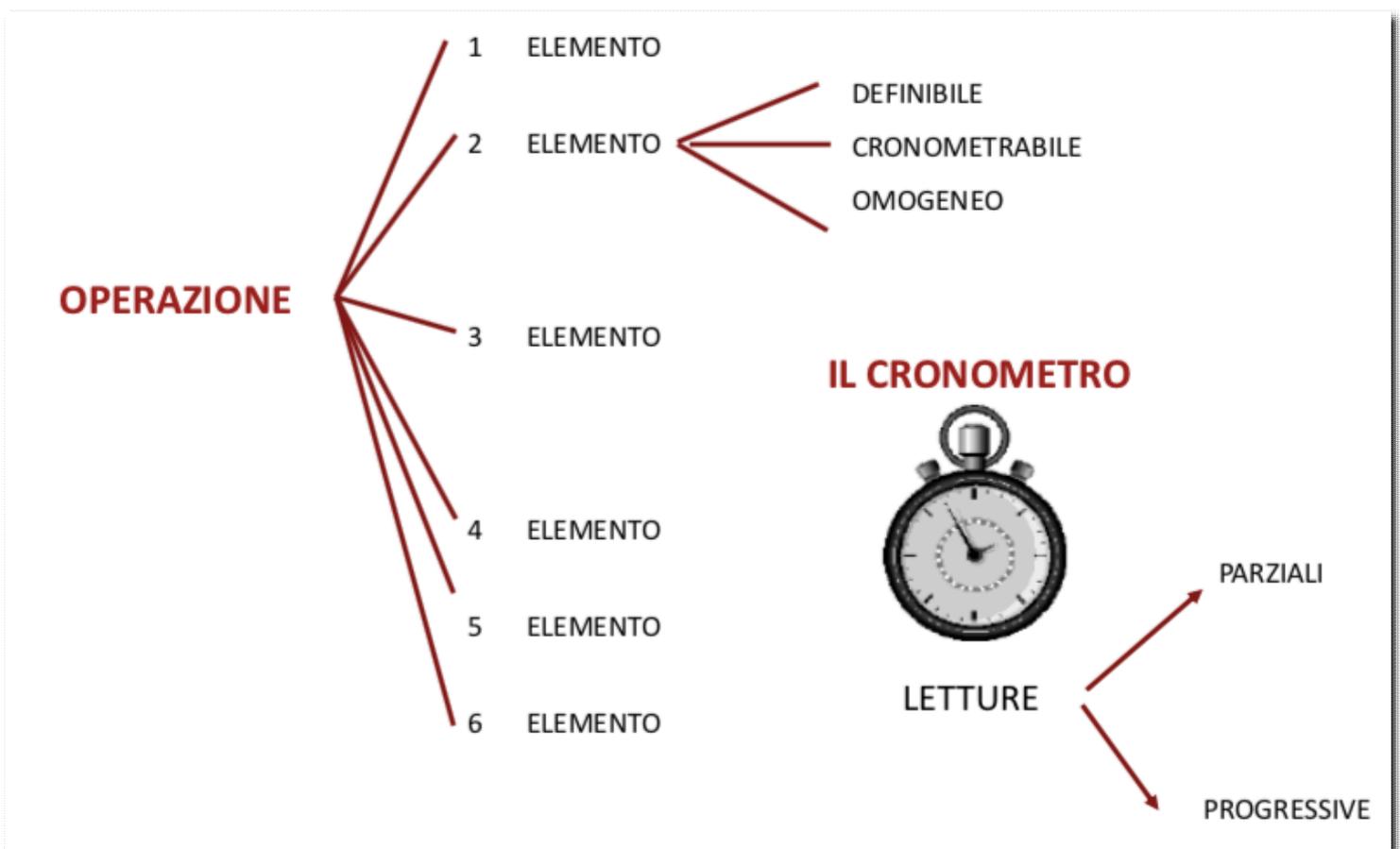


Figura 3.3 Ciclo di lavoro e suddivisione in fasi

2. Il rilievo cronometrico

Dopo la fase preliminare di raccolta delle informazioni, l'analista è pronto ad iniziare il rilievo vero e proprio dei tempi.

Un istante prima di leggere il tempo impiegato per eseguire l'operazione bisognerebbe ricordarsi di scrivere il rendimento stimato pe eseguire l'operazione che si sta misurando.

Per rendimento si intende la risultante dell'efficacia e della velcoità con cui viene eseguito un certo elemento di un'operazione. La sua valutazione consiste nel raffronto mentale compiuto dall'analista fra la prestazione dell'operatore che egli osserva e la sua idea di una prestazione standard relativa ad un determinato metodo.

Il rendimento normale è quello sviluppato da un operatore di normali capacità ed operosità che lavora in normali condizioni di lavoro; esso deve essere mantenuto durante tutta la prestazione lavorativa senza eccessiva fatica fisica o mentale ed è caratterizzato dall'impiego costante di un ragionevole sforzo.

Per l'analisi tempi e metodi si fa riferimento a delle scale di rendimento che sono quelle illustrate nella seguente figura:

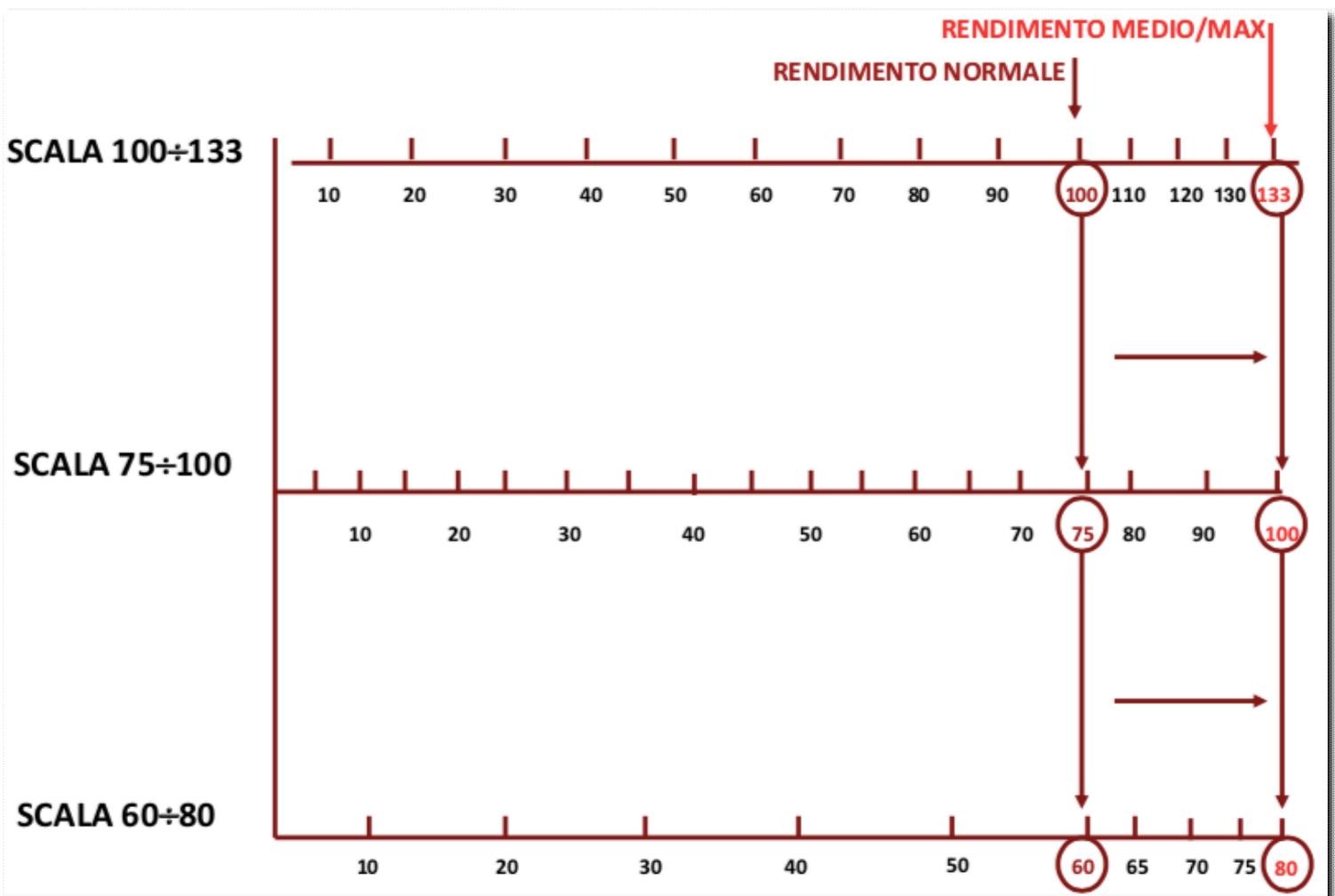


Figura 3.4 Tipologie di scale di rendimento

La scala dei rendimenti globalmente più usata è quella che pone il rendimento normale uguale a 75 e il rendimento medio massimo eguale a 100.

3. La normalizzazione dei tempi

Dopo aver rilevato i tempi e segnati i rendimenti, si procede a normalizzare i tempi secondo le seguenti formule:

$$TN = t^* (R \text{ rilevato}/R_{\text{normale}})$$

Dove:

TN: tempo a rendimento normale

t: tempo rilevato per la fase

Rrilevato: rendimento secondo il giudizio dell'analista

Rnormale: definito sopra, dipende dalla scala utilizzata

$$Ts = [\sum (t/R_{\text{normale}})]/n^{\circ}\text{rilievi}$$

Dove

Ts=tempo normalizzato

4. Le maggiorazioni

Per ottenere i tempi standard occorre maggiorare i tempi normalizzati con i coefficiente di riposo. Le maggiorazioni sono relative a:

- bisogni personali
- fatica

- ritardi inevitabili
- Maggiorazioni speciali
- Maggiorazioni aziendali

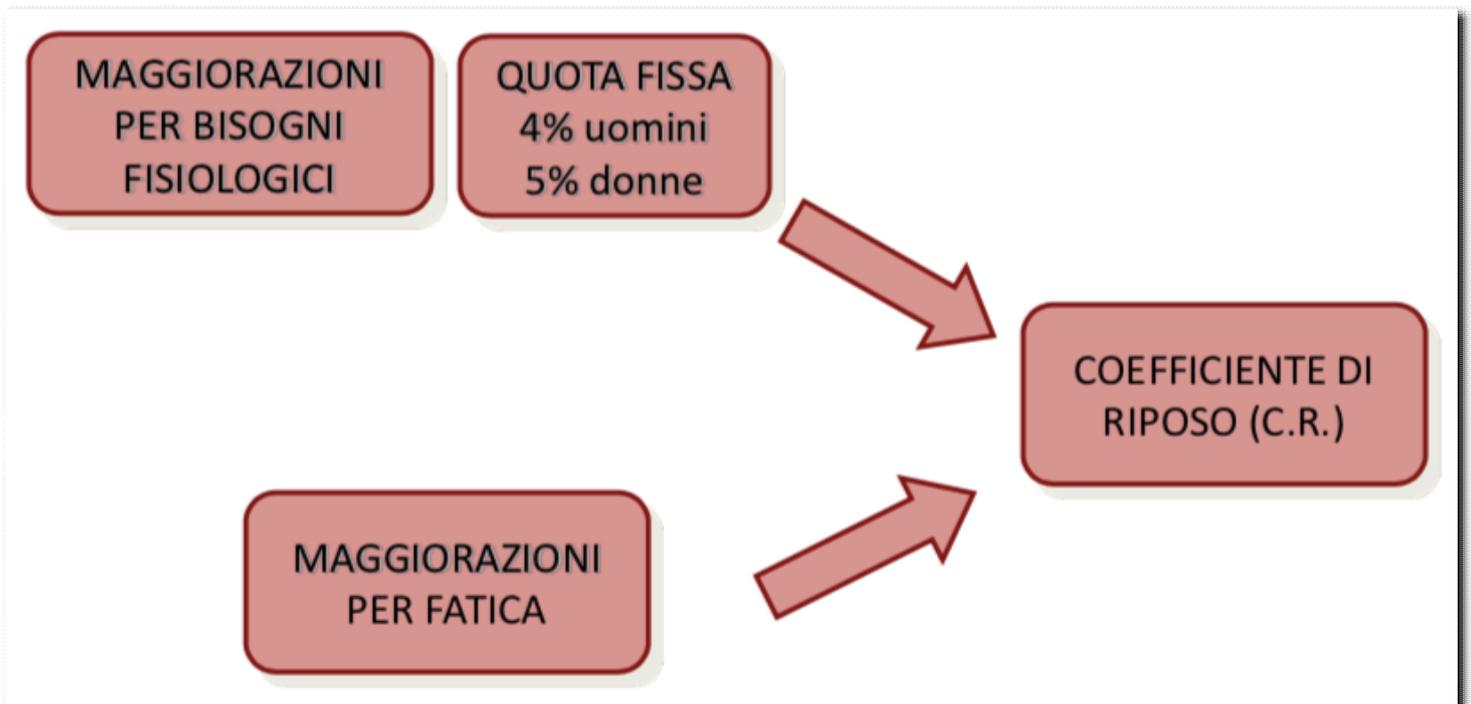


Figura 3.5 Il coefficiente di riposo

Sono presenti delle tabelle (esempio in figura 3.6) cui si può fare riferimento per l'assegnazione dei coefficienti, tuttavia le maggiorazioni vengono stabilite solitamente sulla base dell'esperienza dell'analista e contestualmente al settore industriale di riferimento.

TABELLA DELLE MAGGIORAZIONI PER FATTORI DI RIPOSO

	POSIZIONE BASE	ATTEGGIAMENTO DEL TRONCO E DEGLI ARTI	RESISTENZA OPPOSTA DAL MEZZO MECCANICO O DAL PESO			
			L	M	P	PP
			0-2 Kg.	2-10 Kg.	10-20 Kg.	20-25 Kg.
			FATTORI DI RIPOSO IN %			
1		A Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco quasi fermo	5	6 - 7	-	-
		B Tronco ed arti in atteggiamento disagiata, con tronco quasi fermo	7	8 - 10	-	-
2		A Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco quasi fermo	7	8 - 9	10 - 12	13 - 17
		B Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco in movimento	9	10 - 12	13 - 15	16 - 20
		C Tronco ed arti in atteggiamento disagiata, con tronco quasi fermo	11	12 - 14	15 - 18	19 - 23
		D Tronco ed arti in atteggiamento disagiata, con tronco in movimento	13	14 - 16	17 - 20	21 - 25
3		A Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco quasi fermo	8	9 - 10	11 - 13	-
	B Tronco ed arti in atteggiamento disagiata, con tronco quasi fermo	12	13 - 15	16 - 19	-	
4		A Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco quasi fermo	10	11 - 13	-	-
		B Tronco ed arti in atteggiamento disagiata, con tronco quasi fermo	14	15 - 18	-	-
5		A In piano, con o senza carico	10	11 - 14	15 - 19	20 - 24
		B In salita e in discesa, con o senza carico	13	14 - 17	18 - 22	23 - 27
		C Tirando o spingendo carrelli in piano	11	12 - 15	16 - 20	21 - 25

N.B.: I fattori di riposo della presente tabella sono comprensivi delle maggiorazioni per necessità fisiologiche pari al 4%.

Figura 3.6 Esempio di tabella per l'assegnazione dei fattori di riposo

3.3 L'analisi Tempi e Metodi in Faraone Industrie spa

Lo studio dei tempi, pur essendo un modello trasmissibile, e quindi “scientifico”, non è una scienza esatta.

Specialmente la valutazione del rendimento dei lavoratori può costituire l'aspetto più controverso della contrattazione delle prestazioni di lavoro. Il giudizio del rendimento affidato all'analista è pertanto soggettivo e molto vale l'esperienza e la preparazione dello stesso.

Per tale ragione, trattandosi dello svolgimento di un lavoro di tesi, nell'analisi effettuata in azienda i rendimenti e i coefficienti di maggiorazione sono stati scelti e concordati con la direzione di produzione.

In particolare la scala di rendimento a cui si fa riferimento nell'analisi Tempi e Metodi è quella 75-100. Per la normalizzazione dei tempi, ciascun tempo rilevato è stato moltiplicato per il rendimento rilevato e diviso per il rendimento normale (pari appunto a 75 con la scala utilizzata). Riguardo le maggiorazioni ci si attesta intorno al 10-11%, comprendendo sia fattore di riposo che bisogni fisiologici.

L'analisi Tempi e Metodi svolta è descritta nel dettaglio nel capitolo successivo, che tratta l'intero caso aziendale.

CAPITOLO 4

Il caso aziendale

4.1 Introduzione al progetto

In un'ottica di ridefinizione di tutti i centri di lavoro dello stabilimento al fine di incrementarne produttività ed ergonomia, l'azienda ha individuato il reparto di assemblaggio piattaforme come uno dei più critici a causa del disordine di materiale e utensili, alla mancanza di spazio e al metodo di lavoro discutibile e quindi si sono stimati margini di miglioramento in termini di produttività e ottimizzazione degli spazi di lavoro. Il capannone che ospita il reparto piattaforme comprende quattro centri di lavoro, ognuno dei quali è riservato alla produzione di una certa famiglia di prodotto: l'oggetto di analisi di tale elaborato è il centro di lavoro 1 (CDL1).

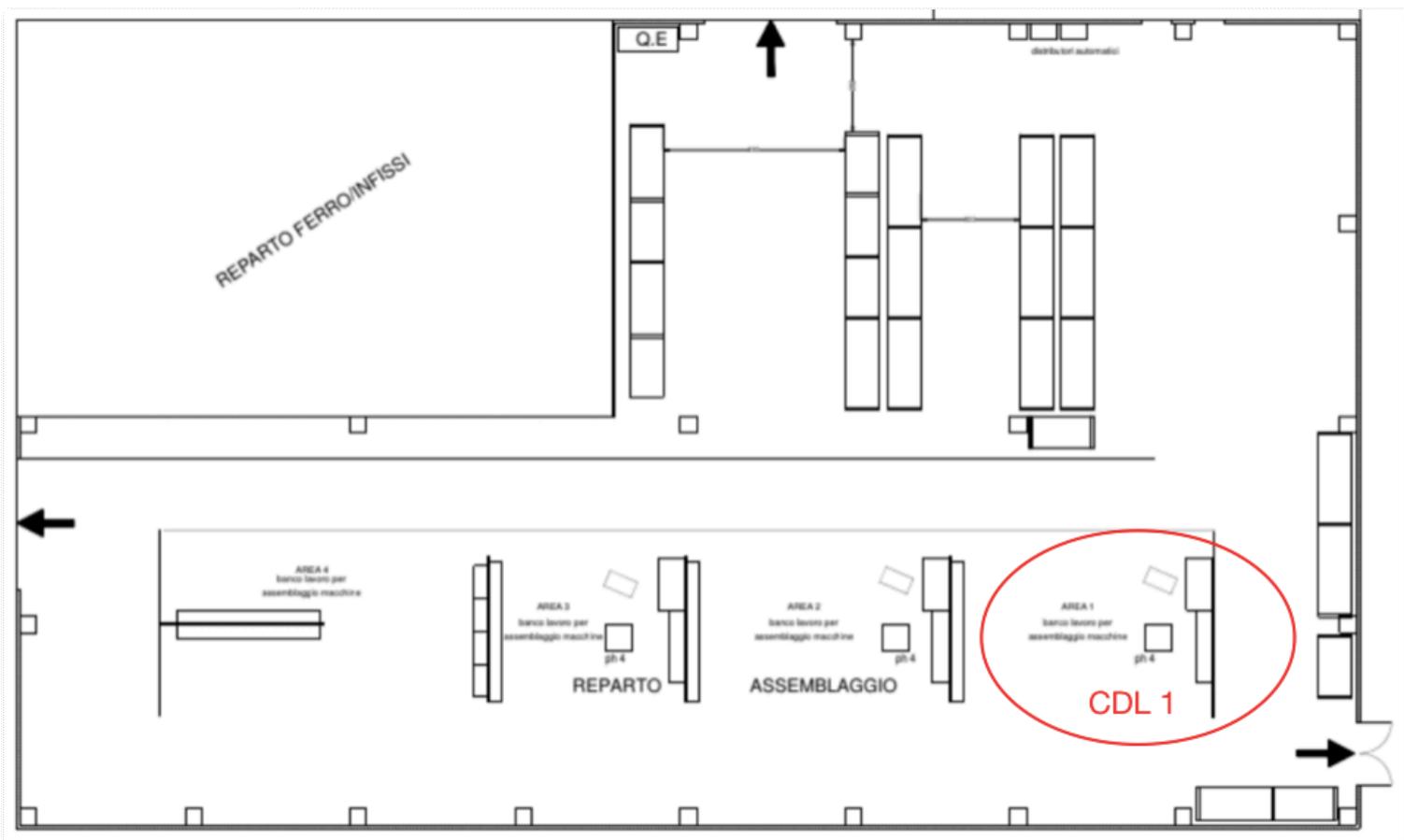


Figura 4.1 *Layout reparto di assemblaggio piattaforme*

Il CDL 1 provvede all'assemblaggio di quattro modelli di piattaforme, che si differenziano tra loro per funzionalità, configurazione dei cestelli, presenza di kit opzionali per la personalizzazione.

Ciascun modello, ad eccezione della 65 TB, prevede due versioni (65 e 80) che si differenziano per l'altezza massima di lavoro raggiungibile.

Vediamo una breve descrizione dei quattro prodotti.

• ELEVAH 65-80 MOVE

È una piattaforma compatta e leggera, che permette di lavorare in quota fino a 6,5 m (65 MOVE) o 7,75 m (80 MOVE), impiegabile per la manutenzione di teatri, musei, sale congressi, palasport grazie al suo peso ridotto.

Caratteristiche:

ALTEZZA MAX. DI LAVORO: 6,5 m (65 MOVE) / 8,0 m (80 MOVE)

PESO: 680 kg (65 MOVE), 750 kg (80 MOVE)

DIMENSIONI : 78x128 cm (65 MOVE), 78x128 cm (80 MOVE)

PORTATA MAX: 200 kg (1 persona)

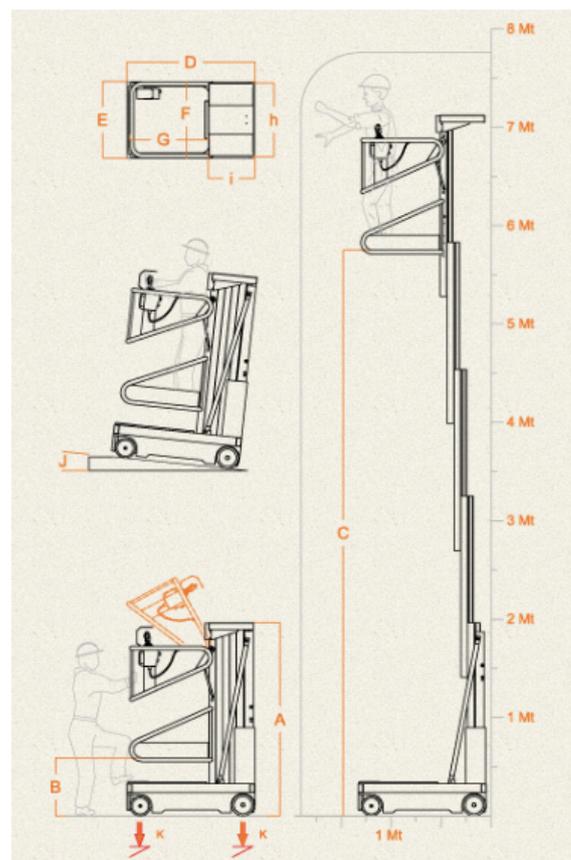


Figura 4.2 ELEVAH 65-80 MOVE

• ELEVAH 65-80 MOVE PICKING

É un carrello elevatore per attività di picking in grado di arrivare ad un'altezza di lavoro di 6,5 m o 8 m, ideale per magazzini, centri commerciali, e-commerce e-shops.

Caratteristiche:

ALTEZZA MAX. DI LAVORO: 6,5 m (65 PICKING) / 8,0 m (80 PICKING)

DOPPIO INGRESSO LATERALE

DIMENSIONI : 78x128 cm H:172 cm (65 PICKING) 78x178cm H:198 cm (80 PICKING)

PORTATA MAX: 200 kg (1 persona)

Piano Picking:

PORTATA: fino a 100 kg di carico

RIPIEGABILE: in modo da ridurre l'ingombro

REGOLAZIONE: elettrica in altezza

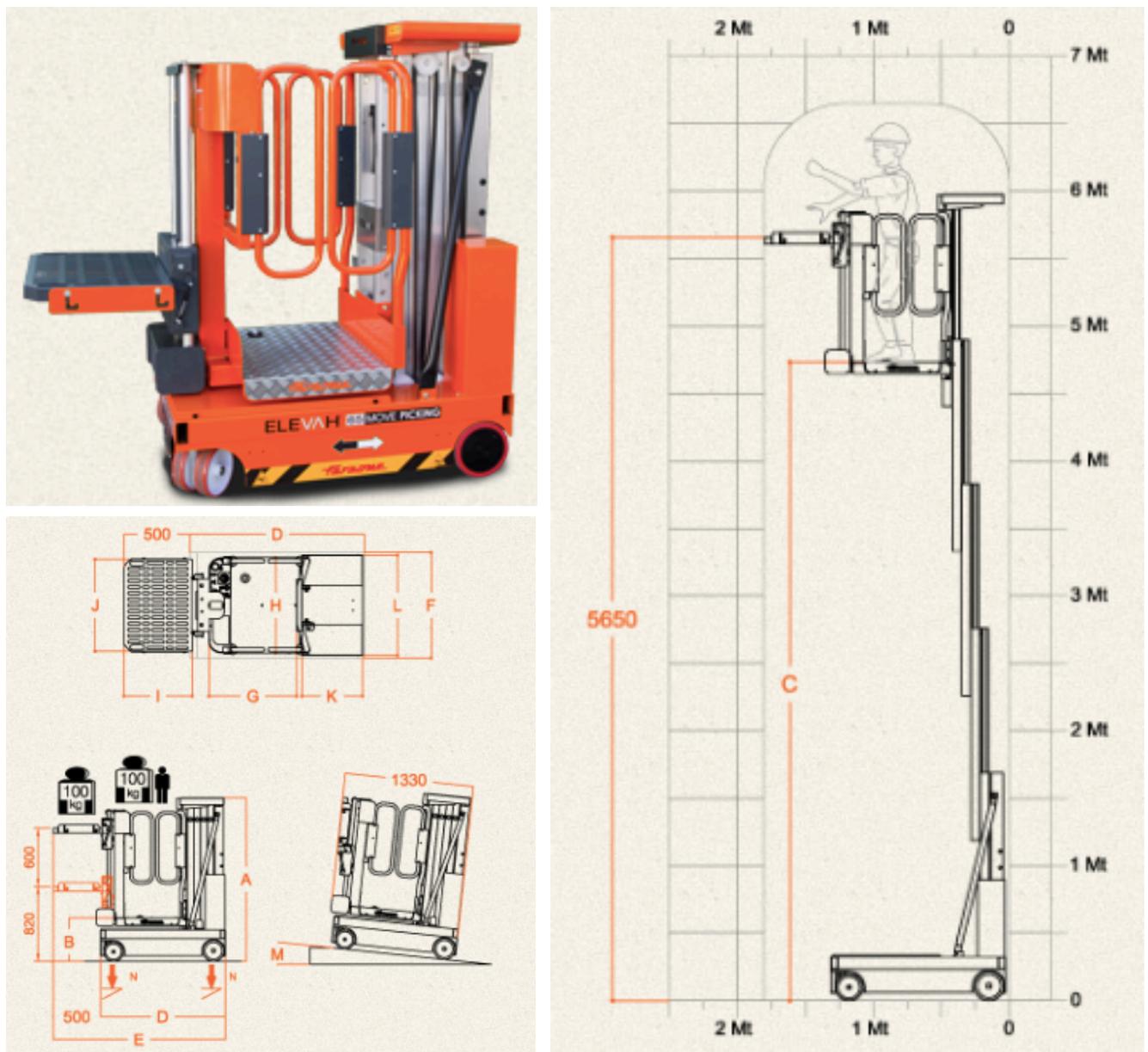


Figura 4.3 ELEVAH 65-80 MOVE PICKING

- **ELEVAH 65-80 ES MOVE**

É una piattaforma aerea con cestello estensibile per effettuare attività di manutenzione e riparazione. Una soluzione ideale per impianti, linee di produzione ed industria 4.0.

Caratteristiche:

ALTEZZA MAX. DI LAVORO: 6,50 m (65 ES), 7,56 m (80 ES)

CESTELLO ESTENSIBILE: si allunga di 115 cm

DIMENSIONI: 78x153 cm

PORTATA MAX: 200 kg (1 persona)

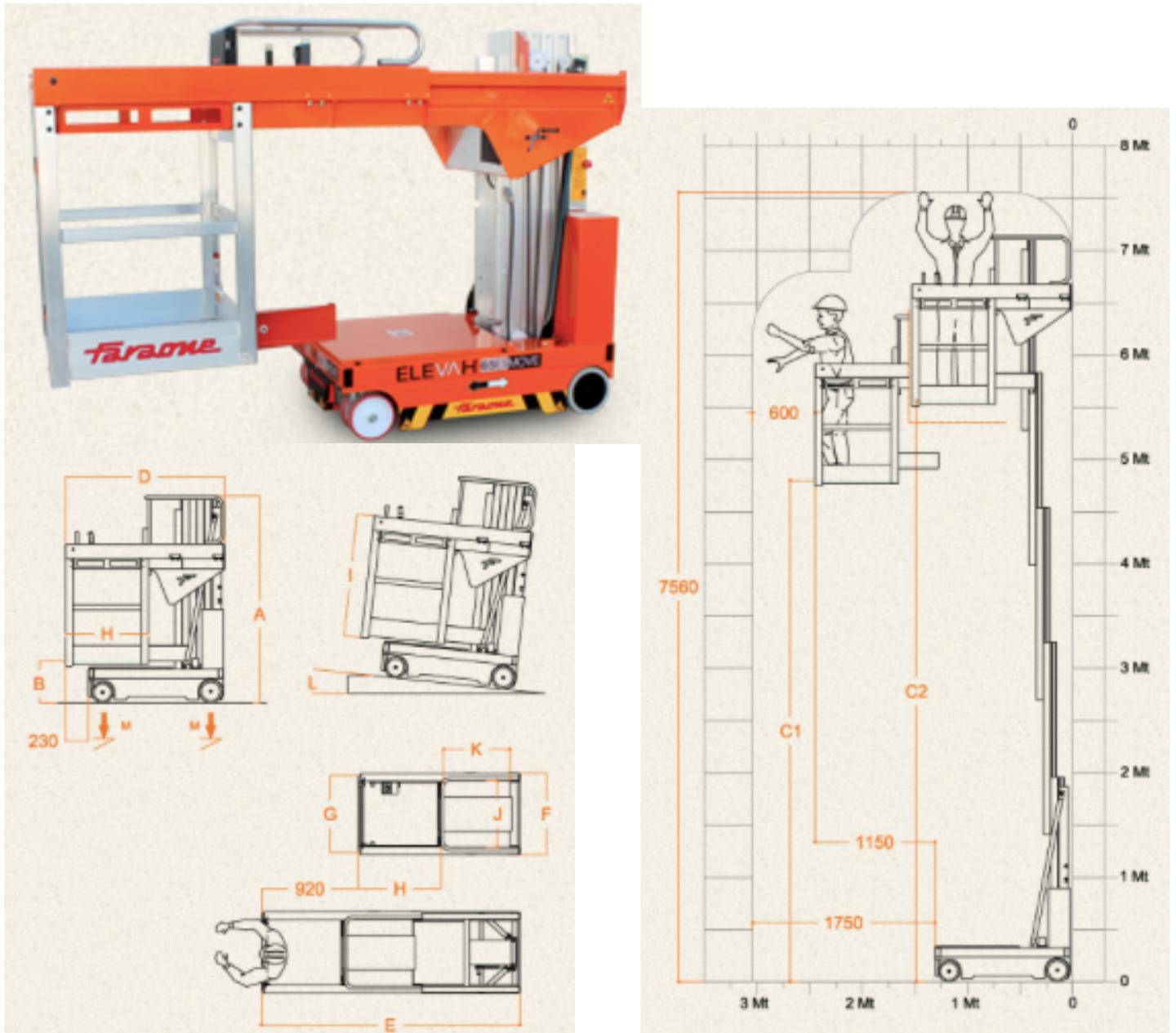


Figura 4.4 ELEVAH 65-80 ES MOVE

• ELEVAH 65 TB

Elevah 65 ha un sistema speciale di rotazione meccanica del cestello, che permette di lavorare lateralmente, in diverse angolazioni. Ideale per attività di manutenzione industriale in spazi ridotti.

Analizzando le distinte base dei quattro modelli si può osservare l'elevato numero e la varietà dei componenti necessari e, in generale, la complessità del prodotto.

Il numero di codici delle parti simili e il fatto che le quattro piattaforme richiedano effettivamente piani di processo simili, ha portato a classificare i quattro modelli come appartenenti alla stessa famiglia di prodotto. Dunque per alcuni attributi di progettazione e, principalmente, per gli attributi di produzione simili, si può assumere che la produzione del CDL1 sia una "low variety production".

Lo schema seguito nella realizzazione del progetto è il seguente:

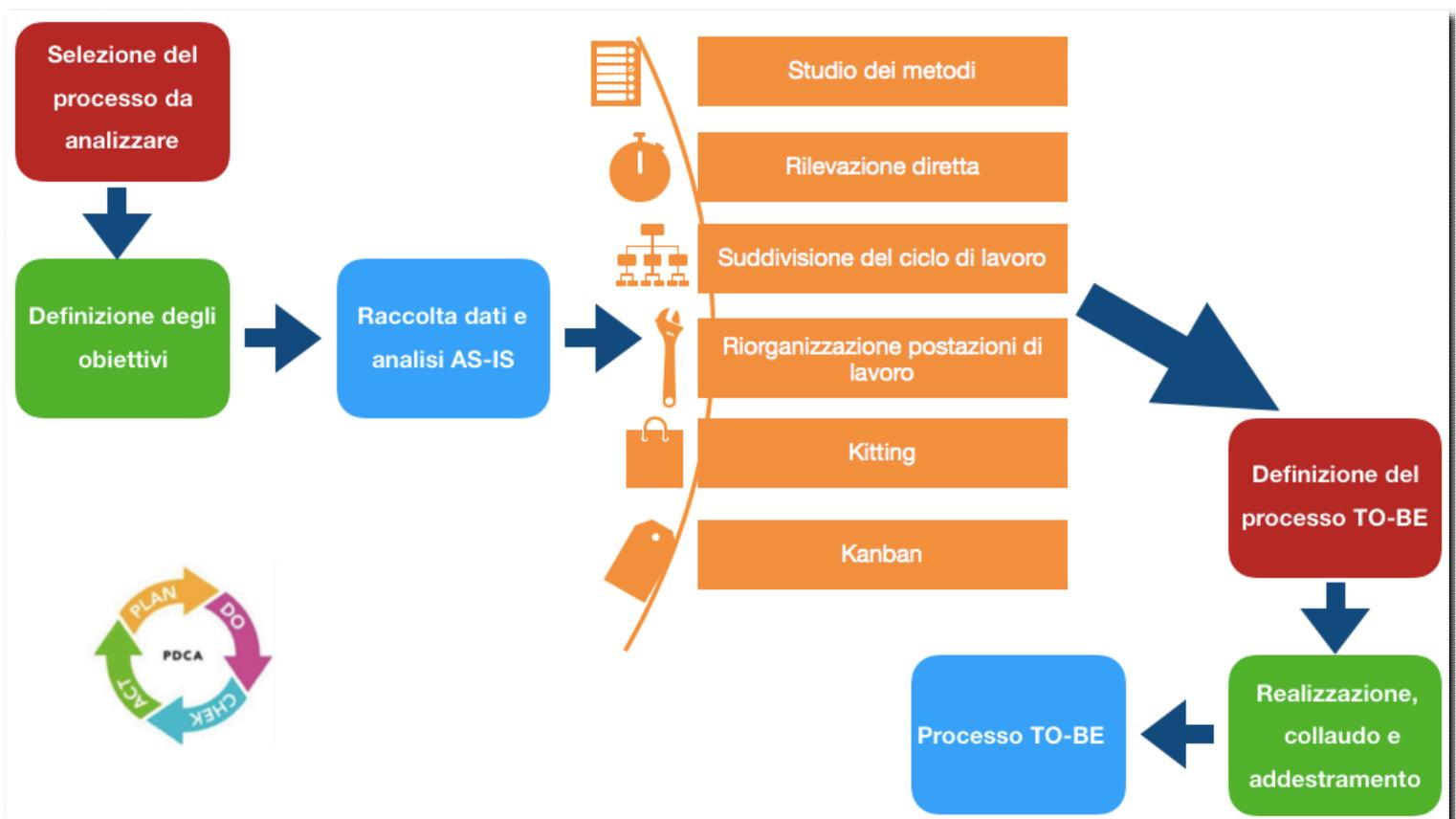


Figura 4.6 Schema logico del progetto

I prossimi paragrafi dell'elaborato si articoleranno, dunque, come segue:

- 4.2 analisi del processo AS-IS: mappatura dello stato iniziale e analisi tempi e metodi per fotografare la situazione attuale

- 4.3 Business process reengineering: definizione del processo TO-BE e descrizione delle azioni migliorative per attuarlo
- 4.4 Processo TO-BE: breve riassunto di come il centro di lavoro si presenterà una volta collaudato e utilizzato.

4.2 Analisi AS-IS

Attualmente il CDL1 risulta suddiviso in 5 postazioni di lavoro secondo una configurazione a “U”:

- La postazione 1 è dedicata esclusivamente alla preparazione meccanica delle basi delle piattaforme, durante la quale viene preparata tutta la parte inferiore della macchina e assemblata la colonna. Tale postazione è l'unica dotata di un ponte con pistone che consente il sollevamento e il ribaltamento della macchina, necessari per effettuare delle operazioni quali il montaggio delle motoruote, il collegamento dei motori, la sistemazione dei cablaggi, la cui esecuzione non potrebbe avvenire se non a macchina sollevata.
- Le altre 4 postazioni, alimentate dalla postazione 1, provvedono alla costruzione della piattaforma fino ad ottenere il prodotto finito. Tali postazioni lavorano parzialmente con la macchina in alto e parzialmente a terra. Nel primo caso la macchina viene sollevata con muletto e posizionata su un banco mobile con blocco di sicurezza, che viene posizionato sulla postazione solo temporaneamente.
- Le piattaforme complete verranno poi collaudate presso una postazione a parte, che provvede anche al completamento dell'etichettatura con la targa matricolare e all'imballaggio.

In Figura 4.7 il layout del CDL1, in cui le frecce rappresentano il flusso attuale del prodotto.

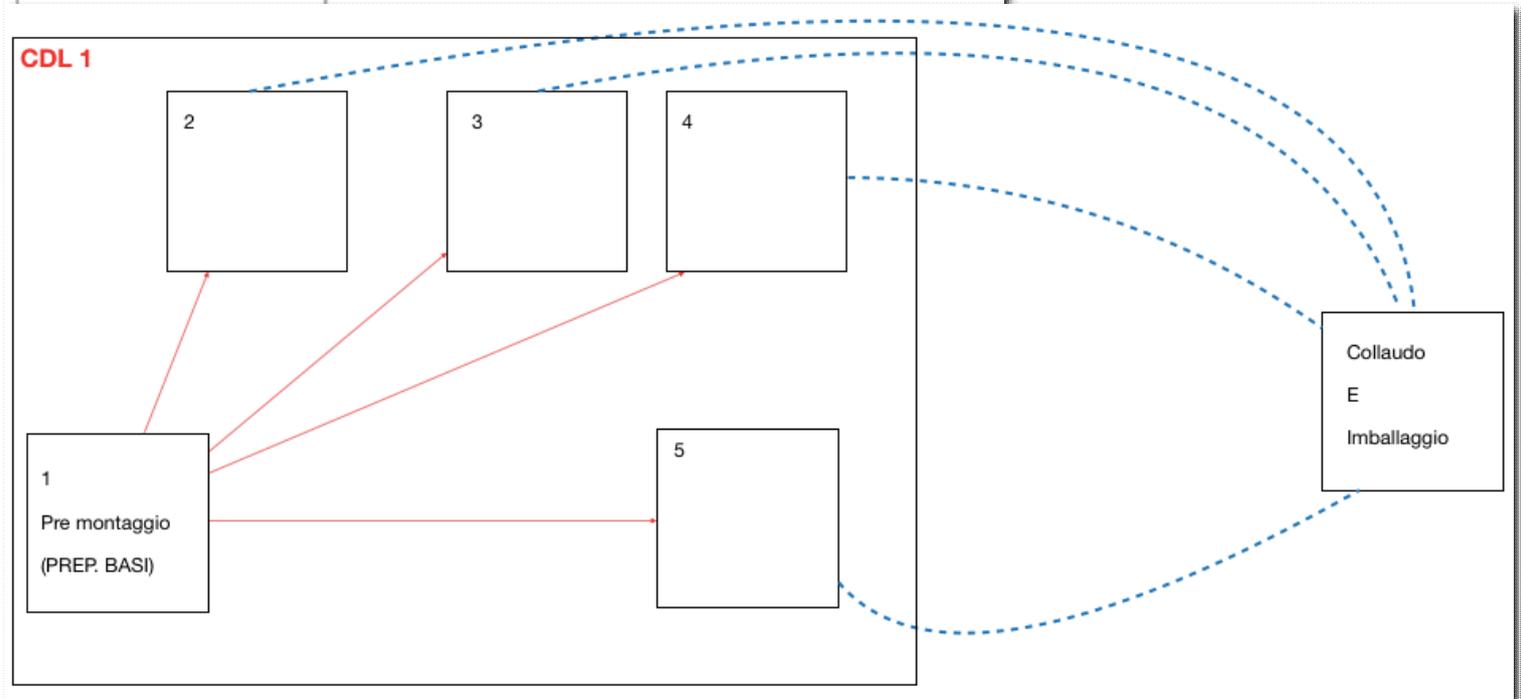
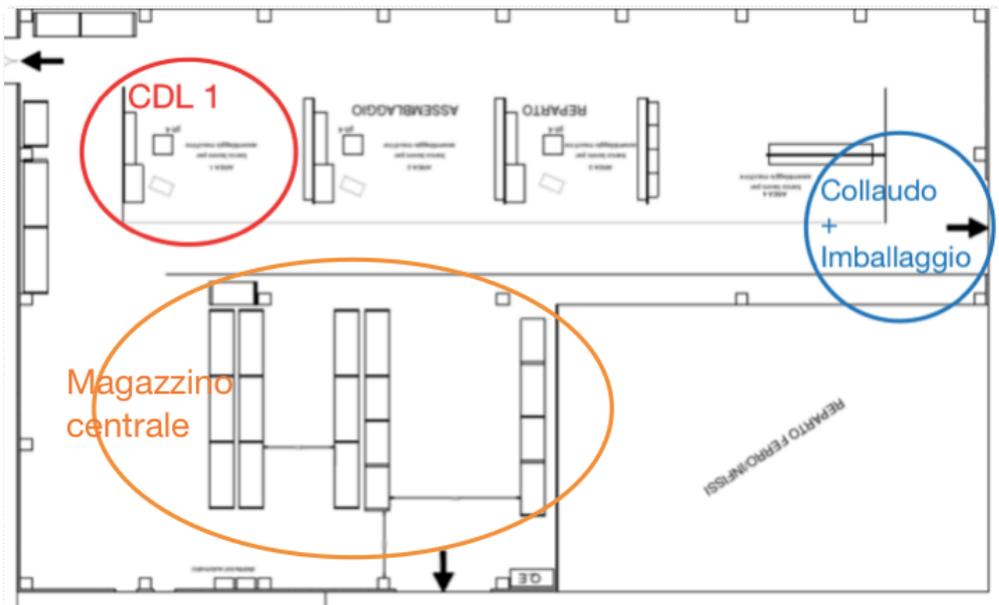


Figura 4.7 Mappatura stato iniziale CDL 1

Ciascuna postazione è dotata di:

- carrello contenente gli attrezzi necessari alle lavorazioni (pistole, avvitatori, aria compressa, insertatrici pneumatiche, cacciaviti, chiavi, fascette,...)
- Carrello porta utensili (Figura 4.8)

- Piccole scaffalature su cui è disposta la bulloneria necessaria per l'assemblaggio di tutti i modelli di piattaforma. I bulloni sono contenuti all'interno di piccole scatole in cartone, alcune delle quali dotate di etichetta con descrizione del contenuto. (Figura 4.9)

Le scaffalature sono periodicamente riassortite dagli operatori stessi che si recano al magazzino centrale per il prelievo del materiale mancante.

Le scaffalature contengono però solo la bulloneria, tutto il resto dei numerosissimi componenti necessari a realizzare una piattaforma sono stoccati nel magazzino centrale, cui gli operatori devono recarsi ogni volta che è necessario, il che si traduce in un aumento notevole del tempo ciclo.

Stessa cosa vale per le zavorre e i pesi utilizzati nelle regolazioni di portata o gli stabilizzatori necessari per la messa in bolla.



Figura 4.8 Carrello porta utensili



Figura 4.9 Bulloneria su scaffalature

Attualmente, dunque, il processo produttivo è di tipo prettamente artigianale, in cui ciascun operatore provvede ad assemblare l'intera piattaforma dalla base pronta fino al prodotto finito.

Per far fronte ai volumi di produzione sempre crescenti, si è dunque presentata la necessità per l'azienda di rivedere i processi produttivi per renderli più industriali ed assicurare una produttività tale da soddisfare la domanda di un mercato sempre in crescita.

L'idea è quella di creare una cella di lavoro modello con configurazione ad "U", che è la più flessibile e quella che meglio consente di ottimizzare gli spazi, in cui si susseguono n stazioni attraverso cui il prodotto fluisce dalla preparazione della base fino al prodotto finito. Il risultato è dunque la creazione di una linea manuale di assemblaggio, attraverso cui ottenere un "one piece flow", in accordo con i principi della filosofia Lean.

La configurazione obiettivo è del tipo illustrato in Figura 4.10.

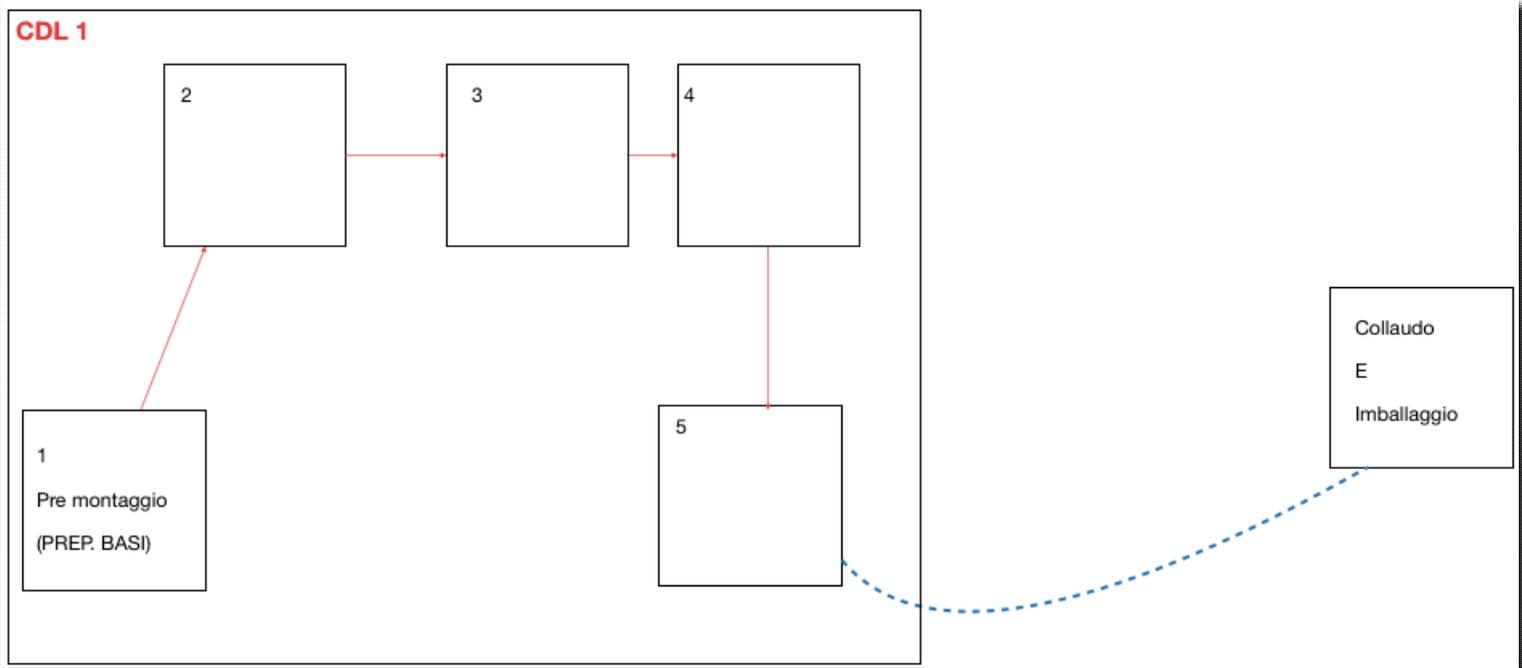


Figura 4.10

4.2.1 Rilievo cronometrico e analisi tempo metodistica

4.2.1.a Lo studio dei metodi

Dopo la "fotografia" dello stato iniziale, segue una prima fase di scomposizione del ciclo di lavoro in operazioni elementari ben definite e facilmente valutabili.

Generalmente, per ciascun modello le macro-fasi individuate sono le seguenti:

- Pre-assemblaggio meccanico della base e regolazione della colonna
- Inserimento e collegamento delle batterie
- Inserimento e collegamento di caricabatterie, presa retrattile e lampeggiante
- Inserimento delle zavorre posteriori laterali
- Montaggio carter dietro colonna
- Montaggio del cestello
- Passaggio dei cavi dalla colonna al cestello
- Pre-cablaggio della plancia comandi
- Collegamento comandi e attivazione
- Regolazione della bolla di livello
- Regolazione della portata della macchina
- Test funzionamento macchina
- Etichettatura
- Collaudo
- Imballo

A seconda del modello di piattaforma realizzato poi, sono presenti altre fasi supplementari che ne differenziano il processo di realizzazione, come ad esempio:

- Collegamento di due cavi 18x1 A e B (modello 65-80 PICKING)
- Cablaggio e collegamento del piano picking (modello 65-80 PICKING)
- Regolazione della portata del piano picking (modello 65-80 PICKING)
- Inserimento delle zavorre sul carro base (modello 65-80 MOVE)
- Montaggio della scatola di derivazione (modello 65-80 MOVE, 65 TB)

4.2.1.b Lo studio dei tempi

Tra i vari metodi di determinazione dei tempi introdotti nel Capitolo 3, è stato scelto un metodo *in Field*, che prevede l'uso del cronometro.

Per la registrazione dei dati rilevati si è utilizzato un foglio Excel in cui è riportato il numero progressivo dell'operazione elementare, il nome o descrizione dell'operazione elementare e il tempo di esecuzione rilevato in secondi. Ad ogni operazione è stato associato un giudizio sul rendimento con cui ciascuna di essa è stata eseguita ed infine i tempi sono stati maggiorati tenendo conto dei fattori fisiologici, di fatica, ambientali e di monotonia.

In particolare, considerando un lavoro di normale/media intensità, monotonia sensibile, eseguito in piedi con tronco ed arti in atteggiamento normale e tronco in movimento, insieme alla direzione di produzione si è stimato un coefficiente di riposo pari all'10%.

Sono stati rilevati i tempi relativi ai cicli di montaggio di tutti e quattro i modelli, che sono quelli riportati nelle tabelle 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 presenti nell'*Appendice*.

Per ciascuna rilevazione, al fine di individuare gli sprechi, le operazioni sono state suddivise in attività a valore aggiunto (VA) e non valore aggiunto (NVA).

Come mostrano le tabelle di rilievo dei tempi, il tempo complessivo per la realizzazione (Tp) dei singoli modelli sono i seguenti:

1. 65766 secondi per 65-80 MOVE (VA 54615 secondi)
2. 70681 secondi per 65-80 PICKING (VA 60580 secondi)
3. 62246 secondi per 65-80 ES (VA 57165 secondi)
4. 63951 secondi per 65 TB (VA 58870 secondi)

Del tempo totale, la fase di preparazione delle basi eseguita sulla postazione 1, è pari a 26204 secondi per i modelli 1,3,4 (VA 24915 secondi) e 26684 secondi per il modello 2 (VA 25395 secondi) e dunque rispettivamente il 39,8%, il 37,8%, il 42,1% e il 41% del tempo totale per la realizzazione di ciascun modello di piattaforma.

Dovendo la postazione 1 alimentare tutte le altre quattro postazioni, risulta un sovraccarico della risorsa sulla prima postazione. Spesso questo si traduce nella ricerca di un ulteriore operatore che deve fermare le proprie attività, anche in altri CDL, per aiutare l'operatore in postazione 1.

L'obiettivo è quello di bilanciare il carico di lavoro tra le postazioni presenti, distribuendo a ciascuna un elenco chiaro delle attività che ogni operatore deve svolgere quando entra in linea ciascun modello, ottenendo così un'isola di lavoro più organizzata, efficiente e standardizzata.

4.2.1.c Attività a valore aggiunto/non valore aggiunto

Come illustrato nel capitolo 2, il principio guida della *produzione snella* è l'eliminazione degli sprechi. A tal proposito nelle tabelle di rilevazione i dati sono stati elaborati suddividendo le attività:

- 1) ATTIVITÀ A VALORE AGGIUNTO (VA): tutte quelle operazioni che sono necessarie a ottenere il prodotto finito
- 2) SPOSTAMENTI: tutti gli spostamenti che l'operatore deve effettuare per reperire componenti e materiali di produzione
- 3) NON QUALITÀ (NQ): tutte quelle attività surplus come riparazioni, correzioni, dovute a non conformità dei componenti o dei materiali.

Per ciascun modello della famiglia di piattaforme realizzate nel CDL 1, la situazione in termini di VA/NVA è mostrata nella seguente tabella:

	VA		Spostamenti		NQ	
	Tempo(s)	%	Tempo(s)	%	Tempo(s)	%
65-80 MOVE	54615	83,04%	3591	5,46%	7560	11,50%
65-80 PICKING	60580	85,71%	2956	4,18%	7145	10,11%
65-80 ES	57165	91,90%	3331	5,35%	1710	2,75%
65 TB	58870	92,05%	3331	5,21%	1750	2,74%

Tabella 4.5 VA/NVA per modello

4.3 BPR: progetto del nuovo metodo di lavoro

4.3.1 Analisi delle attività a valore non aggiunto

Per ciascun modello sono state analizzate delle soluzioni per ridurre gli sprechi di tempo dovuti agli spostamenti e alle non qualità.

Spostamenti

I motivi degli spostamenti sono principalmente due:

1. Prelievo dei componenti necessari all'assemblaggio della piattaforma
2. Prelievo delle attrezzature per le attività di regolazione/zavorre.

1. Componenti necessari per l'assemblaggio

- La bulloneria è già disponibile nelle postazioni di lavoro, per cui non rientra nei motivi di spostamento.
- Per i componenti di piccole e medie dimensioni, quali carica-batterie, prese retrattili, alcuni carter, lampeggianti, coperchi, kit etichette, portadocumenti...) verrà effettuata un'operazione di Kitting, predisponendo un carrello contenente tutti i componenti necessari nell'assemblaggio. I kit variano a seconda del modello di piattaforma da realizzare, per cui vengono preparati dal magazziniere all'inizio di ogni ciclo. I componenti selezionati per il kit sono quelli contrassegnati da una "x" nelle tabelle degli spostamenti sotto riportate (tabelle 4.6, 4.7, 4.8, 4.9).
- Per i componenti di grandi dimensioni e peso notevole, quali batterie, colonne e cestelli sono necessari transpallet e muletti. I cestelli rimarranno stoccati nel magazzino centrale, cui l'operatore si recherà quando necessario. Le colonne e le batterie saranno avvicinate alla postazione dal magazziniere all'inizio di ogni ciclo di lavorazione.

2. Attrezzature

Gli spostamenti legati al prelievo di zavorre, pesi per la regolazione della portata, stabilizzatori e attrezzature per la regolazione del livello fanno invece parte di quelle attività NVA che non sono eliminabili. Questi infatti sono utilizzati da tutti e 4 i centri di lavoro del reparto e dunque disposti in zone fisse, raggiungibili da tutti gli operatori, senza poter essere avvicinate al punto di consumo.

L'unica eccezione si ha per le zavorre utilizzate nella preparazione della base, che sono specifiche ed utilizzate solo nel CDL 1, per cui si è deciso di avvicinarle alla postazione di lavoro, contrassegnando appositamente con delle linee (Visual management) che indicano l'area ad esse riservata.

Tabella 4.6 PREPARAZIONE BASE

Nr.	Operazione	Tempo		KIT	postazione
1	prelievo base con transpallet	66			
2	apertura cellophane e toglie cartone	98			
3	butta cellophane	50			
4	porta cartone da Alessandro	45			
5	porta pallet fuori	80			
6	prelievo di tutti i componenti necessari	205		x	
7	prelievo zavorre 24x26 cm	150			x
8	Mette a posto zavorre e transpallet	50			x
9	prelievo cablaggio	27			
10	prelievo carrello e colonna	180			x
11	mette a posto transpallet	15			x
12	prelievo barra filettata da 16	30			
13	prelievo tralicci	30			
14	toglie carrello e mette a posto	40			
15	prelievo banco	30			
TOTALE		1096	RISPARMIO		550

Tabella 4.7 65-80 MOVE

Nr.	Operazione	Tempo		KIT	postazione
1	prelievo componenti per batterie	60		x	
2	prelievo batterie con transpallet	240			x
3	prelievo olio	140			
4	prelievo carter posteriore	30		x	
5	prelievo transpallet	30			
6	prelievo zavorre e coprizavorre per base	90			
7	prelievo viti zavorre	60		x	
8	prelievo coperchio	20			
9	prelievo gradino mandorlato	40		x	
10	prelievo componenti per caricabatterie	40		x	

11	prelievo componenti (lampeggiante, presa retrattile,..)	30		x	
12	prelievo barre filettate	60			
13	prelievo transpallet	240			
14	prelievo zavorre posteriori	90			
15	mette a posto zavorre	60			
16	prelievo coprizavorre	50		x	
17	prelievo carter posteriore colonna	20			
18	prelievo transpallet	50			
19	spostamento di altra macchina per prelievo cestello	120			
20	prelievo cestello	160			
21	risistemazione altra macchina	60			
22	prelievo piastre ancoraggio cestello	30		x	
23	prelievo muletto per scendere macchina da banco	150			
24	mette a posto muletto	50			
25	prelievo scatola di derivazione	30		x	
26	prelievo pianetto	30			
27	prelievo finecorsa	300		x	
28	prelievo pistoncino	30			
29	prelievo tappetino di sicurezza (giallo)	40		x	
30	prelievo stabilizzatori per regolazione bolla di livello	30			
31	mette a posto stabilizzatori	35			
32	prelievo pesi per regolazione portata	40			
33	mette a posto stabilizzatori	40			
TOTALE		2495	RISPARMIO		950

Tabella 4.8 65-80 PICKING

Nr.	Operazione	Tempo	KIT	postazione
1	prelievo componenti per batterie	60	x	
2	prelievo olio	140		
3	prelievo carter posteriore	30	x	
4	prelievo transpallet	30		
5	prelievo rivetti e gradini	50	x	
6	prelievo componenti per caricabatterie	40	x	
7	prelievo componenti (lampeggiante, presa retrattile,...)	40	x	
8	prelievo barre filettate	60		
9	prelievo transpallet	240		
10	prelievo zavorre posteriori	90		
11	mette a posto zavorre	60		
12	prelievo coprizavorre	50	x	
13	prelievo carter posteriore colonna	20		
14	prelievo transpallet	50		
15	spostamento di altra macchina per prelievo cestello	60		
16	prelievo cestello	80		
17	risistemazione altra macchina	60		
18	toglie transpallet	20		
19	prelievo muletto per scendere macchina da banco	150		
20	mette a posto muletto	40		
21	prelievo pianetto	30		
22	prelievo cuscinetto di protezione	30	x	
23	prelievo tappi motoruote	50	x	
24	prelievo pesi per regolazione picking con transpallet	90		
25	risistemazione pesi	90		
26	prelievo pesi per regolazione portata	60		
27	risistemazione dei pesi	60		
28	prelievo stabilizzatori per regolazione bolla di livello	40		

29	mette a posto stabilizzatori	40		
TOTALE		1860	RISPARMIO	350

Tabella 4.9 65-80 ES/65 TB

Nr.	Operazione	Tempo		KIT	postazione
1	prelievo componenti per batterie	60		x	
2	prelievo olio	140			
3	prelievo carter posteriore	30		x	
4	prelievo transpallet	30			
5	prelievo rivetti e gradini	50		x	
6	prelievo componenti per caricabatterie	40		x	
7	prelievo componenti (lampeggiante, presa retrattile,..)	40		x	
8	prelievo barre filettate	60			
9	prelievo transpallet	240			
10	prelievo zavorre posteriori	90			
11	mette a posto zavorre	60			
12	prelievo coprizavorre	50		x	
13	prelievo zavorre per base con transpallet	135			
14	prelievo carter coprizavorra	20		x	
15	prelievo cestello	270			
16	prelievo barra filettata (per fissaggio cestello)	10			
17	prelievo muletto	360			
18	prelievo scatola di derivazione	10		x	
19	prelievo carter (per parte sotto cestello)	30		x	
20	prelievo schemi e cavi	30		x	
21	prelievo componenti	60		x	
22	prelievo carter posteriore	20		x	
23	prelievo carter posteriore lungo colonna	60			
24	prelievo pulsante emergenza	30		x	
25	prelievo stabilizzatori per regolazione bolla di livello	90			
26	mette a posto attrezzatura per bolla	30			

27	prelievo pesi per regolazione portata con transpallet	60		
28	mette a posto pesi	40		
29	prelievo vernice	60	x	
30	prelievo portadocumenti	30	x	
TOTALE		2235	RISPARMIO	560

Non qualità

La tabella 4.10 riassume tutte le operazioni di non qualità riscontrate nella rilevazione. Per ciascuna attività è stata individuata una responsabilità a livello di reparto interno o fornitore.

L'obiettivo ideale sarebbe quello di perseguire il principio "zero difetti", inizialmente difficile da raggiungere.

Si inizierà comunicando ai vari centri di responsabilità i difetti riscontrati in tali rilevazioni e, in un'ottica di miglioramento continuo, si comunicheranno di volta in volta i nuovi problemi e/o difetti riscontrati in ogni ciclo di lavorazione.

A tal proposito è stata creata una apposita modulistica (Figura 4.11), attraverso la compilazione della quale l'operatore comunicherà le problematiche riscontrate e i tempi extra per la correzione/riparazione.

Tabella 4.10 NON QUALITÀ

Nr.	Operazione	Tempo	Responsabilità
1	correzione fori coprizavorre	95	fornitore
2	svasatura colonna	65	rep. colonne
3	esecuzione fori su colonna (inesatti)	220	rep. colonne
4	smerigliatura vernice pianetto	280	fornitore
5	ripasso fori tappi battuta (parte superiore cestello)	60	rep. cestelli
6	risoluzione non attivazione (batteria scarica)	6300	fornitore
7	cambio batteria	540	-
TOTALE		7560	
1	correzione fori coprizavorre	95	fornitore

2	smerigliatura vernice pianetto	240	fornitore
3	ripasso fori M6 su carter protezione posteriore	150	reparto laser
4	risoluzione non attivazione(configurazione joystick invertita)	6000	fornitore
5	cambio joystick difettoso	660	-
TOTALE		7145	
1	correzione fori coprizavorre	95	fornitore
2	svasatura colonna	65	rep. colonne
3	esecuzione fori su colonna (inesatti)	180	rep. colonne
4	smerigliatura vernice pianetto	270	fornitore
5	risoluzione problematica comandi (inversione fili)	900	rep. piattaforme
6	verniciatura difetti cestello	240	rep. cestelli
TOTALE		1750	

Data					
Operatore					
Stazione					
Modello Piattaforma	Difetto riscontrato	Codice componente	Attività di NQ	Tempo	Responsabilità
			<input type="checkbox"/> Correzione <input type="checkbox"/> Rilavorazione <input type="checkbox"/> Riparazione <input type="checkbox"/> Scarto		<input type="checkbox"/> REP. COLONNE <input type="checkbox"/> REP. CESTELLI <input type="checkbox"/> LASER <input type="checkbox"/> TAGLIO <input type="checkbox"/> PROGETTAZIONE <input type="checkbox"/> FORNITORE
			<input type="checkbox"/> Correzione <input type="checkbox"/> Rilavorazione <input type="checkbox"/> Riparazione <input type="checkbox"/> Scarto		<input type="checkbox"/> REP. COLONNE <input type="checkbox"/> REP. CESTELLI <input type="checkbox"/> LASER <input type="checkbox"/> TAGLIO <input type="checkbox"/> PROGETTAZIONE <input type="checkbox"/> FORNITORE
			<input type="checkbox"/> Correzione <input type="checkbox"/> Rilavorazione <input type="checkbox"/> Riparazione <input type="checkbox"/> Scarto		<input type="checkbox"/> REP. COLONNE <input type="checkbox"/> REP. CESTELLI <input type="checkbox"/> LASER <input type="checkbox"/> TAGLIO <input type="checkbox"/> PROGETTAZIONE <input type="checkbox"/> FORNITORE
			<input type="checkbox"/> Correzione <input type="checkbox"/> Rilavorazione <input type="checkbox"/> Riparazione <input type="checkbox"/> Scarto		<input type="checkbox"/> REP. COLONNE <input type="checkbox"/> REP. CESTELLI <input type="checkbox"/> LASER <input type="checkbox"/> TAGLIO <input type="checkbox"/> PROGETTAZIONE <input type="checkbox"/> FORNITORE
			<input type="checkbox"/> Correzione <input type="checkbox"/> Rilavorazione <input type="checkbox"/> Riparazione <input type="checkbox"/> Scarto		<input type="checkbox"/> REP. COLONNE <input type="checkbox"/> REP. CESTELLI <input type="checkbox"/> LASER <input type="checkbox"/> TAGLIO <input type="checkbox"/> PROGETTAZIONE <input type="checkbox"/> FORNITORE

Figura 4.11 Modulo non qualità

4.3.2 Riorganizzazione delle postazioni di lavoro con metodo 5S

Un altro problema individuato è rappresentato dal disordine e dalla poca pulizia della postazione di lavoro. Molte persone ne sottostimano il valore, ma è noto quanto tutto ciò influisca sui tempi di produzione, la qualità del prodotto e la sicurezza dell'operatore.

La scarsa organizzazione del posto di lavoro incide negativamente sulle attività dell'operatore e, in particolare, sulla sua efficienza: il solo cercare l'attrezzo necessario, la non sicurezza della sua presenza e a volte la non riconoscibilità sono stati senz'altro fonte di prolungamenti di tempo nella realizzazione dei prodotti.

In questa fase seguendo il *Seiri* delle 5S è stato identificato tutto ciò che era necessario nella postazione di lavoro per realizzare il prodotto ed è stato rimosso qualunque altro materiale non strettamente indispensabile.

Per quei componenti che variano a seconda del modello da realizzare, come già anticipato, è stata effettuata un'operazione di *kitting*, grazie alla quale il CDL 1 verrà dotato all'inizio di ogni ciclo di tutto quanto necessario.

4.3.3 Creazione e bilanciamento della linea

Una volta organizzata l'area di lavoro e rimossi tutti gli sprechi eliminabili (tra spostamenti e non qualità), si sono ottenuti i nuovi tempi di realizzazione effettivi per ciascun modello (T_p), ovvero:

1. 56831 secondi per la 65-80 MOVE
2. 62776 secondi per la 65-80 PICKING
3. 59556 secondi per la 65-80 ES
4. 61171 secondi per la 65 TB

Dopo i miglioramenti proposti, si passa dunque ad assegnare a ciascuna postazione un elenco di tutte le micro-fasi da realizzare, rendendo il processo quanto più standard possibile.

a) Calcolo approssimativo del numero di stazioni (w)

In genere, una linea di produzione deve essere dimensionata in modo da raggiungere un determinato rateo di produzione R_p sufficiente per soddisfare la domanda di un determinato prodotto. Di solito la domanda di un prodotto è determinata come quantità annuale D_a ; questa deve essere trasformata in una produzione oraria che l'impianto deve garantire. Per effettuare questa trasformazione, è necessario fissare (da parte della direzione della produzione):

- il numero di settimane per anno W_y nei quali la linea deve funzionare
- il numero di turni alla settimana S_w

- il numero di ore per turno H_t

Noti tali parametri, il rateo di produzione della linea può essere calcolato come:

$$R_p = D a / W y . S w . H_t$$

Il rateo di produzione deve essere ulteriormente trasformato in una cadenza, cioè in un tempo ciclo T_c che rappresenta l'intervallo di tempo che passa dal completamento della produzione di una piattaforma alla successiva e quindi rappresenta anche il tempo che ciascuna stazione di lavoro ha per completare le operazioni. Tale tempo può essere calcolato con:

$$T_c = 3600 / R_p'$$

Con:

- 3600 per riportare il tempo ciclo in secondi
 - R_p' rappresenta il rateo produttivo che si avrebbe nel caso in cui non fossero presenti le perdite produttive dovute all'inefficienza della linea, come mancanza di materiale, fermi, ecc.
- Il rapporto (η) tra R_p e R_p' è detto *efficienza della linea*. η è un valore compreso tra 0,90 e 0,98.

Il numero minimo teorico di operatori necessari per produrre un determinato prodotto e quindi il numero di stazioni di lavoro deve essere valutato in funzione del rateo di produzione R_p . Tale numero deve essere garantito dalla linea e dal tempo T_p necessario per produrre il prodotto. T_p rappresenta il tempo totale necessario per compiere tutte le operazioni eseguite nelle varie stazioni di lavoro. Il numero minimo di operatori e quindi di stazioni di lavoro può essere valutato come:

$$w = \frac{CL}{T_d}$$

dove CL rappresenta il carico di lavoro che deve essere completato in un determinato periodo di tempo mentre T_d è il tempo disponibile in quel periodo :

$$CL = R_p \cdot T_p$$

il carico di lavoro CL è espresso in minuto di lavoro per ogni ora.

Il tempo disponibile Td è invece il periodo di riferimento moltiplicato per l'efficienza della linea. Nel caso in cui il periodo considerato sia un'ora, il tempo disponibile è quindi valutabile come:

$$T_d = 3600 \cdot \eta$$

Il parametro riguardante l'efficienza della linea risulta fondamentale in quanto nel dimensionamento di una linea manuale si deve tenere conto di guasti delle risorse, mancanza dei componenti necessari, problemi di qualità dei prodotti, per cui si identifica come tempo a disposizione per la lavorazione totale un tempo minore rispetto a quello realmente disponibile, dunque il w reale risulterà maggiore rispetto a quello teorico.

$$w = \frac{CL}{T_d} = \frac{R_p \cdot T_p}{3600 \cdot \eta} \quad \gg \gg \quad w = \frac{T_p}{T_c}$$

Visto l'elevato contenuto di lavoro manuale si sceglie la soluzione della linea a "cadenza non imposta". Di conseguenza nonostante non sia necessario determinare un tempo ciclo "rigoroso" è utile determinare una tempistica orientativa che fungerà da riferimento per il bilanciamento delle singole stazioni.

Ipotizzando una domanda annua pari a 270 pezzi, 40 settimane lavorative durante l'anno, 5 giorni lavorativi a settimana e 8 ore di lavoro per turno, si calcolano la produttività teorica Rp' (pz/h) e il tempo ciclo Tc (s/pz):

- $R_p' = 270 / (40 \cdot 5 \cdot 8) = 0,16875 \text{ pz/h}$
- $T_c = (60 \cdot 60 / R_p') = 3600 \text{ s/h} / 0,16875 \text{ pz/h} = 21333 \text{ s/pz}$

Per il calcolo del numero di stazioni w si utilizzerà il valore teorico, che risulta essere quello in tabella 4.11, dove Tp indica il tempo totale per realizzare prodotto.

Modello	T_p	w
65-80 MOVE	56831	2,66
65-80 PICKING	62776	2,94
65-80 ES	59556	2,79
65 TB	61171	2,87

Tabella 4.11 *Calcolo del numero di stazioni*

In tutti i casi il numero di stazioni di lavoro necessarie, che si approssima in eccesso all'intero più vicino, risulta essere pari a 3.

b) Assegnazione delle micro-fasi a ciascuna stazione

Il bilanciamento della linea permette di trovare soluzioni che consentono di aumentare ulteriormente la produttività dell'impianto. Indicando con T_{ek} il tempo necessario per eseguire l'operazione elementare k-esima, e con "ne" il numero totale di operazioni elementari per completare un dato prodotto, si ha che il tempo necessario per produrre il prodotto è quindi dato da:

$$T_p = \sum T_{ek} \text{ con } k=1, \dots, ne$$

Considerando una singola stazione i-esima, il tempo necessario per completare tutte le operazioni elementari che sono state ad essa associate è dato da:

$$T_{pi} = \sum T_{ek} \text{ con } k = \text{variabile in un sotto intervallo di } 1, \dots, ne$$

Ovviamente deve risultare :

$$T_p = \sum T_{pi} \text{ con } i = 1, \dots, n$$

L'assegnazione delle operazioni elementari alle varie stazioni dipende da numerosi fattori quali, ad esempio:

- la similitudine tra una operazione e una successiva; può essere conveniente effettuarle nella stessa stazione;
- legame tra una operazione e la successiva

I precedenti vincoli, uniti al fatto che i vari Tek sono differenti tra loro, non permettono di fatto di ottenere una bilanciata distribuzione del carico di lavoro tra le varie stazioni. L'obiettivo del bilanciamento è quello di distribuire il carico di lavoro il più possibile equamente tra tutti gli operatori. Considerando che l'obiettivo sia quello di ridurre il più possibile il numero di stazioni lungo la linea, saturando al massimo il tempo disponibile, in modo da ridurre il costo della manodopera, questo può essere espresso matematicamente tramite la seguente condizione:

minimizzare $(T_{max} - T_{pi})$ con $i = 1, \dots, w$

oppure

minimizzare $(w T_{max} - T_p)$

Considerando che:

1. $T_{pi} = \sum T_{ek} \leq T_{max}$
2. e che tutte le precedenze devono essere soddisfatte

w è il numero di operatori (stazioni) ;

T_p il tempo necessario per produrre il pezzo ;

T_{pi} il tempo necessario per completare tutte le operazioni elementari in una singola stazione

A tal proposito, una volta assegnate le operazioni alle varie stazioni, è opportuno aggiustare il valore di T_{max} come mostrato nella formula seguente:

$$T_{max} = \max \{T_{si}\}$$

Con:

- T_{max} : tempo massimo tra tutti quelli necessari alle varie stazioni, corrispondente alla stazione più lenta, chiamata "stazione collo di bottiglia" (bottleneck);
- T_{si} : tempo necessario all'operatore della stazione i-esima per completare tutte le operazioni assegnate;

Considerando un numero di stazioni pari a 3, le micro-fasi per ciascun modello di piattaforma sono state assegnate come indicato nelle tabelle 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, riportate in *Appendice*.

I tempi relativi alle operazioni di *etichettatura* sono stati riuniti in un'unica fase di *etichettatura*, assegnata ad un'unica stazione.

c) *Efficienza di bilanciamento*

Bilanciare perfettamente una linea è impossibile nella pratica, a causa dei vincoli di precedenza tra le operazioni, i vincoli tecnologici, i diversi valori di Tek, le perdite di tempo per i guasti e i riposizionamenti.

Per capire la bontà del bilanciamento della linea si ricorre al calcolo dell'efficienza di bilanciamento, ottenuta come il rapporto tra il tempo totale necessario per la produzione di una piattaforma ed il tempo totale impiegato lungo la linea:

$$\eta b = T_p / (w T_{max})$$

Dove T_{max} rappresenta il tempo della stazione collo di bottiglia.

Modello	T_p	T_{max}	ηb
65-80 MOVE	56831	20921	0,90
65-80 PICKING	62776	21401	0,98
65-80 ES	59556	20762	0,96
65 TB	61171	21463	0,95

Tabella 4.16 *Calcolo dell'efficienza di bilanciamento*

4.3.4 Standardizzazione del manuale per l'etichettatura

L'etichettatura delle piattaforme avveniva inizialmente in varie fasi, svolte da diversi operatori nei momenti più opportuni, a seconda della posizione della macchina in produzione. Ad esempio, l'etichettatura del cestello avveniva appena dopo il fissaggio dello stesso, mentre l'etichettatura del carro base avveniva quando la base si trovava sollevata sul ponte e così via.

Dallo studio dei metodi è emerso che fosse più conveniente riunire in una fase unica tutte le operazioni di etichettatura ed assegnarla ad un'unica stazione, in modo da lavorare in maniera più standard.

A tal proposito, è stato creato un manuale standardizzato contenente tutti i kit di etichette per ogni modello di piattaforma. In tal modo, indipendentemente dall'operatore che si

troverà in postazione, l'etichettatura avverrà in maniera autonoma e corretta, evitando errori di comunicazione e/o velocizzando anche i tempi di formazione di nuovi addetti. Ciascun modello di piattaforma possiede uno specifico schema di etichette, che il fornitore approvvigiona in kit già appositamente separati. Ciascun kit possiede un codice aziendale interno e viene predisposto dal magazziniere nel carrello kit dei componenti ad inizio di ogni ciclo, sulla base del modello di piattaforma che entrerà in linea.

Il manuale di etichette è stato creato non solo per il CDL 1, ma per l'intero reparto piattaforme ed è stato condiviso con il fornitore per annullare qualsiasi errore nel preformare i kit, evitando ogni forma di spreco.

Per ciascun modello il manuale riporta:

- Una tabella con il set di adesivi e il numero di pezzi di ciascun adesivo (Figura 4.12)
- Una serie di foto della piattaforma con indicate le posizioni su cui apporre gli adesivi (Figura 4.13)

ETICHETTE 65 MOVE (KIT FA08) – 80 MOVE (KIT FA01)

POS	PZ	SIMBOLO	DESCRIZIONE	POS	PZ	SIMBOLO	DESCRIZIONE
1	8		SEGNALE DI PERICOLO Schiacciamento e impigliamento degli arti inferiori	2	1		SEGNALE DI PERICOLO Schiacciamento e impigliamento arti superiori
3	1		SEGNALE DI DIVIETO Di utilizzo del macchinario da personale non autorizzato	4	1		"made in Italy"
5	2		"Punti di sollevamento forche"	6	1		"Numero di persone e carichi massimi sul cestello"
7	1		"pericoli e divieti nell'utilizzo della piattaforma"	8	1		"Solo trattenuta 1 persona"
9	1		"Discesa di emergenza"	10	1		"Procedura per la discesa di emergenza" TIPO 1 *
11	1	TARGHETTA	Targa matricolare	12	1		"comandi joystick"

Figura 4.12 Schema etichette

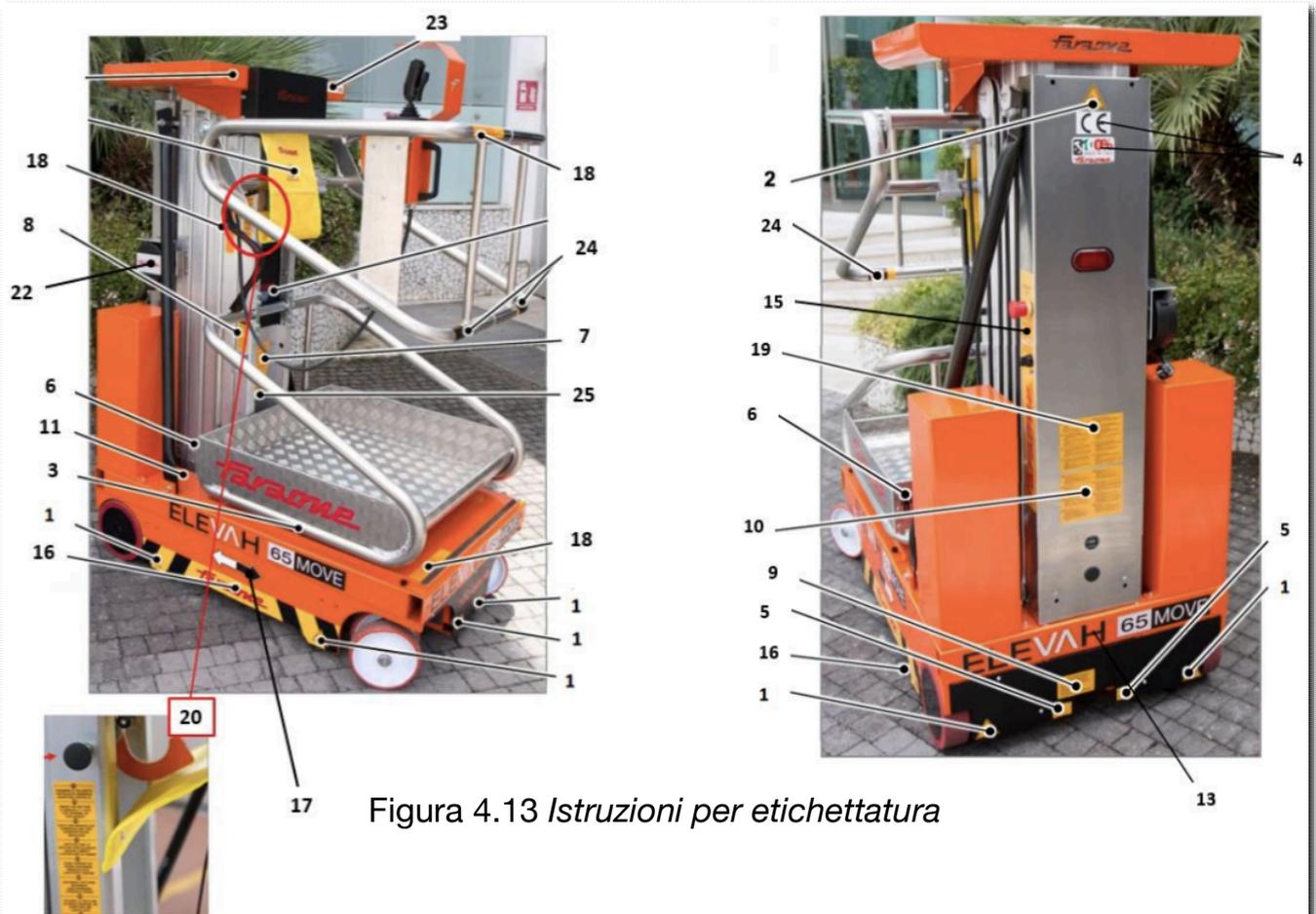


Figura 4.13 Istruzioni per etichettatura

4.3.5 Kanbanbox

Per migliorare la gestione dei materiali è stata introdotta la gestione a kanban per gli articoli di alcuni fornitori, traendo tutti i vantaggi descritti nel *Capitolo 2*.

Una gestione di questo tipo consente il riapprovvigionamento solo quando necessario e di operare con un sistema di produzione di tipo PULL, dove sono i consumi effettivi a “tirare” la produzione. Naturalmente ciò consente di eliminare le forme di spreco relative alle **scorte** e alla **sovrapproduzione**.

Il termine kanban significa in giapponese cartellino visuale: esso ha la funzione di veicolare le informazioni tra i reparti e contiene le informazioni per il reintegro dei materiali, che tipicamente sono quelle relative a:

- fornitore
- codice articolo
- cliente
- parametri di processo

2CABLA.E5M EXTRA KanbanBOX
Network to create success

Preclabato E5P1U0B S.Manuale

Fornitore C.A.V.I. EVOLUTION SRL	Cliente Faraone Industrie spa	
Contenitore Box	Data richiesta 10/11/2020	
	Cartellino BGYC44BR	Quantità 2 pz

Barcode

Figura 4.14 Esempio di cartellino kanban utilizzato in azienda

Il *kanban* può autorizzare produzione, movimentazione o acquisto.

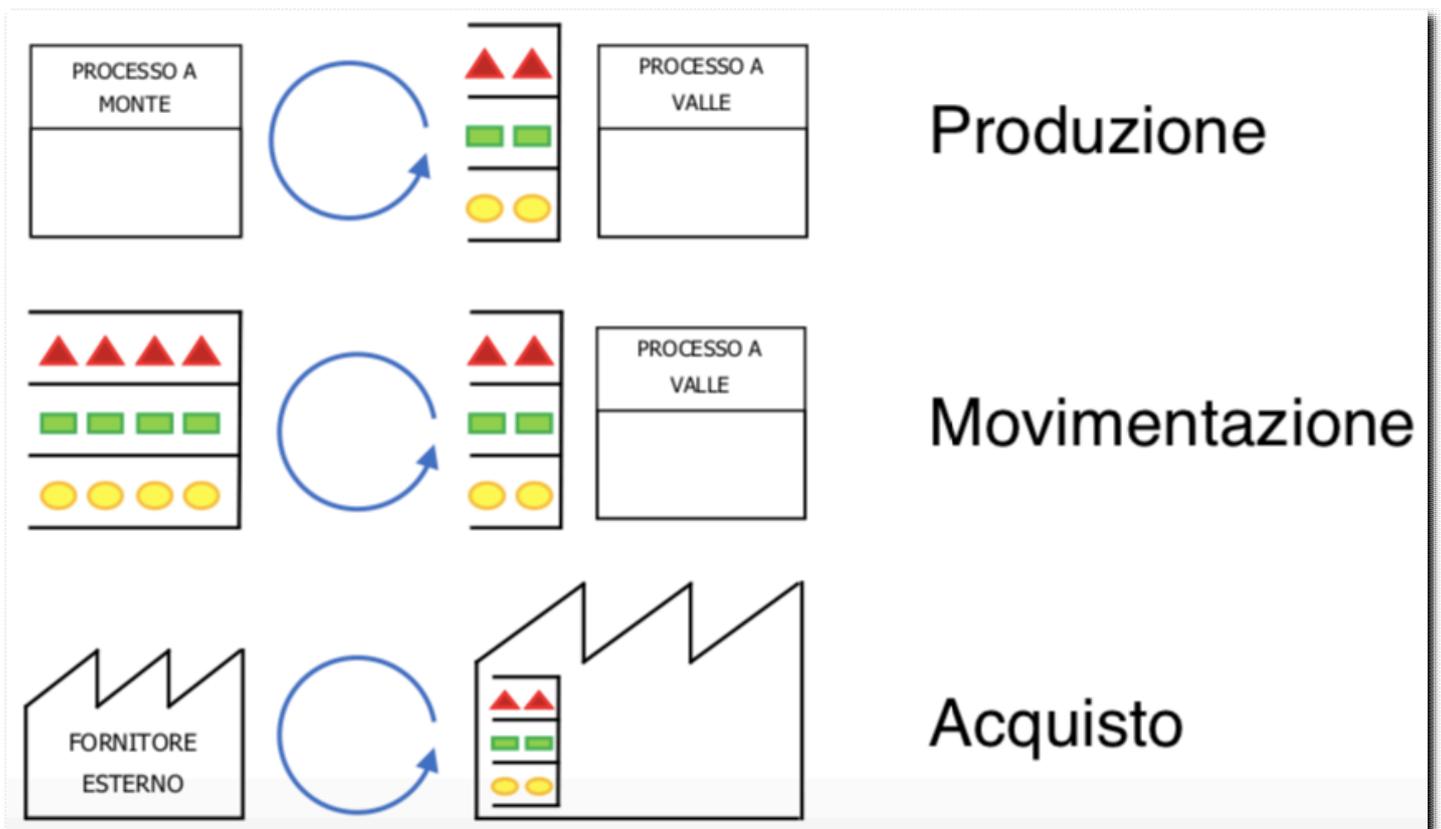


Figura 4.15

Nel reparto piattaforme il materiale è stoccato in un magazzino centrale e una parte degli articoli qui presenti sono stati selezionati per la gestione a kanban.

Attualmente sono utilizzati principalmente **kanban di acquisto** con i fornitori *Cavi Evolution, CM Pilotti, Marcheggiani, DMA*, secondo tale procedura:

1. L'operatore dichiara in stato **Rilasciato** il cartellino non appena ha completamente svuotato il contenitore
2. Il fornitore dichiara il cartellino in stato **In Lavorazione** per confermare l'ordine, stampa il cartellino, lo applica al contenitore e lo spedisce
3. Il magazziniere in fase di accettazione dichiara il cartellino in stato **Disponibile** e deposita il contenitore nello scaffale corretto

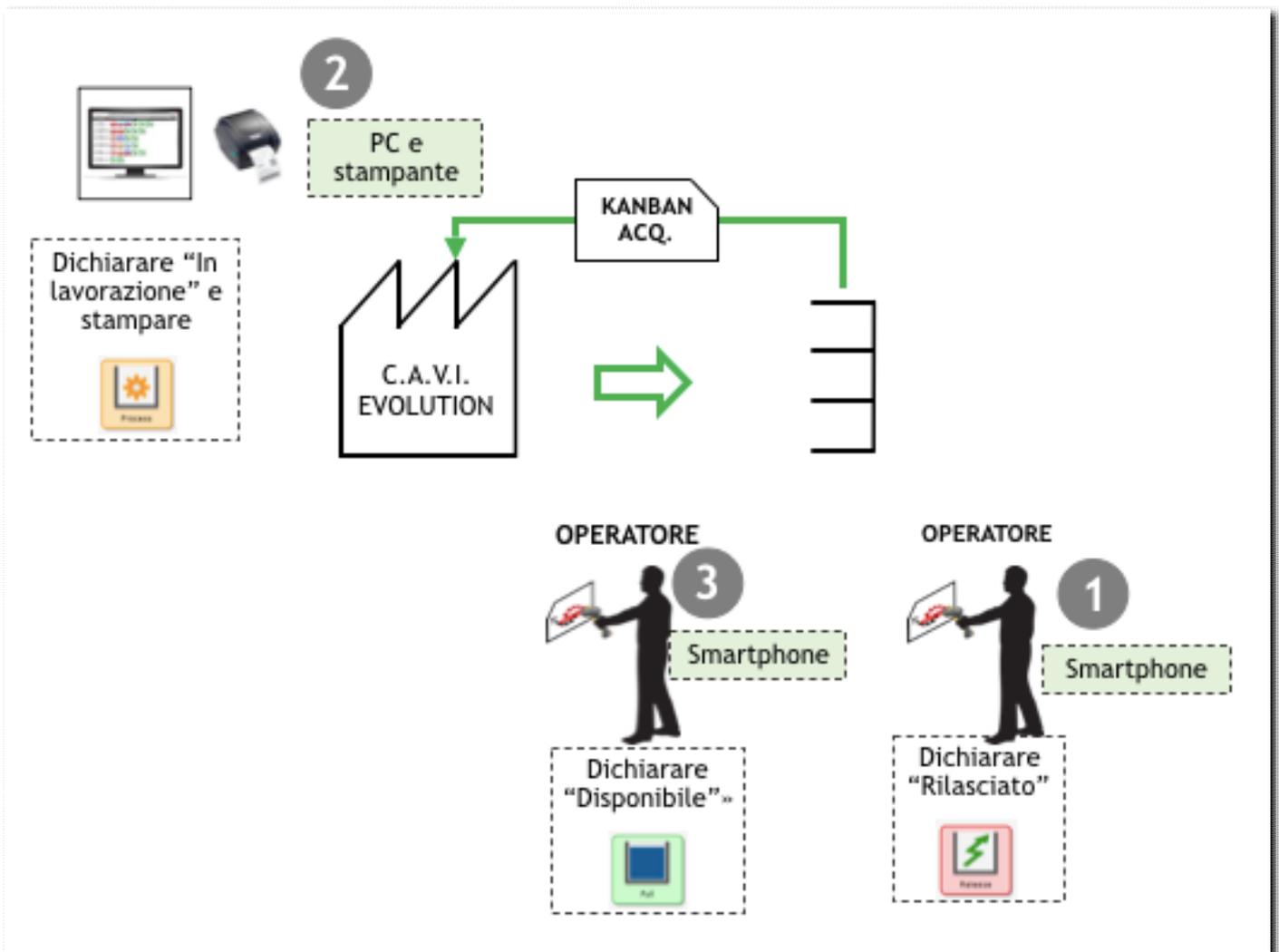


Figura 4.16 Procedura aziendale per Kanban di acquisto

I **kanban di produzione** sono attivi tra il *reparto piattaforme* e il *reparto colonne*, mentre nessun codice è attualmente gestito con **kanban di movimentazione**.

Il software utilizzato in azienda per implementare questo tipo di gestione è *Kanbanbox*, il quale consente di creare il cartellini in formato elettronico e stamparli quando necessario. È presente una lavagna kanban con cui è possibile gestire tutti i codici articolo e controllare lo stato di ciascun cartellino (Figura 4.17). Ogni cartellino può presentare 5 diversi stati (Figura 4.18).

Il sistema tiene traccia di tutti i cambiamenti degli stati dei cartellini e consente attraverso strumenti statistici di analizzare i consumi e dimensionare i cartellini di conseguenza, adeguando i livelli di giacenza ai reali consumi (Figure 4.19, 4.20).

KanbanBOX Home Anagrafiche Kanban Stampa Lavagna Dichiarazioni Report

Lavagna Kanban come pianificatore 73 legami kanban - 4

Cartellino	Codice	Descrizione	Fornitore	Tipo fornitore	Cliente	Tipo cliente	Stato	Stampati
C.A.V.I. EVOLU								
Cliente	DISTRIBUZIONE SRLS		10/03/21	10/03/21	10/03/21	03/03/21		
Cartellini	REP_PIATTAFORME		1	2	3	4		
Codice	3TARGAM2		Rilasciato 50 pz	Rilasciato 50 pz	Rilasciato 50 pz	Disponib. 50 pz		
Descrizione	TARGA MATRICOLARE CM.7,5X22 "PLE"		S6DED6TB	64YJUARQ	M5GQ5HBJ	QZUBJRSR		
Fornitore	MARCHEGGIANI DISTRIBUZIONE SRLS		Ripristinare entro 10/03/21	Ripristinare entro 10/03/21	Ripristinare entro 10/03/21	Ricevuto il 03/03/21		
Cliente	REP_PIATTAFORME		1	2	3	4		
Cartellini	4 kanban							
Codice	2CABLA.E5		Rilasciato 2 pz	Disponib. 2 pz	Disponib. 2 pz	Disponib. 2 pz	Disponib. 2 pz	
Descrizione	Preclabato E5		TGFXJ2YR	TVF28WNC	ZLBDAU9Y	YABYKD5G	2MH4VP4P	
Fornitore	C.A.V.I. EVOLUTION SRL		Ripristinare entro 12/05/21	Ricevuto il 18/05/21	Ricevuto il 31/05/21	Ricevuto il 31/05/21	Ricevuto il 31/05/21	
Cliente	REP_PIATTAFORME		1	2	3	4	5	
Cartellini	5 kanban							
Codice	2CABLA.E5P		Rilasciato 2 pz	Rilasciato 2 pz	Rilasciato 2 pz	Rilasciato 2 pz	Disponib. 2 pz	
Descrizione	Preclabato E5P100 - ESTIRES		WBDFX8EK	EJTTVWMT	J8BWTLM8	8LQFZ286	H32SD428	
Fornitore	C.A.V.I. EVOLUTION SRL		Ripristinare entro 02/06/21	Ripristinare entro 08/06/21	Ripristinare entro 08/06/21	Ripristinare entro 10/06/21	Ricevuto il 03/06/21	
Cliente	REP_PIATTAFORME		1	2	3	4	5	
Cartellini	5 kanban							
Codice	2SUPLATF		Rilasciato 50 PZ	Disponib. 50 PZ				
Descrizione	SUPPORTO LAT.FILETTATO DIS.AM 214		M63SKRDY	45C6GWL6				
Fornitore	DMA S.R.L.S		Ripristinare entro 03/06/21	Ricevuto il 06/05/21				
Cliente	PREP_COLONNE		1	2				
Cartellini	2 kanban							

Figura 4.17 Lavagna kanbanbox

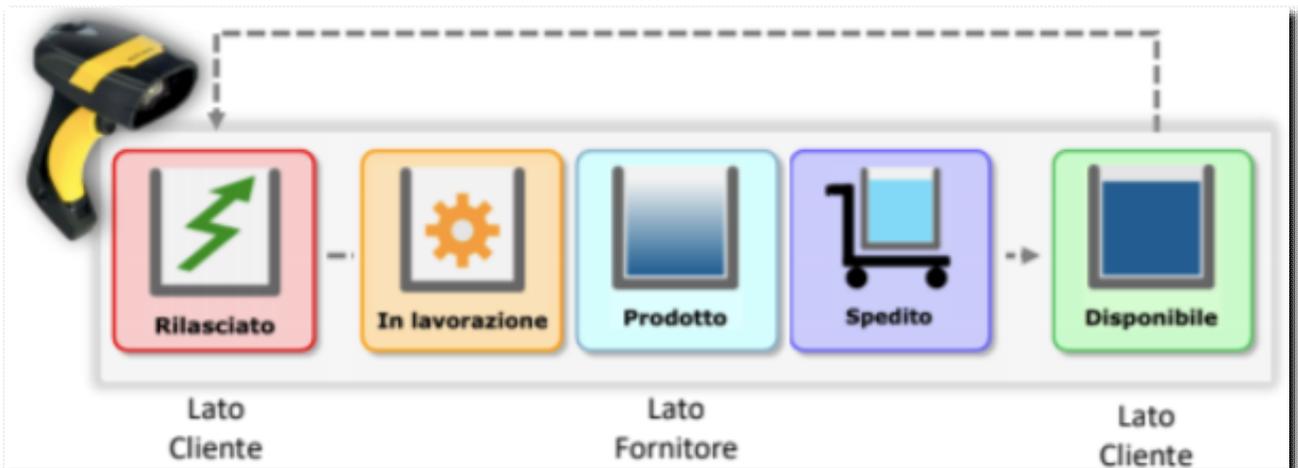


Figura 4.18 Stati cartellini

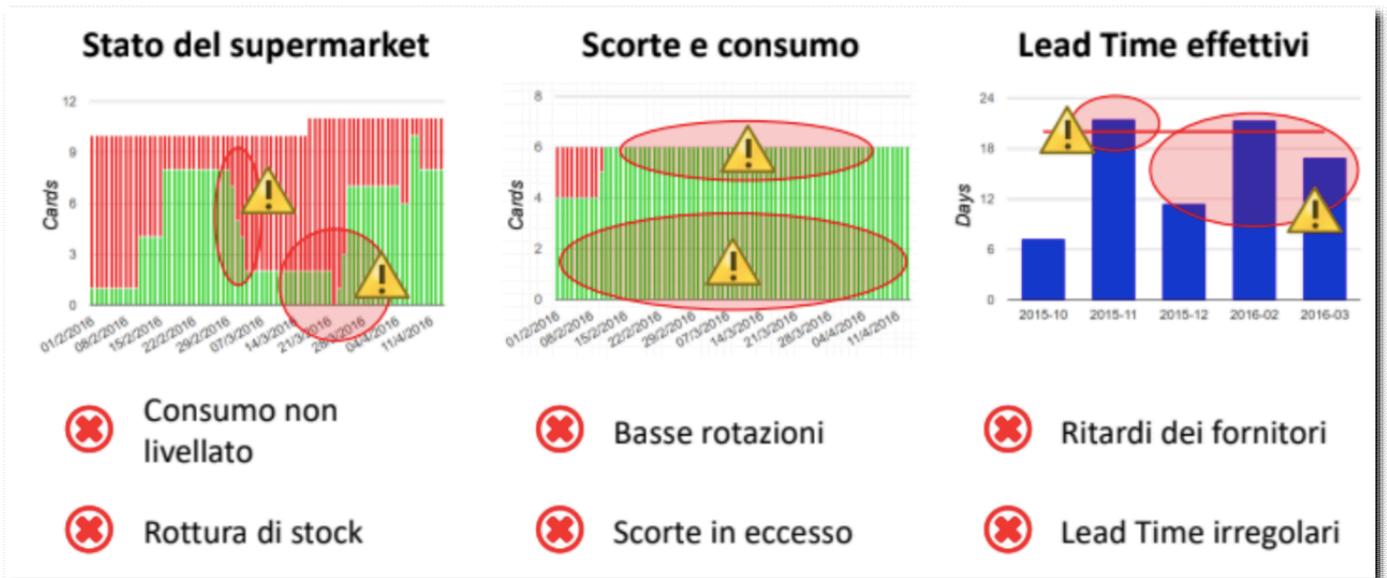


Figura 4.19 Monitoraggio dei legami e statistiche

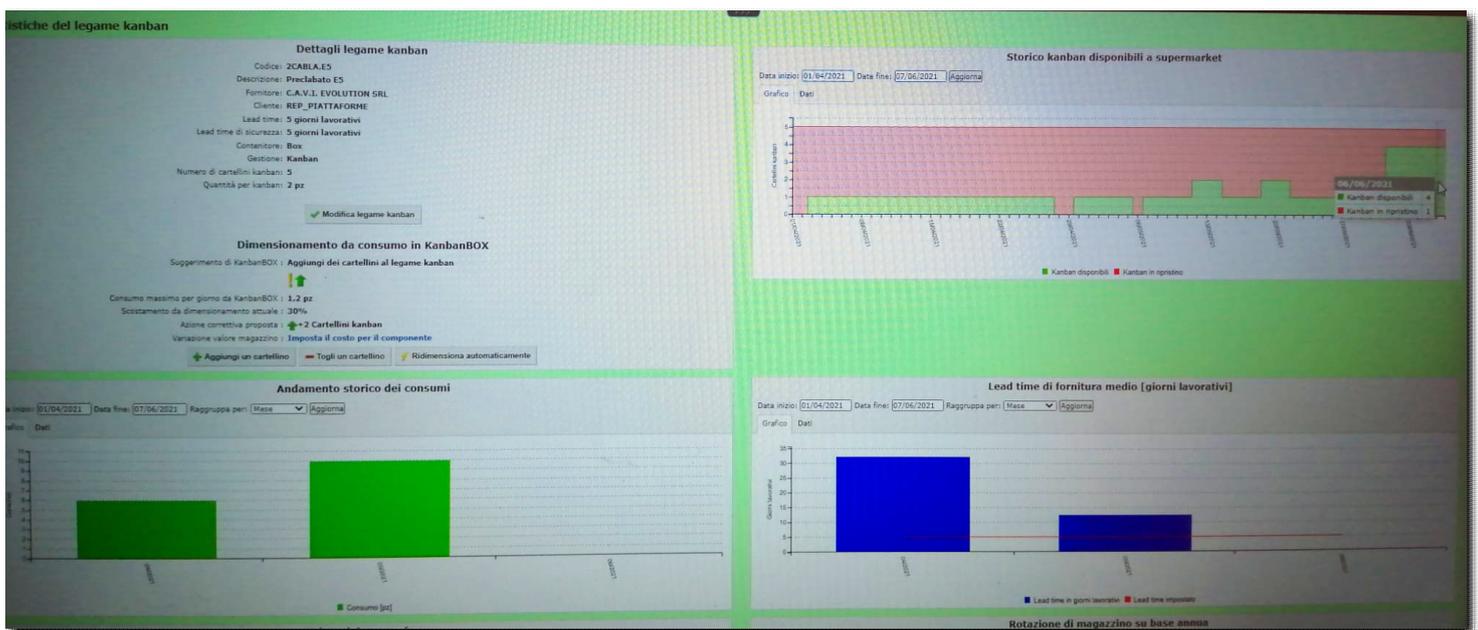
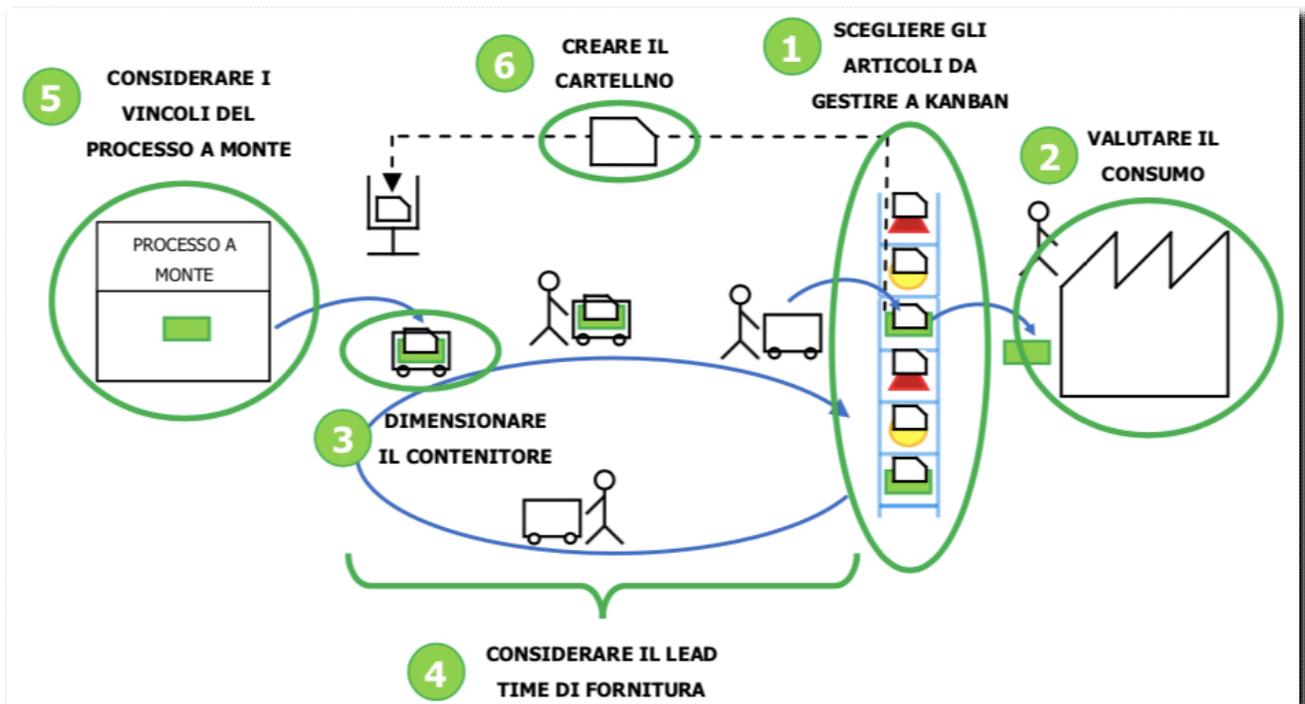


Figura 4.20 Analisi storiche dei consumi

- Implementazione del kanban in kanbanbox

Implementare la gestione a kanban richiede vari passaggi, che sono in linea generale quelli riportati nello schema seguente:



Nel dettaglio, vediamo come sono stati scelti gli articoli da gestire e il dimensionamento dei contenitori.

• *Scelta degli articoli a Kanban*

Ci sono dei criteri di massima da seguire nella selezione dei codici da gestire a Kanban: Gli articoli da preferire sono quelli che presentano:

- Consumi continuativi
- Consumi difficili da determinare in modo esatto
- Sovraccapacità dei processi a monte

Mentre sono da evitare gli articoli con:

- Consumi puntuali
- Lead time di approvvigionamento lunghi

Con l'aiuto dell'**Ufficio acquisti** è stata eseguita un'analisi dei consumi da cui è scaturita una prima selezione di articoli per il reparto piattaforme:

- cablaggi (Cavi Evolution)
- carri base, tralicci, stabilizzatori (CM Pilotti)
- Kit etichette, targhe matricolari (Marcheggiani)
- Componenti di meccanica di precisione (DMA), quali boccole, perni di sicurezza, alberi di trasmissione, supporti per alberi.

Per ciascuno dei fornitori sopra elencati è stata eseguita un'ulteriore selezione di specifici prodotti, attraverso un'ANALISI A MATRICE (Consumo-frequenza).

L'analisi si articola in due passaggi:

1. Classificazione ABC dei componenti per valore (in euro) di consumo

Classe A: prodotti ad alto costo e bassa numerosità

Classe B: prodotti intermedi tra A e C

Classe C: prodotti a basso costo e alta numerosità

2. Suddivisione RRS dei componenti per frequenza di utilizzo

Runners: frequente, almeno ogni settimana

Repeaters: regolare ma con intervalli più lunghi

Strangers: irregolare, imprevedibile

Effettuate le due classificazioni, i prodotti che si adattano alla logica kanban sono i seguenti:

		Frequenza		
		Runners	Repeaters	Strangers
Consumo [€]	A	Kanban	Kanban? MRP	MRP
	B	Kanban	Kanban? MRP	MRP
	C	Double bin	Double bin	Double bin o MRP

Figura 4.21 *Analisi Consumo-Frequenza*

Condotta l'analisi a matrice, la selezione è ricaduta negli articoli riportati in tabella:

Fornitore	Codice articolo	Classificazione ABC	Classificazione RRS
Cavi evolution	2CABLA.E5	B	Runners
	2CABLA.E5P	B	Runners
	2CABLA.E5M	B	Runners
CM Pilotti	2CARBASE	A	Repeaters
	2CARBP60	A	Repeaters
	2CARH65M	A	Runners
	2CARH65T	A	Runners
	2CARTERZ	C	Runners
	2STAB1730	A	Repeaters
	2STAB2050	A	Repeaters
	2STAB890	A	Runners
	2STABE70	A	Runners
	2TRAL65E	B	Repeaters
	2TRALP60	B	Repeaters
	2TRALH80	A	Repeaters
	2TRALH61	A	Repeaters
DMA	2BOCC.46	C	Runners
	2BOCC.TB	C	Runners
	2PERNO22	C	Runners
	2PERNO92	C	Runners
	2SUPPCEN	B	Runners
	2SUPPH61	B	Runners
	2SUPPLAT	B	Runners
	2PROTEM6	B	Runners
	2SPESS51	B	Runners
	2SPESS52	B	Runners
Marcheggiani	3ETIKIT01, 02, 03, 04, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	B	Repeaters
	3TARGAM2	B	Runners
	3TARGAM3	B	Runners

Tabella 4.17

Come si può notare dalla tabella, sono stati scelti anche articoli “repeaters” o di classe “C”, contrariamente a quanto suggerito dall’analisi a matrice.

Questo perché la matrice offre sicuramente un valido strumento matematico per la selezione, ma in quanto tale, non consente di considerare alcuni aspetti pratici importanti come:

- Esigenze dei fornitori (interni ed esterni)
- Esigenze dei clienti (interni ed esterni)
- Predisposizione e formazione del personale.

Per un fornitore integrato nel sistema kanban per alcuni articoli, risulta sicuramente più comodo gestire tutti gli articoli della stessa famiglia di prodotto o stessa classe merceologica. Dunque effettuando queste considerazioni, sono stati inseriti anche articoli che l’analisi a matrice avrebbe escluso a priori.

• **Dimensionamento kanban**

Dopo la selezione dei codici gestiti, si è passati a dimensionare i kanban. Il fulcro del sistema è il dimensionamento corretto del numero di contenitori.

La formula utilizzata per stabilire l’esatto numero di contenitori #KB è:

Quello che può essere consumato durante il ripristino

$$\#KB = \left\lceil \frac{C_{max} \cdot (LT + LTS)}{Q} \right\rceil + 1$$

Variabili	
#KB	Numero di contenitori nel supermarket [Kanban]
C_{max}	Consumo giornaliero massimo nel periodo considerato [pz/gg]
LT	Tempo di ripristino da parte del fornitore [gg/lav]
LTS	Tempo di sicurezza [gg/lav]
Q	Quantità standard di pezzi nel contenitore [pz/kanban]

L’obiettivo del dimensionamento è che sia sempre tutto disponibile nel supermarket. Dunque la scorta che resta dopo il segnale di ripristino deve coprire i consumi durante il riapprovvigionamento (come espresso dal numeratore della formula).

Vediamo come esempio il dimensionamento che è stato effettuato sul codice 2PERNO22:

Variabili		
C_{max}	Consumo giornaliero massimo	12 pz/gg
LT	Lead Time del fornitore	5 gg (lavorativi)
LTS	Lead Time di sicurezza	1 gg (lavorativi)
Q	Quantità di pezzi nel contenitore/kanban	50 pz/kanban
$\#KB$	Numero di contenitori da mettere a supermarket	?

$$\#KB = \left\lceil \frac{12 \times (5 + 1)}{50} \right\rceil + 1 = \left\lceil \frac{72}{50} \right\rceil + 1 = [1,44] + 1 = 3$$

Il numero corretto di contenitori kanban per l'articolo 2PERNO22 è 3.

Lo stesso procedimento è stato utilizzato per dimensionare tutti i codici attualmente gestiti con logica kanban.

4.4 Processo TO-BE

4.4.1 Il nuovo metodo di lavoro

Dopo l'analisi e la proposta delle soluzioni migliorative, in questo paragrafo si approfondisce il metodo di lavoro progettato per essere implementato.

Il nuovo layout è quello illustrato in figura 4.22, in cui le frecce rappresentano il flusso di prodotto attuale.

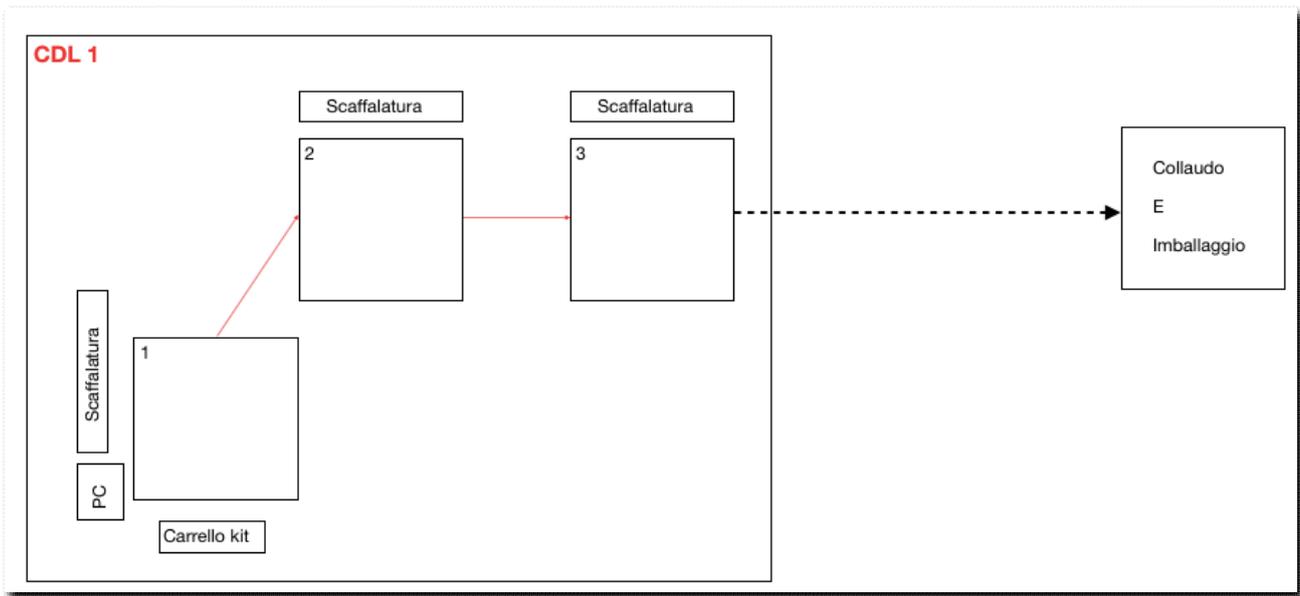


Figura 4.22 Il nuovo CDL 1

Come si può immediatamente osservare, attraverso un confronto con lo stato iniziale (Figura 4.7), l'occupazione degli spazi risulta molto più ottimizzata e il flusso più razionale, ordinato e snello.

Il prodotto da assemblare entra in linea e, attraversate le tre postazioni, esce come prodotto finito dal CDL1:

- Stazione 1: inizia il prodotto da zero. Provvede alla preparazione meccanica della base, montaggio di ruote e motori, posizionamento del cablaggio e assemblaggio di base e colonna.
- Stazione 2: arriva la base pre-assemblata, provvede al completamento della stessa inserendo zavorre, batterie, caricabatterie e loro collegamento; montaggio del cestello, passaggio cavi da colonna a cestello.
- Stazione 3: pre-cablaggio della plancia comandi, collegamento plancia comandi, attivazione della macchina, regolazione della portata, regolazione della bolla di livello, test funzionamento macchina.

In linea di massima le tre stazioni eseguono le macro-fasi sopra elencate, con alcune variazioni che dipendono dal modello di piattaforma che entra in produzione.

Il ciclo di lavoro è stato suddiviso in micro-fasi, assegnate poi alle tre stazioni della nuova cella di lavoro, come descritto nel sotto-paragrafo 4.3.3 (tabelle 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, *appendice*).

Secondo tale suddivisione, i tempi di lavoro (in secondi) di ciascuna stazione per ciascun modello sono riportati nella seguente tabella:

Modello piattaforma	Stazione 1	Stazione 2	Stazione 3	Tp (tempo tot. realizzazione)
65-80 MOVE	20921	19645	16265	56831
65-80 PICKING	21401	20635	20740	62776
65-80 ES	19096	19698	20762	59556
65 TB	19096	21463	20612	61171

Tabella 4.18 *Tempi di lavorazione stazioni*

La ridefinizione del nuovo flusso di lavoro ha permesso di liberare due risorse, infatti dalle cinque postazioni iniziali si è passati a tre stazioni di assemblaggio.

Le due risorse sono state riqualificate in altri compiti, in particolare

- Un operatore è stato impiegato in una postazione fuori linea che provvede alle riparazioni. In tal modo si eviterà, quando possibile, di bloccare l'intera linea al verificarsi di criticità e problematiche.
- L'altro operatore è stato reimpiegato presso un altro centro di lavoro per occuparsi di fasi extra necessarie nell'assemblaggio di piattaforme speciali.

4.4.2 Definizione delle nuove attrezzature

L'analisi delle attività a non valore aggiunto ha portato a definire le soluzioni descritte nel paragrafo 4.3.

Le attrezzature necessarie per il nuovo layout sono:

- **Scaffalature per la bulloneria**

Già presenti nella situazione iniziale, sono state riorganizzate per contenere soltanto quanto necessario per ciascuna postazione. Inizialmente infatti tutte le scaffalature ospitavano tutta la bulloneria necessaria per costruire l'intera piattaforma. Ora ciascuna postazione è dotata solo dei bulloni necessari per realizzare le fasi ad essa assegnate, in accordo con il metodo 5s.

I contenitori utilizzati sono di due tipi: piccole scatole in cartone 100x50x30 mm e odette 160x100x80 mm.



Figura 4.23. Scaffalature attrezzate per postazione

- **Carrello kit montaggio**

Attraverso il kitting, sono stati individuati tutti i componenti necessari nell'assemblaggio. In particolare i componenti selezionati per il kit sono quelli di piccole/medie dimensioni (visibili nelle tabelle 4.6, 4.7, 4.8, 4.9), così da poter essere posizionati sul carrello.

Come già anticipato, il kit varia in base al modello di piattaforma da realizzare.

La preparazione del carrello è a carico del magazziniere, che si occupa dell'attrezzaggio a inizio di ogni ciclo di lavorazione.

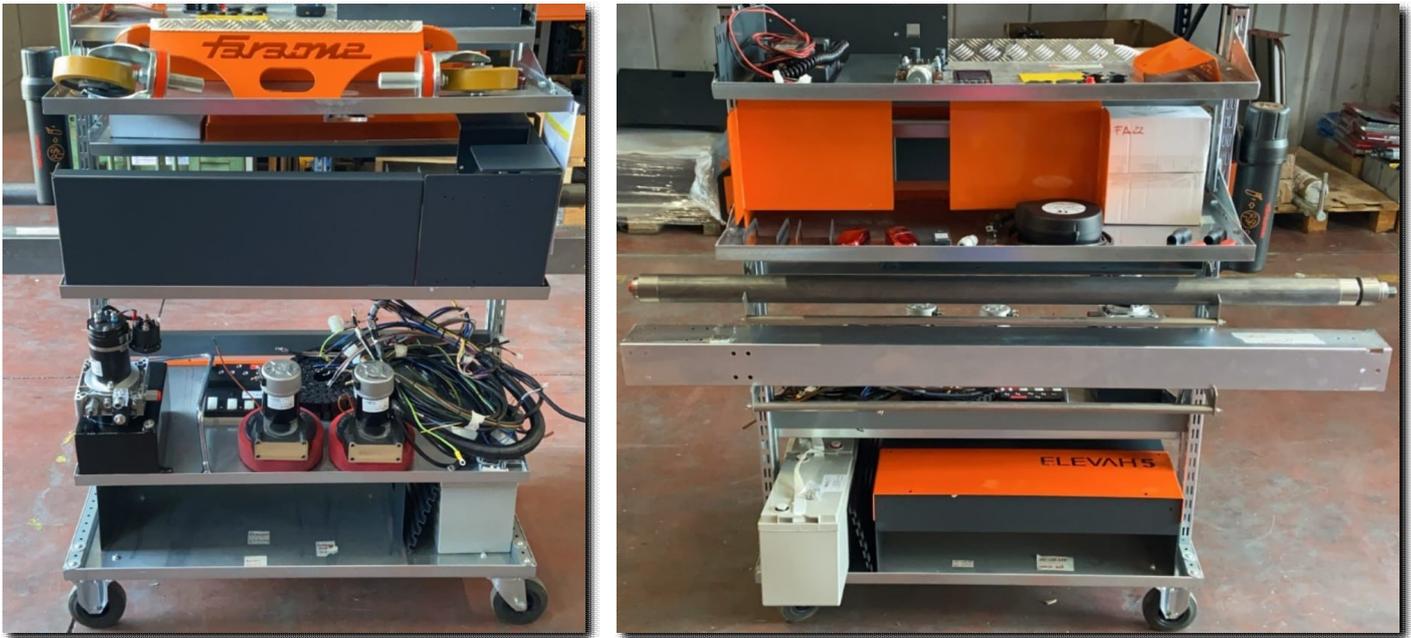


Figura 4.24 Carrello kit montaggio

4.4.3 Risparmi ottenuti

Risparmi in termini di VA/NVA

Con la riorganizzazione effettuata, le percentuali delle attività a valore aggiunto sono aumentate come illustrato in tabella 4.19.

Relativamente alle attività a valore non aggiunto si considerano i soli spostamenti, le cui percentuali si sono ridotte rispetto alla situazione di partenza. (tabella 4.5).

Inserendo, infatti, una quarta postazione fuori linea per la risoluzione di problematiche e riparazioni, si assume che i tempi extra per le non qualità all'interno della linea sia pari a zero. Inoltre, attraverso la segnalazione delle stesse con la modulistica appositamente creata (Figura 4.11), si mira a eliminare qualsiasi difettosità o problematica a monte, comunicando direttamente ai centri di responsabilità interni ed esterni le correzioni da apportare, in ottica di un miglioramento continuo.

	VA		Spostamenti	
65-80 MOVE	54615	96,31%	2091	3,69%
65-80 PICKING	60580	96,72%	2056	3,28%
65-80 ES	57165	96,26%	2221	3,74%
65 TB	58870	96,36%	2221	3,64%

Tabella 4.19 *Le nuove percentuali in termini di VA/NVA*

Nuova cadenza giornaliera

Per assicurare la copertura di una domanda annua pari a 270 pezzi, la cadenza giornaliera è fissata a 1,35 pz/gg per ciascun operatore.

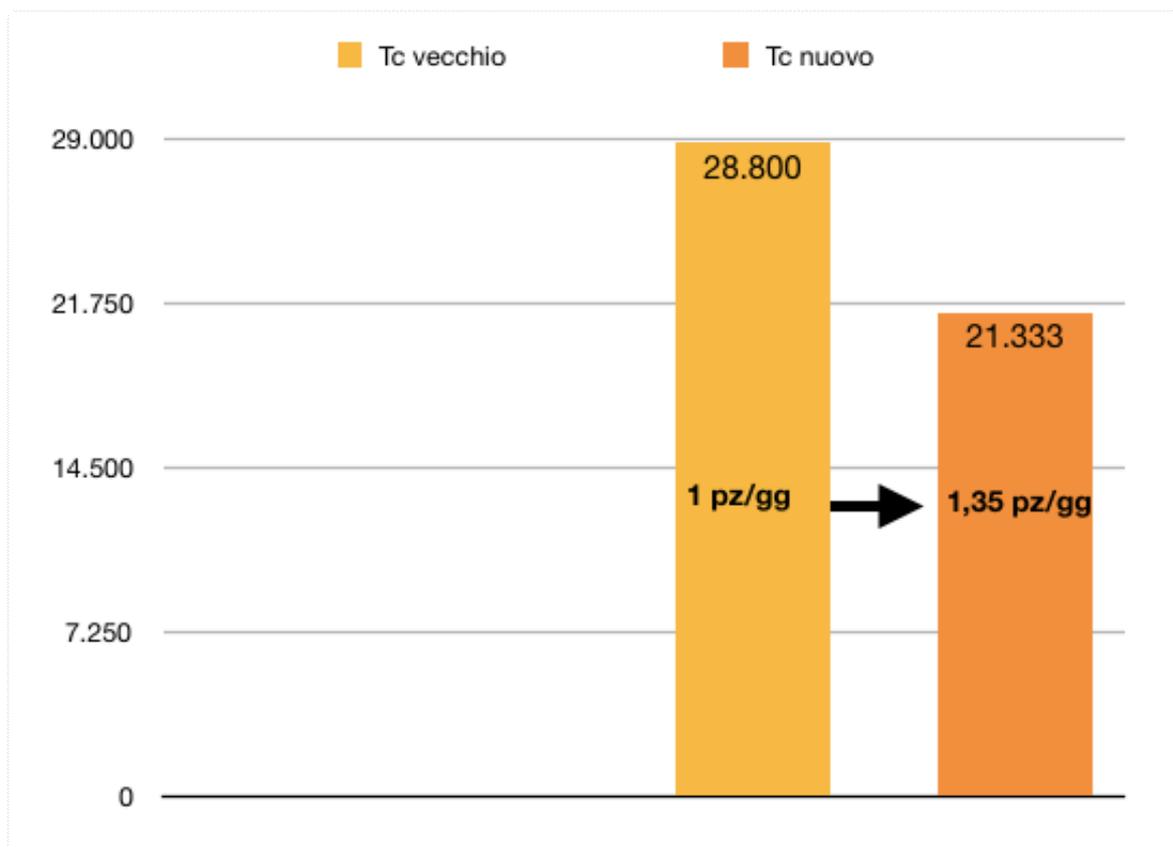


Figura 4.25 *Nuovo Tempo ciclo e produttività giornaliera*

CAPITOLO 5

NEXT STEPS

Alla conclusione della mia esperienza in azienda, erano già state predisposte le nuove tre postazioni, riorganizzate con metodo 5s. La preparazione dei kit di montaggio era in atto e la suddivisione delle fasi era stata condivisa con la produzione. Dunque non è stato possibile verificare effettivamente con la messa in produzione se i risultati ottenuti siano in linea con gli obiettivi e i risparmi progettati. Tutte le altre soluzioni, riguardanti le non qualità, l'introduzione dei manuali standardizzati per l'etichettatura e il sistema di gestione dei materiali a kanban sono invece già state implementate, dimostrando i primi risultati di una maggiore organizzazione e ottimizzazione del processo.

In un'ottica di ri-progettazione di tutti i centri di lavoro del reparto assemblaggio piattaforme, si prevede di applicare la stessa logica descritta nell'elaborato, utilizzando il nuovo CDL 1 come isola di lavoro modello da estendere a tutti i centri di lavoro del reparto.

Per quanto riguarda il ri-provvigionamento sarà auspicabile estendere l'implementazione del sistema kanban a tutta la *supply chain*, in modo da ottimizzare la gestione dei materiali e allineare sempre più la produzione ai consumi effettivi, riducendo le giacenze il più possibile e ovviando alla problematica della mancanza di materiali.

L'ideale sarebbe, in un secondo momento, ricorrere a una integrazione del software kanbanbox con il gestionale "Golden Lake" utilizzato in azienda, per allineare dati di carico/scarico e situazione effettiva dei magazzini in tempo reale, eliminando così ogni forma di asimmetria informativa.

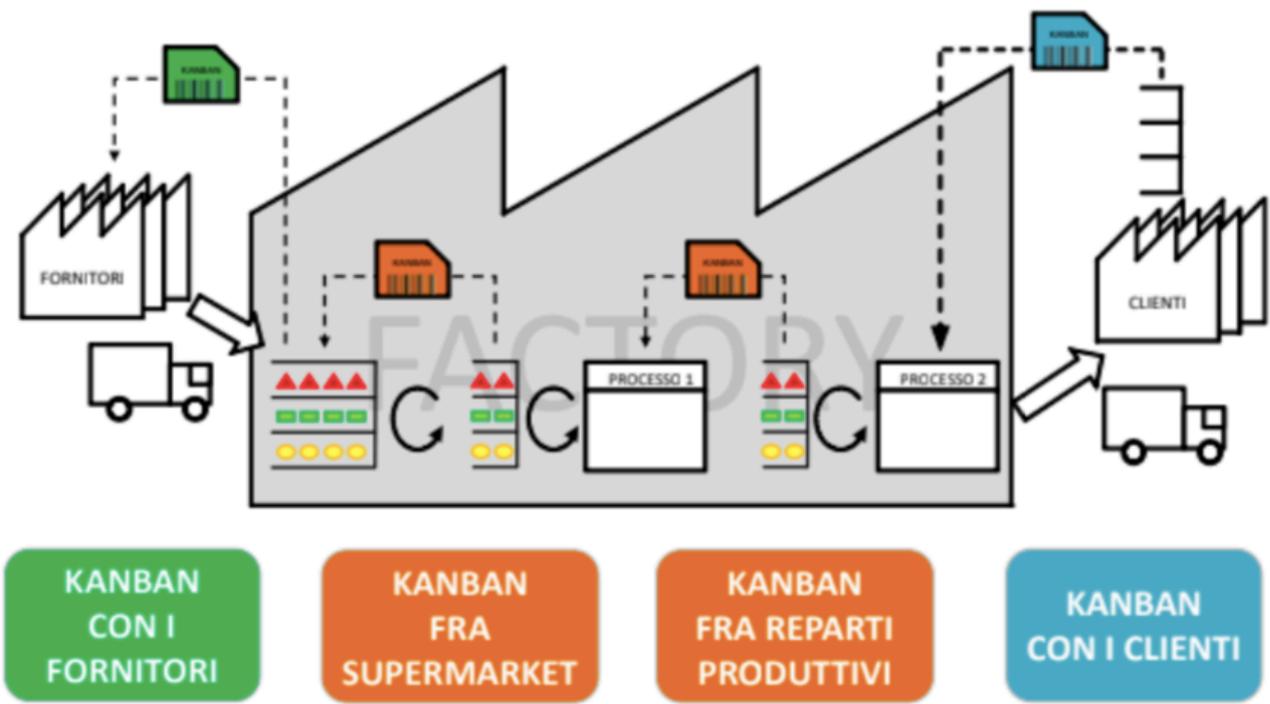


Figura 5 Piattaforma Kanban unica per la Supply Chain

Conclusioni

Il lavoro svolto ha riguardato l'analisi e la riprogettazione di un centro di lavoro del reparto assemblaggio piattaforme seguendo i principi della Lean Production.

Il metodo principalmente artigianale utilizzato fino ad ora in azienda è risultato ormai inadeguato a rispondere a volumi di produzione crescenti e ciò si è tradotto nella necessità di rendere il processo produttivo più industriale, standardizzato e snello.

Da una cella di lavoro in cui ciascun operatore provvedeva alla realizzazione di un'intera piattaforma, si è passati ad una configurazione ad "U" costituita da tre postazioni, attraverso cui il prodotto fluisce secondo un "*one piece flow*" ed esce prodotto finito. L'elevata complessità del prodotto, come osservabile anche dalla distinta base della piattaforma più semplice, ha comportato non poche difficoltà nello svolgimento dell'analisi. L'analisi tempi e metodi ha permesso di "misurare il lavoro" e mappare la situazione iniziale. Numerose sono le criticità riscontrate nel metodo, dovute a una scarsa organizzazione del posto di lavoro, spazi non ottimizzati e gestione delle non qualità. Per ciascuna problematica si sono analizzate e proposte delle soluzioni che hanno permesso di riorganizzare layout, attrezzature e postazioni con metodo 5s, riducendo i tempi di realizzazione e aumentando la percentuale di attività a valore aggiunto.

Al fine di adottare un sistema di tipo PULL, anche la gestione dei materiali è stata rivista, selezionando un insieme di codici articolo da gestire a kanban, con l'obiettivo futuro di estenderla a tutta la supply chain.

Concludendo, l'attività svolta non è che una piccola parte del lavoro ancora necessario in azienda per ottimizzare tutto il processo produttivo e nel momento in cui è terminato il mio periodo di stage tale ottimizzazione è risultata in pieno sviluppo. Anche se vi è ancora molto da realizzare, si può dire che con questo lavoro, si è prodotto un *Know-How* da sfruttare per gli studi su altri centri di lavoro, inoltre ora è ben chiaro l'iter procedurale da applicare e la risoluzione dei problemi sarà quindi più rapida.

A livello personale è stato un progetto soddisfacente perché mi ha permesso di approfondire tutte le tematiche legate all'analisi, alla progettazione di una postazione di lavoro, all'ottimizzazione di un processo produttivo che mi avevano suscitato il mio interesse durante gli studi.

Appendice

Tabella 4.1 *Tempi rilevati 65-80 MOVE*

VA			SPOSTAMENTO			NON QUALITÀ		
Nr.	Operazione	Tempo (s)	Nr.	Operazione	Tempo (s)	Nr.	Operazione	Tempo (s)
1	apertura bolla	30	1	prelievo base con transpallet	66	1	correzione fori coprizavorre	95
2	scarica la base su sw kanbanbox	60	2	apertura cellophane e toglie cartone	98	2	svasatura colonna	65
3	inserimento sponde su base	60	3	butta cellophane	50	3	esecuzione fori su colonna (inesatti)	220
4	posizionamento base su ponte	40	4	porta cartone a postazione imballo	45	4	smerigliatura vernice pianetto	280
5	maschiatura e svasature (toglie tappi da sede cuscinetti)	260	5	porta pallet fuori	80	5	ripasso fori tappi battuta (parte superiore cestello)	60
6	Pulizia sede cuscinetti	75	6	prelievo di tutti i componenti necessari	205	6	risoluzione non attivazione(batteria scarica)	6300
7	Inserimento ingrassatori	90	7	prelievo zavorre 24x26 cm	150	7	cambio batteria	540
8	Posizionamento cuscinetti nella sede	80	8	Mette a posto zavorre e transpallet	50			
9	Inserimento seeger per bloccare cuscinetti	30	9	prelievo cablaggio	27	tempo totale		7560
10	Inserimento pressacavi	105	10	prelievo carrello e colonna	180			
11	Inserimento scheda, teleruttore, portafusibile e clacson	360	11	mette a posto transpallet	15			
12	Inserimento cuscinetti per supporto ruote	60	12	prelievo barra filettata da 16	30			
13	Montaggio piastre per rulli laterali	1230	13	prelievo tralicci	30			
14	preparazione supporto ruote	420	14	toglie carrello e mette a posto	40			
15	Montaggio supporto ruote	90	15	prelievo banco	30			
16	montaggio ruote	205	16	prelievo componenti per batterie	60			
17	Inserimento zavorre	120	17	prelievo batterie con transpallet	240			
18	Fissaggio viti zavorre	60	18	prelievo olio	140			
19	posiziona carter per inserimento carter anteriore	30	19	prelievo carter posteriore	30			
20	inserimento piastra su carter anteriore	240	20	prelievo transpallet	30			
21	Ribaltamento macchina per applicazione adesivi	60	21	prelievo zavorre e coprizavorre per base	90			
22	etichettatura base	360	22	prelievo viti zavorre	60			
23	registrazione codici di motori motoruote su documenti	150	23	prelievo coperchio	20			
24	montaggio motoruote	920	24	prelievo gradino mandorlato	40			
25	montaggio finale kit rulli laterali	1320	25	prelievo componenti per caricabatterie	40			
26	riposizionamento macchina	60	26	prelievo componenti (lampeggiante, presa retrattile,...)	30			
27	posizionamento cablaggio su base	1680	27	prelievo barre filettate	60			
28	collegamento pin scheda madre	600	28	prelievo transpallet	240			
29	collegamento clacson	120	29	prelievo zavorre posteriori	90			
30	inserimento occhiali su cavo giallo verde	300	30	mette a posto zavorre	60			
31	collegamento fili a finecorsa TZ-7121	545	31	prelievo coprizavorre	50			
32	inserimento viti e regolazione finecorsa	440	32	prelievo carter posteriore colonna	20			
33	fascettatura cavi	170	33	prelievo transpallet	50			
34	Ribaltamento macchina	60	34	spostamento di altra macchina per prelievo cestello	120			
35	inserimento pressacavi su cavo 18x1	270	35	prelievo cestello	160			
36	collegamento motoruote	1920	36	risistemazione altra macchina	60			
37	collegamento FM502 (finecorsa lungo colonna)	640	37	prelievo piastre ancoraggio cestello	30			
38	posizionamento colonna su carrello	100	38	prelievo muletto per scendere macchina da banco	150			
39	scarica colonna su sw kanbanbox	30	39	mette a posto muletto	50			
40	inserimento curve a 90 gradi per cavo 18x1 e pressacavo su colonna	420	40	prelievo scatola di derivazione	30			
41	rimozione pulegge	20	41	prelievo pianetto	30			
42	inserimento slitta finecorsa lungo colonna	60	42	prelievo finecorsa	300			
43	regolazione valvola a paracadute	480	43	prelievo pistoncino	30			
44	montaggio valvola a paracadute su pistone	60	44	prelievo tappetino di sicurezza (giallo)	40			
45	Serraggio colonnetta per tubo idraulico	45	45	prelievo stabilizzatori per regolazione bolla di livello	30			
46	Montaggio raccordo 3/8 su elettrovalvola	120	46	mette a posto stabilizzatori	35			
47	inserimento colonna sulla base	250	47	prelievo pesi per regolazione portata	40			
48	estensione colonna, inserimento viti tra base e colonna	465	48	mette a posto stabilizzatori	40			
49	centraggio colonna	240						
50	Fissaggio colonna	180	tempo totale		3591			
51	serraggio finecorsa alla colonna	120						
52	Chiusura colonna	30						
53	taglio barra filettata da 16 mm e verniciatura	425						
54	inserimento tralicci	300						
55	serraggio viti tralicci	240						
56	fissaggio elettrovalvola su pistone	110						
57	pulizia tubo dell'olio	165						
58	inserimento tubo dell'olio	95						

59	collegamento cavi (blu e viola) a elettrovalvola	840
60	ribaltamento macchina	105
61	regolazione cuscinetti colonna	2340
62	inserimento tappi su cuscinetti	840
63	posizionamento macchina ad altezza lavoro	50
64	tensione cavi di sicurezza	480
65	inserimento pulegge su colonna	245
66	montaggio centralina	600
67	collegamento tubo dell'olio alla centralina	300
68	posizionamento macchina per stringere cavo sotto colona	60
69	montaggio cavo 18x1	1230
70	sollevamento macchina	90
71	posizionamento su macchina adesivi, piastra, fusibile, cicalini, pulsanti	130
72	riposizionamento coperchio su carro base	30
73	compilazione documento	120
74	scarica assemblaggio della base e posa su macchina	40
75	posizionamento macchina su banco	40
76	toglie sponde	30
77	bloccaggio macchina su banco con cavo di sicurezza	90
78	posizionamento macchina in magazzino	40
79	Apertura bolla	30
80	Prelievo banco con macchina	30
81	collegamento TS 100	1550
82	collegamento buzzer	180
83	collegamento motore pompa salita	570
84	inserimento batterie su macchina	90
85	collegamento batterie	840
86	riempimento serbatoio	320
87	etichettatura base	0
88	esecuzione fori per inserimento carter posteriore	150
89	montaggio carter posteriore su base	290
90	piombatura generale (finecorsa ecc.)	330
91	sollevamento colonna	30
92	inserimento zavorre su base	555
93	serraggio zavorre con viti	120
94	piombatura viti zavorre	150
95	posizionamento coperchio su base	30
96	foratura coperchio per inserimento gradino	230
97	fissaggio gradino	60
98	serraggio coperchio su base	60
99	etichettatura coperchio	40
100	pulizia coperchio	30
101	installazione caricabatterie	210
102	collegamento caricabatterie	600
103	preparazione lampeggiante	480
104	collegamento lampeggiante	270
105	preparazione presa retrattile	550
106	collegamento presa retrattile	1100
107	inserimento LED	290
108	installazione lamiere di protezione motoruote	600
109	esecuzione fori su base (per inserimento zavorre)	180
110	inserimento barre filettate	60
111	inserimento zavorre posteriori	600
112	centraggio zavorre	360
113	bloccaggio zavorre	460
114	compilazione documento zavorre	60
115	piombatura zavorre	130
116	inserimento coprizavorre	30
117	serraggio coprizavorre	180
118	collegamento salita supplementare	930

119	rimozione pellicola protettiva da carter e preparazione	485
120	etichettatura carter posteriore	0
121	inserimento tappi carter	320
122	applicazione lamierino ancoraggio su carter	150
123	inserimento carter posteriore	270
124	sollevamento del cestello per inserimento e posizionamento	170
125	applicazione piastre ancoraggio su colonna	150
126	fissaggio cestello (inserimento bulloni, rondelle...)	230
127	avvitamento piastre ancoraggio	75
128	pulizia cestello	30
129	etichettatura	0
130	discesa macchina da banco	450
131	foratura scatola di derivazione	230
132	avvitamento pressacavi su scatola di derivazione	50
133	applicazione scatola di derivazione	60
134	collegamento scatola di derivazione	520
135	chiusura scatola di derivazione	100
136	inserimento fermacarta su pianetto	60
137	installazione portadocumenti su pianetto	125
138	etichettatura pianetto	0
139	montaggio pianetto su colonna	340
140	applicazione portaoggetti su pianetto	175
141	preparazione fincorsa cestello	230
142	collegamento fincorsa	350
143	montaggio gancio di sicurezza (blocco apertura cestello)	890
144	etichettatura	0
145	inserimento su colonna tubo parte superiore cestello	110
146	inserimento tappi battuta	80
147	montaggio parte superiore cestello	150
148	rivettatura cinta	420
149	montaggio pistoncino cestello	1020
150	pulizia parte superiore cestello	30
151	fascettatura cavo	60
152	applicazione tappetino di sicurezza	240
153	etichettatura	1765
154	inserimento vite a scrochetto su cestello	160
155	collegamento plancia comandi	5100
156	caricamento programma e attivazione	480
157	regolazione bolla di livello	525
159	regolazione portata	920
160	test funzionamento macchina	360
161	posizionamento macchina a magazzino	45
	tempo totale	54615

Tabella 4.2 *Tempi rilevati 65-80 PICKING*

VA			SPOSTAMENTO			NON QUALITÀ		
Nr.	Operazione	Tempo	Nr.	Operazione	Tempo	Nr.	Operazione	Tempo
1	apertura bolla	30	1	prelievo base con transpallet	66	1	correzione fori coprizavorre	95
2	scarica la base su sw kanbanbox	60	2	apertura cellophane e toglie cartone	98	2	smerigliatura vernice pianetto	240
3	inserimento sponde su base	60	3	butta cellophane	50	3	ripasso fori M6 su carter protezione posteriore	150
4	posizionamento base su ponte	40	4	porta cartone a postazione imballaggio	45	4	risoluzione non attivazione(configurazione joystick	6000
5	maschiatura e svasature (toglie tappi da sede cuscinetti)	260	5	porta pallet fuori	80	5	cambio joystick difettoso	660
6	Pulizia sede cuscinetti	75	6	prelievo di tutti i componenti necessari	205			
7	Inserimento ingrassatori	90	7	prelievo zavorre 24x26 cm	150	tempo totale		7145
8	Posizionamento cuscinetti nella sede	80	8	Mette a posto zavorre e transpallet	50			
9	Inserimento seeger per bloccare cuscinetti	30	9	prelievo cablaggio	27			
10	Inserimento pressacavi	105	10	prelievo carrello e colonna	180			
11	Inserimento scheda, teleruttore, portafusibile e clacson	360	11	mette a posto transpallet	15			
12	Inserimento cuscinetti per supporto ruote	60	12	prelievo barra filettata da 16	30			
13	Montaggio piastre per rulli laterali	1230	13	prelievo tralicci	30			
14	preparazione supporto ruote	420	14	toglie carrello e mette a posto	40			
15	Montaggio supporto ruote	90	15	prelievo banco	30			
16	montaggio ruote	205	16	prelievo componenti per batterie	60			
17	Inserimento zavorre	120	17	prelievo olio	140			
18	Fissaggio viti zavorre	60	18	prelievo carter posteriore	30			
19	posiziona carter per inserimento carter anteriore	30	19	prelievo transpallet	30			
20	inserimento piastra su carter anteriore	240	20	prelievo rivetti e gradini	50			
21	Ribaltamento macchina per applicazione adesivi	60	21	prelievo componenti per caricabatterie	40			
22	etichettatura base	360	22	prelievo componenti (lampeggiante, presa retrattile,...)	40			
23	registrazione codici di motori motoruote su documenti	150	23	prelievo barre filettate	60			
24	montaggio motoruote	920	24	prelievo transpallet	240			
25	montaggio finale kit rulli laterali	1320	25	prelievo zavorre posteriori	90			
26	riposizionamento macchina	60	26	mette a posto zavorre	60			
27	posizionamento cablaggio su base	1680	27	prelievo coprizavorre	50			
28	collegamento pin scheda madre	600	28	prelievo carter posteriore colonna	20			
29	collegamento clacson	120	29	prelievo transpallet	50			
30	inserimento occhielli su cavo giallo verde	300	30	spostamento di altra macchina per prelievo cestello	60			
31	collegamento fili a finecorsa TZ-7121	545	31	prelievo cestello	80			
32	inserimento viti e regolazione finecorsa	440	32	risistemazione altra macchina	60			
33	fascettatura cavi	170	33	toglie transpallet	20			
34	Ribaltamento macchina	60	34	prelievo muletto per scendere macchina da banco	150			
35	inserimento pressacavi su cavo 18x1	270	35	mette a posto muletto	40			
36	collegamento motoruote	1920	36	prelievo pianetto	30			
37	collegamento FM502 (finecorsa lungo colonna)	640	37	prelievo cuscinetto di protezione	30			
38	posizionamento colonna su carrello	100	38	prelievo tappi motoruote	50			
39	scarica colonna su sw kanbanbox	30	39	prelievo pesi per regolazione picking con transpallet	90			
40	inserimento curve a 90 gradi per cavo 18x1 e pressacavo su colonna	420	40	risistemazione pesi	90			
41	rimozione pulegge	20	41	prelievo pesi per regolazione portata	60			
42	inserimento slitta finecorsa lungo colonna	60	42	risistemazione dei pesi	60			
43	regolazione valvola a paracadute	480	43	prelievo stabilizzatori per regolazione bolla di livello	40			
44	montaggio valvola a paracadute su pistone	60	44	mette a posto stabilizzatori	40			
45	Serraggio colonnetta per tubo idraulico	45						
46	Montaggio raccordo 3/8 su elettrovalvola	120	tempo totale		2956			
47	inserimento colonna sulla base	250						
48	estensione colonna, inserimento viti tra base e colonna	465						
49	centraggio colonna	240						
50	Fissaggio colonna	180						
51	serraggio finecorsa alla colonna	120						
52	Chiusura colonna	30						
53	taglio barra filettata da 16 mm e verniciatura	425						
54	inserimento tralicci	300						
55	serraggio viti tralicci	240						
56	fissaggio elettrovalvola su pistone	110						
57	pulizia tubo dell'olio	165						
58	inserimento tubo dell'olio	95						
59	collegamento cavi (blu e viola) a elettrovalvola	840						
60	ribaltamento macchina	105						
61	regolazione cuscinetti colonna	2340						
62	inserimento tappi su cuscinetti	840						
63	posizionamento macchina ad altezza lavoro	50						
64	tensione cavi di sicurezza	480						
65	inserimento pulegge su colonna	245						
66	montaggio centralina	600						
67	collegamento tubo dell'olio alla centralina	300						
68	posizionamento macchina per stringere cavo sotto colona	60						

69	montaggio cavi 18x1 A e B	1710
70	sollevamento macchina	90
71	posizionamento su macchina adesivi, piastra, fusibile, cicalini, pulsanti	130
72	riposizionamento coperchio su carro base	30
73	compilazione documento	120
74	scarica assemblaggio della base e posa su macchina	40
75	posizionamento macchina su banco	40
76	toglie sponde	30
77	bloccaggio macchina su banco con cavo di sicurezza	90
78	posizionamento macchina in magazzino	40
79	Apertura bolla	30
80	Prelievo banco con macchina	30
81	collegamento TS 100	1550
82	collegamento buzzer	180
83	collegamento motore pompa salita	605
84	inserimento batterie su macchina	60
85	collegamento batterie	840
86	riempimento serbatoio	320
87	etichettatura base	0
88	esecuzione fori per inserimento carter posteriore	150
89	montaggio carter posteriore su base	290
90	piombatura generale (finecorsa ecc.)	215
91	sollevamento colonna	30
92	posizionamento cofano su base	30
93	preparazione gradini per coperchio	550
94	esecuzione fori su coperchio (per fissaggio gradini)	180
95	pulizia coperchio	30
96	fissaggio gradini su coperchio	180
97	pulizia della base	30
98	etichettatura coperchio	0
99	installazione caricabatterie	210
100	collegamento caricabatterie	600
101	preparazione lampeggiante	480
102	collegamento lampeggiante	270
103	preparazione presa retrattile	550
104	collegamento presa retrattile	1140
105	inserimento LED	290
106	esecuzione fori su base (per inserimento zavorre)	70
107	inserimento barre filettate	50
108	inserimento zavorre posteriori	600
109	centraggio zavorre	360
110	bloccaggio zavorre	420
111	compilazione documento zavorre	60
112	piombatura zavorre	120
113	inserimento coprizavorre	30
114	serraggio coprizavorre	180
115	rimozione pellicola protettiva da carter e preparazione	480
116	etichettatura carter posteriore	0
117	inserimento tappi carter	330
118	applicazione lamierino ancoraggio su carter	150
119	inserimento carter posteriore	240
120	sollevamento del cestello per inserimento e posizionamento	180
121	inserimento bulloni tra cestello e colonna per fissaggio	90
122	fissaggio cestello (inserimento bulloni, rondelle...)	730
123	cablaggio per automazione del piano picking	1620
124	collegamento scheda picking	2700
125	collegamento cavo bianco alla presenza uomo	420
126	filettatura tappo arancio	280
127	montaggio tappo arancio parte inferiore cestello	60
128	discesa macchina da banco	240
129	avvitamento del cestello alla colonna (inserimento di altre viti)	260
130	montaggio pianetto su colonna	480
131	serraggio altre viti su pianetto	400
132	etichettatura pianetto	0
133	installazione portadocumenti	90
134	applicazione tappo gancio	35
135	etichettatura carter	0
136	esecuzione fori su colonna per inserimento carter	180
137	inserimento e fissaggio carter protezione posteriore	150
138	inserimento tappi in gomma diametro 20 su cestello	210
139	esecuzione fori su interno cuscinetto e colonna	270
140	fissaggio cuscinetto con viti	300

141	avvitamento carter posteriore	120
142	etichettatura colonna	0
143	inserimento tappi su motoruote	435
144	collegamento sensori porte apertura cestello	1620
145	precablaggio plancia comandi	4440
146	collegamento comandi al cestello	2400
147	caricamento programma e attivazione piattaforma	450
148	test funzionamento macchina	390
149	conclusione montaggio picking (serraggio bulloni)	120
150	ingrassaggio vite picking	60
151	installazione carter superiore picking	530
152	installazione guarnizione	130
153	etichettatura picking	0
154	regolazione portata piano picking	610
155	regolazione portata	900
156	montaggio coperchio picking	300
157	regolazione bolla di livello	630
158	posizionamento macchina a magazzino	45
159	etichettatura	1380
tempo totale		60580

Tabella 4.3 *Tempi rilevati 65-80 ES*

VA			SPOSTAMENTO			NON QUALITÀ		
Nr.	Operazione	Tempo (s)	Nr.	Operazione	Tempo (s)	Nr.	Operazione	Tempo (s)
1	apertura bolla	30	1	prelievo base con transpallet	66	1	correzione fori coprizavorre	95
2	scarica la base su sw kanbanbox	60	2	apertura cellophane e toglie cartone	98	2	svasatura colonna	65
3	inserimento sponde su base	60	3	butta cellophane	50	3	esecuzione fori su colonna (inesatti)	180
4	posizionamento base su ponte	40	4	porta cartone da Alessandro	45	4	smerigliatura vernice pianetto	270
5	maschiatura e svasature (toglie tappi da sede cuscinetti)	260	5	porta pallet fuori	80	5	risoluzione problematica comandi (inversione fili)	900
6	Pulizia sede cuscinetti	75	6	prelievo di tutti i componenti necessari	205	6	verniciatura difetti cestello	240
7	Inserimento ingrassatori	90	7	prelievo zavorre 24x26 cm	150			
8	Posizionamento cuscinetti nella sede	80	8	Mette a posto zavorre e transpallet	50	tempo totale		1750
9	Inserimento seeger per bloccare cuscinetti	30	9	prelievo cablaggio	27			
10	Inserimento pressacavi	105	10	prelievo carrello e colonna	180			
11	Inserimento scheda, teleruttore, portafusibile e clacson	360	11	mette a posto transpallet	15			
12	Inserimento cuscinetti per supporto ruote	60	12	prelievo barra filettata da 16	30			
13	Montaggio piastre per rulli laterali	1230	13	prelievo tralicci	30			
14	preparazione supporto ruote	420	14	toglie carrello e mette a posto	40			
15	Montaggio supporto ruote	90	15	prelievo banco	30			
16	montaggio ruote	205	16	prelievo componenti per batterie	60			
17	Inserimento zavorre	120	17	prelievo olio	140			
18	Fissaggio viti zavorre	60	18	prelievo carter posteriore	30			
19	posiziona carter per inserimento carter anteriore	30	19	prelievo transpallet	30			
20	inserimento piastra su carter anteriore	240	20	prelievo rivetti e gradini	50			
21	Ribaltamento macchina per applicazione adesivi	60	21	prelievo componenti per caricabatterie	40			
22	etichettatura base	360	22	prelievo componenti (lampeggiante, presa retrattile,..)	40			
23	registrazione codici di motori motoruote su documenti	150	23	prelievo barre filettate	60			
24	montaggio motoruote	920	24	prelievo transpallet	240			
25	montaggio finale kit rulli laterali	1320	25	prelievo zavorre posteriori	90			
26	riposizionamento macchina	60	26	mette a posto zavorre	60			
27	posizionamento cablaggio su base	1680	27	prelievo coprizavorre	50			

29	collegamento clacson	120	29	prelievo carter coprizavorra	20
30	inserimento occhielli su cavo giallo verde	300	30	prelievo cestello	270
31	collegamento fili a finecorsa TZ-7121	545	31	prelievo barra filettata (per fissaggio cestello)	10
32	inserimento viti e regolazione finecorsa	440	32	prelievo muletto	360
33	fascettatura cavi	170	33	prelievo scatola di derivazione	10
34	Ribaltamento macchina	60	34	prelievo carter (per parte sotto cestello)	30
35	inserimento pressacavi su cavo 18x1	270	35	prelievo schemi e cavi	30
36	collegamento motoruote	1920	36	prelievo componenti	60
37	collegamento FM502 (finecorsa lungo colonna)	640	37	prelievo carter posteriore	20
38	posizionamento colonna su carrello	100	38	prelievo carter posteriore lungo colonna	60
39	scarica colonna su sw kanbanbox	30	39	prelievo pulsante emergenza	30
40	inserimento curve a 90 gradi per cavo 18x1 e pressacavo su colonna	420	40	prelievo stabilizzatori per regolazione bolla di livello	90
41	rimozione pulegge	20	41	mette a posto attrezzatura per bolla	30
42	inserimento slitta finecorsa lungo colonna	60	42	prelievo pesi per regolazione portata con transpallet	60
43	regolazione valvola a paracadute	480	43	mette a posto pesi	40
44	montaggio valvola a paracadute su pistone	60	44	prelievo vernice	60
45	Serraggio colonnetta per tubo idraulico	45	45	prelievo portadocumenti	30
46	Montaggio raccordo 3/8 su elettrovalvola	120			
47	inserimento colonna sulla base	250	tempo totale		3331
48	estensione colonna, inserimento viti tra base e colonna	465			
49	centraggio colonna	240			
50	Fissaggio colonna	180			
51	serraggio finecorsa alla colonna	120			
52	Chiusura colonna	30			
53	taglio barra filettata da 16 mm e verniciatura	425			
54	inserimento tralicci	300			
55	serraggio viti tralicci	240			
56	fissaggio elettrovalvola su pistone	110			
57	pulizia tubo dell'olio	165			
58	inserimento tubo dell'olio	95			
59	collegamento cavi (blu e viola) a elettrovalvola	840			
60	ribaltamento macchina	105			
61	regolazione cuscinetti colonna	2340			
62	inserimento tappi su cuscinetti	840			
63	posizionamento macchina ad altezza lavoro	50			
64	tensione cavi di sicurezza	480			
65	inserimento pulegge su colonna	245			
66	montaggio centralina	600			
67	collegamento tubo dell'olio alla centralina	300			
68	posizionamento macchina per stringere cavo sotto colonna	60			
69	montaggio cavo 18x1	1230			
70	sollevamento macchina	90			
71	posizionamento su macchina adesivi, piastra, fusibile, cicalini, pulsanti	130			
72	riposizionamento coperchio su carro base	30			
73	compilazione documento	120			
74	scarica assemblaggio della base e posa su macchina	40			
75	posizionamento macchina su banco	40			
76	toglie sponde	30			
77	bloccaggio macchina su banco con cavo di sicurezza	90			
78	posizionamento macchina in magazzino	40			
79	Apertura bolla	30			
80	Prelievo banco con macchina	30			
81	collegamento TS 100	1550			
82	collegamento buzzer	180			
83	collegamento motore pompa salita	605			
84	inserimento batterie su macchina	60			
85	collegamento batterie	840			
86	riempimento serbatoio	320			
87	etichettatura base	450			
88	esecuzione fori per inserimento carter posteriore	150			
89	montaggio carter posteriore su base	290			
90	piombatura generale (finecorsa ecc.)	215			
91	sollevamento colonna	30			
92	posizionamento cofano su base	30			
93	pulizia coperchio	30			
94	pulizia della base	30			
95	etichettatura coperchio	40			

96	installazione caricabatterie	210
97	collegamento caricabatterie	1800
98	preparazione lampeggiante	480
99	collegamento lampeggiante	450
100	preparazione presa retrattile	550
101	collegamento presa retrattile	1140
102	inserimento LED	290
103	esecuzione fori su base (per inserimento zavorre)	70
104	inserimento barre filettate	50
105	inserimento zavorre posteriori	600
106	centraggio zavorre	530
107	bloccaggio zavorre	420
108	compilazione documento zavorre	60
109	piombatura zavorre	120
110	inserimento coprizavorre	30
111	serraggio coprizavorre	180
112	rimozione pellicola protettiva da carter e preparazione	485
113	inserimento pulsante emergenza su carter	180
114	etichettatura carter posteriore	490
115	inserimento tappi carter	320
116	applicazione lamierino ancoraggio su carter	150
117	inserimento carter posteriore	270
118	scende macchina da banco e mette su pallet	755
119	solleva colonna con muletto	45
120	fissaggio cestello alla colonna	600
121	passaggio cavi per contatti	2730
122	collegamento e chiusura sportelli	540
123	collegamento spirale dei contatti	1980
124	collegamento plancia comandi	5100
125	caricamento programma e attivazione	480
126	inserimento fermacarta su pianetto	60
127	installazione portadocumenti su pianetto	125
128	etichettatura pianetto	65
129	montaggio pianetto su colonna	340
130	applicazione portaoggetti su pianetto	175
131	test funzionamento macchina	450
132	regolazione bolla di livello	560
133	verniciatura ruote	360
134	etichettatura	1020
135	regolazione portata	1200
136	test della buca	180
137	piombatura finale	720
138	fissaggio coperchio su base	60
139	etichettatura coperchio	60
140	completamento etichettatura	120
141	applicazione cuscinetto giallo protezione operatore	660
142	pulizia macchina	50
143	mette macchina a magazzino	60
	tempo totale	57165

Tabella 4.4 *Tempi rilevati 65TB*

VA			SPOSTAMENTO			NON QUALITÀ		
Nr.	Operazione	Tempo (s)	Nr.	Operazione	Tempo (s)	Nr.	Operazione	Tempo (s)
1	apertura bolla	30	1	prelievo base con transpallet	66	1	correzione fori coprizavorre	95
2	scarica la base su sw kanbanbox	60	2	apertura cellophane e toglie cartone	98	2	svasatura colonna	65
3	inserimento sponde su base	60	3	butta cellophane	50	3	esecuzione fori su colonna (inesatti)	180
4	posizionamento base su ponte	40	4	porta cartone alla postazione imballaggio	45	4	smerigliatura vernice pianetto	270
5	maschiatura e svasature (toglie tappi da sede cuscinetti)	260	5	porta pallet fuori	80	5	risoluzione problematica comandi (inversione fili)	900
6	Pulizia sede cuscinetti	75	6	prelievo di tutti i componenti necessari	205	6	verniciatura difetti cestello	240
7	Inserimento ingrassatori	90	7	prelievo zavorre 24x26 cm	150			
8	Posizionamento cuscinetti nella sede	80	8	Mette a posto zavorre e transpallet	50	tempo totale		1750
9	Inserimento seeger per bloccare cuscinetti	30	9	prelievo cablaggio	27			
10	Inserimento pressacavi	105	10	prelievo carrello e colonna	180			
11	Inserimento scheda, teleruttore, portafusibile e clacson	360	11	mette a posto transpallet	15			
12	Inserimento cuscinetti per supporto ruote	60	12	prelievo barra filettata da 16	30			
13	Montaggio piastre per rulli laterali	1230	13	prelievo tralicci	30			
14	preparazione supporto ruote	420	14	toglie carrello e mette a posto	40			
15	Montaggio supporto ruote	90	15	prelievo banco	30			
16	montaggio ruote	205	16	prelievo componenti per batterie	60			
17	Inserimento zavorre	120	17	prelievo olio	140			
18	Fissaggio viti zavorre	60	18	prelievo carter posteriore	30			
19	posiziona carter per inserimento carter anteriore	30	19	prelievo transpallet	30			
20	inserimento piastra su carter anteriore	240	20	prelievo rivetti e gradini	50			
21	Ribaltamento macchina per applicazione adesivi	60	21	prelievo componenti per caricabatterie	40			
22	etichettatura base	360	22	prelievo componenti (lampeggiante, presa retrattile,..)	40			
23	registrazione codici di motori motoruote su documenti	150	23	prelievo barre filettate	60			
24	montaggio motoruote	920	24	prelievo transpallet	240			
25	montaggio finale kit rulli laterali	1320	25	prelievo zavorre posteriori	90			
26	riposizionamento macchina	60	26	mette a posto zavorre	60			
27	posizionamento cablaggio su base	1680	27	prelievo coprizavorre	50			
28	collegamento pin scheda madre	600	28	prelievo zavorre per base con transpallet	135			
29	collegamento clacson	120	29	prelievo carter coprizavorra	20			
30	inserimento occhiali su cavo giallo verde	300	30	prelievo cestello	270			
31	collegamento fili a finecorsa TZ-7121	545	31	prelievo barra filettata (per fissaggio cestello)	10			
32	inserimento viti e regolazione finecorsa	440	32	prelievo muletto	360			
33	fascettatura cavi	170	33	prelievo scatola di derivazione	10			
34	Ribaltamento macchina	60	34	prelievo carter (per parte sotto cestello)	30			
35	inserimento pressacavi su cavo 18x1	270	35	prelievo schemi e cavi	30			
36	collegamento motoruote	1920	36	prelievo componenti	60			
37	collegamento FM502 (finecorsa lungo colonna)	640	37	prelievo carter posteriore	20			
38	posizionamento colonna su carrello	100	38	prelievo carter posteriore lungo colonna	60			
39	scarica colonna su sw kanbanbox	30	39	prelievo pulsante emergenza	30			
40	inserimento curve a 90 gradi per cavo 18x1 e pressacavo su colonna	420	40	prelievo stabilizzatori per regolazione bolla di livello	90			
41	rimozione pulegge	20	41	mette a posto attrezzatura per bolla	30			
42	inserimento slitta finecorsa lungo colonna	60	42	prelievo pesi per regolazione portata con transpallet	60			
43	regolazione valvola a paracadute	480	43	mette a posto pesi	40			
44	montaggio valvola a paracadute su pistone	60	44	prelievo vernice	60			
45	Serraggio colonnetta per tubo idraulico	45	45	prelievo portadocumenti	30			
46	Montaggio raccordo 3/8 su elettrovalvola	120						
47	inserimento colonna sulla base	250	tempo totale		3331			
48	estensione colonna, inserimento viti tra base e colonna	465						
49	centraggio colonna	240						
50	Fissaggio colonna	180						
51	serraggio finecorsa alla colonna	120						
52	Chiusura colonna	30						
53	taglio barra filettata da 16 mm e verniciatura	425						
54	inserimento tralicci	300						
55	serraggio viti tralicci	240						
56	fissaggio elettrovalvola su pistone	110						
57	pulizia tubo dell'olio	165						
58	inserimento tubo dell'olio	95						
59	collegamento cavi (blu e viola) a elettrovalvola	840						
60	ribaltamento macchina	105						
61	regolazione cuscinetti colonna	2340						
62	inserimento tappi su cuscinetti	840						

63	posizionamento macchina ad altezza lavoro	50
64	tensione cavi di sicurezza	480
65	inserimento pulegge su colonna	245
66	montaggio centralina	600
67	collegamento tubo dell'olio alla centralina	300
68	posizionamento macchina per stringere cavo sotto colona	60
69	montaggio cavo 18x1	1230
70	sollevamento macchina	90
71	posizionamento su macchina adesivi, piastra, fusibile, cicalini, pulsanti	130
72	riposizionamento coperchio su carro base	30
73	compilazione documento	120
74	scarica assemblaggio della base e posa su macchina	40
75	posizionamento macchina su banco	40
76	toglie sponde	30
77	bloccaggio macchina su banco con cavo di sicurezza	90
78	posizionamento macchina in magazzino	40
79	Apertura bolla	30
80	Prelievo banco con macchina	30
81	collegamento TS 100	1550
82	collegamento buzzer	180
83	collegamento motore pompa salita	605
84	inserimento batterie su macchina	60
85	collegamento batterie	840
86	riempimento serbatoio	320
87	etichettatura base	0
88	esecuzione fori per inserimento carter posteriore	150
89	montaggio carter posteriore su base	290
90	piombatura generale (finecorsa ecc.)	215
91	sollevamento colonna	30
92	posizionamento cofano su base	30
93	pulizia coperchio	30
94	pulizia della base	30
95	etichettatura coperchio	0
96	installazione caricabatterie	210
97	collegamento caricabatterie	1800
98	preparazione lampeggiante	480
99	collegamento lampeggiante	450
100	preparazione presa retrattile	550
101	collegamento presa retrattile	1140
102	inserimento LED	290
103	esecuzione fori su base (per inserimento zavorre)	70
104	inserimento barre filettate	50
105	inserimento zavorre posteriori	600
106	centraggio zavorre	530
107	bloccaggio zavorre	420
108	compilazione documento zavorre	60
109	piombatura zavorre	120
110	inserimento coprizavorre	30
111	serraggio coprizavorre	180
112	esecuzione fori per targa matricolare	150
113	taglio barra filettata (30mm)	100
114	arrotondamento punta barra filettata e verniciatura	130
115	posizionamento cestello	90
116	sollevamento cestello con carro ponte	210
117	fissaggio e preparazione cestello	1170
118	inserimento cavi da colonna a cestello	1200
119	scende macchina dal banco	120
120	foratura scatola di derivazione	210
121	avvitamento pressacavi su scatola di derivazione	60
122	applicazione scatola di derivazione	160
123	collegamento scatola di derivazione	520
124	montaggio dispositivo blocco cestello in altezza	930
125	collegamento lampadina parte anteriore	90
126	sollevamento colonna	60

127	passaggio cavi nella parte bassa del cestello	1890
128	inserimento finecorsa sotto cestello	240
129	abbassa colonna	30
130	collegamento cavo finecorsa nella scatola di derivazione	600
131	chiusura scatola di derivazione	100
132	inserimento carter copricavo sotto cestello	250
133	passaggio cavo nella catena (catena che permette al cestello di girare)	120
134	fissaggio telaietti per catena	600
135	passaggio cavo nel cestello	90
136	inserimento fermafili sotto cestello	125
137	passaggio cavo nella parte alta del cestello	245
138	fascettatura cavo a fermafilo	60
139	posizionamento cestello all'esterno	30
140	rimozione pellicola protettiva carter	50
141	inserimento carter sotto cestello	455
142	applicazione rotella al finecorsa	210
143	precablaggio plancia	1140
144	collegamento comandi al cestello	130
145	inserimento fusibile	90
146	caricamento programma e attivazione	430
147	pulizia macchina	60
148	test funzionamento macchina	450
149	centraggio cestello	940
150	chiusura plancia comandi	60
151	prelievo pianetto	60
152	preparazione pianetto (fermacarta ecc)	960
153	montaggio pianetto su colonna	120
154	inserimento carter posteriore su colonna	90
155	pulizia postazione	150
156	rimozione pellicola protettiva carter e preparazione	510
157	inserimento pulsante emergenza su carter	180
158	inserimento tappi gomma su carter	30
159	etichettatura carter posteriore colonna	0
160	inserimento viti su plancia	90
161	regolazione bolla di livello	560
162	verniciatura ruote	360
163	etichettatura	0
164	regolazione portata	1200
165	test della buca	180
166	piombatura finale	720
167	inserimento coperchio finecorsa cestello girevole	360
168	fissaggio coperchio su base	60
169	etichettatura coperchio	0
170	completamento etichettatura	120
171	applicazione cuscinetto giallo protezione operatore	660
172	pulizia macchina	50
173	etichettatura	2050
174	applicazione portadocumenti	420
175	posizionamento macchina a magazzino	60
	tempo totale	58870

68	mette macchina su banco	40
69	toglie sponde	30
70	ferma macchina con corda al banco	90
71	spostamenti (dopo miglioramenti)	546
tempo totale (Tek1)		19096

Tabella 4.15 Microfasi 65 TB

STAZIONE 1			STAZIONE 2			STAZIONE 3		
VA			VA			VA		
Nr.	Operazione	Tempo (Tek)	Nr.	Operazione	Tempo (Tek)	Nr.	Operazione	Tempo (Tek)
1	apertura bolla	30	1	Prelievo banco con macchina	30	1	inserimento carter posteriore su colonna	90
2	scarica la base su kanbanbox	60	2	regolazione cuscinetti colonna	2400	2	montaggio dispositivo blocco cestello in altezza	930
3	inserimento sponde su base	60	3	inserimento tappi su cuscinetti	840	3	collegamento lampadina parte anteriore	90
4	posizionamento base su ponte	40	4	posizionamento macchina ad altezza lavoro	50	4	sollevamento colonna	60
5	maschiatura e svasature (toglie tappi da sede cuscinetti)	260	5	tensione cavi di sicurezza	480	5	passaggio cavi nella parte bassa del cestello	1890
6	Pulizia sede cuscinetti	75	6	inserimento pulegge su colonna	245	6	inserimento finecorsa sotto cestello	240
7	inserimento ingrassatori	90	7	collegamento TS 100	1550	7	abbassa colonna	30
8	Posizione cuscinetti nella sede	80	8	collegamento buzzer	180	8	collegamento cavo finecorsa nella scatola di derivazione	600
9	Mette seeger per bloccare cuscinetti	30	9	collegamento motore pompa salita	605	9	inserimento carter copricavo sotto cestello	250
10	Inserimento pressacavi	105	10	inserimento batterie su macchina	60	10	passaggio cavo nella catena (catena che permette al cestello di	120
11	Inserimento scheda, teleriduttore, portafusibile e clacson	360	11	collegamento batterie	840	11	fissaggio telaietti per catena	600
12	Inserimento cuscinetti per supporto ruote	60	12	riempimento serbatoio	320	12	passaggio cavo nel cestello	90
13	preparazione supporto ruote	420	13	esecuzione fori per inserimento carter posteriore	150	13	inserimento fermafili sotto cestello	125
14	Montaggio supporto ruote	90	14	montaggio carter posteriore su base	290	14	passaggio cavo nella parte alta del cestello	245
15	montaggio ruote	205	15	piombatura generale (finecorsa ecc.)	215	15	fascettatura cavo a fermafilo	60
16	Inserimento zavorre	120	16	sollevamento colonna	30	16	posizionamento cestello all'esterno	30
17	Fissaggio viti zavorre	60	17	posizionamento cofano su base	30	17	rimozione pellicola protettiva carter	50
18	posizione carter per inserimento carter anteriore	30	18	pulizia coperchio	30	18	inserimento carter sotto cestello	455
19	inserimento piastra su carter anteriore	240	19	pulizia della base	30	19	applicazione rotella alla finecorsa	210
20	Ribaltamento macchina per applicazione adesivi	60	20	installazione caricabatterie	210	20	precablaggio plancia	1140
21	applicazione etichette	360	21	collegamento caricabatterie	1800	21	collegamento comandi al cestello	130
22	Scrive codici di motori motoruote su documenti	150	22	preparazione lampeggiante	480	22	inserimento fusibile	90
23	montaggio motoruote	920	23	collegamento lampeggiante	450	23	caricamento programma e attivazione	430
24	riposizionamento macchina	60	24	preparazione presa retrattile	550	24	pulizia macchina	60
25	posizionamento cablaggio su base	1860	25	collegamento presa retrattile	1140	25	test funzionamento macchina	450
26	collegamento pin scheda madre	600	26	inserimento LED	290	26	centraggio cestello	940
27	collegamento clacson	120	27	esecuzione fori su base (per inserimento zavorre)	70	27	chiusura plancia comandi	60
28	inserimento occhiali su cavo giallo verde	300	28	inserimento barre filettate	50	28	pulizia postazione	150
29	collegamento fili a finecorsa TZ-7121	545	29	inserimento zavorre posteriori	600	29	rimozione pellicola protettiva carter e preparazione	510
30	inserimento viti e regolazione finecorsa	440	30	centraggio zavorre	530	30	inserimento pulsante emergenza su carter	180
31	bloccaggio cavi con fascette	170	31	bloccaggio zavorre	420	31	inserimento tappi gomma su carter	30
32	Ribaltamento macchina	60	32	compilazione documento zavorre	60	32	inserimento viti su plancia	90
33	inserimento pressacavi su cavo 18x1	270	33	piombatura zavorre	120	33	regolazione bolla di livello	560
34	collegamento motoruote	1920	34	inserimento coprizavorre	30	34	verniciatura ruote	360
35	collegamento FM502 (finecorsa lungo colonna)	640	35	serraggio coprizavorre	180	35	regolazione portata	1200
36	posizionamento colonna su carrello	100	36	esecuzione fori per targa matricolare	150	36	test della buca	180
37	scarica colonna su kanbanbox	30	37	taglio barra filettata (30mm)	100	37	piombatura finale	720
38	inserisce curve a 90 gradi per cavo 18x1 e pressacavo su colonna	420	38	arrotondamento punta barra filettata e verniciatura	130	38	inserimento coperchio finecorsa cestello girevole	360
39	toglie pulegge	20	39	posizionamento cestello	90	39	fissaggio coperchio su base	60
40	inserimento slitta finecorsa lungo colonna	60	40	sollevamento cestello con carroponete	210	40	applicazione cuscinetto giallo protezione operatore	660
41	regolazione valvola a paracadute	480	41	fissaggio e preparazione cestello	1170	41	pulizia macchina	50
42	montaggio valvola a paracadute su pistone	60	42	inserimento cavi da colonna a cestello	1200	42	applicazione portadocumenti	420
43	Serraggio colonnetta per tubo idraulico pistone principale colonna	45	43	scende macchina dal banco	120	43	mette macchina a magazzino	60
44	Montaggio raccordo 3/8 su elettrovalvola	120	44	foratura scatola di derivazione	210	44	montaggio piastre per rulli laterali	1230
45	ferma pistone con seeger (inserim. colonna sulla base)	250	45	avvitamento pressacavi su scatola di derivazione	60	45	montaggio finale kit rulli laterali	1320
46	estensione colonna, inserimento viti tra base e colonna	465	46	applicazione scatola di derivazione	160	46	etichettatura	2170
47	centraggio colonna	240	47	collegamento scatola di derivazione	520	47	spostamenti (dopo miglioramenti)	837
48	Fissaggio colonna	180	48	chiusura scatola di derivazione	100			
49	avvita finecorsa alla colonna	120	49	preparazione pianetto (fermacarta ecc)	960			
50	richiude colonna	30	50	montaggio pianetto su colonna	120			
51	taglio barra filettata da 16 mm e verniciatura	425	51	spostamenti (dopo miglioramenti)	838			
52	inserimento tralicci	300						
53	serraggio viti tralicci	240						
54	fissaggio elettrovalvola su pistone	110						
55	pulizia tubo dell'olio	165						
56	inserimento tubo dell'olio	95						
57	collegamento cavi (blu e viola) a elettrovalvola	840						
58	ribaltamento macchina	105						
59	montaggio centralina	600						
60	collegamento tubo dell'olio alla centralina	300						
61	posizionamento macchina e alza colonna per stringere cavo sotto	60						
62	montaggio cavo 18x1	1230						
63	sollevamento macchina	90						
64	poggia in macchina adesivi, piastra, fusibile, cicalini, pulsanti e continuo	130						
65	riposizionamento coperchio su macchina	30						
66	compilazione documento	120						
						tempo totale (Tek3)		20612
tempo totale (Tek2)						21463		

67	scarica assemblaggio della base e posa su macchina	40
68	mette macchina su banco	40
69	toglie sponde	30
70	ferma macchina con corda al banco	90
71	spostamenti (dopo miglioramenti)	546
	tempo totale (Tek1)	19096

Bibliografia

/1/ "Toyota Production System"
by Taiichi Ohno
PRODUCTIVITY PRESS

/2/ "Lean Manufacturing"
di G. Graziadei
HOEPLI

/3/ Manuale "BIESSEKAIZEN" Academy

/4/ "Implementing a Mixed Model Kanban System"
by J. Vatalaro, R. Taylor
PRODUCTIVITY PRESS

/5/ "Logistica integrata e flessibile"
di A. Pareschi, A. Persona, E.Ferrari, A. Regattieri
Progetto Leonardo

Sitografia

<https://www.headvisor.it/5s>