



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

RIORGANIZZAZIONE DEL REPARTO DI SALDATURA

IN OTTICA LEAN PRODUCTION IN AGCO S.P.A

Relatore

Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureando

Nicola Olivetto

Anno Accademico 2016-2017

Ringraziamenti

Desidero ringraziare Andrea Sperotto, Enrico Todesco ed il consulente aziendale Stefano Lecchi per i loro insegnamenti ed i loro consigli, i quali mi sono stati d'aiuto durante il mio periodo di stage in azienda.

Ringrazio anche il professore Roberto Panizzolo, che mi ha seguito nella realizzazione della tesi dimostrandosi sempre disponibile e gentile.

Ringrazio calorosamente i mie genitori Adriana e Silvano per il loro supporto e la pazienza che hanno dimostrato in questi mie anni di studio, aiutandomi a raggiungere questo traguardo. Ringrazio di cuore anche mio fratello Devis per i consigli e le critiche costruttive che durante il mio percorso universitario mi hanno aiutato a migliorare.

Un ringraziamento speciale va alla mia Giulia che in questi anni mi ha sempre sostenuto ed incoraggiato, anche nei momenti più difficili.

Sommario

Il seguente elaborato è frutto della mia esperienza di tirocinio aziendale, svoltosi presso lo stabilimento di AGCO s.p.a a Breganze, leader nel campo delle mietitrebbiatrici ovvero una macchina agricola in grado di mietere ed allo stesso tempo trebbiare vari tipi di colture.

Il progetto svolto in azienda riguarda il kaizen relay layout del reparto saldatura, il quale fa parte del macro-progetto aziendale di revisione del layout per avere un flusso di materiale più razionale e snello all'interno dello stabilimento.

Tutto ciò comporta lo spostamento di risorse, di macchinari e di materiali, e la lean production è la base fondamentale per attuare tutti questi cambiamenti.

Indice

Introduzione	1
1 L'azienda AGCO S.p.A	
1.1 Introduzione all'azienda.....	3
1.2 AGCO e il rapporto con il cliente.....	4
1.3 I principali brands di AGCO	5
1.4 La presenza di AGCO nel mondo	7
1.5 Vendite AGCO	10
1.6 Laverda S.p.A	11
1.6.1 La storia di Laverda.....	12
1.7 Lo stabilimento di Breganze	14
1.7.1 Agridome	15
1.8 La mietitrebbia in AGCO.....	16
1.8.1 I modelli di mietitrebbia	18
2 Lean Thinking	
2.1 Il modello produttivo fordista	25
2.2 Lean Production	26
2.3 La differenza tra mass production e lean production	28
2.4 Lo spreco	28
2.4.1 I sette muda.....	29
2.5 I cinque principi della lean production.....	31
2.6 La casa del Toyota Production System	32
2.7 La metafora del fiume e degli scogli	34
2.8 I modelli del ciclo di miglioramento	35
2.8.1 Il ciclo PDCA.....	35
2.8.2 Il ciclo DMAIC.....	36
2.9 Value Stream Mapping.....	37
2.10 Kanban	38
2.11 Plan for every Part (PFEP)	39
2.12 5S.....	41
2.12.1 Visual Management.....	42

3	Tempi e Metodi	
3.1	Introduzione ai tempi e metodi.....	45
3.2	Lo studio dei tempi.....	46
3.3	Cronotecniche.....	46
3.3.1	Il cronometraggio.....	48
3.3.2	Il rendimento.....	51
3.3.3	La valutazione della fatica.....	53
3.3.4	Il sistema Bedaux.....	55
3.4	I sistemi a tempi predeterminati.....	56
3.4.1	Il sistema MTM.....	56
3.4.2	Il sistema MOST.....	57
3.5	Work Sampling.....	62
3.6	Lo studio dei metodi.....	63
4	Caso Studio: Riorganizzazione del reparto di saldatura in ottica lean production	
4.1	Introduzione al progetto.....	67
4.2	Plan for Every Part.....	71
4.2.1	Raccolta dati.....	71
4.3	Kitting.....	78
4.4	Analisi dei processi produttivi.....	79
4.5	Box manuale 82DD – cassone oscillante inferiore.....	81
4.5.1	Descrizione del Box.....	81
4.5.2	Analisi del ciclo lavorativo.....	84
4.5.3	Problemi rilevati.....	91
4.5.4	Relayout.....	94
4.5.5	Risparmi ottenuti.....	96
4.6	Robot 89.51.....	99
4.6.1	Descrizione del Robot.....	99
4.6.2	Analisi del processo produttivo: abbinamento supporto assale posteriore saldato 5SC e muffler frame.....	101
4.6.3	Carta uomo macchina.....	106
4.6.4	Relayout.....	107
4.6.5	Risparmi ottenuti.....	109

Conclusione	113
Bibliografia	115

Introduzione

L'agricoltura è stata una delle prime attività intraprese dall'uomo e si trattava di un'agricoltura di sussistenza in cui i prodotti erano destinati al consumo diretto. Questa attività, seppur intrapresa al giorno d'oggi in modalità e con finalità diverse, collega da sempre numerosi popoli superando le barriere culturali che molto spesso si incontrano, ed in questo modo vi è una condivisione delle tradizioni e delle culture locali.

Nel corso del tempo l'agricoltura ha subito significative evoluzioni che vanno di pari passo con lo sviluppo tecnologico umano e lo sviluppo di nuove conoscenze e tecniche di coltivazione. Gli strumenti e i macchinari agricoli hanno subito notevoli cambiamenti, come nel caso della mietitrebbiatrice. Questa macchina agricola, negli anni, ha raggiunto una notevole complessità tecnologica con un mercato sempre più in espansione e concorrenziale ed è proprio per questo motivo che AGCO s.p.a mira ad essere il leader di questo mercato.

Gli obiettivi che AGCO sta portando avanti nello stabilimento produttivo di Breganze 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.

Il seguente elaborato vuole quindi presentare il progetto di kaizen relay layout del reparto saldatura appartenente al macro-progetto aziendale.

Nel primo capitolo viene presentata l'azienda AGCO s.p.a e vengono date informazioni sullo stabilimento di Breganze e sui prodotti realizzati.

Il secondo capitolo invece espone la filosofia Lean, descrivendone i principi e gli strumenti fondamentali, utilizzati anche nel progetto aziendale.

Nel terzo capitolo, viene descritta l'analisi tempi e metodi, utilizzata per lo svolgimento del progetto. Infine nel quarto capitolo vengono esposte e descritte le attività svolte nell'ambito del kaizen relay layout all'interno del reparto saldatura.

CAPITOLO 1

L'azienda AGCO S.p.A

L'obiettivo di questo capitolo è quello di fornire una descrizione generale del gruppo statunitense AGCO (Fig. 1.1) e dell'azienda Laverda, storica impresa leader nel campo delle mietitrebbiatrici. Concluderemo con una descrizione dello stabilimento di Breganze e del macchinario agricolo prodotto in questo sito produttivo, la mietitrebbia.

1.1 Introduzione all'azienda



Figura 1.1 Logo AGCO S.p.A

AGCO è un gruppo statunitense con sede a Duluth in Georgia (USA). È stato fondato nel 1990 e cresciuto grazie a numerose acquisizioni fino a diventare per fatturato il terzo gruppo al mondo produttore di trattori e macchine agricole dopo John Deere (Fig. 1.2) e Case New Holland (Fig. 1.3), i quali producono anche macchine movimento terra.



Figura 1.2 Logo John Deere



Figura 1.3 Logo Case New Holland

AGCO è uno dei gruppi specializzati nella progettazione, produzione e distribuzione di macchinari agricoli; la linea completa comprende: trattori, mietitrebbiatrici, attrezzature per fieno e foraggi, irroratrici, attrezzature per la coltivazione, attrezzi, pezzi di ricambio, impianti di produzione di proteine e di stoccaggio dei cereali da granella.

Essendo un'azienda attiva esclusivamente nel settore agricolo, AGCO è costantemente alla ricerca di soluzioni innovative per l'agricoltura.

Lo spirito innovativo è sostenuto da una forte posizione finanziaria, che consente di effettuare investimenti significativi in attività di ricerca e sviluppo svolte presso quattordici centri di ingegneria sparsi in tutto il mondo.

1.2 AGCO e il rapporto con il cliente

AGCO si impegna a dare vita alla miglior esperienza cliente nel settore attraverso:

- Assistenza AGCO: quando è necessario effettuare un intervento di riparazione su una macchina, il lavoro in team fra i concessionari ed il personale di assistenza tecnica, consente di ottenere una risoluzione rapida ed un'esperienza cliente positiva. Il programma EDT (Electronic Diagnostic Tool), offre uno strumento di diagnostica su una piattaforma comune in grado di fornire assistenza per tutti i marchi AGCO.
- AGCO Parts: l'impegno di AGCO nei confronti dei propri clienti si è dimostrato vincente alla luce della recente premiazione della divisione dedicata ai pezzi di ricambio. Gli investimenti in corso per i centri di distribuzione AGCO Parts, consentono di avere risposte più rapide alle richieste d'importanza critica delle case produttrici.
- AGCO Finance: nel mercato globale odierno le opzioni di finanziamento e di leasing rivestono un ruolo importante nella decisione di acquisto. AGCO opera con un istituto bancario partner dedicato per offrire prodotti finanziari innovativi e flessibili che soddisfino le esigenze delle singole aziende.
- AGCO Academy: AGCO assicura che i propri dipendenti e concessionari abbiano una conoscenza completa dei nuovi prodotti e delle relative applicazioni. Nel 2011 AGCO ha inaugurato il nuovo Global Learning Center negli Stati Uniti, un centro di apprendimento all'avanguardia dedicato ai macchinari e alle tecnologie utilizzati in

agricoltura, con sede a Duluth, in Georgia. La struttura, si estende su circa 1.800 metri quadrati ed è la sede di AGCO Academy e di AGCO University.

La mission di AGCO è: facilitare una crescita sostenibile e proficua attraverso l'innovazione, la qualità, l'impegno e un servizio clienti di qualità superiore.

La vision di AGCO è: soluzioni high-tech per coltivatori professionisti che nutrono il mondo.

1.3 I principali brands di AGCO



Figura 1.4 Brands principali di AGCO

AGCO ha a disposizione un'ampia gamma di marche e le principali sono: Challenger, Fendt, GSI, Massey Ferguson e Valtra. (Fig. 1.4)

- Challenger: “Serious Machinery, Serious Results”
Questo è lo slogan di Challenger.
Per le aziende agricole esigenti, Challenger è un macchinario ad alte prestazioni, affidabile ed intelligente che offre una produttività eccezionale.

- Fendt: “Leaders, Drive Fendt”
Questo è lo slogan di Fendt.
Fendt è il marchio high-tech leader per i clienti con le più elevate richieste ed è considerato leader di innovazione per macchine agricole.
- GSI: “Proven and Dependable”
Questo è lo slogan di GSI.
GSI è un produttore mondiale di stoccaggio di cereali, attrezzature per la movimentazione dei materiali, condizionamento ed essiccazione, nonché fornitore di linee complete di attrezzature per la produzione di suini e pollame.
- Massey Ferguson: “A World of Experience, Working with You”
Questo è lo slogan di Massey Ferguson.
Massey Ferguson con più di 160 anni di innovazione e di esperienza, offre una delle linee più complete del settore guadagnando la lealtà degli agricoltori in tutto il mondo.
- Valtra: “Your Working, Machine”
Questo è lo slogan di Valtra.
Nel cambiamento delle aree climatiche Valtra è rinomata per la sua affidabilità ed adattabilità ad ogni terreno, dove l'agricoltura e le colture cambiano.

1.4 La presenza di AGCO nel mondo

La presenza di AGCO è distribuita su tutto il globo, partendo dal Nord America fino ad arrivare all'Asia. (Fig.1.5 – 1.6)



Figura 1.5 Presenza di AGCO in Nord America e Sud America



Figura 1.6 Presenza di AGCO in Europa-Africa-Medio Oriente e Asia-Pacifico

- Nord America (Fig. 1.7): 24% delle vendite globali e 1390 rivenditori.

Marche principali:
Challenger, Fendt, GSI,
Massey Ferguson



Figura 1.7 AGCO Nord America

Colture principali:
grano, fieno, mais, canola, soia, cotone

- Sud America (Fig. 1.8): 12% delle vendite globali e 290 rivenditori.

Marche principali:
Challenger, GSI,
Massey Ferguson, Valtra



Figura 1.8 AGCO Sud America

Colture principali:
soia, canna da zucchero, mais, caffè

- Europa – Africa – Medio oriente (Fig. 1.9): 57% delle vendite globali e 930 rivenditori.

Marche principali:
Challenger, Fendt, GSI,
Massey Ferguson, Valtra



Figura 1.9 AGCO EAME

Colture principali:
grano, orzo, mais, semi oleosi

- Asia – Pacifico (Fig. 1.10): 7% delle vendite globali e 440 rivenditori.

Marche principali:
Challenger, Fendt, GSI,
Massey Ferguson, Valtra



Figura 1.10 AGCO APAC

Colture principali:
cereali, riso, olio di palma, mais, canna da zucchero

1.5 Vendite AGCO

Le vendite nette globali di AGCO nel 2016 (Fig. 1.11) sono state di 7,4 miliardi di dollari e il mercato che porta i maggiori profitti è l'EAME, cioè i mercati di Europa, Africa e Medio Oriente, con il 57% delle vendite del gruppo.

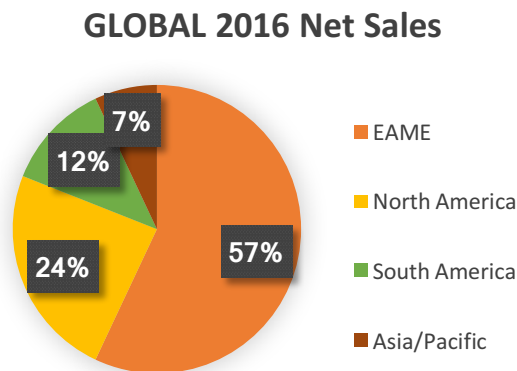


Figura 1.11 Percentuali di vendita AGCO nei vari mercati

Come vediamo dalla Figura 1.12 il principale segmento di mercato che crea i maggiori profitti al gruppo AGCO è quello dei trattori con il 57% delle vendite.

Al secondo posto abbiamo il mercato delle parti di ricambio con il 16% delle vendite.

Al terzo posto invece abbiamo il mercato costituito dalle apparecchiature per la produzione di proteine, la manipolazione del grano e il trattamento dei semi con il 12% delle vendite.

Il mercato delle mietitrebbiatrici, rappresenta il 4% delle vendite del gruppo.



Figura 1.12 Vendite AGCO

1.6 Laverda S.p.A



Figura 1.13 Logo Laverda

Laverda (Fig. 1.13) è un'impresa che vanta ben 140 anni di storia. Per il suo know-how progettuale e produttivo nell'ambito delle macchine da raccolta, è stata identificata da AGCO come parte integrante della propria strategia globale, finalizzata ad un'offerta completa di soluzioni all'avanguardia per i professionisti dell'agricoltura.

AGCO, presente con i suoi prodotti e servizi in oltre 140 paesi nel mondo, ha indicato nel centro di Breganze, il sito produttivo d'eccellenza per le mietitrebbiatrici destinate ai mercati di Europa, Africa e Medio Oriente.

Secondo Laverda nella scelta di una mietitrebbia contano due valori precisi, l'affidabilità del mezzo e la sua capacità di generare produttività, contribuendo alla redditività dell'impresa.

Da questa considerazione nasce il pay off aziendale, "La nostra affidabilità, la tua produttività", che esprime la missione di Laverda: essere un punto di riferimento sicuro e specialistico per le esigenze di un'agricoltura moderna che vuole crescere e produrre reddito nel massimo rispetto dell'ambiente.

1.6.1 La storia di Laverda

- 1873 - Pietro Laverda (Fig. 1.14) fonda a San Giorgio di Perlena in Provincia di Vicenza, la “Ditta Pietro Laverda”, la prima bottega artigianale per la produzione di attrezzi agricoli, macchine enologiche ed orologi per campanile.



Figura 1.14 Pietro Laverda

- 1905 – Con il trasferimento a Breganze, l’azienda comincia ad assumere un carattere industriale con oltre 100 dipendenti. L’agricoltura comincia a conoscere i vantaggi della meccanizzazione e la produzione di Laverda copre le esigenze con trebbiatrici manuali, trinciapaglia ecc.
- 1930 – A Pietro Laverda subentrano alla guida dell’azienda i nipoti Pietro Jr e G. Battista. A loro si deve la svolta innovativa nella produzione, che porta Laverda ad essere una delle maggiori aziende italiane del settore.

- 1956 – Grazie all’esperienza ed alla notorietà acquisita, Laverda progetta e realizza la prima mietitrebbia semovente italiana, la M 60 (Fig. 1.15), con cui inizia a competere sui mercati italiani e internazionali.



Figura 1.15 Mietitrebbia M60

- 1971 – Inizia la produzione del modello M 100 AL (Fig. 1.16), la prima mietitrebbia con sistema di livellamento trasversale e longitudinale.



Figura 1.16 Mietitrebbia M100AL

- 1981 – In un momento di grande sviluppo, l'azienda erige un nuovo stabilimento a Breganze ed entra in partnership con il gruppo FIAT, con il quale resterà legata per un ventennio. Dalle modernissime linee esce la M 182 (Fig. 1.17), il primo modello ad essere dotato di importanti funzioni controllate elettronicamente.



Figura 1.17 Mietitrebbia M182

- 2000-2001 – La Argo S.p.A, società finanziaria della famiglia Morra, acquisisce lo stabilimento di Breganze. La nuova proprietà rilancia con forza sul mercato lo storico marchio Laverda con una nuova linea di mietitrebbie, di presse per balle giganti e di rotopresse.
- 2007 – La Argo S.p.A costituisce una joint venture al 50% tra Laverda S.p.A e AGCO Corporation, di Duluth, Georgia. Laverda, per AGCO produce le mietitrebbiatrici nei marchi Fendt, Massey Ferguson e Challenger già dal 2004.
- 2010 – AGCO identifica lo stabilimento Laverda di Breganze come Centro Europeo d'Eccellenza per la produzione delle mietitrebbiatrici e concentra qui tutta la sua produzione per il mercato EAME.
- 2010-2011 – Nel novembre del 2010 c'è un accordo per l'acquisto del 100% di Laverda da parte di AGCO e nel marzo del 2011, AGCO conferma la piena proprietà di Laverda.

1.7 Lo stabilimento di Breganze



Figura 1.18 Stabilimento AGCO a Breganze

Lo stabilimento di Breganze (Fig. 1.18) si estende su un'area complessiva di 250.000 metri quadri, di cui 65.000 di superficie coperta e ad oggi si contano circa 700 dipendenti.

Come vediamo dalla Figura 1.19 l'intero stabilimento è così suddiviso: assemblaggio mietitrebbie, saldatura, taglio-piega, lavorazioni meccaniche, verniciatura, assemblaggio testate di taglio, supermarket, accettazione, controllo qualità, manutenzione, spedizioni, prototipi, AGCO Parts, uffici, agridome.

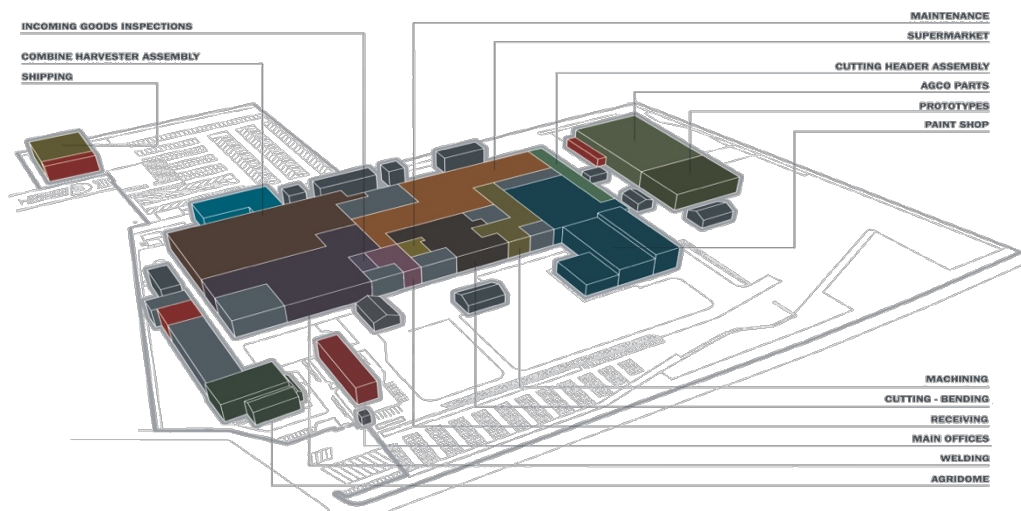


Figura 1.19 Plant dello stabilimento

La produzione di mietitrebbiatrici è stagionale, il periodo da settembre a dicembre è definito bassa stagione, mentre da gennaio a giugno è alta stagione. Nel 2016 il fatturato è stato di 113,86 milioni di euro e sono state prodotte 744 mietitrebbiatrici.

Oltre al sito di Breganze per il mercato EAME, AGCO ha differenti siti produttivi di mietitrebbiatrici sparsi per tutto il mondo: Hesston per il Nord America, Santa Rosa per il Sud America e Yanzhou per il mercato Asia – Pacifico.

1.7.1 Agridome



Figura 1.20 Agridome

L'Agridome (Fig. 1.20) è una struttura in vetro e acciaio, unita alla fattoria originale risalente agli anni '20 ed esprime un contrasto tra passato e futuro. Questo edificio riflette il progresso dell'azienda verso il futuro ma allo stesso tempo riflette il legame con la tradizione e le radici.

L'edificio è stato inaugurato a marzo del 2013 e il concetto architettonico si basa sull'idea di un teatro, finalizzato alla creazione di una sorta di vetrina molto visibile dall'esterno.

Il complesso si estende su una superficie di 1.550 metri quadri e può ospitare fino a 500 persone. All'interno troviamo un auditorium, 2 sale riunioni, un negozio di merchandise e un museo con macchine agricole storiche.

1.8 La mietitrebbia in AGCO

Le mietitrebbiatrici prodotte nello stabilimento di Breganze del gruppo AGCO sono di 3 differenti marche, rispettivamente Fendt, Massey Ferguson e Laverda in 20 modelli differenti. (Fig. 1.21)



Figura 1.21 Mietitrebbie dei marchi Fendt, Massey Ferguson e Laverda

La mietitrebbia è un macchinario agricolo molto complesso composto da numerosi componenti in grado di mietere ed allo stesso tempo trebbiare vari tipi di colture.

La mietitura è il processo di taglio e raccolta nei campi, mentre la trebbiatura è l'attività conclusiva del raccolto consistente nella separazione della granello dalla paglia e dalla pula.

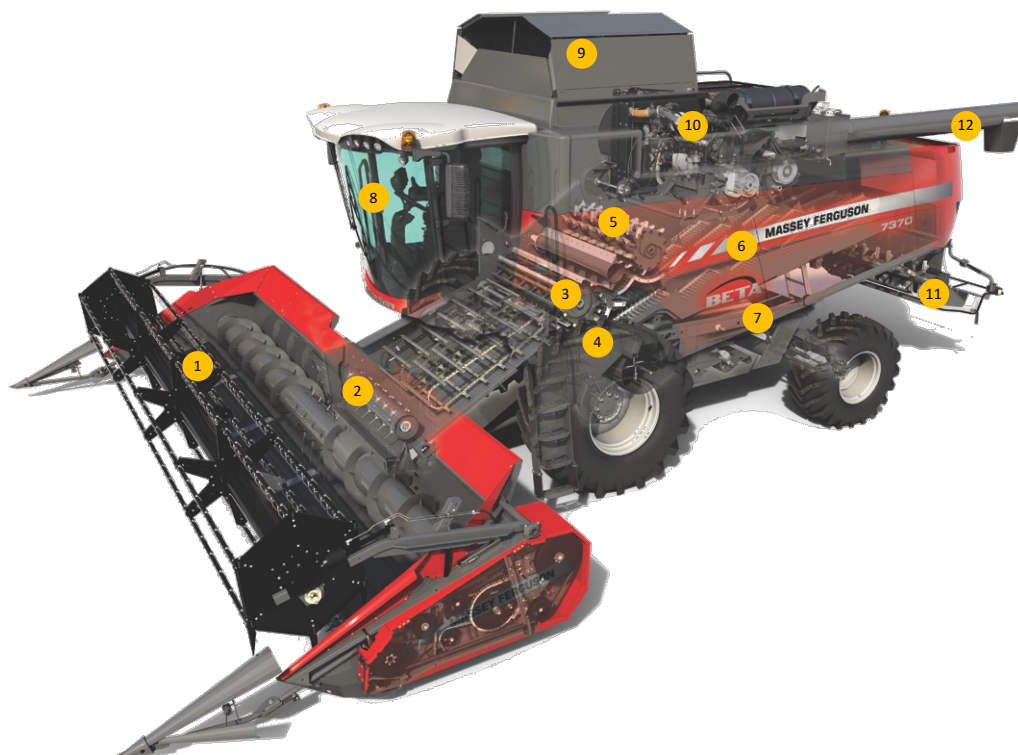


Figura 1.22 Modello di mietitrebbia

Come vediamo dalla Figura 1.22 i principali organi costituenti una mietitrebbia sono:

1. Piattaforma di taglio: è il componente posto nella parte anteriore della macchina ed ha il compito di tagliare e convogliare il prodotto all'interno del canale elevatore. Abbiamo due piattaforme di larghezza e frequenza di taglio differenti, la Free Flow e la Power Flow.
2. Power Feed Roller (PFR): è un rullo a dita retrattili all'ingresso del canale elevatore; serve per assicurare la regolarità e la continuità del flusso del prodotto dalla piattaforma di taglio agli organi trebbianti.
3. Battitore: è un tamburo dotato di otto spranghe battenti e otto masse inerziali, garantisce una battitura eccellente e una separazione ottimale.
4. Controbattitore: è una struttura di forma semicircolare con spaziatura differenziata a fili che avvolge il battitore.
5. Multi Crop Separator Plus (MCS Plus): è un sistema brevettato da Laverda per la separazione forzata della granella dalla paglia prima dell'arrivo negli scuotipaglia, disattivabile in caso di paglia friabile.
6. Scuotipaglia: è un'ulteriore sistema di separazione, grazie all'esclusiva forma dei grigliati e agli alti gradini di scuotimento (Fig. 1.23).



Figura 1.23 Sistema a scuotipaglia

7. Sistema di pulizia: abbiamo una serie di crivelli registrabili e un potente ventilatore a portata differenziale che assicurano un'eccellente pulizia della granella.
8. Cabina: all'interno troviamo la postazione di guida con una postazione per un passeggero, comandi di guida e un computer di bordo.
9. Serbatoio granella: è un grande contenitore per lo stoccaggio della granella di capacità differente a seconda del modello.
10. Motore: è un motore ecologico di cilindrata elevata con caratteristiche differenti al variare del modello.
11. Trinciapaglia: è dotato di 6 file di coltelli, progettato per garantire un ottimo taglio e una eccellente distribuzione dei residui. Il trinciapaglia è facilmente disattivabile nel caso in cui si voglia depositare la paglia in andata e in questo caso utilizziamo lo spargipula, dotato di due grandi ventole
12. Tubo di scarico: è posto nella parte superiore della macchina e serve per lo scarico della granella. Grazie al brandeggio orizzontale agevola il riempimento di qualsiasi tipo di rimorchio.

1.8.1 I modelli di mietitrebbia

Tra la linea di mietitrebbiatrici offerte, abbiamo i modelli: Economy, Slope (Autolivellanti), Utility, Hi-Line e Premium.

- Economy: questo modello fa parte dei prodotti base della gamma offerta dall'azienda ed è disponibile solamente nella configurazione a 5 scuotipaglia per i marchi Fendt, Massey Ferguson e Laverda.
- Slope (Autolivellanti): questa macchina è in grado di operare in condizioni ottimali su salite e discese impegnative; è stata progettata per affrontare pendenze trasversali del 40% e longitudinali del 30% in salita e del 10% in discesa. È disponibile solamente nella

configurazione a 5 scuotipaglia per il marchio Laverda, nei modelli Al Quattro Evo e Al Quattro Techno.

- Utility: è un prodotto di media fascia e rappresenta un buon compromesso tra la semplicità dei modelli Economy e l'elevata tecnologia presente nei modelli di fascia superiore. È disponibile nella configurazione a 5 e 6 scuotipaglia per i marchi Fendt, Massey Ferguson e Laverda.
- Hi-Line: è un prodotto di fascia medio-alta ed alcuni modelli sono disponibili con la versione ParaLevel (Fig. 1.24), ovvero un sistema di livellamento ad azione integrale, il quale consente di operare in condizioni ottimali su differenti pendenze. Il sistema assicura il livellamento trasversale della macchina fino al 20%, con elevate prestazioni. Questo modello è disponibile nella configurazione a 5 e 6 scuotipaglia per i marchi Fendt, Massey Ferguson e Laverda.

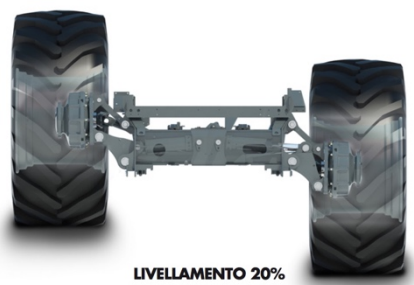


Figura 1.24 Sistema di livellamento

- Premium: è un prodotto di fascia alta ed è disponibile attraverso le versioni Otto scuotipaglia e Hybrid solo per i marchi Fendt e Massey Ferguson.

8 scuotipaglia: attraverso il sistema ad otto scuotipaglia si ottiene una migliore separazione della granella dalla paglia, ottenendo così una trebbiatura di qualità elevata.

Hybrid: è il modello più sofisticato ed avanzato dal punto di vista del funzionamento, in quanto al posto del sistema scuotipaglia vi sono due rotori posti longitudinalmente alla macchina che ruotano attorno al proprio asse (Fig. 1.25). Attraverso questo sistema si ottiene un'ottima separazione della granella dalla paglia, ottenendo una trebbiatura di alta qualità.

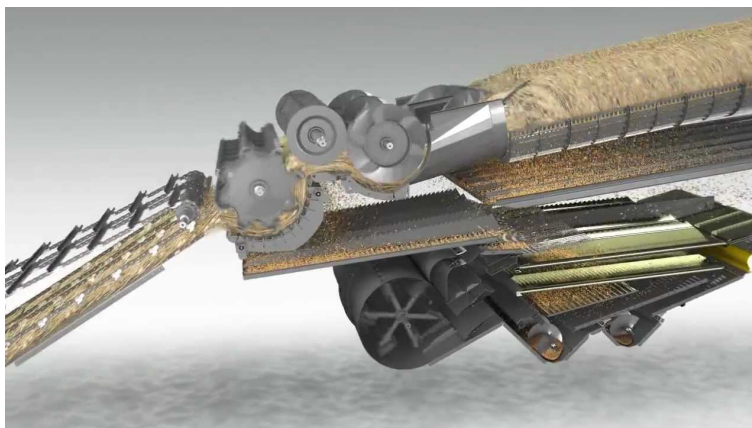


Figura 1.25 Sistema a rotori

Recentemente nel centro produttivo di Breganze è stata presentata la nuova gamma di mietitrebbiatrici rotative realizzate da AGCO; IDEAL (Fig.1.26). Questa nuova generazione di mietitrebbiatrici è la migliore nel mercato e si caratterizza sia per le ottime prestazioni che per l'elevata capacità produttiva. Attualmente rappresenta il top di gamma di AGCO.

IDEAL sarà disponibile in tre dei marchi principali di AGCO: Fendt, Massey Ferguson e Challenger e sarà offerto in tre diversi modelli: 7, 8 e 9 anche nella versione ParaLevel. Il modello 7 è costituito da un solo rotore "Single Helix" mentre i modelli 8 e 9 montano due rotori "Dual Helix".

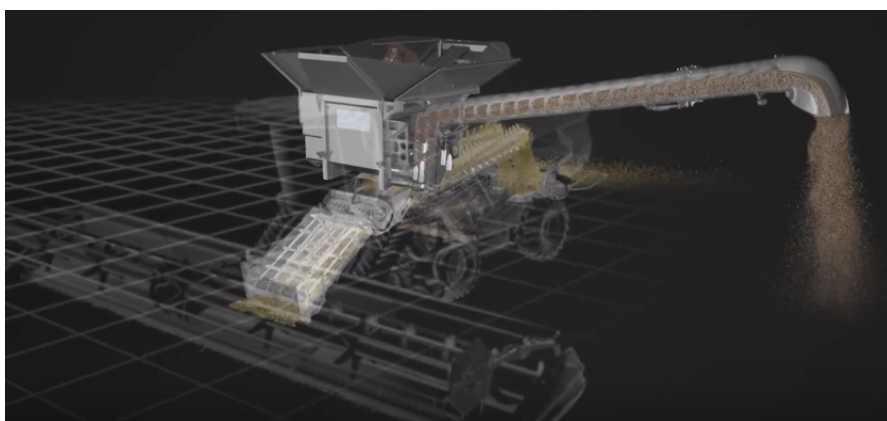


Figura 1.26 Mietitrebbia IDEAL

Le principali caratteristiche di questa macchina sono:

- I cavalli di potenza aumentano con la classe, si parte da 451 cavalli per IDEAL 7, 538 cavalli per IDEAL 8 e 647 cavalli per IDEAL 9.
- Sono montati motori efficienti; agcopower da 9,8 litri per la classe 7, man da 12,4 litri per la classe 8 e man da 15,2 litri per la classe 9.
- Nella classe 8 e 9 è montato il rotore “Dual Helix” da 4,84 metri, il più lungo della categoria. Questa caratteristica permette di ottenere un’area di trebbiatura più grande (31% di metri quadri in più) e di ridurre i consumi.
- Il sistema “IDEALbalance” consiste in due ripiani di raccolta sotto ai rotori per la pre-separazione della granella dal fieno. Questo sistema consente di alleggerire il lavoro del crivello e del ventilatore ottenendo una granella di qualità a un ritmo elevato; è possibile operare su un terreno ripido fino al 15% ottenendo una qualità del raccolto sempre ottimale.
- Il sistema “IDEALharvest” è composto da una fitta rete di 52 sensori di massa acustici e telecamere integrate al computer di bordo, in grado di monitorare i principali parametri operativi e regolare automaticamente le impostazioni di lavoro della macchina, quali la velocità dei rotori, la velocità della ventola e l’apertura del crivello.
- Il serbatoio granella parte da una capacità di 12.500 litri fino a 17.100 litri e quest’ultima variante è la più capiente in commercio, il 18% in più rispetto a quella attualmente disponibile. Attraverso questo serbatoio si può scaricare con minore frequenza e migliorare l’efficienza.
- La velocità di scarico attraverso il tubo parte da 140 litri al secondo fino ad arrivare a 210 litri al secondo e questa variante è la più veloce in commercio, il 32% in più rispetto al valore migliore oggi disponibile sul mercato. Con velocità così elevate si ottiene un aumento della produttività.

- La nuova cabina “Vision” ha un comfort elevato e permette di avere una visione panoramica.
- Il nuovo sistema AutoDock per l’attacco automatico della piattaforma di taglio facilita l’aggancio della piattaforma il quale diventa più rapido e sicuro.

Le nuove piattaforme di taglio PowerFlow sono disponibili con le larghezze da 7,7 e 12,2 metri, attraverso le quali si ottiene una raccolta ottimale del prodotto.

Nelle figure 1.27 e 1.28 vediamo la mietitrebbiatrice IDEAL 9 con i cingoli TrakRide nella parte anteriore.



Figura 1.27 IDEAL 9



Figura 1.28 IDEAL 9

CAPITOLO 2

Lean Thinking

In questo capitolo analizzeremo la filosofia del Lean Thinking o pensiero snello. È adattabile a tutti i settori e contesti, trovando applicazione in tutte le aree aziendali. L'obiettivo di questa filosofia è di aumentare l'efficienza ed eliminare gli sprechi.

Vedremo i principi su cui si basa il Lean Thinking ed alcuni tools che vengono utilizzati in molte aziende.

2.1 Il modello produttivo fordista

L'industria automobilistica nei primi anni del '900 ottenne un particolare successo grazie all'industriale statunitense Henry Ford, il quale progettò la prima autovettura prodotta in grande serie utilizzando la tecnica della catena di montaggio, la Ford Modello T. (Fig. 2.1)

Il primo modello di serie uscì dallo stabilimento di Detroit il 24 settembre 1908 e fu prodotta in un'unica versione di color nero.



Figura 2.1 Ford Modello T

Henry Ford fu il primo a diffondere il concetto della produzione di massa, e da qui nasce il modello produttivo fordista. Ford si è ispirato alle teorie proposte dal connazionale Frederick Taylor, del quale il principio fondamentale consisteva nella rigida divisione fra lavoro manuale e intellettuale e nella parcellizzazione del lavoro manuale.

Il sistema di produzione fordista ha quattro elementi chiave:

- È caratterizzato da una divisione del lavoro in cui i lavoratori non specializzati eseguono semplici operazioni ripetitive, mentre i tecnici qualificati e il personale di direzione ricoprono incarichi relativi alla ricerca, al design, al controllo della qualità, al coordinamento, ecc.

- È un sistema dove la fabbricazione è altamente standardizzata.
- Le macchine sono disposte funzionalmente, ovvero nel corretto ordine di sequenza per la fabbricazione del prodotto.
- Le varie parti della catena di montaggio sono collegate insieme da un nastro trasportatore (la linea di assemblaggio) per facilitare un veloce ed efficiente svolgimento dei compiti.

Fonte: www.wikipedia.org

2.2 Lean Production

Per contraddistinguere un sistema diverso rispetto alla produzione di massa, si inizia a parlare di lean production, attorno agli anni '50.

La lean production deve la sua nascita alla Toyota e in particolare a Taiichi Ohno (Fig. 2.2), il padre del Toyota Production System (TPS).



Figura 2.2 Taiichi Ohno

Alla fine del 1800, la Toyota non si occupava di automobili, ma di telai per la tessitura. Le prime grandi rivoluzioni sono state fatte infatti su telai e non su autovetture. Nel 1902 Sakichi Toyoda (Fig. 2.3) inventa un dispositivo che individua i fili rotti nei telai, fermando automaticamente la produzione di tessuti difettosi.



Figura 2.3 Sakichi Toyoda

Nel 1933 il figlio di Sakichi, Kiichiro Toyoda (Fig. 2.4), sviluppò il primo motore per automobile e nel 1936 iniziò una vera produzione di auto. Nel 1937 nasce la Toyota Motor Corporation.



Figura 2.4 Kiichiro Toyoda

Subito dopo la seconda guerra mondiale la Toyota si trovò in grossa crisi, come tutto il Giappone, e per questo motivo si cominciarono a trovare nuovi sistemi produttivi. L'obiettivo era quello di ridurre i costi ed aumentare la produttività. Negli anni '50 i vertici della Toyota andarono a visitare altri

produttori di automobili, e si recarono alla Ford e alla General Motors, dove videro un sistema di produzione completamente diverso dal loro. La Ford e la General Motors producevano in base alla produzione di massa, un sistema che non poteva essere applicato anche in Toyota.

Dopo questo viaggio la Toyota iniziò a sviluppare il proprio sistema produttivo, basato sulla lotta agli sprechi, intendendo come spreco tutto ciò che non crea valore per il cliente.

In Europa si comincia a parlare di lean production nel 1990, grazie a James P. Womack e Daniel T. Jones con la pubblicazione della loro opera “The Machine that changed the world” (La Macchina che ha cambiato il mondo), in cui illustrano il sistema di produzione dell’azienda giapponese Toyota confrontandolo con i principali sistemi produttivi concorrenti. Questo sistema ha permesso di ottenere risultati di gran lunga superiori rispetto a tutti gli altri affermando come la Toyota fosse più dinamica ed efficiente rispetto alle aziende occidentali, grazie alla lotta agli sprechi.

Lean non è solo un sistema di produzione, ma un vero e proprio modo di pensare, tanto da essere anche definito lean thinking.

Fonte: www.ilmuleanodelcambiamento.it

Dalla Figura 2.5 vediamo riassunte le tappe fondamentali della lean production.

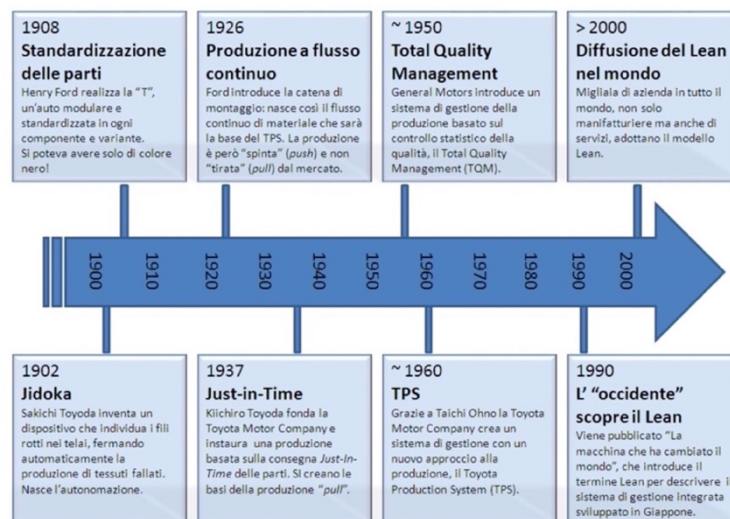


Figura 2.5 Le tappe fondamentali della lean production

Fonte: “Lean Organization: Introduzione ai principi e metodi dell’organizzazione snella” www.leannovator.com

2.3 La differenza tra mass production e lean production

I due sistemi produttivi hanno delle macro differenze ben evidenti, in particolare la produzione di massa punta a una riduzione dei costi partendo dal presupposto che più pezzi si producono e meno costano, mentre la lean production punta a una riduzione dei costi tramite l'abbattimento degli sprechi.

Un'altra sostanziale differenza, riguarda la logica di produzione dei due sistemi produttivi. La produzione di massa si basa su una produzione push, mentre la lean production è basata su una produzione di tipo pull. (Fig. 2.6)

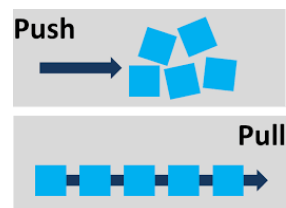


Figura 2.6 Sistema Push e Pull

Nel primo caso il flusso è spinto dall'azienda, ossia si produce ad esempio per il magazzino, mentre nel secondo caso il flusso di produzione è tirato dal cliente, cioè si produce solo ciò che realmente il mercato richiede.

Fonte: www.ilmuleanodelcambiamento.it

2.4 Lo spreco

Il concetto di spreco in Giappone, assume un significato molto più profondo di quello occidentale, questo a causa degli sviluppi storici che il paese ha vissuto.

L'obiettivo della lean production è la creazione di valore per il cliente, quindi tutto ciò che non produce valore è spreco.

In giapponese spreco è indicato dalla parola MUDA e Taiichi Ohno, il padre della filosofia lean ha identificato sette tipi di spreco: difetti, sovrapproduzione, trasporti, attese, scorte, movimenti, sovrapprocessare.

Oltre allo spreco definito come muda esistono altre due forme di spreco, MURA e MURI che letteralmente significano variabilità e sovraccarico. (Fig. 2.7)



Figura 2.7 Muda - Mura - Muri

Il termine MURA indica le fluttuazioni, le irregolarità del carico di lavoro (della domanda). I mura possono essere messi ad un livello superiore ai muda, in quanto generano instabilità per l'azienda e per il sistema.

Con il termine MURI si indica il sovraccarico delle persone o delle risorse. Possono provocare problemi legati alla sicurezza, per esempio infortuni sul lavoro dovuti a problemi di ergonomia, o al fatto di ripetere troppe volte, e magari anche nel modo sbagliato la medesima operazione.

Fonte: www.ilmuleanodelcambiamento.it

2.4.1 I sette muda

I muda possono essere classificati in spreco eliminabile e spreco riducibile.

- Spreco eliminabile: sono le attività che non conferiscono valore aggiunto, ma che possono essere eliminate.
- Spreco riducibile (nascosto): sono le attività che non conferiscono valore aggiunto, ma che in determinate circostanze devono essere svolte.

Taiichi Ohno ha identificato sette muda (Fig. 2.8), i quali sono:

1. Difetti: sono errori di realizzazione in un prodotto e un difetto in un bene porta il cliente a rifiutarlo.

2. Sovrapproduzione: significa produrre una quantità superiore a ciò che il cliente ha richiesto, cioè sulla base di previsioni e non sulla base di ciò che il mercato realmente richiede. L'azienda si accorge di questo spreco quando viene notato un accumulo di materiale, il quale deve essere immagazzinato.

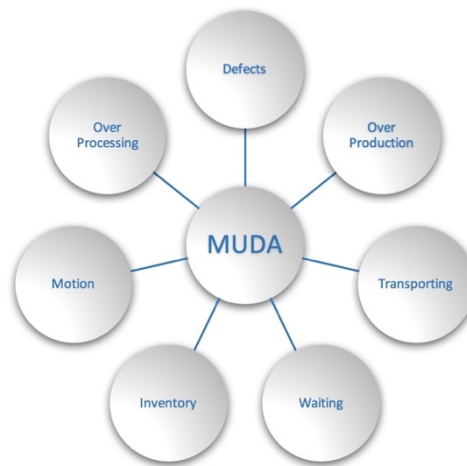


Figura 2.8 I sette muda

3. Trasporto: si riferisce alla movimentazione non necessaria dei prodotti e dei materiali, che non crea nessun valore per il cliente.
4. Attesa: lo spreco di attesa si rileva nel momento in cui c'è del personale fermo, inattivo, che aspetta che la precedente operazione venga conclusa o quando si aspetta un materiale o quando manca un'attrezzatura. Si riferisce anche al caso di un bene che non è ancora stato consegnato al cliente.
5. Scorte: possiamo avere scorte di materie prime, di materiale in lavorazione (WIP) e di prodotti finiti. Rappresentano un capitale che non ha ancora prodotto un guadagno sia per il produttore che per il cliente.
6. Movimento: è uno spreco simile al trasporto, solo che in questo caso ci si riferisce alla movimentazione non necessaria delle persone.
7. Sovrapprocessare: è uno spreco che si genera quando vengono usate più risorse rispetto a quelle effettivamente necessarie per le attività produttive o aggiungere funzioni in più, oltre a quelle che aveva richiesto il cliente, oppure nel momento in cui si ripetono o si duplicano determinate attività.

Fonte: www.ilmuleanodelcambiamento.it

2.5 I cinque principi della lean production

La lean production si fonda su cinque principi (Fig. 2.9):

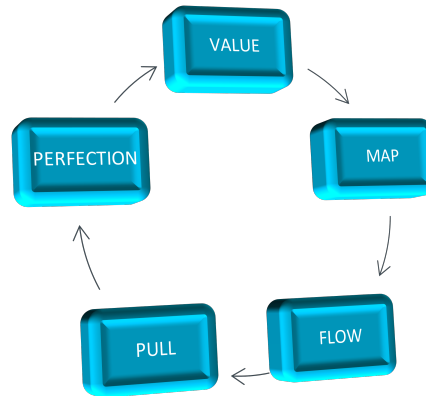


Figura 2.9 I cinque principi della lean production

- definire il valore (VALUE): bisogna definire il valore secondo la prospettiva del cliente. Il valore è ciò che il cliente è disposto a pagare, tutto il resto è spreco e va eliminato.
- mappare il flusso del valore (MAP): per eliminare gli sprechi occorre mappare il flusso del valore, ovvero delineare tutte le attività in cui si articola il processo, distinguendo le attività a valore aggiunto tra le attività a non valore aggiunto.
- fare scorrere il flusso (FLOW): il processo di creazione del valore è visto come un flusso, che deve scorrere in modo continuo, riducendo il tempo di attraversamento del materiale (lead time)
- fare in modo che il flusso sia tirato dal cliente (PULL): soddisfare il cliente significa produrre solo quello che vuole, solo quando lo vuole e solo quanto ne vuole. La produzione quindi è tirata dal cliente, anziché spinta da chi produce.
- ricercare la perfezione (PERFECTION): la perfezione è il punto di riferimento che si deve raggiungere attraverso il miglioramento continuo, e corrisponde alla completa eliminazione degli sprechi.

Fonte: "Lean Organization: Introduzione ai principi e metodi dell'organizzazione snella"
www.leannovator.com

2.6 La casa del Toyota Production System

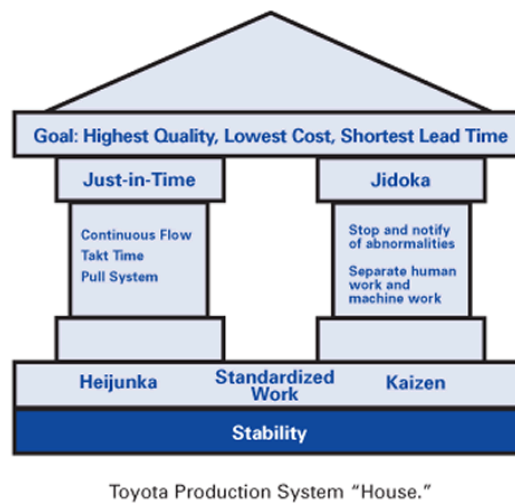


Figura 2.10 La casa del Toyota Production System

Fonte: www.scrumoffice.it

Gli elementi fondamentali della produzione snella vengono rappresentati attraverso la “casa” del Toyota Production System.

Come vediamo dalla Figura 2.10 la “casa” è composta da una base nella quale troviamo gli strumenti che portano alla stabilità operativa, due pilastri i quali rappresentano il sistema di produzione Just in Time e la filosofia Jidoka e infine il tetto il quale rappresenta gli obiettivi del Toyota Production System. A cuore del sistema Toyota, ovvero al centro della casa ci sono i dipendenti. Toyota è convinta che gli obiettivi aziendali possano essere raggiunti attraverso la partecipazione di tutti i dipendenti.

Alla base della casa troviamo:

- Heijunka (programmazione livellata): significa mantenere costanti nel tempo il mix dei modelli e il volume di produzione tra le diverse fasi del processo produttivo, questo per evitare le fluttuazioni della domanda.
- Standard Work: con questo termine si intende standardizzare il contenuto, la sequenza e la tempistica di lavoro per raggiungere un ottimo processo per la produzione di prodotti.

- Kaizen: significa miglioramento continuo ed è l'unione di due termini giapponesi, KAI che significa cambiamento e ZEN che signifiva bene (verso il meglio), quindi cambiare in meglio. (Fig. 2.11)

改善

Kai = Change Zen = Good

Figura 2.11 Kaizen

Lavorare secondo la filosofia kaizen significa ricercare sempre il miglioramento continuo attraverso piccoli cambiamenti ma continui, partendo dal presupposto che ogni cosa che facciamo possa essere migliorata.

I due pilastri della casa rappresentano:

1. Just in Time: significa “appena in tempo” e rappresenta un sistema di produzione che produce e consegna solo ciò che è necessario, quando serve e nella giusta quantità.

Il Just in Time si basa su tre principi:

- Logica pull, ovvero produrre solo nel momento in cui esiste l'ordine del cliente. L'avanzamento del flusso produttivo non è basato su programmi di produzione prefissati sulla base di previsioni, ma è guidato dal cliente.
- One-Piece Flow che significa produrre un pezzo alla volta. L'obiettivo è far sì che i materiali attraversino il processo produttivo il più velocemente possibile, attraverso un flusso continuo.
- Takt Time, definisce il ritmo con cui si deve produrre un prodotto per essere in linea con la richiesta del cliente. Serve ad individuare il ritmo di produzione ideale a cui lavorare per soddisfare la domanda.

$$takt\ time = \frac{\text{tempo disponibile per turno di lavoro}}{\text{domanda del cliente per turno di lavoro}}$$

2. Jidoka: con questo termine si prevede l'introduzione di automatismi in grado di fermare la linea produttiva nel momento in cui si presentano anomalie. Il principio che sta alla base è che la qualità deve essere costruita nel processo. Il secondo componente del Jidoka è la separazione dell'uomo dalla macchina.

Tutto questo concorre a raggiungere gli obiettivi aziendali, quali il miglioramento della qualità, la riduzione dei costi e la riduzione del lead time.

Fonte: "Lean Thinking nelle aziende di servizi" Agnetis A. et al.

2.7 La metafora del fiume e degli scogli

Il sistema Just in Time mira a ridurre il livello di scorte, creando un flusso sincronizzato, da qui deriva il termine sincronizzazione snella.

L'accumulo di scorte è considerato un "velo opaco", che avvolge il sistema produttivo e impedisce di rilevarne i problemi.

Per illustrare graficamente gli effetti delle scorte, viene utilizzata la metafora del fiume e degli scogli (Fig. 2.12). I tanti problemi sono raffigurati come scogli ammassati sul letto di un fiume, che non si possono vedere per la profondità dell'acqua. Anche se non sono visibili, gli scogli rallentano il flusso delle acque e creano turbolenza. Riducendo gradualmente la profondità dell'acqua, cioè il volume delle scorte, si mettono a nudo i problemi maggiori che si possono risolvere, dopodiché abbassando ulteriormente il livello dell'acqua, si mettono a nudo altri problemi e così via.

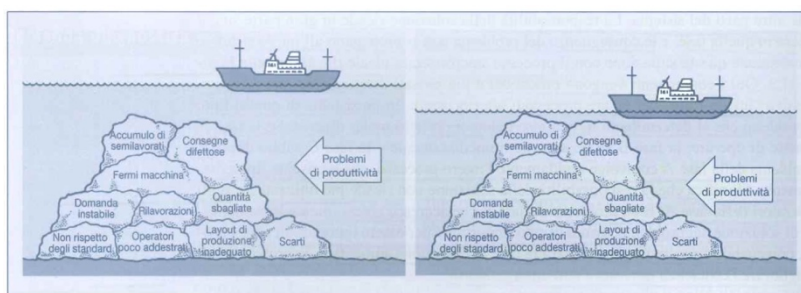


Figura 2.12 La metafora del fiume e degli scogli

Fonte: "Gestione delle operations e dei processi" Slack et al.

2.8 I modelli del ciclo di miglioramento

Un elemento importante del kaizen è che il miglioramento può essere rappresentato da un ciclo infinito, si tratta del cosiddetto ciclo di miglioramento. I due modelli più comunemente usati sono il ciclo PDCA, chiamato anche ciclo di Deming e il ciclo DMAIC, reso popolare dall'approccio Six Sigma al miglioramento.

2.8.1 Il ciclo PDCA

Come vediamo dalla Figura 2.13 il ciclo PDCA o di Deming parte dalla fase di pianificazione (Plan), nella quale si raccolgono e si analizzano i dati in modo da formulare un piano d'azione finalizzato a migliorare la performance della problematica in esame. La fase successiva è quella di realizzazione (Do) nella quale il piano viene implementato e messo alla prova. Poi viene la fase di verifica (Check), in cui la nuova soluzione implementata viene valutata per capire se ha prodotto il miglioramento atteso. Infine, nella fase agire (Act) il cambiamento viene consolidato se ha avuto successo.

Dopo quest'ultima fase il ciclo riparte, con una nuova fase di pianificazione.



Figura 2.13 Il ciclo PDCA o di Deming

Fonte: "Gestione delle operations e dei processi" Slack et al.

2.8.2 Il ciclo DMAIC

Il ciclo DMAIC, come da Figura 2.14, parte dalla definizione del problema o dei problemi (Define) e spesso si fissa un obiettivo di miglioramento. La fase successiva è quella di misurazione (Measure), in cui con l'utilizzo di dati e la misurazione di ciò che sta accadendo, ci si assicura che valga veramente la pena di risolvere il problema. Dopodichè abbiamo la fase di analisi (Analyze) nella quale vengono sviluppate delle ipotesi sulle cause profonde del problema. Queste ipotesi vengono confermate o meno dall'analisi, e fanno emergere le cause profonde del problema. Poi si passa alla fase di miglioramento del processo (Improve) nella quale si sviluppano delle idee e si testano delle soluzioni per rimuovere le cause dei problemi. Le soluzioni che sembrano funzionare vengono implementate e formalizzate con la misurazione dei risultati. Infine il processo migliorato va continuamente controllato (Control) per verificare che la performance migliorata si mantenga nel tempo.

Il ciclo poi riparte, con la definizione di nuovi problemi che impediscono un ulteriore miglioramento.

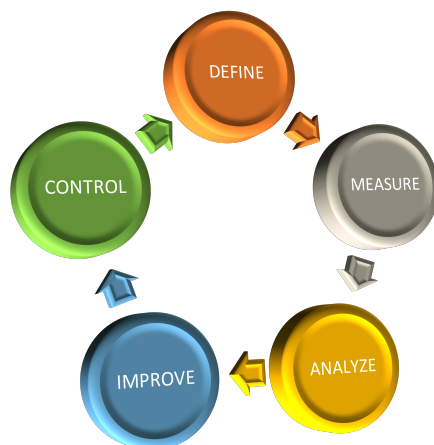


Figura 2.14 Il ciclo DMAIC

Fonte: "Gestione delle operations e dei processi" Slack et al.

2.9 Value Stream Mapping

La Value Stream Mapping (Fig. 2.15) è uno strumento per mappare il Flusso del Valore (Value Stream). Il Flusso del Valore è l'insieme di tutte le azioni (sia quelle a valore aggiunto che quelle a non valore aggiunto) necessarie affinché una materia prima, attraverso i suoi flussi fondamentali, divenga prodotto finito e arrivi al cliente.

All'interno del flusso della produzione, il transito dei materiali attraverso lo stabilimento è il flusso che solitamente viene in mente, ma c'è un altro flusso da tenere in considerazione, il flusso delle informazioni, che dice a ciascun processo che cosa fare. Il flusso dei materiali e delle informazioni sono le due facce della stessa medaglia e occorre mapparli entrambi.

La Mappatura del Flusso del Valore è uno strumento della lean production molto utile in quanto si visualizza l'intero processo e non una singola azione, dopodiché aiuta a identificare l'origine degli sprechi e fornisce uno strumento di discussione all'interno dell'azienda in quanto mette in luce tutto il processo.

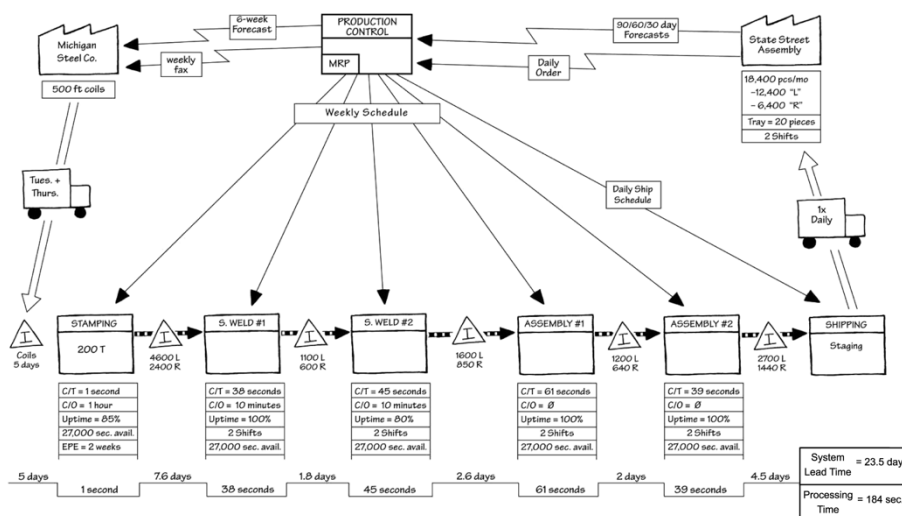


Figura 2.15 Esempio di Value Stream Map

Vengono realizzate due diverse mappe del flusso del valore:

- Current State Map: la mappatura dello stato attuale è una fotografia del flusso del valore attuale, ed è molto utile in quanto fornisce un quadro della situazione attuale e permette di identificare sprechi e possibilità di miglioramento.

- Future State Map: l'obiettivo della mappatura dello stato futuro è quello di realizzare un nuovo flusso del valore che possa andare incontro alle esigenze del cliente finale.

Per realizzare una Value Stream Mapping si inizia a tracciare il flusso partendo dalla domanda del cliente fino ad arrivare al fornitore. Si utilizza carta e matita e delle apposite icone.

Fonte: "Learning to See" Mike Rother, John Shook

2.10 Kanban

Il kanban (Fig. 2.16) è uno strumento della lean production che rende possibile la logica pull dei materiali. Kanban significa cartellino o segnale ed è l'unione di due termini giapponesi, KAN che significa visuale e BAN che significa segnale. Il principio su cui si basa la logica di questo strumento sta nel fatto che la ricezione di un kanban innesca la movimentazione, la produzione o la fornitura del materiale attraverso dei contenitori standard.

Il kanban ha tre finalità:

- indica al processo a monte di inviare altro materiale.
- è uno strumento di controllo visivo che elimina la sovrapproduzione.
- è uno strumento per il miglioramento continuo (kaizen).

Possiamo classificare il kanban in due tipologie:

1. Kanban di prelievo o consegna (C-kanban), il quale serve per movimentare il materiale verso il processo produttivo. Nel caso in cui il prelievo del materiale debba essere effettuato all'esterno dell'azienda, cioè da un fornitore, in questo caso si parla di kanban-fornitore.
2. Kanban di produzione (P-kanban), il quale rappresenta un vero e proprio ordine di produzione. Si autorizza il processo a monte a produrre un certo componente per un processo a valle.

Le informazioni che generalmente troviamo in un cartellino kanban sono:

- il codice del componente
- la descrizione del componente
- il fornitore di quel componente
- il cliente che lo richiede
- il tempo a disposizione per il ripristino
- il contenitore da utilizzare
- la quantità da ripristinare



Figura 2.16 Cartellino kanban AGCO s.p.a

Fonte: www.kanban.it

2.11 Plan for Every Part (PFEP)

Ogni azienda, stabilimento produttivo dovrebbe avere un sistema snello di gestione dei materiali e questo è quello che si prefigge di fare il Plan For Every Part (PFEP) o il Piano per ogni componente. Il PFEP è un sistema di gestione dei materiali che permette di comprendere la gestione di ogni singolo componente.

La soluzione più semplice per gestire tutte le informazioni relative al singolo componente è quello di creare un foglio di calcolo elettronico o un database e utilizzando questi strumenti elettronici si hanno due vantaggi essenziali:

- si riesce a riordinare i dati secondo diverse categorie, per esempio la dimensione dei contenitori, la frequenza di ordine ecc.
- si possono aggiungere e cambiare le categorie con il minimo sforzo.

In Figura 2.17 possiamo vedere un esempio di PFEP

Componente #	Numero utilizzato per identificare il materiale nello stabilimento
Descrizione	Nome del materiale (es: telaio, bullone, dado, bilanciere)
Utilizzo giornaliero	Quantità media utilizzata giornalmente del materiale
Luogo di utilizzo	Processi/aree di utilizzo del materiale (es: cella 14)
Luogo di stoccaggio	Indirizzo (luogo) di stoccaggio del materiale
Frequenza d'ordine	Frequenza dell'ordine del materiale al fornitore (es: giornaliera, settimanale, mensile, a richiesta)
Fornitore	Nome del fornitore del materiale
Città del fornitore	Città ove è ubicato il fornitore
Stato del fornitore	Stato, provincia, regione o distretto di ubicazione del fornitore
Tipo contenitore	Tipologia di contenitore (es: a rendere o a perdere)
Peso contenitore	Peso di un contenitore vuoto
Peso unitario	Peso di un'unità di materiale
Peso totale dell'imballo	Peso di un contenitore pieno di materiale
Lunghezza contenitore	Lunghezza del contenitore
Larghezza contenitore	Larghezza del contenitore
Altezza contenitore	Altezza del contenitore
Coefficiente di utilizzo	Numero di pezzi utilizzati per un prodotto finito
Utilizzo orario	Numero massimo di pezzi utilizzati in un'ora
Quantità standard nel contenitore	Numero di pezzi in un contenitore
Contenitori usati all'ora	Numero massimo di pezzi utilizzati in un'ora
Dimensione della spedizione	Dimensione della spedizione standard in giorni (spedizione settimanale=5giorni)
Corriere	Società che offre i servizi di trasporto componenti
Tempo di transito	Tempo del viaggio richiesto dal fornitore all'azienda (in giorni)
# di cartellini in circolo	Numero di segnali pull presenti nel sistema
Prestazioni del fornitore	Valutazione delle prestazioni del fornitore (es: consegna puntuale, qualità...)

Figura 2.17 Esempio di Plan for every Part (PFEP)

Fonte: "Making Materials Flow" Harris et al.

2.12 5S

Il metodo delle 5S (Fig. 2.18) identifica cinque passi necessari per migliorare, ottimizzare ed organizzare il posto di lavoro, che in giapponese iniziano tutti con la lettera “S”. Questi cinque passi sono: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Le stesse parole sono state tradotte dal giapponese all’inglese e iniziano nuovamente con la lettera “S”: Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain.



Figura 2.18 Schema 5S

1. Seiri (Selezionare/Separare): consiste nel separare tutto ciò che è necessario e funzionale da quello che è superfluo ed inutile sul posto di lavoro. Prima di tutto è necessario eseguire un’attività di pulizia dell’area di lavoro per evidenziare tutto ciò che non serve.
2. Seiton (Riordinare): consiste nel riorganizzare la postazione di lavoro definendo una sistemazione degli utensili e delle attrezzature, in modo che siano facilmente reperibili quando occorre, cercando di ridurre al minimo il numero degli oggetti da tenere nell’area.
3. Seiso (Pulire): consiste nella pulizia del posto di lavoro e delle attrezzature. Questa attività non consiste solamente nell’eliminazione dello sporco ma anche nella verifica ed eliminazione di eventuali problemi alle macchine, attrezzature ed utensili.
4. Seiketsu (Standardizzare): consiste nel creare uno standard attraverso tabelle ed istruzioni per far sì che l’operatore possa mantenere lo stato attuale delle cose.
5. Shitsuke (Sostenere): consiste nel mantenere i risultati raggiunti, questo attraverso degli “Audit” periodici per la verifica del rispetto degli standard.

Fonte: “Logistica integrata e flessibile” Pareschi A. et al.

2.12.1 Visual Management

Dopo aver sostenuto le attività 5S il posto di lavoro dovrebbe essere organizzato e segnalato in maniera tale da parlare da solo. Uno strumento molto utile è il Visual Management o gestione visiva, ecco perché la segnaletica orizzontale, etichette ed altri strumenti sono fondamentali per organizzare il posto di lavoro nella lean production.

Il Visual Management deve essere uno standard, cioè tutti lo devono intendere alla stessa maniera senza fraintendimenti. In particolare gli adesivi usati per la segnaletica orizzontale, in base al colore che viene utilizzato hanno un significato diverso. Ad esempio il colore giallo viene usato per delimitare le aree più importanti o per segnalare i percorsi che le persone devono seguire per la loro sicurezza, il rosso invece viene utilizzato per delimitare aree o prodotti non conformi (aree di quarantena) oppure per segnalare le strutture di sicurezza antincendio.

Dalle figure sottostanti (Fig. 2.19 – 2.20 – 2.21 – 2.22) vediamo qualche esempio di Visual Management.



Figura 2.19 Esempio di Visual Management in AGCO s.pa



Figura 2.20 Esempio di Visual Management in AGCO s.pa



Figura 2.21 Esempio di Visual Management in AGCO s.p.a



Figura 2.22 Esempio di Visual Management in AGCO s.pa

Fonte: www.ilmuleanodelcambiamento.it

CAPITOLO 3

Tempi e Metodi

In questo capitolo vedremo cos'è e in che cosa consiste un'analisi tempi e metodi. Partiremo dalle origini fino ad arrivare a dare una descrizione dei metodi e degli strumenti che vengono utilizzati.

3.1 Introduzione ai tempi e metodi

L'attività tempi e metodi è derivata dagli studi di Frederick Winslow Taylor (Fig. 3.1) e dai concetti di Frank Bunker Gilbreth (Fig. 3.2) nei primi decenni del '900.

L'approccio Tayloristico è basato sul metodo di organizzazione scientifica del lavoro il quale è caratterizzato dalla scomposizione del lavoro e sulla scelta di un lavoratore esemplare, definito anche ottimo o allenatore, su cui rilevare i tempi.



Figura 3.1 F. W. Taylor

Gilbreth invece, con l'aiuto della moglie Lillian si è orientato verso l'analisi dei movimenti. Il lavoro di Gilbreth si fonda su un'accurata analisi del lavoro umano al fine di scoprire ed applicare il metodo migliore per l'esecuzione non solo di una mansione nel suo complesso ma di ogni singolo movimento elementare compiuto dall'operatore.



Figura 3.2 F. B. Gilbreth

Riassumendo abbiamo due “scuole”, la prima è quella di Taylor la quale privilegia lo studio dei tempi, mentre la seconda è quella di Gilbreth la quale privilegia lo studio dei metodi.

La composizione di queste due “scuole” ha portato alla nascita dello studio del lavoro. È un termine usato per comprendere le tecniche dello studio dei metodi e della misurazione del lavoro, che sono impiegate per assicurare il miglior uso possibile delle risorse umane e materiali per la realizzazione di un'attività specifica. (International Labour Office – 1958)

Fonte: www.wikipedia.org

3.2 Lo studio dei tempi

Lo scopo principale dello studio dei tempi in un'azienda è quello di determinare la durata di un'operazione lavorativa per permettere il controllo e la valutazione della produttività.

In particolare lo studio dei tempi di lavorazione permette all'azienda di:

- stabilire la durata delle fasi operative
- programmare il lavoro
- migliorare l'utilizzo delle macchine e delle attrezzature richieste
- calcolare la produzione che ci si aspetta
- calcolare le risorse, uomini e macchine necessarie per un determinato volume di produzione
- determinare i costi standard

Possiamo distinguere tre tecniche per il rilevamento dei tempi:

1. Cronotecniche
2. Tecniche con tempi predeterminati
3. Campionatura del lavoro (Work Sampling)

Fonte: "Analisi dei Tempi" Salvatore Patanè, 1989

3.3 Cronotecniche

Con il termine cronotecnica si indica l'insieme delle tecniche di rilevazione e stima dei processi lavorativi, mediante l'uso del cronometro o della videocamera.

La figura addetta alla determinazione dei tempi ed allo studio dei metodi è l'analista, il quale deve possedere le seguenti qualità:

- Alto spirito di osservazione, per rilevare i dettagli di esecuzione e valutare il grado di esattezza della misura del lavoro.
- Equità e lealtà, per giudicare imparzialmente il lavoro in esame.
- Tatto e costanza, per riuscire a superare la resistenza ai cambiamenti sia da parte dei capi reparto che dai lavoratori direttamente interessati.
- Avere una presenza fisica e un comportamento che ispirino fiducia e simpatia sin dai primi contatti.

Prima di procedere con la rilevazione vera e propria si procede con un'analisi preliminare del lavoro che consiste nella raccolta delle informazioni.

La raccolta viene fatta osservando attentamente il lavoro servendosi dell'aiuto di uffici specifici e discutendo con i capi reparto e gli operai. Il punto fondamentale di un'analisi tempi e metodi è quello di interrogare l'operaio, poiché la maggior parte delle volte l'analista studia un lavoro che non conosce a fondo, a differenza dell'operaio. Non bisogna avere paura di domandare il perché di quanto egli fa, se ha provato in qualche altro modo, quali cause o inconvenienti disturbano il suo lavoro, quali incidenti si verificano e con che frequenza, ecc. Non bisogna avere paura di chiedere tutte queste informazioni e pensare di creare disturbo all'operaio, anzi, agli occhi dell'operatore viene visto come un interesse a ciò che fa e un modo di cercare di migliorarli il lavoro.

Questa procedura di analisi preliminare consiste nel raccogliere le informazioni principalmente su:

- Prodotti – tipi e quantità da produrre, oltre ai dati tecnici quali il peso, la forma e il volume.
- Posto di lavoro (layout) – la pianta del posto di lavoro con la relativa disposizione dei materiali e delle attrezzature.
- Attrezzature – elenco degli attrezzi e della loro specifica utilità.
- Rifornimenti – la quantità di materie prime e semilavorati.
- Macchinario – resa e funzionamento.

Fonte: "Analisi dei Tempi" Salvatore Patanè, 1989

3.3.1 Il cronometraggio

Il cronometraggio è una tecnica che permette di determinare il tempo medio rappresentativo necessario per eseguire una determinata attività mediante un significativo numero di rilievi, ed a questo tempo viene attribuito un determinato standard di efficienza.

Uno dei primi strumenti di misura usato per lo studio dei tempi è il cronometro (Fig. 3.3).



Figura 3.3 Cronometro

Le scale più usate in un cronometro sono di tre tipi:

- Scala in secondi, sessagesimale. Un giro della lancetta principale corrisponde ad 1 minuto.
- Scala in centesimi di minuto, centesimale. Un giro della lancetta principale corrisponde ad 1 minuto.
- Scala in decimillesimi di ora (0,006 minuti). Un giro della lancetta principale corrisponde ad 1 centesimo di ora.

Nell'analisi tempi, soprattutto quando dobbiamo rilevare attività con un tempo ciclo piuttosto lungo, si usa principalmente la scala centesimale piuttosto dei secondi.

I sistemi di cronometraggio più usati sono due:

- Letture progressive – si avvia il cronometro all'inizio del rilievo e lo si ferma alla fine. Le letture dei singoli tempi avvengono “al volo” senza fermare il cronometro. I tempi registrati sono in ordine crescente progressivo e sta all'analista il laborioso lavoro di calcolare le differenze ed ottenere i tempi delle singole operazioni.
- Letture parziali – la lettura dei tempi viene effettuata sempre “al volo” ma il cronometro viene riportato a zero alla fine di ogni operazione e fatto ripartire automaticamente. L'analista deve solo sommare i tempi parziali per conoscere il tempo totale.

Le letture progressive risultano più adatte per rilevamenti con poche operazioni e lunghi tempi di esecuzione, mentre le letture parziali sono da adottare quando è necessario rilevare i tempi di tante operazioni.

da effettuare. Non possiamo rilevare in continuità, quindi è necessario fissare dei limiti. Nello studio dei tempi, tali limiti sono:

- limite di confidenza = 95%
- precisione = $\pm 5\%$

Questo significa che, con 95 probabilità su 100, la media del campione (cioè il tempo medio corrispondente ad un'operazione) differirà, dal tempo medio reale, di non più del $\pm 5\%$.

Una formula che permette di calcolare il numero N' di osservazioni è la seguente:

$$N' = \left(\frac{40 \cdot \sqrt{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Dove N' è il numero di osservazioni necessarie per ottenere il nostro dato con una approssimazione del $\pm 5\%$ in 95 casi su 100, N è il numero di osservazioni fatte fino ad un certo momento, x sono i singoli tempi rilevati ed x^2 è il quadrato di tali tempi.

Attraverso l'uso della videocamera (Fig.3.5) non abbiamo più bisogno del cronometro in quanto tutte le operazioni vengono riprese e salvate. Al termine della ripresa dobbiamo analizzare il video e suddividere le fasi operative del ciclo di lavoro. Alcuni dei vantaggi che si ottengono attraverso l'uso di questo strumento sono:



Figura 3.5 Videocamera

- Vedere ripetutamente i punti di interesse, scorgendo magari alcuni punti che durante la ripresa ci sono sfuggiti.
- Vedere la disposizione e il trasporto del materiale all'interno dell'area di lavoro.
- Vedere alcune scene che riguardano la sicurezza.
- Analizzare il video in gruppo, ragionando insieme sui possibili miglioramenti.
- Far vedere alcuni punti di interesse durante le riunioni.

Fonte: "Analisi dei Tempi" Salvatore Patanè, 1989

3.3.2 Il rendimento

La durata di un ciclo di lavoro differisce da operaio ad operaio e la ragione di questa differenza può essere imputata a molte cause, alcune delle quali dipendenti dalla persona ed altre indipendenti in quanto relative a fattori esterni al lavoratore.

L'avversione che istintivamente l'operaio prova verso il cronometraccio, fa sì che egli durante la rilevazione dei tempi alteri il proprio rendimento in maniera più o meno sensibile, dando luogo ad una variazione della durata del ciclo di lavorazione.

Di fronte a questa realtà di tempi diversi per uno stesso lavoro, esiste la necessità di determinare un unico tempo con il quale misurare l'abilità dei vari operai. Per fare ciò si introduce un fattore di rendimento che varia da operaio ad operaio.

Occorre disporre di un rendimento base o rendimento normale a cui far riferimento nello stabilire la scala di valutazione. Il rendimento normale è inteso come quel rendimento esplicato da un operaio di normali capacità ed operosità, che lavora in normali condizioni di lavoro.

Il rendimento è il risultante dell'efficacia e della velocità con le quali viene eseguita un'operazione. L'efficacia è la maniera con cui un operaio compie i propri movimenti, mentre la velocità si individua nella rapidità dei gesti.

Le due componenti del rendimento, efficacia e velocità, non sono indipendenti l'una dall'altra in quanto per esempio un aumento di velocità può provocare un abbassamento dell'efficacia. Nella pratica queste due componenti vengono stimate globalmente attraverso un processo mentale di analisi e sintesi compiuto dall'analista, ottenendo una valutazione del rendimento.

Come per tutte le grandezze, anche per il rendimento si sono definiti due punti di riferimento, allo scopo di ottenere una scala per la misurazione.

I punti che si sono fissati sono il rendimento normale e il rendimento massimo.

Come vediamo dalla Tabella 3.2 le scale più usate sono le seguenti:

T_N	T_{MAX}
60	80
75	100
100	133

Tabella 3.2 Scale di rendimenti

La scala 60 – 80 o scala Bedaux insieme alla 75 – 100 sono le più usate, mentre la 100 – 133 è una scala adottata negli Stati Uniti, ma ora in disuso.

Il rendimento non è sempre imputabile al tempo impiegato per effettuare un'operazione, a volte capita che osservando un operaio durante il suo lavoro, si presentano degli incidenti non imputabili all'operaio. In questi casi, il tempo dell'operazione va ad aumentare mentre il rendimento non è affatto detto che diminuisca, anzi, al contrario, può darsi che aumenti.

Dopo aver determinato il rendimento di un'operazione si può calcolare il tempo livellato dell'operazione stessa, in questo modo è possibile analizzare il lavoro di diversi operatori ed ottenere tempi omogenei fra loro.

Il tempo livellato si può ottenere dalla formula seguente:

$$TL = \frac{TR \cdot RR}{RL}$$

Dove TL è il tempo livellato, TR è il tempo rilevato, RR è il rendimento rilevato (stimato), RL è il rendimento di livellamento (rendimento standard di riferimento).

Fonte: "Analisi dei Tempi" Salvatore Patanè, 1989

3.3.3 La valutazione della fatica

Definito il tempo rappresentativo di ogni operazione, per giungere al tempo totale da assegnare all'operaio dobbiamo maggiorare i tempi di opportune percentuali. Queste maggiorazioni sono relative agli sforzi che l'operaio è chiamato a sostenere durante lo svolgimento del suo lavoro e perciò dobbiamo assegnarli un coefficiente di riposo (C.R.).

Possiamo distinguere le maggiorazioni per il C.R. in due gruppi:

- **Maggiorazioni per bisogni fisiologici.** Rappresentano il tempo concesso all'operaio per soddisfare i propri bisogni personali, quali il dissetarsi e le necessità fisiologiche.
- **Maggiorazioni per fatica.** Queste maggiorazioni sono direttamente legate al tipo di lavoro svolto. La fatica può essere provocata da diversi fattori, quali:
 - sforzo fisico, provocato dalla fatica e dalla posizione di lavoro
 - sforzo psichico, provocato dall'attenzione e dalla monotonia
 - condizioni ambientali, tra le quali consideriamo la temperatura-umidità, la rumorosità, l'illuminazione e l'inquinamento
 - pericolosità

Le maggiorazioni per bisogni fisiologici, sono convenzionalmente il 4% per l'uomo e il 5% per la donna, mentre le maggiorazioni per fatica differiscono come possiamo vedere dalla Tabella 3.3.

Fonte: "Analisi dei Tempi" Salvatore Patanè, 1989

Metodi Bedaux	Coefficienti di Riposo			
NECESSITÀ FISILOGICHE	Donna	5%	Uomo	4%
FATICA	Leggera ≤ 2 Kg	Med. Leggera ≤ 5 Kg	Media ≤ 15 Kg	Pesante ≥ 15 Kg
	2%	4%	6%	8%
POSIZIONE LAVORO	Normale	Disagevole		
Seduti	0%	###		
In piedi	2%	3%		
In marcia (carico)	In piano	In piano sconnesso	Salita o discesa	Con carrello
	2%	3%	4%	1%
PERICOLOSITA'	Bassa	Moderata	Costante	Alta
	0%	1%	2%	4%
ATTENZIONE	Modesta	Leggera	Continua	Alta
	0%	1%	2%	4%
MONOTONIA	Nulla	Ciclo ≤ 1 min.	Ciclo ≤ 0,5 min.	
	0%	2%	4%	
TEMPERATURA - UMIDITA'	Condizionam.	Normale	Moderata	Forte
	0%	1%		
	20 - 22 °C - Um. 80%		3%	
	24 °C - Um. 60%			8%
27 °C - Um. 80%				
30 °C - Um. 60%				
RUMOROSITA'	Debole	Normale	Forte	Lacerante
	0%	1%	2%	3%
ILLUMINAZIONE	Buona	Normale	Scarsa	Insuffic.
	0%	1%	3%	6%
INQUINAMENTO	Debole	Polveri	Maschera	
	0%	3%	5%	

Tabella 3.3 Coefficienti di riposo secondo Bedaux

Fonte: Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso Impianti Industriali, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

3.3.4 Il sistema Bedaux

Il metodo Bedaux appartiene alle cronotecniche ed è stato introdotto da Charles Eugène Bedaux e consiste nel cronometrando diretto dell'operatore mentre esegue un determinato lavoro.

Il metodo Bedaux può essere suddiviso nelle seguenti fasi:

- suddividere il ciclo di assemblaggio in Task (elementari)
- effettuare 20-30 rilevamenti con il cronometro per ogni Task $j: 1, \dots, n$
- associare ad ogni rilevamento i per un Task j un tempo rilevato TR_{ji}
- associare ad ogni rilevamento i per un Task j un'efficienza rilevata ER_{ji}
- normalizzare i tempi rilevati rispetto all'efficienza desiderata $E0$, che nella scala Bedaux è di 80
- fare la media aritmetica dei tempi normalizzati. N è il numero di rilevamenti.
- dividere per la frequenza di esecuzione del Task (f_j)
- tenere conto del coefficiente di riposo, quindi moltiplicare per $(1 + CR)$

Il tempo normalizzato e il tempo standard tenendo conto del coefficiente di riposo sono ricavati dalle seguenti formule:

$$T_{normalizzato} = \left(\sum_i \frac{TR_{ji} \cdot ER_{ji}}{E0} \right) \cdot \frac{1}{N}$$

$$T_{std} = T_{normalizzato} \cdot \frac{1}{f_j} \cdot (1 + CR)$$

Fonte: Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso Impianti Industriali, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

3.4 I sistemi a tempi predeterminati

Tra le tecniche a tempi predeterminati abbiamo il sistema Methods Time Measurement (MTM) e il sistema Maynard Operation Sequence Technique (MOST), i quali consentono di determinare i tempi di esecuzione senza ricorrere all'uso di strumenti di misura come il cronometro.

3.4.1 Il sistema MTM

Il sistema MTM è stato elaborato dagli americani H. B. Maynard, G. J. Stegemerten e J. L. Schwab ed è una procedura che analizza e suddivide un'operazione manuale nei movimenti di base richiesti per eseguirla e assegna a ciascun movimento uno standard di tempo predeterminato che dipende dalle condizioni nelle quali esso viene eseguito.

Questa tecnica consente:

- La determinazione dei tempi standard senza l'ausilio del cronometro e senza la necessità di valutare soggettivamente il rendimento.
- L'analisi dei metodi, delle attrezzature, delle movimentazioni, ecc. in modo più preciso e analitico.

La suddivisione in micromovimenti che l'MTM prevede è la seguente:

$$\begin{array}{r} 5 \text{ movimenti di base} \\ + \\ 3 \text{ movimenti di base addizionali per le mani (applicare pressione,} \\ \text{disaccoppiare, ruotare)} \\ + \\ 2 \text{ funzioni visive (fissare e spostare lo sguardo)} \\ + \\ 15 \text{ movimenti del corpo per spostare gambe e piedi} \end{array}$$

I 5 movimenti di base sono:

- Raggiungere (Reach) – muovere la mano verso un oggetto
- Afferrare (Grasp) – ottenere il controllo di un oggetto
- Muovere (Move) – muovere un oggetto con la mano
- Posizionare (Position) – posizionare oggetti uno dentro o contro l'altro

- Rilasciare (Release) – abbandonare il controllo di un oggetto

L'unità di misura è chiamata TMU (Time Measurement Unit) unità di misura del tempo e come vediamo dalla Tabella 3.4 corrisponde ai seguenti rapporti.

1 TMU	0,00001 ore
	0,0006 minuti
	0,036 secondi
	0,06 centesimi di minuto

Tabella 3.4 Rapporti in tempo di 1 TMU

Per trovare il tempo standard MTM dobbiamo tenere conto del coefficiente di riposo, quindi dobbiamo moltiplicare il tempo di esecuzione (in TMU) per $(1 + CR)$, come vediamo dalla formula seguente.

$$\text{Tempo std. MTM} = \text{Tempo di esecuzione} + (1 + CR)$$

Fonte: Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso Impianti Industriali, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

3.4.2 Il sistema MOST

Il sistema MOST come l'MTM è una tecnica di rilevamento con tempi predeterminati ma rispetto all'MTM è molto semplificato in modo da essere applicato più facilmente.

Il MOST è un sistema di misurazione del lavoro, pertanto si concentra sul movimento di oggetti. È stato osservato che i movimenti degli oggetti seguono certi modelli ripetuti come ad esempio raggiungere, afferrare, muovere e posizionare l'oggetto. Di conseguenza ogni tipo di movimento è descritto da uno o più modelli di sequenza, i quali sono un insieme di micromovimenti di base.

Questi modelli di sequenza sono:

- La sequenza di movimento generale (General Move), per il movimento dell'oggetto liberamente attraverso l'aria.

Questa sequenza di attività è composta da quattro sub-attività:

A – Action Distance

B – Body Motion

G – Gain Control

P – Placement

Il modello di sequenza di movimento generale è definito come segue:

A# B# G#	A# B# P#	A#
Get	Put	Return

- La sequenza di movimento controllato (Controlled Move), questa sequenza viene utilizzata per quelle attività come l'azionamento di una leva, l'attivazione di un pulsante o lo scorrimento di un oggetto su una superficie. Oltre ai parametri A, B, e G della sequenza General Move, questa sequenza è composta anche dalle seguenti sub-attività:

M – Move Controlled

X – Process Time

I – Alignment

Il modello di sequenza di movimento generale è definito come segue:

A# B# G#	M# X# I#	A#
Get	Move/Actuate	Return

- La sequenza di utilizzo dell'utensile (Tool Use), per l'utilizzo di utensili.

Oltre ai parametri A, B, G e P della sequenza General Move, questo modello di sequenza è fornito di uno spazio per l'inserimento di uno dei seguenti parametri di utilizzo dello strumento:

F/L – Fasten/Loosen

C – Cut

S – Surface Treat

M – Measure

R – Record

T – Think

Il modello di sequenza di utilizzo dell'utensile è definito come segue:

A# B# G#	A# B# P#	(Use) *	A# B# P#	A#
Get	Put/Place	Move /Actuate	Put Back	Return

Come per il Sistema MTM l'unità di misura è il TMU (Time Measurement Unit).

Per trovare il tempo standard MOST dobbiamo tenere conto del coefficiente di riposo, quindi dobbiamo moltiplicare il tempo di esecuzione (in TMU) per (1 + CR), come vediamo dalla formula seguente.

$$\text{Tempo std. MOST} = \text{Tempo di esecuzione} + (1 + CR)$$

Per effettuare un'analisi MOST facciamo uso delle seguenti Tabelle (3.5 – 3.6 – 3.7 – 3.8):

Basic MOST® System		A B G A B P A						GENERAL MOVE		
INDEX X 10	A ACTION DISTANCE		B BODY MOTION		G GAIN CONTROL		P PLACEMENT		INDEX X 10	
	PARAMETER VARIANT	KEYWORD	PARAMETER VARIANT	KEYWORD	PARAMETER VARIANT	KEYWORD	PARAMETER VARIANT	KEYWORD		
	0	≤2 ft. ≤3 cm.	CLOSE					Hold Toss		THROW CARRY TOSS PICKUP
1	Within reach				Light object Light objects simo	GRASP (optional)	Lay aside Loose fit	MOVE PUT	1	
3	1-2 steps	1 STEP 2 STEPS	Bend and arise 50% occ.	BEND	Non Slip Heavy/Bulky blind Obstacle	Obstructed Interlocked Collect	GET DISENGAGE FREE COLLECT	Adjustments Light pressure Double placement	PLACE REPLACE	3
6	3-4 steps	3 STEPS 4 STEPS	Bend and arise	BEND			One hand Heavy pressure Intermediate moves	Precision Obstructed POSITION REPOSITION	6	
10	5-7 steps	5 STEPS 6 STEPS 7 STEPS	Sit or stand	SIT STAND					10	
16	8-10 steps	8 STEPS 9 STEPS 10 STEPS	Through Door Climb on or off Stand and bend Bend and sit	DOOR CLIMB/DISCLIMB STAND AND BEND BEND AND SIT					16	

Tabella 3.5 General Move

Fonte: Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso Impianti Industriali, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

Basic MOST® System				A B G M X I A			CONTROLLED MOVE		
INDEX x 10	M			X			I		INDEX x 10
	MOVE CONTROLLED			PROCESS TIME			ALIGNMENT		
	PUSH/PULL/PIVOT	KEYWORD	CRANK (REVS.)	SECONDS	MINUTES	HOURS	OBJECT	KEYWORD	
1	≤12 Inches (30 cm) Button/Switch/Knob	PUSH PULL ROTATE		.5	.01	.0001	To 1 Point	ALIGN - POINT LOCATE	1
3	> 12 Inches (30 cm) Resistance Seat or Unseat High Control 2 Stages ≤12 Inches (30 cm)	SLIDE SEAT TURN UNSEAT OPEN SHIFT SHUT PRESS PUSH + PULL (INCHES, CM OR STAGES)	1	1.5	.02	.0004	To 2 Points ≤ 4 Inches (10 cm)	ALIGN - POINTS CLOSE GUIDE	3
6	2 Stages > 12 Inches (30 cm) With 1 - 2 Steps	OPEN + SHUT OPERATE PUSH OR PULL WITH 1 or 2 PAGES	3	2.5	.04	.0007	To 2 Points > 4 Inches (10 cm)	ALIGN - POINTS GUIDE + ADJUST	6
10	3 - 4 Stages With 3 - 5 Steps	MANIPULATE MANEUVER PUSH OR PULL WITH 3, 4 or 5 PAGES	6	4.5	.07	.0012		ALIGN - ACCURATE	10
16	With 6 - 9 Steps	PUSH OR PULL WITH 6,7,8 or 9 PAGES	11	7.0	.11	.0019	Precision	ALIGN - ACCURATE	16

Tabella 3.6 Controlled Move

Fonte: Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso Impianti Industriali, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

Basic MOST® System		FASTEN (F) or LOOSEN (L)								TOOL USE	
Index X 10	Finger Action	Wrist Action				Arm Action				Tool Action	Index X 10
	SPINS	URNS	STROKES	CRANKS	TAPS	URNS	STROKES	CRANKS	STRIKES	SCREW DIAMETER	
	Fingers, Screw- driver	Hand, Screw- driver, Ratchet, T-Wrench	Wrench, Allen Key	Wrench, Allen Key, Ratchet	Hand, Hammer	Ratchet	Wrench, Allen Key	Wrench, Allen Key, Ratchet	Hand, Hammer	Power Wrench	
1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
3	2	1	1	1	3	1	1	-	1	1/4" (6 mm)	3
6	3	3	2	3	6	2	-	1	3	1" (25 mm)	6
10	8	5	3	5	10	4	2	2	5		10
16	16	9	5	8	16	6	3	3	8		16
24	25	13	8	11	23	9	4	5	12		24
32	35	17	10	15	30	12	6	6	16		32
42	47	23	13	20	39	15	8	8	21		42
54	61	29	17	25	50	20	10	11	27		54

Tabella 3.7 Tool Use for F or L

Fonte: Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso Impianti Industriali, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

Basic MOST®															Cut (C), Surface Treat (S), Measure (M), Record (R), Think (T)															TOOL USE	
INDEX X 10	C						S			M		R			T				INDEX X 10												
	Cut						Surface Treat			Measure		Record			Think																
	TWIST BEND	CUTOFF	CUT	SLICE	AIR- CLEAN	BRUSH- CLEAN	WIPE	MEASURE		WRITE	MARK	INSPECT	READ																		
	Pliers		Scissors	Knife	Nozzle	Brush	Cloth	Measuring Device		Pencil	Marker	Eyes, Fingers	Eyes																		
	WIRE	CUT(S)	SLICES(S)	SQ. FT. (0,1M ²)	SQ. FT. (0,1M ²)	SQ. FT. (0,1M ²)	IN. (CM)	FT. (M)	DIGITS	WORDS	DIGITS	POINTS	DIGITS, SINGLE WORDS	TEXT OF WORDS																	
1	GRIP		1	-	-	-			1	-	CHECK MARK	1	1	3	1																
3		SOFT	2	1	-	-	1/2		2	-	1 SCRIBE LINE	3	3	8	3																
6	FORM LOOP	MEDIUM	4		1 SPOT POINT CAVITY	1 SMALL OBJECT			4	1	2	5 TOUCH FOR HEAT	6 SCALE VALUE DATE/TIME	15	6																
10		HARD	7	3	-	-	1	PROFILE-GAUGE	6	-	3	9 FEEL FOR DEFECT	12 VERNIER-SCALE	24	10																
16	SECURE COTTER PIN		11	4	3	2	2	FIXED SCALE CALIPER 12 IN. (30cm)	9	2	5 SIGNATURE, DATE		38 TABLE VALUE	16																	
24			15	6	4	9	-	FEELER-GAUGE	13	3	7		54	24																	
32			20	9	7	5	5	STEEL-TAPE 6 FT. (2M) DEPTH MICROMETER	18	4	10		72	32																	
42			27	11	10	7	7	OD-MICROMETER 4 IN. (10cm)	23	5	13		94	42																	
54			33					ID-MICROMETER 4 IN. (10cm)	29	7	16		119	54																	

Tabella 3.8 Tool Use for C/S/M/R/T

Fonte: Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso Impianti Industriali, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

Fonte: "An Innovative Approach to Time Study Through Maynard Operation Sequence Technique" Chaudhary R. et al.

3.5 Work Sampling

La campionatura del lavoro o Work Sampling è una tecnica attraverso la quale i tempi vengono determinati mediante una serie di osservazioni casuali ed istantanee del lavoro che si deve misurare senza l'uso del cronometro. Questa tecnica è particolarmente adatta per ottenere una ripartizione percentuale di attività complesse e per determinare i tempi di attività non ripetitive o che si ripetono con modalità e tempi differenti.

Questo metodo è basato sul concetto di campionamento statistico per attributi con un livello di confidenza del 95% (Fig. 3.6), accettando un rischio del 5% di sbagliare. Ciò significa che il 95% delle osservazioni, si trovano ad una distanza dalla media pari a due volte lo scarto quadratico medio (deviazione standard).

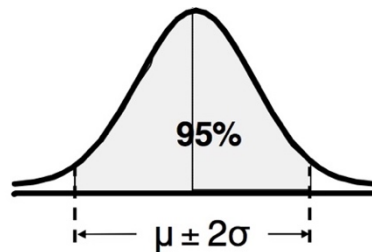


Figura 3.6 Intervallo di confidenza del 95%

Se ci riferiamo ad una popolazione di N elementi, indichiamo con p la proporzione di elementi della popolazione che ha un determinato attributo e con $q = (1 - p)$ la restante parte della popolazione che non ha quell'attributo, mentre con p' e $q' = (1 - p')$ indichiamo i corrispondenti valori per il campione di n' elementi.

Abbiamo:

$$Prob \{p' - 2\sigma_c \leq p \leq p' + 2\sigma_c\} \cong 95\%$$

$$\text{con } \sigma_c = \sqrt{\frac{p' \cdot q'}{n' - 1}}$$

$$Prob \left\{ p' - 2 \sqrt{\frac{p' \cdot q'}{n' - 1}} \leq p \leq p' + 2 \sqrt{\frac{p' \cdot q'}{n' - 1}} \right\} \cong 95\%$$

Fonte: "Impianti Industriali" Pareshi A.

3.6 Lo studio dei metodi

Lo studio dei metodi consiste nella raccolta, l'analisi e l'esame dei sistemi esistenti per compiere un lavoro, nonché lo sviluppo e l'applicazione del metodo più facile ed efficiente per compiere il lavoro stesso.

Lo studio dei metodi è strettamente connesso con l'analisi dei tempi tanto che l'uno implica l'altro. Con il primo si pongono le premesse per un razionale impiego della manodopera e dei materiali, mentre con il secondo si ottengono i dati che permettono di valorizzare il risparmio ottenuto, e contemporaneamente si ottiene una misura del lavoro.

L'obiettivo dello studio dei metodi è quello di migliorare la produttività di un'impresa attraverso:

- il miglioramento del processo e dei procedimenti di lavoro
- il miglioramento del layout dei reparti e del posto di lavoro
- il miglioramento dell'impiego dei materiali
- il miglioramento delle attrezzature e degli impianti
- il miglioramento dell'ambiente di lavoro
- il miglioramento dell'ergonomia

La procedura dello studio dei metodi parte dalla definizione degli obiettivi da raggiungere come ad esempio:

- ridurre i trasporti
- incrementare la produttività
- aumentare la saturazione e/o rendimento degli operatori e delle macchine
- rivedere il posto di lavoro
- rendere il lavoro più semplice
- ridurre le attese uomo

Come nello studio dei tempi, anche nello studio dei metodi si svolge un'indagine preliminare nella quale si raccolgono le informazioni e i dati sul prodotto, materiali, layout, sequenza del lavoro, handling (trasporto del materiale), macchinari e attrezzature.

Per lo studio dei metodi è importante fare ricorso a stampati e diagrammi per una maggiore analisi, e i principali sono:

- Layout as is – viene usato per rappresentare graficamente l'area di lavoro, al fine di rilevare l'ubicazione dei materiali, delle macchine, delle attrezzature ecc.
- Spaghetti chart – viene usata per rappresentare graficamente gli spostamenti dell'operatore ed il movimento dei materiali.
- Diagramma di flusso (Flow chart) – viene usato per rappresentare le fasi di una lavorazione e consiste nella loro classificazione per mezzo di simboli a seconda della loro natura.

I simboli comunemente usati per rappresentare i cinque tipi fondamentali di attività sono i seguenti:



Operazione (in cui si interviene sul materiale facendolo progredire verso il prodotto finito)



Trasporto o movimentazione



Controllo (è la verifica della correttezza delle operazioni precedenti)



Attesa (o sosta)



Accantonamento o immagazzinaggio

I cinque gruppi di attività appena visti si possono classificare in due categorie principali:

1. quelle in cui accade veramente qualcosa al materiale, cioè quando viene lavorato, spostato o controllato.
2. quelle in cui il materiale non viene toccato, trovandosi immagazzinato o ad un punto morto a causa di un'attesa.

Le attività appartenenti alla prima categoria si possono suddividere in tre gruppi:

- A. Attività di preparazione – sono quelle attività necessarie per preparare il materiale e metterlo in posizione affinché sia pronto per essere lavorato.
- B. Operazioni attive – sono quelle operazioni attraverso le quali il materiale è sottoposto ad un mutamento di forma o di condizioni chimiche/fisiche.
- C. Attività di sgombro – sono quelle attività in cui il materiale viene rimosso dalla macchina o dal posto di lavoro.

Le attività di preparazione e di sgombro possono essere rappresentate dai simboli di trasporto e di controllo, mentre le operazioni attive si possono rappresentare solo con il simbolo di operazione.

L'obiettivo è quello di avere la percentuale più alta di operazioni attive, in quanto soltanto queste sono le attività a valore aggiunto che fanno avanzare il prodotto verso la fase di completamento.

- Kaizen action sheet – viene usato per raccogliere tutte le idee, ed è importante segnalarle tutte anche quelle che sembrano assurde, in quanto la selezione avverrà dopo.

Sulla base delle informazioni raccolte, poi si procede con lo sviluppo e la definizione del nuovo metodo ipotizzando varie soluzioni. È utile preparare uno schema di flusso da contrapporre a quello del metodo in uso, segnalando i cambiamenti da effettuare.

Fonte: "Analisi dei Metodi" Salvatore Patanè, 1989

CAPITOLO 4

Caso Studio: Riorganizzazione del reparto di saldatura in ottica lean production

In questo capitolo verrà esposto il progetto aziendale di kaizen relay layout del reparto saldatura. Si inizierà con un'introduzione al progetto e si proseguirà descrivendo tutte le attività svolte all'interno del reparto.

4.1 Introduzione al progetto

L'azienda attualmente è impegnata in un macro-progetto di revisione del layout dello stabilimento, al fine di ottenere un flusso dei materiali più razionale e snello.

Dalla Figura 4.1 possiamo vedere una pianta dello stabilimento e come sono disposti i reparti all'interno. Evidenziato in blu abbiamo il reparto di saldatura il quale è oggetto del progetto in esame.

Attualmente il flusso dei materiali è inefficiente e poco trasparente con lunghe distanze per il trasporto dei componenti da un'area all'altra; dalla Figura 4.2 vediamo un esempio di come è ora il flusso all'interno dello stabilimento. Il materiale inizialmente viene scaricato dai fornitori in accettazione e stoccato nel magazzino, poi il materiale passa al reparto taglio-piega e successivamente al reparto saldatura. Dopodiché se il materiale ha bisogno di qualche trattamento passa al reparto delle lavorazioni meccaniche ed infine viene verniciato. Il materiale poi viene trasferito nelle stazioni di pre-assemblaggio e nella linea principale attraverso sistemi di movimentazione tow trains e carrelli elevatori.

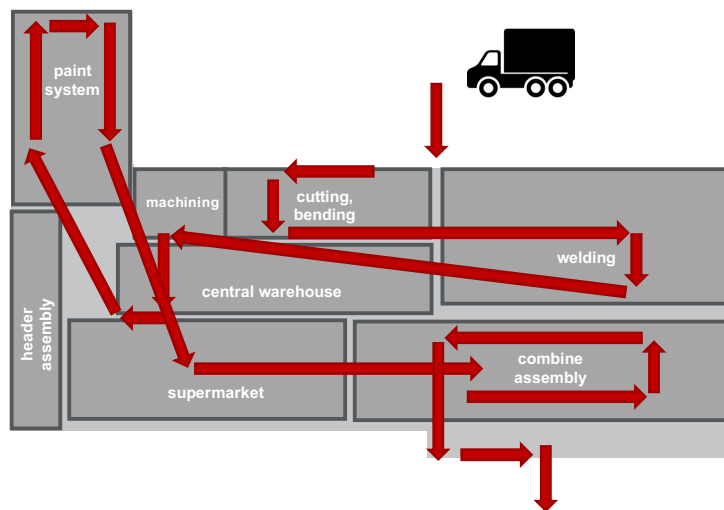


Figura 4.2 Esempio del flusso attuale dei materiali

Tow train: (Fig. 4.3) veicolo con il quale vengono trasportati i kit (carrello dotato di ruote e ripiani dove posizionare un mix di pezzi necessari per realizzare il prodotto) collegati tra loro come se fossero i vagoni di un treno.



Figura 4.3 Tow train

Carrello elevatore: (Fig. 4.4) utilizzato per il trasporto di materiali pesanti ed ingombranti.



Figura 4.4 Carrello elevatore

Lo stato futuro del flusso dei materiali che si vuole ottenere lo possiamo vedere rappresentato in Figura 4.5 attraverso i seguenti passi:

- Invertire la posizione dei reparti di saldatura e di taglio-piega
- Aumentare il numero delle zone per il ricevimento dei materiali
- Riorganizzare la struttura del magazzino centrale
- Invertire la direzione della linea d'assemblaggio delle mietitrebbie

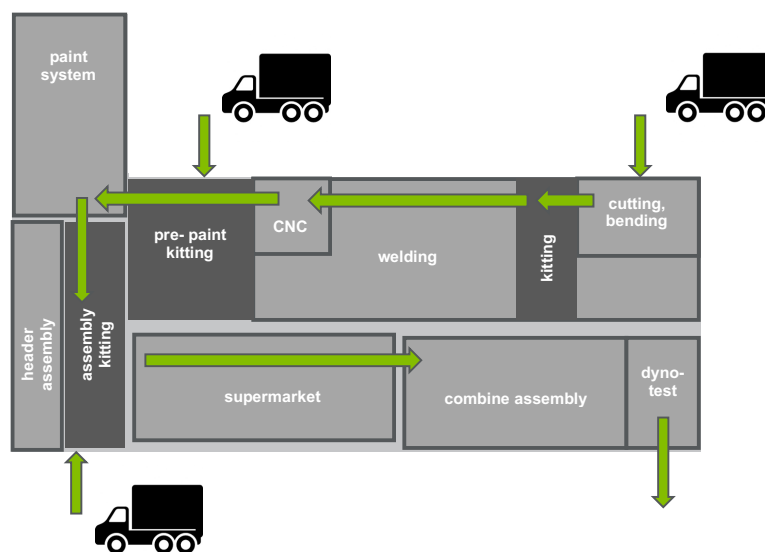


Figura 4.5 Flusso futuro dei materiali

Il mio contributo si è focalizzato all'interno del reparto di saldatura, in cui è stato creato un team di quattro persone per lo svolgimento del progetto.

4.2 Plan for Every Part

Come primo passo, si è dovuto eseguire una raccolta dati dei materiali utilizzati nel reparto di saldatura per il PFEP.

4.2.1 Raccolta dati

Per la raccolta dei dati l'azienda ha definito una procedura standard da seguire, la quale prevede l'analisi fisica di ogni componente per definire i seguenti campi:

- Il più piccolo contenitore standard (KLT) che può contenere il componente mantenendo la sovrapposibilità. Nel caso in cui il componente non sia contenibile in contenitori standard o che non ne permetta la sovrapposibilità dovrà essere segnalato come “non contenibile”.
- Il numero massimo di pezzi contenibili nel contenitore standard con un limite minimo di sei pezzi per contenitore.
- Il peso del componente, se ne è possibile la pesa.
- Il peso del contenitore standard considerando e il peso del numero massimo di pezzi contenibili non deve superare i 15 kg, altrimenti bisogna rivedere al ribasso il numero dei pezzi contenuti.
- La modalità di movimentazione è intesa come:
 - 2 – movimentabile utilizzando solamente 2 dita
 - 5 – movimentabile utilizzando una mano
 - 10 – movimentabile utilizzando 2 mani
 - 20 – movimentabile utilizzando 2 persone
 - 90 – movimentabile attraverso l'ausilio di mezzi meccanici
- Identificare la categoria:
 - Contenibile – componenti contenibili nei contenitori standard.
 - Lunghezza – componenti non contenibili che dimensionalmente si sviluppano in un'unica direzione.

- Larghezza – componenti non contenibili che dimensionalmente si sviluppano in due direzioni.
- Non contenibile – componenti non facenti parte delle famiglie precedenti.

I contenitori standard sono in polipropilene e vengono chiamati KLT aventi le seguenti caratteristiche:

- Resistenti alla maggior parte di oli, acidi e soluzioni alcaline
- Resistenti a temperature da -20° a 100° C
- Indeformabili e robusti
- Standard VDA 4500
- Modulari, per l'accatastamento di più contenitori di dimensioni diverse
- Pallettizzabili
- Dotati di due porta etichette
- Riciclabili al 100%
- Pareti interne lisce per una facile pulizia
- Compatibili con tutti i contenitori di formato Euro-standard e modelli KLT

Come possiamo vedere dalla Tabella 4.1 i contenitori KLT sono di dimensioni e peso differenti.

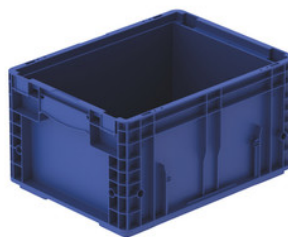
Contenitore	Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)	Altezza (mm)	Peso (gr)
KLT 2115	150	200	150	350
KLT 3215	200	300	150	570
KLT 4315	300	400	150	1290
KLT 4329	300	400	290	1850
KLT 6415	400	600	150	2010
KLT 6429	400	600	290	2970

Tabella 4.1 Classificazione contenitori KLT

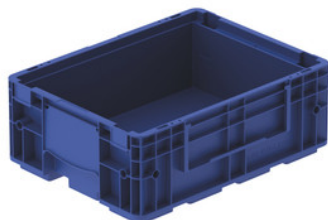
In Figura 4.6 vediamo raffigurati i contenitori standard KLT appena descritti.



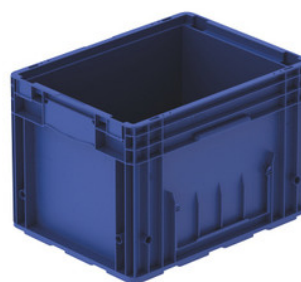
KLT 2115



KLT 3215



KLT 4315



KLT 4329



KLT 6415



KLT 6429

Figura 4.6 Contenitori standard KLT

I materiali che non sono contenibili nei KLT vengono stoccati nei contenitori che vediamo di seguito in Figura 4.7.



2A



2D



3D



4D



5D



6D



9D



10D



11D



12D

Figura 4.7 Contenitori per pezzi non contenibili nei KLT

Le dimensioni e il peso dei contenitori appena visti vengono indicate in Tabella 4.2.

Contenitore	Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)	Altezza (mm)	Peso (kg)	Portata (kg)
2A	600	800	450	50	600
2D	800	1200	750	90	1000
3D	800	1200	350	69	1000
4D	800	1500	750	95	1000
5D	800	2100	750	115	800
6D	800	2100	350	110	800
9D	800	3100	750	202	800
10D	800	1500	350	74	1000
11D	600	800	500	18,6	400
12D	800	1200	500	53,8	400

Tabella 4.2 Classificazione dei contenitori non standard

All'inizio dell'analisi gli strumenti utilizzati sono stati una bilancia per la pesa dei pezzi, un computer portatile per la raccolta dei dati ed i contenitori standard KLT, utilizzati per la verifica del contenitore minimo ed il numero di componenti contenuti.

Nel reparto saldatura vengono utilizzati 4.870 articoli di cui 186 fanno parte della minuteria e bulloneria, i quali non sono rientrati nell'analisi. Analizzare tutti i componenti a mano era un procedimento troppo oneroso, soprattutto quando si trovavano dei pezzi non contenibili nei contenitori standard KLT. Molti di questi componenti erano troppo pesanti e perciò non si riusciva ad ottenere i dati necessari per l'analisi.

Per superare queste problematiche e rendere il tutto meno oneroso, si è fatto uso di un software per la pianificazione del carico dei contenitori; PackAssistant (Fig. 4.8).

Attraverso questo programma che fa uso di modelli 3D, si è potuto calcolare il numero di componenti ed identificare l'esatto contenitore nei quali vengono stoccati.



Figura 4.8 Logo PackAssistant

Fonte: www.packassistant.de

Tutti i dati sono stati raccolti e memorizzati in un file Excel utilizzando lo schema seguente (Tabella 4.3).

Articolo	Descrizione Materiale	Tipo Articolo	Contenitore Minimo	Quantità	Peso	Movimentabile	Categoria

Tabella 4.3 Tabella per inserimento dati

Prima di tutto si è dovuto ricavare i file .stp (o step) di tutti gli articoli, ovvero un file per la visualizzazione in 3D degli oggetti (Fig. 4.9).

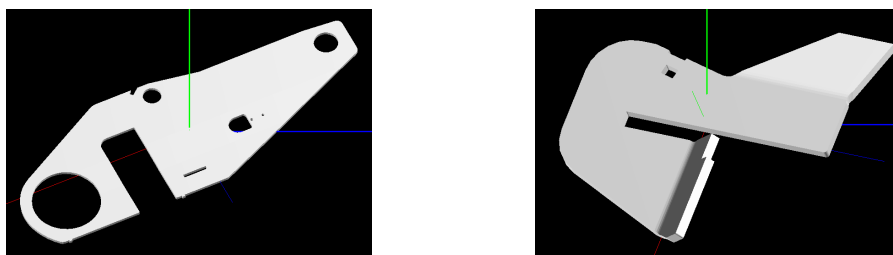


Figura 4.9 Esempi di oggetti in 3D del reparto saldatura

Dopodiché si apre il file step attraverso il software PackAssistant e vengono inserite le informazioni riguardanti il peso del componente, il numero minimo di componenti per contenitore e la tipologia di caricamento delle parti, ossia, in modo casuale o in modo ordinato.

In Figura 4.10 vediamo il software utilizzato e in Figura 4.11 una parte dei dati raccolti per i 4.684 articoli analizzati.

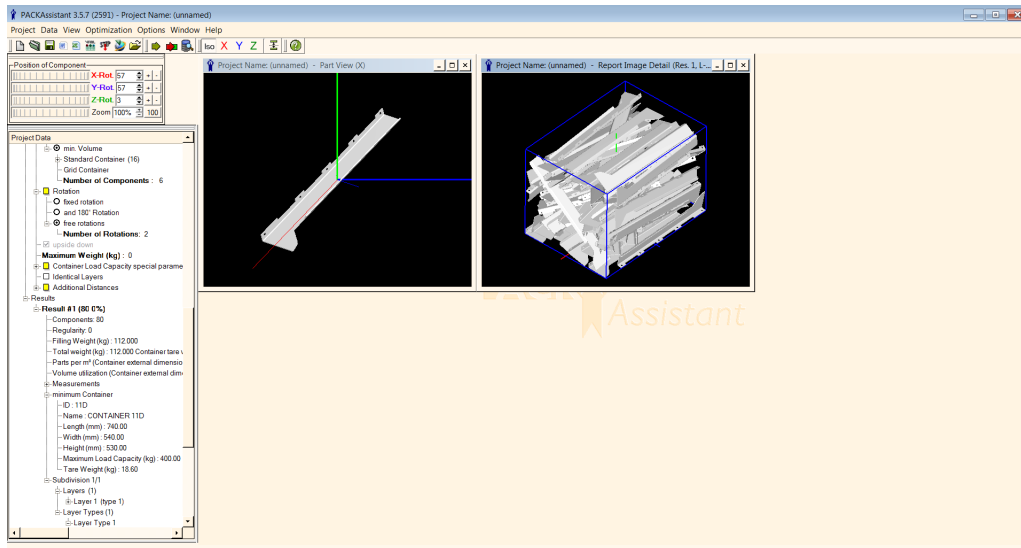


Figura 4.10 Software PackAssistant

Articolo	Descrizione Mat	Tipo Articolo	Contenitore Minimo	Quantità	Peso	Movimentabile (Dita)	Categoria
7108696M1	ANGOLARE PROTEZ CAVO BRAND	prodotto	9D	470	1700	10	lunghezza
7108784M1	ANGOLARE ATTACCO MOLLA A GAS	prodotto	KLT 2115	394	20	2	contenibile
7108858M1	RINFORZO EST.LAT.	prodotto	KLT 6415	14	900	10	contenibile
7108859M1	RINFORZO EST.LAT.MIR.	prodotto	KLT 6415	14	900	10	contenibile
7108980M1	SUPPORO	prodotto	KLT 2115	19	100	5	contenibile
7109017M1	LAMIERA INFERIORE	prodotto	5D	11	7900	10	larghezza
7109018M1	RINFORZO MOLLA A GAS FIANCO DX	prodotto	2A	16	1000	10	lunghezza
7109020M1	LAMIERA INFERIORE	prodotto	5D	11	7900	10	larghezza
7109021M1	RINFORZO MOLLA A GAS FIANCO SX	prodotto	2A	16	1000	10	lunghezza
7109146M1	PIASTRINA SUPPORTO	prodotto	KLT 2115	732	20	2	contenibile
7109206M1	FILTER SIDE	prodotto	2A	21	1400	10	larghezza
7110062M1	FIANCO DX SERBATOIO 6SC	prodotto	6D	9	28203	90	larghezza
7110063M1	FIANCO DX SERBATOIO 5SC	prodotto	6D	17	14977	20	larghezza
7110337M1	CENTRAL SEAT SUPPORT	prodotto	2D	6	4300	10	larghezza
7110338M1	SIDEWALL RH	prodotto	2A	23	1600	10	larghezza
7110341M1	SIDEWALL LH	prodotto	2A	32	1800	10	larghezza
7110342M1	POZZETTO DX	prodotto	2D	6	4500	10	larghezza
7110343M1	PARETE SX	prodotto	2A	22	1800	10	larghezza
7110355M1	SUPPORTO SEDILE	prodotto	3D	23	3600	10	larghezza
7110356M1	PIASTRA SUPPORTO SEDILE	prodotto	2A	19	3100	10	larghezza
7110596M1	SUPPORTO CENTRALE BASSO	prodotto	10D	7	3400	10	lunghezza
7110597M1	RINFORZO ANTERIORE	prodotto	2A	126	900	10	lunghezza
7110598M1	PROFILO DI IRRIGIDIMENTO	prodotto	KLT 3215	13	200	5	contenibile
7110599M1	SUPPORTO CORSIA DX	prodotto	2A	206	900	10	lunghezza
7110600M1	SUPPORTO CORSIA SX	prodotto	2A	206	900	10	lunghezza
7110601M1	PARETE POSTERIORE	prodotto	6D	13	9900	10	larghezza
7110977M1	FONDO ANTERIORE	prodotto	5D	10	30200	90	larghezza
7111050M1	SCIVOLO 5SC	prodotto	4D	6	11503	10	larghezza
7111051M1	SCIVOLO 6SC	prodotto	2D	8	7595	10	larghezza
7111172M1	CHIUSURA SUPERIORE	acquistato	2A	307	1300	10	lunghezza
7111173M1	PIASTRA POST.TRAVE SUP.AL	prodotto	6D	58	13600	20	lunghezza
7111571M1	SEMILAV.TUBO SPRANGA ASPO 30FT	acquistato	9D	133	6000	10	lunghezza
7111585M1	RINFORZO ANT.DX	prodotto	KLT 2115	10	100	5	contenibile
7111586M1	RINFORZO ANT.SX	prodotto	KLT 2115	10	100	5	contenibile
7111587M1	RINFORZO POST	prodotto	KLT 2115	79	100	5	contenibile
7111781M1	SUPPORTO MARMITTA 2	prodotto	10D	6	6100	10	larghezza
7111842M1	WIRE FIXING PLATE	prodotto	KLT 2115	225	42	2	contenibile
7111946M1	SUPPORTO MARMITTA 1	prodotto	2D	6	5000	10	larghezza
7112027M1	PROFILO SCIVOLO CASSONE 5SW	prodotto	3D	43	1200	10	lunghezza
7112155M1	VANE DIVIDER R	prodotto	KLT 4329	13	400	5	contenibile
7112156M1	ANGLE DIVIDER VANE BASE	prodotto	KLT 4329	14	600	5	contenibile
7112157M1	COVER DIVIDER	prodotto	2A	53	1600	10	larghezza
7112167M1	REINFORCEMENT	prodotto	KLT 2115	8	400	5	contenibile
7112170M1	REINFORCEMENT	prodotto	KLT 4315	9	800	5	contenibile
ACW0367240	PALETTA GOMMA	acquistato	KLT 3215	8	300	5	contenibile
ACW0373110	CLOSE LOWER CORNER	prodotto	6D	13	17800	20	lunghezza
ACW0418800	SENSOR PLATE	acquistato	KLT 2115	61	30	5	contenibile
ACW0430130	LH ANGULAR REINFORCEMENT	prodotto	6D	14	3900	10	lunghezza

Figura 4.11 Estratto del file Excel per la raccolta dei dati

4.3 Kitting

Lo scopo della raccolta dati descritta nel precedente paragrafo è quello di creare un nuovo sistema di approvvigionamento dei materiali nel reparto di saldatura, attraverso l'uso di kit standardizzati e kanban.

Attualmente la maggior parte dei materiali vengono approvvigionati attraverso le casse e le gabbie viste in Figura 4.7 ed alcuni attraverso l'uso di kit. Alcuni articoli particolarmente voluminosi ed ingombranti invece vengono portati nelle aree di utilizzo attraverso dei contenitori specifici.

Il problema maggiormente evidenziato in questa gestione è quello dell'utilizzo non sempre corretto del contenitore per lo stoccaggio dei pezzi. Succede infatti, che piccoli componenti vengano stoccati in casse di grandi dimensioni e perciò ci si trova con delle quantità elevate di questi pezzi.

Movimentare il materiale attraverso l'utilizzo dei kit consente di ottenere i seguenti principali vantaggi:

- riduzione dello spazio occupato in area
- riduzione degli errori di prelievo del materiale
- riduzione degli spostamenti dell'operatore

I kit progettati sono di tre tipologie:

- Kit a ripiani (Fig. 4.12) – è stato progettato per i componenti contenibili nei KLT con una bassa frequenza di utilizzo (minore del 40%) e per i componenti non contenibili che pesano meno di 15 kg.

Dimensioni: 600x800 mm e 1200x800 mm



Figura 4.12 Kit a ripiani

Fonte: Tesi AGCO Mattia Cimolin

- Kit verticale (Fig. 4.13) – è stato progettato per componenti di lunghezza elevata ma minore di 2,5 metri e con un peso inferiore ai 15 kg.

Dimensioni: 600x800 mm e 1200x800 mm

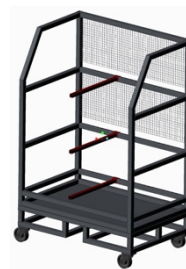


Figura 4.13 Kit verticale

Fonte: Tesi AGCO Mattia Cimolin

- Kit custom (Fig. 4.14) – è un kit progettato per quei componenti di forma particolare e che si sviluppano su due dimensioni che pesano più di 15 kg e per i pezzi non contenibili nei KLT che pesano meno di 15 kg.
Dimensioni: 1200x800 mm



Figura 4.14 Kit custom

Fonte: Tesi AGCO Mattia Cimolin

La logica di questi kit è il funzionamento pieno-vuoto, ossia in area è necessario lo spazio per due kit, in modo che l'operatore non resti mai senza pezzi. Quando il trasportatore logistico vede un kit vuoto lo preleva attraverso il tow train e lo porta al magazzino per essere riempito; nel giro successivo il kit viene riportato in area.

Oltre alle tre categorie di kit appena elencate, abbiamo:

- Kit specifici – per componenti voluminosi e particolari o di lunghezza superiore ai 2,5 metri.
- Racks (Fig. 4.15) – sono delle rulliere disposte in area utilizzate per i contenitori KLT nei quali i componenti hanno un'alta frequenza di utilizzo (maggiore del 40%).



Figura 4.15 Rack

4.4 Analisi e studio dei processi produttivi

Attraverso l'analisi tempi e metodi si è potuto analizzare i cicli di lavoro dei prodotti realizzati nelle varie aree del reparto di saldatura.

L'analisi è stata utilizzata per rivedere il ciclo produttivo, apportando dei miglioramenti soprattutto in termini di distanza che l'operatore deve percorrere all'interno del suo spazio lavorativo e per rivedere il layout dell'area, ovvero la disposizione planimetrica delle attrezzature e delle parti, facendo uso del nuovo sistema di approvvigionamento dei materiali.

A causa dei lunghi tempi che richiedeva l'attività si è deciso di usare convenzionalmente un'efficienza lavorativa pari a 100.

Per ogni ciclo di lavoro si è seguita la seguente procedura:

- Informare l'operatore del lavoro che si andava a svolgere, discutendo con lui delle problematiche che riscontrava durante lo svolgimento del proprio lavoro e dei possibili miglioramenti.
- Studiare l'as-is dell'area di analisi attraverso la raccolta dei codici articolo per la produzione del prodotto; foto e layout.
- Rilevare i tempi attraverso l'uso della videocamera.
- Analizzare il ciclo di lavoro rilevato attraverso l'uso di un diagramma di flusso (flowchart), nel quale si suddivide in fasi elementari il ciclo lavorativo differenziandole in attività a valore aggiunto (operazioni) e a non valore aggiunto (trasporti, controlli, attese, accantonamenti). Per ogni fase si registra anche la distanza percorsa dall'operatore, il tempo rilevato e i codici articolo utilizzati.
- Rappresentare graficamente gli spostamenti dell'operatore attraverso la spaghetti chart.
- Creare un nuovo layout dell'area.
- Realizzare un nuovo diagramma di flusso apportando dei miglioramenti al ciclo di lavoro.

Per vedere il tutto più nel dettaglio, nei prossimi paragrafi andremo ad analizzare in particolare i casi di un Box manuale e di un Robot.

4.5 Box manuale 82DD – cassone oscillante inferiore

4.5.1 Descrizione del Box

In questo box vengono realizzati due prodotti, il cassone oscillante inferiore per la versione 5 e 6 scuotipaglia. Come vediamo dalla descrizione dei codici articolo in Tabella 4.4 i due prodotti appartengono alla stessa famiglia, con l'unica differenza che il cassone per la versione 6 scuotipaglia è più grande rispetto a quello della 5. Da questa considerazione, l'analisi quindi si è focalizzata su uno dei due prodotti. In particolare è stato preso in considerazione il cassone della versione 6 scuotipaglia, dato che per la sua produzione ha bisogno di tre articoli in più rispetto alla versione 5.

BOX	FATHER CODE	DESCRIPTION	ITEM	PART NO	DESCRIPTION
82DD	003221152500	CASS. OSCILLANTE INFERIORE SSW	1	003218302590	PIANO SU PROFILO ANTER.
			2	003218302620	PIASTRA SX.POSTERIORE
			3	003218302630	PIASTRA DX.POSTERIORE
			4	003218302640	PIASTRA SX.ANTERIORE
			5	003218302650	PIASTRA DX.ANTERIORE
			6	003218302680	PROF.LATO SX.SOST.VAGLIO
			7	003218302710	PROF.LAT.DX.SOST.VAGLIO
			8	003218302720	PIATTO SX.RINF.PROFILO
			9	003218302730	PIATTO RINFORZON FIANCO
			10	003218302740	PROFILO APPOGGIO VAGLIO
			11	003218302760	PIATTO DX.RINF.PROFILO
			12	003218303510	FONDO RECUPERO
			13	003218303520	FONDO GRANO
			14	003218303530	PROFILO POST.FONDO GRANO
			15	003218303540	BOTTOM PROFILE STIFFENED
			16	003218303560	PROF.ANTER.FONDO RECUP.
			17	003218303580	PROFILO ANTERIORE
			18	003221152510	LAMIERA IRRIGIDIMENTO
			19	003221152520	FIANCO SX.
			20	003221152530	FIANCO DX.
			21	003221152540	PROFILO LATER.SX.IRRIGID.
			22	003221152550	PROFILO LATER.DX.IRRIGID.
			23	003221152560	STAFFA
			24	003221152570	BOCCOLA M5x10x8
			25	003221152580	PROFILO CENTR.FONDO
			26	003221152600	STAFFA RINFORZO DX
			27	003221152610	STAFFA RINFORZO SX
			28	003503425130	VITE TTQSTR M8X30 R80
			29	003555318800	RONDELLA 14,5X36X8
			30	7112027M1	PROFILO SCIVOLO CASSONE SSW
003221153500	CASS. OSCILLANTE INFERIORE GSW	1	003218302530	FONDO RECUPERO	
		2	003218302540	FONDO GRANO	
		3	003218302550	DIVISORE CENTRALE	
		4	003218302570	PROFILO POSTER.FONDO	
		5	003218302580	BOTTOM PROFILE STIFFENED	
		6	003218302590	PIANO SU PROFILO ANTER.	
		7	003218302600	PROFILO ANTER.FONDO	
		8	003218302620	PIASTRA SX.POSTERIORE	
		9	003218302630	PIASTRA DX.POSTERIORE	
		10	003218302640	PIASTRA SX.ANTERIORE	
		11	003218302650	PIASTRA DX.ANTERIORE	
		12	003218302660	PROFILO ANTERIORE	
		13	003218302680	PROF.LATO SX.SOST.VAGLIO	
		14	003218302690	PROF.SX.SOSTEGNO VAGLIO	
		15	003218302700	PROF.DX.SOSTEGNO VAGLIO	
		16	003218302710	PROF.LAT.DX.SOST.VAGLIO	
		17	003218302720	PIATTO SX.RINF.PROFILO	
		18	003218302730	PIATTO RINFORZON FIANCO	
		19	003218302740	PROFILO APPOGGIO VAGLIO	
		20	003218302760	PIATTO DX.RINF.PROFILO	
		21	003221152520	FIANCO SX.	
		22	003221152530	FIANCO DX.	
		23	003221152540	PROFILO LATER.SX.IRRIGID.	
		24	003221152550	PROFILO LATER.DX.IRRIGID.	
		25	003221152560	STAFFA	
		26	003221152570	BOCCOLA M5x10x8	
		27	003221152600	STAFFA RINFORZO DX	
		28	003221152610	STAFFA RINFORZO SX	
		29	003221153510	LAMIERA IRRIGIDIMENTO	
		30	003221153520	PROFILO CENTR.FONDO	
		31	003503425130	VITE TTQSTR M8X30 R80	
		32	003555318800	RONDELLA 14,5X36X8	
		33	7112026M1	PROFILO SCIVOLO CASSONE GSW	

Tabella 4.4 Codici Articolo Box 82DD

Come possiamo vedere dalla planimetria di Figura 4.16 in questo box ci sono quattro maschere, tre di grandi dimensioni (maschere 1, 2 e 3) che hanno una rotazione di trecentosessanta gradi e una più piccola (maschera 4) che resta fissa, poi ci sono due saldatrici e due puntatrici manuali. I materiali sono disposti tutti attorno al box attraverso casse, gabbie e kit.

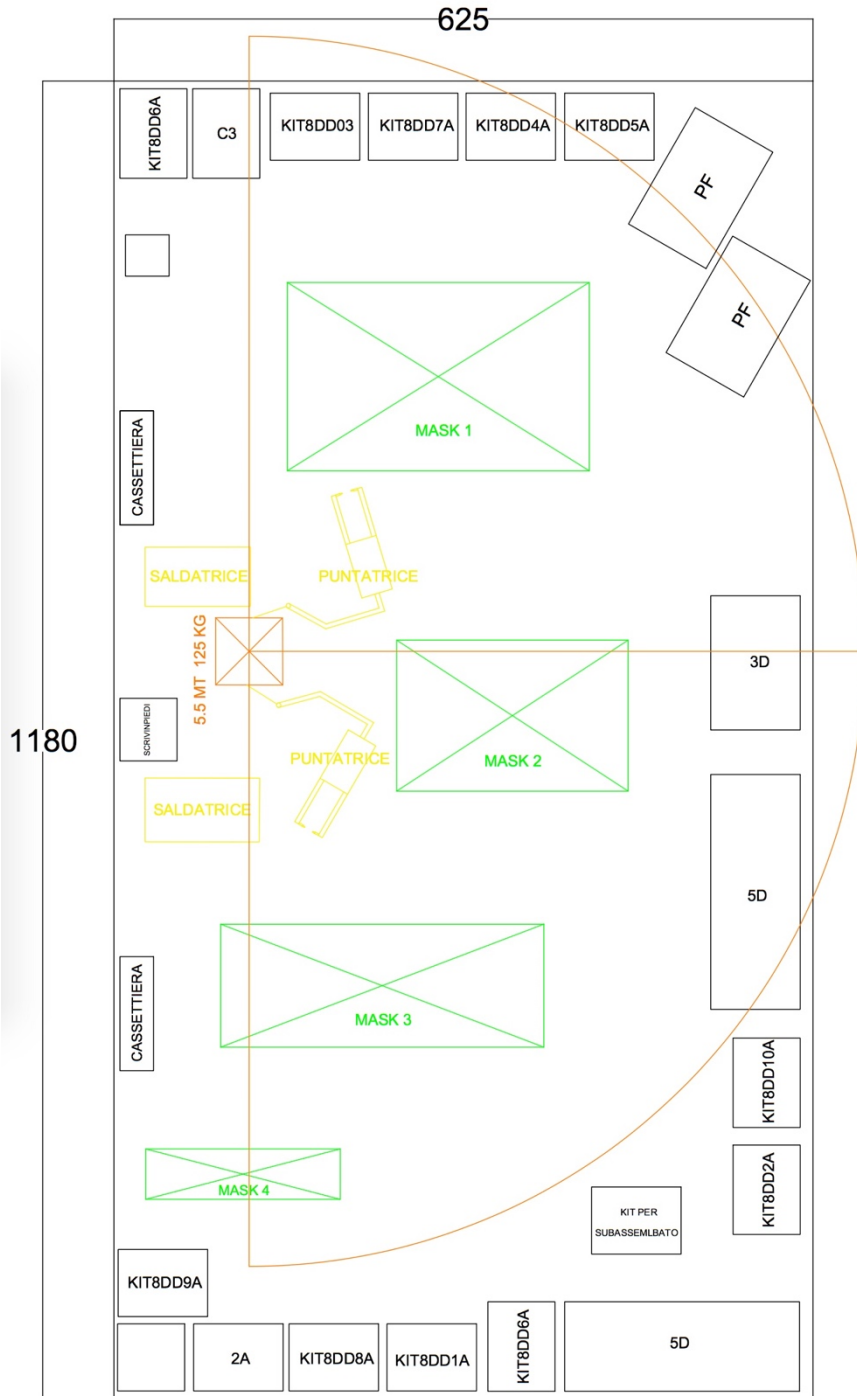


Figura 4.16 Layot as is

Il complessivo finale è formato da sei sottogruppi che sono dei codici phantom, in quanto non hanno un codice identificativo. Per identificarli li abbiamo chiamati fondo cassa (sub-assembly 2), complessivo centrale cassa (sub-assembly 3), fianco DX – SX (sub-assembly 1), profilo centrale (sub-assembly B), profilo posteriore (sub-assembly A) e profilo anteriore (sub-assembly 4). I sub-assemblati A e B sono usati per produrre il sub-assemblato 3.

Nella maschera 2 vengono prodotti i sottogruppi fondo cassa e il complessivo centrale cassa, nella maschera 3 il fianco DX-SX e il profilo centrale, infine nella maschera 4 vengono prodotti il profilo posteriore e anteriore. Nella maschera 1 invece viene prodotto il complessivo finale nel quale vengono montati i sottogruppi.

Nel box inoltre è presente un paranco a bandiera di 5,5 metri con una portata di 125 kg che serve per sollevare il complessivo finale ed il sub-assemblato 3, spostandolo direttamente nella maschera 1 per l'assemblaggio.

In Figura 4.17 vediamo l'immagine del Box.



Figura 4.17 Immagine del Box

4.5.2 Analisi del ciclo lavorativo

Dopo aver ripreso il ciclo lavorativo per mezzo della videocamera, lo si è analizzato attraverso un diagramma di flusso. In Figura 4.18 vediamo come è strutturato.

Nella parte 1 viene inserito il modello dell'articolo che stiamo analizzando, l'area e lo stato del componente, ossia se si tratta di un pre-assemblato, di un sub-assemblato o dell'assemblaggio principale per ottenere il prodotto finito.

Nella parte 2 abbiamo la sezione dove scriviamo le fasi (task) elementari del ciclo di lavorazione, in blu se si trattano di attività a valore aggiunto (operazioni) o a non valore aggiunto (trasporti, controlli, attese, accantonamenti) con il relativo grafico che mostra le percentuali.

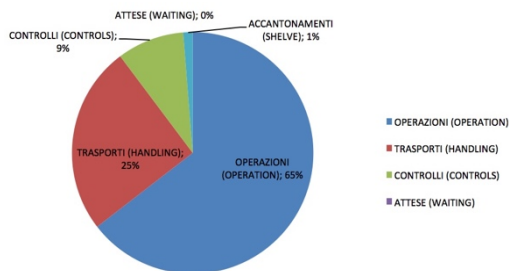
La parte 3 è dedicata all'inserimento della distanza che l'operatore compie in metri, mentre nella 4 abbiamo la sezione riguardante i tempi e l'efficienza.

Nella parte 5 vengono riportati i codici articolo, mentre nella 6 vediamo gli operatori e la loro saturazione con il relativo bilanciamento.

Infine la parte restante è un sommario di dati.

Per produrre il cassone oscillante inferiore in questo box lavorano due operatori, il primo lavora sulle maschere 2, 3 e 4 producendo i sei sottogruppi, mentre il secondo lavora sulla maschera 1 producendo il complessivo nel quale vengono montati i sub-assemblati prodotti nelle altre maschere. Attraverso l'uso della videocamera si è ripreso la produzione dei sei sottogruppi e del complessivo finale generando sette flowchart, poi unite in una sola, seguendo la sequenza di montaggio dei sub-assemblati.

In Figura 4.19 vediamo un estratto del diagramma di flusso.



	ATTUALE (ACTUAL)		
	N°	T.	
○	OPERAZIONI (OPERATION)	65%	84,77
➡	TRASPORTI (HANDLING)	25%	33,12
□	CONTROLLI (CONTROLS)	9%	11,82
⏸	ATTESE (WAITING)	0%	-
▽	ACCANTONAMENTI (SHELVE)	1%	1,65
	TOTALE (TOTAL)	100%	131,36
	DISTANZE PERCORSE (DISTANCE TRAVELLED)	mt.	471

SUB ASSEMBLY	MAIN ASSEMBLY	FASI DELLA LAVORAZIONE (PHASES DESCRIPTION) ATTUALE - PROPOSTO (ACTUAL - FUTURE)	○ OPERAZIONI (OPERATION)	➡ TRASPORTI (HANDLING)	□ CONTROLLI (CONTROLS)	⏸ ATTESE (WAITING)	▽ ACCANTONAMENTO (SHELVE)	Distanze (m) (DISTANCE)	Tempi netti singole fasi (min) (NET TIME)	Velocità (PS-100) (SPEED)	Tempi normalizzati (min) (TIME NORMALIZATION)
	MNT CASS OSCILL INF 6SW	Limare le punte delle puntatrici			x			0	0,18	100	0,183
	MNT CASS OSCILL INF 6SW	Ruotare maschera		x				4	0,17	100	0,167
	MNT CASS OSCILL INF 6SW	Prendere e posizionare prizette		x				4	0,27	100	0,267
	MNT CASS OSCILL INF 6SW	Prendere e posizionare profilo centr. fondo su maschera		x				3	0,18	100	0,183
	MNT CASS OSCILL INF 6SW	Prendere e posizionare profilo anter. fondo su maschera		x				5	0,18	100	0,183
	MNT FIANCO DX-SX	prendere profilo later. SX int'g'd. e profilo later. DX int'g'd. e posizionare su maschera		x				1	0,20	100	0,200
	MNT FIANCO DX-SX	prendere piastre SX post. - DX post. - SX ant. - DX ant. e posizionare su maschera		x				2	0,27	100	0,267
	MNT FIANCO DX-SX	prendere staffe (2) e fissare su maschera		x				1	0,13	100	0,133
	MNT FIANCO DX-SX	prendere boccia (2) e fissare su maschera		x				0	0,22	100	0,217
	MNT FIANCO DX-SX	prendere piatto rinforzo fianco (2) e posizionare su maschera		x				1	0,18	100	0,183
	MNT FIANCO DX-SX	prendere fianco SX e posizionare su maschera		x				3	0,20	100	0,200
	MNT FIANCO DX-SX	chudere morsetti maschera		x				1	0,18	100	0,183
	MNT FIANCO DX-SX	prendere fianco DX e posizionare su maschera		x				6	0,20	100	0,200
	MNT FIANCO DX-SX	chudere morsetti maschera		x				1	0,18	100	0,183
	MNT FIANCO DX-SX	ruotare maschera		x				1	0,12	100	0,117
	MNT FIANCO DX-SX	controllo con martello			x			1	0,15	100	0,150

Figura 4.19 Estratto della flowchart as is

Il ciclo di lavoro è stato suddiviso in 217 fasi elementari e come vediamo dall'estratto della flowchart (Fig. 4.19) il tempo ciclo è di 131,36 minuti, calcolato sommando i tempi normalizzati di tutti i task elementari. Il tempo ciclo o tempo normalizzato totale è dato dalla seguente formula.

$$tempo\ normalizzato\ tot = \sum \left(\frac{t_j \cdot E_j}{100} \right)$$

dove t_j è il tempo rilevato per il task j , E_j l'efficienza rilevata per il task j e al denominatore abbiamo l'efficienza medio-massima pari a 100 (scala 75-100).

Le operazioni a valore aggiunto (VA) ammontano al 65% del tempo ciclo, mentre quelle a non valore aggiunto (NVA) sono rappresentate dai trasporti per il 25%, dai controlli per il 9% e dagli accantonamenti per l'1%.

I trasporti rappresentano la percentuale maggiore delle operazioni a non valore aggiunto e sono dovuti ai continui spostamenti che l'operatore è costretto ad effettuare all'interno del box.

Di seguito in Figura 4.20 – 4.21 – 4.22 – 4.23 – 4.24 – 4.25 vediamo rappresentate le spaghetti chart relative ai 6 sottogruppi, mentre in Figura 4.26 vediamo la spaghetti chart relativa al complessivo.

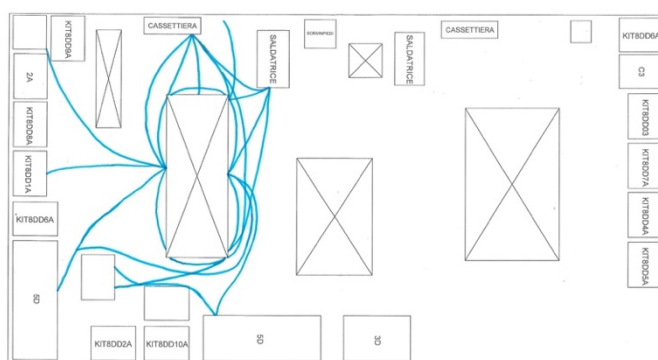


Figura 4.20 Spaghetti chart sub-assemblato 1 fianco DX – SX

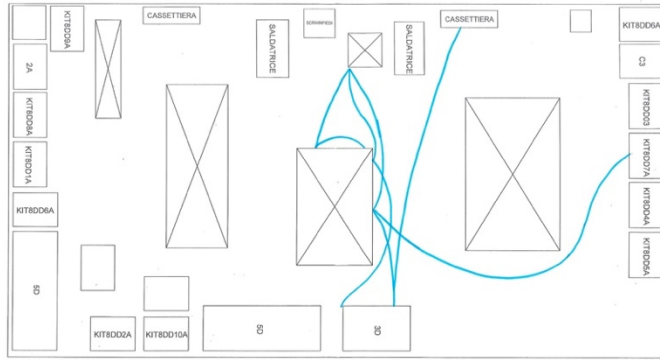


Figura 4.21 Spaghetti chart sub-assemblato 2 fondo cassa

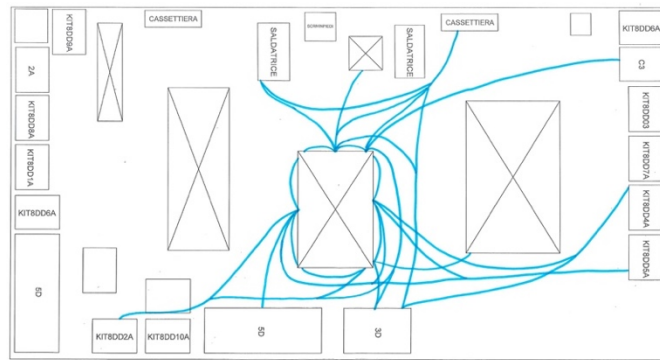


Figura 4.22 Spaghetti chart sub-assemblato 3 complessivo centrale cassa

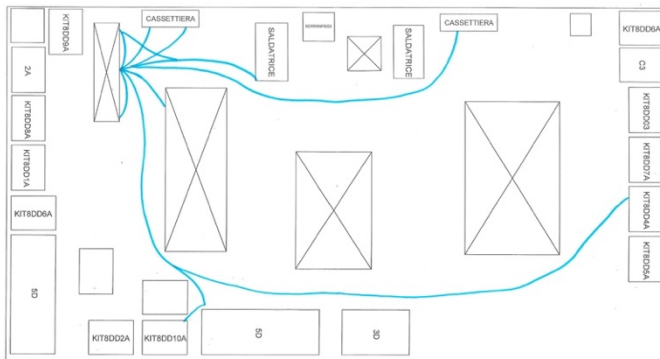


Figura 4.23 Spaghetti chart sub-assemblato A profilo posteriore

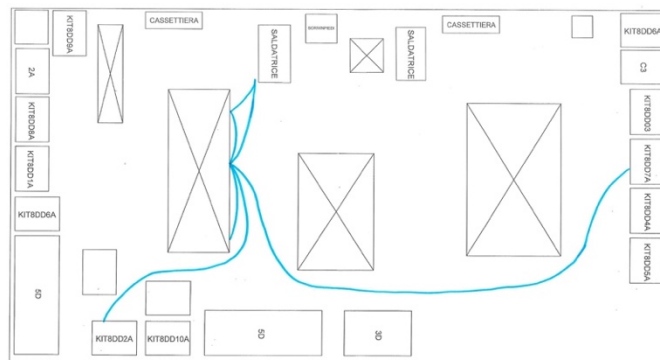


Figura 4.24 Spaghetti chart sub-assemblato B profilo centrale

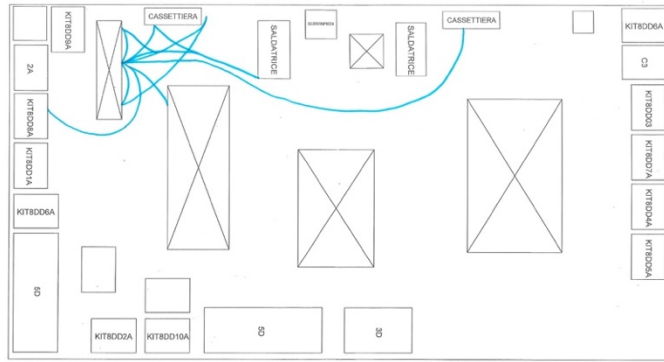


Figura 4.25 Spaghetti chart sub-assemblato 4 profilo anteriore

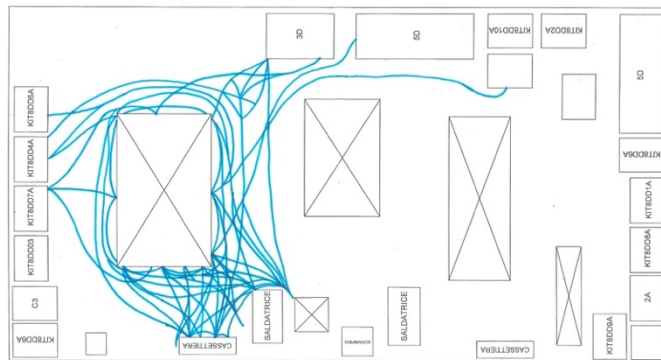


Figura 4.26 Spaghetti chart complessivo finale cassone oscillante inferiore

Come vediamo dalle spaghetti chart, gli spostamenti dell'operatore non sono efficienti, infatti molte volte è costretto a compiere parecchi metri per prendere i materiali. In questo ciclo di lavoro si effettuano 471 metri.

Il takt time rappresenta il ritmo di produzione di un prodotto sufficiente a coprire la richiesta proveniente dal cliente.

$$Takt\ Time = \frac{\text{tempo a disposizione giornaliero}}{\text{richiesta giornaliera del prodotto}}$$

Come vediamo dalla Tabella 4.5 gli operatori lavorano 8 ore al giorno (480 min) di cui 20 minuti di pausa, perciò hanno a disposizione un tempo effettivo lavorativo di 460 minuti, per una copertura di 4 macchine al giorno, quindi il takt time è di 115 min/pezzo.

Tempo [min] (total time/day)	480
Tempo pause (break time)	20
Tempo disponibile (time available)	460
NR MT/GG	4
TAKT TIME	115

Tabella 4.5 Tempo disponibile lavorativo e takt time

Conoscendo il tempo normalizzato e il takt time possiamo calcolare la saturazione degli operatori attraverso la formula seguente.

$$\text{Saturazione operatore} = \frac{\text{tempo normalizzato}}{\text{Takt Time}}$$

Il tempo normalizzato dell'operatore A è di 68,27 minuti, mentre quello dell'operatore B è di 76,22 minuti e con un takt time di 115 min/pezzo abbiamo che l'operatore A è saturo per il 59,4% e l'operatore B per il 66,3 % come vediamo dal grafico di Figura 4.27. Gli operatori possono essere saturati fino ad un massimo dell'80%.

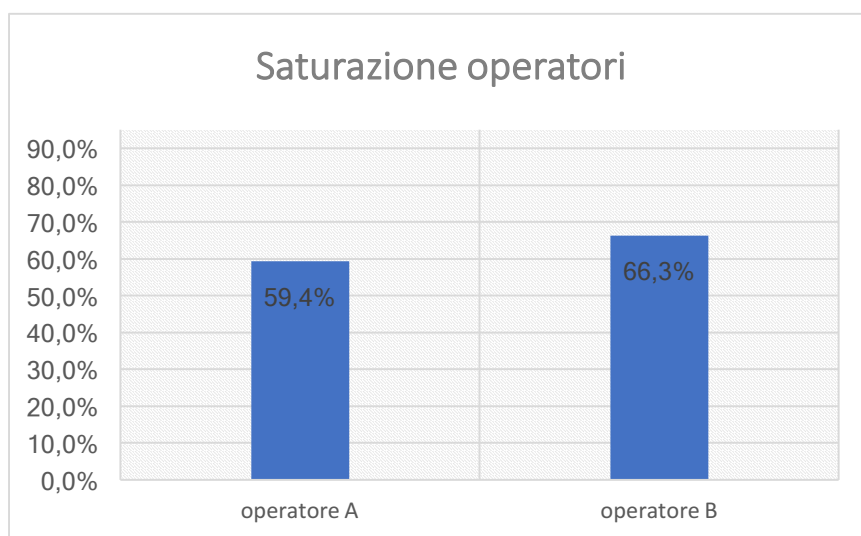


Figura 4.27 Saturazione operatori as is

Possiamo verificare il numero di operatori necessari con la formula seguente.

$$\text{Operatori necessari} = \frac{\text{Tempo ciclo totale}}{\text{Takt Time}}$$

Da questa formula otteniamo 1,25 quindi abbiamo verificato che per questo ciclo lavorativo sono necessari 2 operatori.

Il tempo standard è il tempo, quantificato in unità di tempo prefissate tenendo conto delle maggiorazioni per fatica e per bisogni fisiologici, che si impiega a compiere un determinato lavoro; viene definito attraverso la seguente formula

$$\text{tempo standard} = \text{tempo normalizzato} \cdot (1 + CR)$$

Per il caso in esame è stata considerata una maggiorazione del coefficiente di riposo (CR) pari al 16% dato dalla sommatoria delle seguenti voci:

- 4% per necessità fisiologiche
- 4% per fatica, considerando l'attività come media-leggera
- 2% per la posizione di lavoro in piedi
- 2% per l'attenzione continua
- 1% per la temperatura-umidità in condizioni normali
- 3% per l'inquinamento, considerando le polveri prodotte dalla saldatura

Moltiplicando il tempo normalizzato di 131,36 minuti per il coefficiente di riposo pari al 16%, in questo ciclo di lavorazione otteniamo un tempo standard pari a 152,37 minuti.

4.5.3 Problemi rilevati

I problemi riscontrati durante l'analisi del ciclo lavorativo sono stati:

- Molti pezzi (profilo appoggio vaglio) vengono accantonati perché hanno un difetto di piegatura (Fig. 4.28), perciò non possono essere utilizzati e vengono scartati.

Questo è un componente d'acquisto, quindi bisogna contattare il fornitore per risolvere il problema.



Figura 4.28 Difetto di piegatura

- La puntatrice durante la saldatura molte volte sprigiona delle scintille, provocando una sbavatura del metallo (Fig. 4.29). Questo succede perché le punte della puntatrice non sono limate correttamente attraverso il limapunte elettrico.

L'operatore è costretto a limare le punte manualmente, impiegando così maggior tempo.



Figura 4.29 Sbavatura del metallo

Il problema si può risolvere procurando un nuovo limapunte.

- Vengono usati pallet, casse e gabbie vuote come appoggio ergonomico per prendere i pezzi (Fig. 4.30).

Implementando il nuovo sistema di approvvigionamento dei materiali attraverso i nuovi kit si risolve questo problema.



Figura 4.30 Pallet, casse e gabbie vuote usati come appoggi ergonomici

- Durante la saldatura si perde tempo a dover spostare continuamente la saldatrice, per come è configurata la maschera.

Si sono tolti dei pezzi della maschera per facilitare il lavoro (Fig. 4.31).



Figura 4.31 Pezzi della maschera accantonati

- Durante il lavoro l'operatore è costretto a cambiare il disco della mola per sostituire un altro tipo di disco con una conseguente perdita di tempo. (Fig. 4.32)

Il problema si può risolvere procurando una seconda mola.



Figura 4.32 Sostituzione del disco della mola con perdita di tempo

- L'operatore deve continuamente muoversi per prendere od appoggiare il martello, la maschera protettiva di saldatura, il raschietto e lo spray per la saldatura.

Predisponendo un carrellino dotato di ruote e ripiani l'operatore può appoggiare tutto il materiale che gli serve e manovrarlo dove desidera, minimizzando gli spostamenti.

Tutti questi problemi e le proposte di miglioramento vengono raccolti in un file Excel denominato Kaizen Action Sheet (KAS) (Fig. 4.33).


 Kaizen Action Sheet (KAS)						
N°	PVD	Chi Propone	Titolo	Descrizione del problema	Descrizione della proposta di miglioramento	Motivazione
1	Saldatura area 15 box 82DD	Operatore	Profilo appoggio vialto cod. 311830274	Molti pezzi vengono accartocciati per difetto di piegatura	Contattare il fornitore per far fronte al problema	Per garantire pezzi conformi senza scarti
2	Saldatura area 15 box 82DD	Nicola O.	Carrellino portautensili	Bisogna continuamente tornare al banco per appoggiare e prendere martello, maschera saldatura, raschietto, spray	Costruire carrellino con ruote con ripiano orizzontale da usare come appoggio per martello, spray, raschietto, maschera saldatura	Durante la saldatura si perde tempo a non valore aggiunto per i numerosi spostamenti tra maschere e banco. Attraverso il carrellino si minimizzano gli spostamenti dell'operatore
3	Saldatura area 15 box 82DD	Operatore	Maschera box	Ingombro durante la saldatura dovuto ai pezzi della maschera	Modificare la configurazione della maschera	Durante la saldatura si perde tempo a dover spostare continuamente la purgatrice. Modificando la configurazione della maschera si riduce il lavoro risparmiando tempo negli spostamenti della purgatrice
4	Saldatura area 15 box 82DD	Operatore	Mola	Durante la lavorazione si cambia il disco della mola	Fornire una seconda mola	Durante la lavorazione si perde tempo a non valore aggiunto per sostituire il disco della mola. Attraverso una seconda mola si risparmia il tempo della sostituzione del disco
5	Saldatura area 15 box 82DD	Operatore	Limapunte elettrico	Scintille durante la fase di purgatura e conseguente sbavatura del metallo perché le punte della purgatrice non sono trinate correttamente	Fornire un nuovo limapunte elettrico	Per eliminare i difetti dei punti di saldatura
6	Saldatura area 15 box 82DD	Nicola O.	Nuovo kitaggio	Vengono usati pallet, casse e gabbie vuote come appoggio economico per prendere i pezzi	Implementare il nuovo sistema di approvvigionamento attraverso kit	Per non usare pallet in legno, casse e gabbie vuote, come appoggio per prendere i pezzi

Figura 4.33 Kaizen Action Sheet

4.5.4 Relayout

Dopo aver effettuato l'analisi del ciclo lavorativo l'attenzione è stata posta nel definire una nuova planimetria dell'area.

In Figura 4.34 vediamo lo stato futuro dell'area.

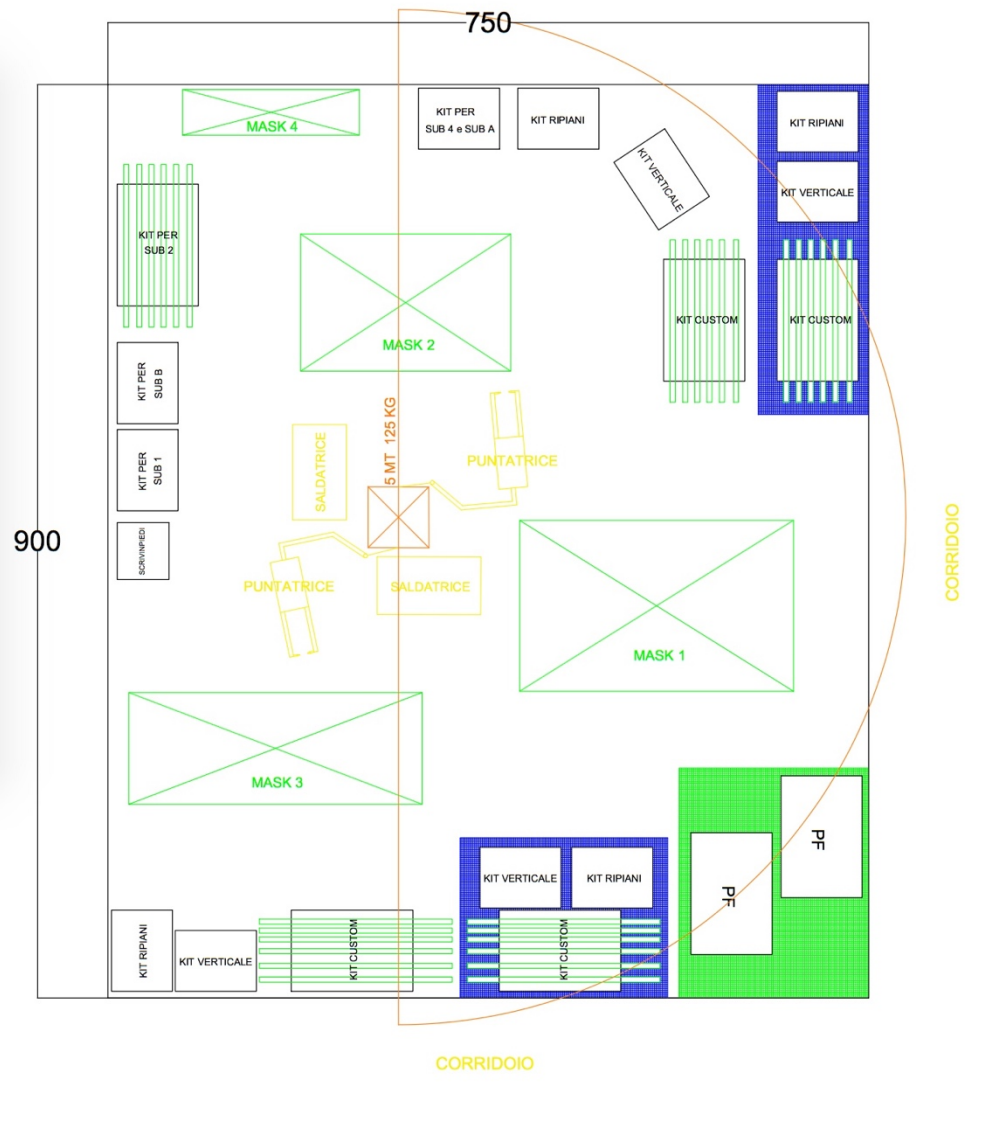


Figura 4.34 Layout to be

Dalla Figura 4.34 nell'area vediamo la nuova disposizione delle maschere e il nuovo sistema di approvvigionamento dei materiali attraverso i kit custom, a ripiani e verticale nella logica pieno-vuoto come evidenziato dalle aree in blu. In Figura 4.35 vediamo la suddivisione dei materiali per le tre tipologie di kit con una copertura di 4 macchine e il punto di utilizzo nelle maschere.

				003221153500	POU					
				Quantità per una copertura di 4 macchine	M1	M2	M3	M4		
KIT RIPIANI	003218302590	PIANO SU PROFILO ANTER.	8					X	KLT 2115	
	003218302740	PROFILO APPOGGIO VAGLIO	16					X	KLT 2115	
	003218302620	PIASTRA SX.POSTERIORE	4				X		KLT 3215	
	003218302630	PIASTRA DX.POSTERIORE	4			X			KLT 3215	
	003218302640	PIASTRA SX.ANTERIORE	4			X				
	003218302650	PIASTRA DX.ANTERIORE	4			X				
	003218302720	PIATTO SX RINF.PROFILO	4			X				
	003218302760	PIATTO DX RINF.PROFILO	4			X				
	003221152570	BOCCOLA M5x10x8	8			X			KLT 2115	
	003218302730	PIATTO RINFORZON FIANCO	8			X			KLT 4315	
	003221152560	STAFFA	8			X			KLT 3215	
	003221152600	STAFFA RINFORZO DX	4			X			KLT 3215	
	003221152610	STAFFA RINFORZO SX	4			X			KLT 3215	
	7112026M1	PROFILO SCIVOLO CASSONE 6SW	16			X				
KIT VERTICALE	003218302570	PROFILO POSTER.FONDO	4					X		
	003218302580	BOTTOM PROFILE STIFFENED	12		X					
	003218302600	PROFILO ANTER.FONDO	4	X						
	003218302660	PROFILO ANTERIORE	4					X		
	003218302680	PROF.LATO SX SOST.VAGLIO	4			X				
	003218302690	PROF.SX.SOSTEGNO VAGLIO	4			X				
	003218302700	PROF.DX.SOSTEGNO VAGLIO	4			X				
	003218302710	PROF.LAT.DX.SOST.VAGLIO	4			X				
	003221152540	PROFILO LATER.SX IRRIGID.	4			X				
	003221152550	PROFILO LATER.DX IRRIGID.	4			X				
	003221153510	LAMIERA IRRIGIDIMENTO	4		X					
	003221153520	PROFILO CENTR.FONDO	4	X						
	KIT CUSTOM	003218302530	FONDO RECUPERO	4		X				
		003218302540	FONDO GRANO	4		X				
003218302550		DIVISORE CENTRALE	4			X				
003221152520		FIANCO SX.	4			X				
003221152530		FIANCO DX.	4			X				

Figura 4.35 Suddivisione dei materiali per i kit a ripiani, verticale e custom

Per la maschera 3 sono stati predisposti i seguenti kit:

- 1 kit verticale 600x800 mm
- 1 kit a ripiani 600x800 mm
- 1 kit custom 1200x800 mm

Come vediamo dalla Figura 4.35 i materiali utilizzati nelle maschere 1, 2 e 4 non sono molti, quindi si è deciso di raggrupparli in un unico punto di utilizzo. Senza questa considerazione avremmo avuto dei kit semivuoti.

Per le tre maschere sovraindicate sono stati predisposti i seguenti kit:

- 1 kit verticale 600x800 mm
- 1 kit a ripiani 600x800 mm
- 1 kit custom 1200x800 mm

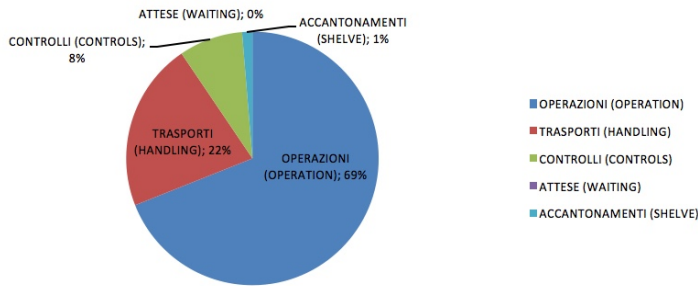
In Figura 4.34 inoltre vediamo i kit per il deposito dei sub-assemblati ed in verde l'area per il deposito del prodotto finito. Attraverso questa nuova planimetria dell'area, ora possiamo avere un paranco a bandiera di 5 metri a differenza dei 5,5 metri nella precedente configurazione sempre con una portata di 125 kg, in grado di sollevare il complessivo finale e il sub-assemblato 3, spostandolo direttamente nella maschera 1 per l'assemblaggio.

4.5.5 Risparmi ottenuti

Il nuovo sistema di kittaggio permette di conseguire notevoli vantaggi. Innanzitutto il materiale ora è più vicino al loro punto di utilizzo e gli spostamenti che l'operatore deve compiere per prendere i pezzi sono diminuiti. Dopodiché anche il numero dei contenitori nei quali sono stoccati i componenti si sono ridotti, ottenendo così una visione più chiara dei materiali presenti in area.

Attualmente la dimensione dell'area è di 6,25x11,8 metri e con la nuova configurazione di Figura 4.34 si passa ad un'area di 7,5x9 metri. Si ottiene una riduzione del 9,2% dello spazio attuale con un risparmio di 6,84 metri quadri.

Per vedere i risparmi conseguibili si è creato un flowchart dello stato futuro come vediamo dall'estratto di Figura 4.36



		ATTUALE (ACTUAL)	
		N°	T.
○	OPERAZIONI (OPERATION)	69%	82,51
→	TRASPORTI (HANDLING)	22%	25,73
□	CONTROLLI (CONTROLS)	8%	9,79
■	ATTESE (WAITING)	0%	-
▽	ACCANTONAMENTI (SHELVE)	1%	1,57
TOTALE (TOTAL)		100%	119,60
DISTANZE PERCORSE (DISTANCE TRAVELLED)		mt.	356

SUB ASSEMBLY	MAIN ASSEMBLY	FASI DELLA LAVORAZIONE (PHASES DESCRIPTION) ATTUALE - PROPOSTO (ACTUAL - FUTURE)	○	→	□	■	▽	DISTANZE (m) (DISTANCE)	TEMPI NETTI BRACCIALE FAS (min) (NET TIME)	VELOCITÀ (P/100) (PERCENT)	PRODOTTORE (PRODUCER)	
											PRODOTTORE (PRODUCER)	PRODOTTORE (PRODUCER)
	MNT CASSA OSCILL INF 6SW	Limare le punte delle puntatrici con cerniera elettrica			x			0	0,16	100	0,160	0,16
	MNT CASSA OSCILL INF 6SW	Ruotare maschera		x				4	0,17	100	0,167	0,17
	MNT CASSA OSCILL INF 6SW	Prendere e posizionare prozette		x				4	0,27	100	0,267	0,27
	MNT CASSA OSCILL INF 6SW	Prendere e posizionare profilo cent. fondo su maschera		x				3	0,18	100	0,163	0,18
	MNT CASSA OSCILL INF 6SW	Prendere e posizionare profilo anter. fondo su maschera		x				3	0,18	100	0,163	0,18
	MNT FIANCO DX-6X	prendere profilo later. DX ingit. e profilo later. DX ingit. e posizionare su maschera		x				1	0,20	100	0,200	0,20
	MNT FIANCO DX-6X	prendere piastra DX post. - DX post. - DX ant. - DX ant. e posizionare su maschera		x				2	0,27	100	0,267	0,27
	MNT FIANCO DX-6X	prendere staffa (2) e fissare su maschera		x				1	0,13	100	0,133	0,13
	MNT FIANCO DX-6X	prendere boccia (2) e fissare su maschera		x				0	0,22	100	0,217	0,22
	MNT FIANCO DX-6X	prendere piatto rinforzo fianco (2) e posizionare su maschera		x				1	0,18	100	0,163	0,18
	MNT FIANCO DX-6X	prendere fianco DX e posizionare su maschera		x				2	0,13	100	0,130	0,13
	MNT FIANCO DX-6X	chudere morsetti maschera		x				1	0,18	100	0,163	0,18
	MNT FIANCO DX-6X	prendere fianco DX e posizionare su maschera		x				2	0,07	100	0,067	0,07
	MNT FIANCO DX-6X	chudere morsetti maschera		x				1	0,18	100	0,163	0,18
	MNT FIANCO DX-6X	ruotare maschera		x				1	0,12	100	0,117	0,12
	MNT FIANCO DX-6X	controlle con martello			x			1	0,15	100	0,150	0,15

Figura 4.36 Estratto della flowchart to be

Le operazioni a valore aggiunto (VA) ora sono il 69% rispetto al 65% della situazione iniziale, i trasporti sono diminuiti dal 25% al 22% e si è passati da una distanza di 471 metri percorsa dall'operatore a 356 metri.

Attraverso questo nuovo stato futuro si ha un miglioramento della produttività, aumentando la copertura da 4 a 5 macchine al giorno e come vediamo dal grafico di Figura 4.37 gli operatori sono più saturi, tenendo come limite massimo di saturazione l'80%.

L'operatore A è passato da una saturazione di 59,4% a 66,9% e l'operatore B dal 66,3% al 76,1%.

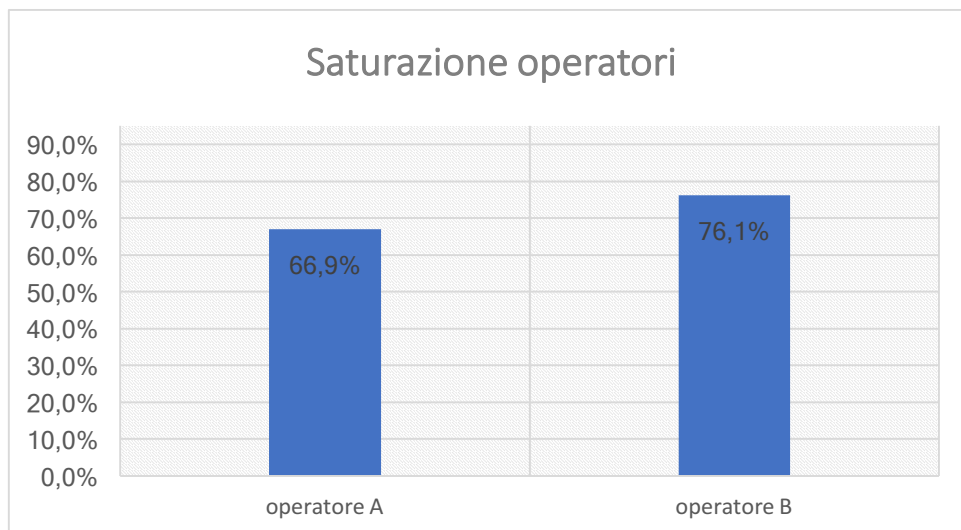


Figura 4.37 Saturazioni operatori to be

Attraverso la Tabella 4.6 vediamo una sintesi dei principali indicatori con un confronto del prima e del dopo.

	PRIMA (BEFORE)	DOPO (AFTER)	%
LEADTIME (min.)	152,37	138,73	-9
HANDLING (mt.)	471	356	-24
PRODUCTIVITY (machine/day)	4	5	25
VA (min.)	84,77	82,51	-3
NVA (min.)	46,58	37,09	-20

Tabella 4.6 Sintesi degli indicatori

Il lead time e la movimentazione dei materiali sono diminuiti, la produttività è aumentata e le attività a non valore aggiunto (NVA) sono diminuite.

4.6 Robot 89.51

4.6.1 Descrizione del Robot

Il robot 89.51 come vediamo dalle Figure 4.38 e 4.39 lavora su due stazioni, la stazione A e la stazione B nelle quali vengono montate le maschere di saldatura. Le maschere sono delle attrezzature che aiutano l'operatore ad assemblare facilmente



Figura 4.38 Stazione A robot 89.51

i pezzi, realizzando prodotti dalla geometria complessa. Prima che cominci la saldatura tutti i componenti vengono bloccati dall'attrezzatura, attraverso dei morsetti nella posizione stabilita dalla configurazione della maschera.

Le due stazioni ruotano di trecentosessanta gradi, permettendo così all'operatore di assemblare i pezzi in una maschera mentre il robot sta saldando nell'altra.

I prodotti realizzati in questo robot sono molti, perciò si è andato a vedere quali sono gli articoli più rilevanti su cui focalizzare l'attenzione, attraverso un'analisi ABC.



Figura 4.39 Stazione B robot 89.51

Questa analisi si basa sul principio di Pareto o legge 80/20, secondo il quale il 20% delle cause provoca l'80% degli effetti. Secondo questo principio gli articoli possono essere classificati in tre categorie:

- Articoli di categoria A - sono quel 20% di articoli con il più alto valore di consumo annuo, ovvero pari all'80%.
- Articoli di categoria B – sono quegli articoli che occupano una posizione intermedia con un consumo del 15% annuo e rappresentano il 30% del totale.

- Articoli di categoria C – sono quel 50% di articoli con il più basso valore di consumo annuo, il 5%.

Nella Tabella 4.7 vediamo evidenziati in giallo gli articoli della categoria A, quelli con un consumo annuo pari all'80%.

Articolo	Descrizione	Quantità Annua	% sul valore totale	% cumulativa sul valore totale
6264140M91	GRATE WA	962	31,13%	31,13%
7112285M91	MUFFLER FRAME	498	16,12%	47,25%
003236048090	SUPP.ASSALE POST.SALDATO 6SC	298	9,64%	56,89%
003236047090	SUPP.ASSALE POST.SALDATO 5SC	269	8,71%	65,60%
7105331M91	COUPLER SUPPORT	140	4,53%	70,13%
7105288M91	SUPPORT WA - RR AXLE	119	3,85%	73,98%
7105952M91	SIDE WA - UPPER L, RR AXLE S	110	3,56%	77,54%
7105954M91	SIDE WA - UPPER R, RR AXLE S	110	3,56%	81,10%
003232978090	BRACCETTO SX SALDATO	66	2,14%	83,24%
003232979090	BRACCETTO DX SALDATO	66	2,14%	85,37%
003232981090	SUPPORTO RIDUTTORE SX SALDAT	66	2,14%	87,51%
003232982090	SUPPORTO RIDUTTORE DX SALDAT	66	2,14%	89,64%
003236192090	SEMIL.SUPP.DX RIDUT.AL4 EVO	29	0,94%	90,58%
003234884110	STGR.TRAPEZIO POSTERIORE	28	0,91%	91,49%
003234884120	STGR.TRAPEZIO ANTERIORE	28	0,91%	92,39%
003236193090	SEMIL.SUPP.SX RIDUT.AL4 EVO	28	0,91%	93,30%
003230324500	TELAIO FISSO ASSALE POSTER.	26	0,84%	94,14%
003234953090	TELAIO FISSO POST.WA ANCOR.P	26	0,84%	94,98%
003236713090	SUPP.ASSALE POST.WA AL 2013	24	0,78%	95,76%
003217304500	PIASTRA DX.ATT.RIDUTTORI	16	0,52%	96,28%
003217316500	PIASTRA SX.ATT.RIDUTTORE	16	0,52%	96,80%
003229174130	STGR.TRAPEZIO POSTERIORE	16	0,52%	97,31%
003229174140	STGR.TRAPEZIO ANTERIORE	16	0,52%	97,83%
003236040090	SUPPORTO ASSALE POST.WA	16	0,52%	98,35%
ACW1824190	MUFFLER SUPPORT	16	0,52%	98,87%
003236058090	REAR AXLE SUPP. PLI WA	11	0,36%	99,22%
ACW1625680	SIDE WA - UPPER L, RR AXLE S	10	0,32%	99,55%
ACW1626010	SIDE WA - UPPER R, RR AXLE S	10	0,32%	99,87%
7109189M91	MUFFLER FRAME	2	0,06%	99,94%
ACW1149420	REAR AXLE SUPP. 6SW PLI,WA	2	0,06%	100,00%
Totale		3090	100,00%	

Tabella 4.7 Analisi ABC articoli robot 89.51

Nel grafico in Figura 4.40 vediamo rappresentati gli articoli della Tabella 4.7 attraverso il grafico di Pareto.

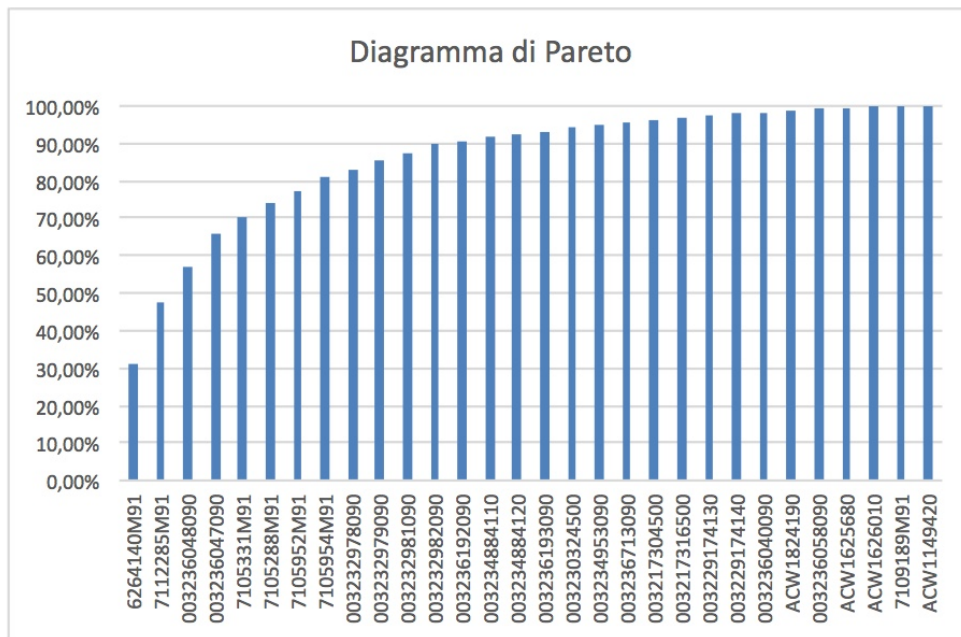


Figura 4.40 Diagramma di Pareto articoli robot 89.51

4.6.2 Analisi del processo produttivo: abbinamento supporto assale posteriore saldato 5SC e muffler frame

Tra i vari accoppiamenti possibili in questo robot, prendiamo in considerazione il caso dell'accoppiamento supporto assale posteriore saldato 5SC e muffler frame. Come vediamo dall'analisi ABC, questi due articoli fanno parte dei prodotti che hanno un consumo annuo pari all'80%.

In Figura 4.41 vediamo la planimetria attuale di questo abbinamento.

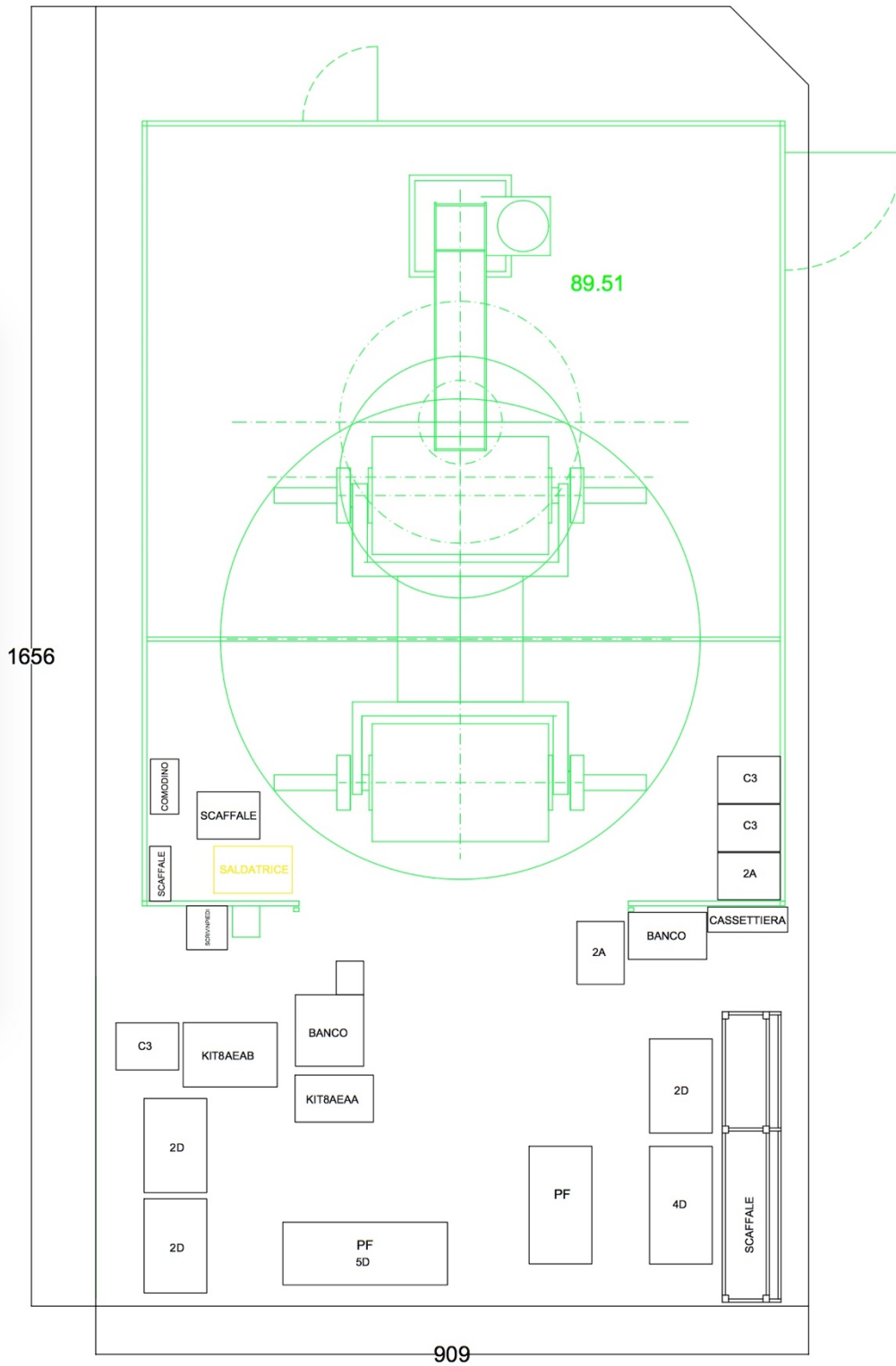


Figura 4.41 Layout as is dell'accoppiamento supporto assale posteriore saldato 5SC e muffler frame Robot 89.51

Come vediamo dal layout di Figura 4.41 i materiali vengono approvvigionati attraverso kit, casse e gabbie di dimensioni differenti distribuite su tutta l'area. L'operatore inoltre usa una saldatrice manuale per effettuare delle operazioni di saldatura ai pezzi che fissa nella maschera, prima che il robot compia la maggior parte della saldatura.

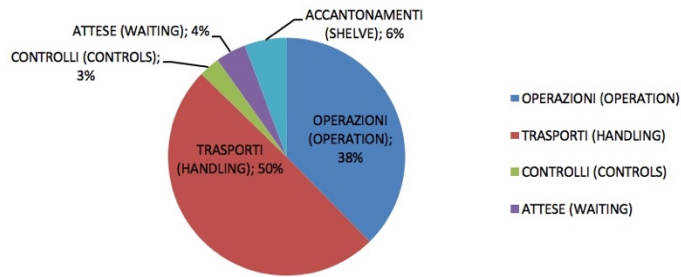
In Figura 4.42 vediamo l'immagine dell'area.



Figura 4.42 Immagine dell'area dell'accoppiamento supporto assale posteriore saldato 5SC e muffler frame Robot 89.51

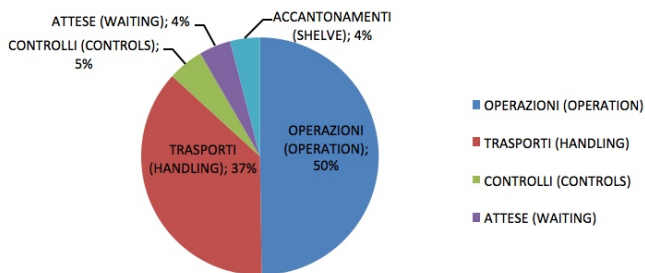
Attraverso l'uso della videocamera si è ripreso il processo produttivo dei due prodotti e per ognuno di essi si è creato un diagramma di flusso, nel quale si è suddiviso il ciclo lavorativo in fasi elementari.

In Figura 4.43 vediamo le percentuali ed i tempi delle operazioni a valore aggiunto (VA) e delle operazioni a non valore aggiunto (NVA) del supporto assale posteriore saldato 5SC, mentre nella Figura 4.44 vediamo le percentuali relative al muffler frame.



		ATTUALE (ACTUAL)	
		N°	T.
○	OPERAZIONI (OPERATION)	38%	6,35
→	TRASPORTI (HANDLING)	50%	8,37
□	CONTROLLI (CONTROLS)	3%	0,48
D	ATTESE (WAITING)	4%	0,70
▽	ACCANTONAMENTI (SHELVE)	6%	0,97
	TOTALE (TOTAL)	100%	16,87
	DISTANZE PERCORSE (DISTANCE TRAVELLED)	mt.	132

Figura 4.43 Percentuali e tempi as is delle operazioni a valore aggiunto e a non valore aggiunto del supporto assale posteriore saldato 5SC



		ATTUALE (ACTUAL)	
		N°	T.
○	OPERAZIONI (OPERATION)	50%	12,48
→	TRASPORTI (HANDLING)	37%	9,28
□	CONTROLLI (CONTROLS)	5%	1,22
D	ATTESE (WAITING)	4%	1,08
▽	ACCANTONAMENTI (SHELVE)	4%	1,02
	TOTALE (TOTAL)	100%	25,08
	DISTANZE PERCORSE (DISTANCE TRAVELLED)	mt.	196

Figura 4.44 Percentuali e tempi as is delle operazioni a valore aggiunto e a non valore aggiunto del muffler frame

Come vediamo dalle Figure 4.43 e 4.44 la percentuale maggiore delle operazioni a non valore aggiunto sono i trasporti. L'operatore infatti compie molti spostamenti all'interno dell'area con lunghe distanze per prendere i materiali stoccati. Per il supporto assale posteriore saldato 5SC l'operatore copre una distanza di 132 metri, mentre per il muffler frame una distanza di 196 metri.

Di seguito, nelle Figure 4.45 e 4.46 vediamo le spaghetti chart relative ai due prodotti.

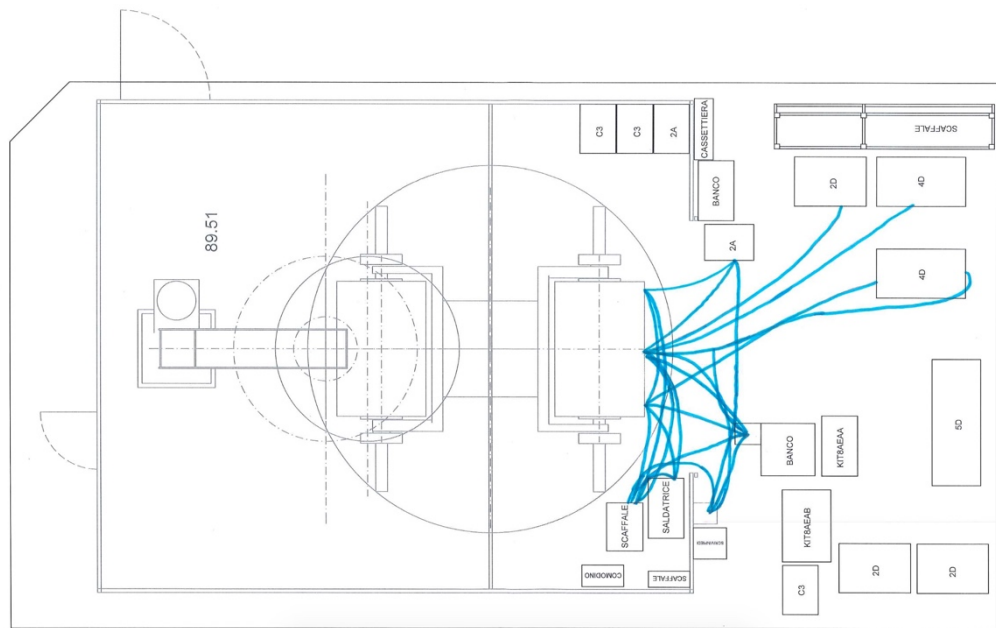


Figura 4.45 Spaghetti chart supporto assale posteriore saldato 5SC

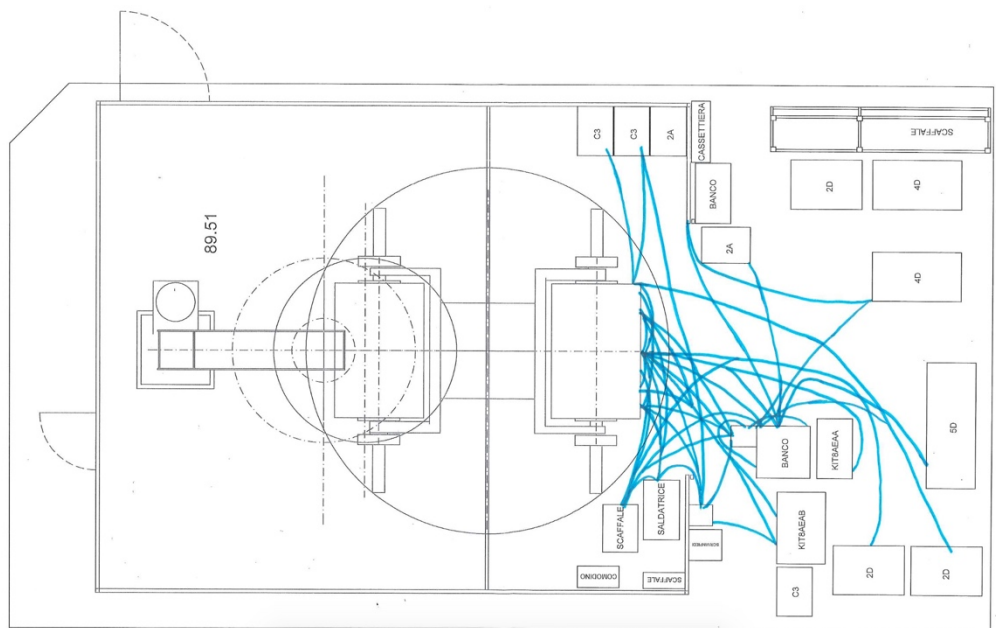


Figura 4.46 Spaghetti chart muffler frame

4.6.3 Carta uomo macchina

Dopo aver analizzato il ciclo di lavoro dei due prodotti è stata creata una carta uomo macchina, attraverso la quale possiamo valutare la saturazione dell'operatore e del robot. In Figura 4.47 vediamo la carta uomo macchina del ciclo di lavoro per la produzione di un supporto assale posteriore saldato 5SC e di un muffler frame.

Il rettangolo in verde rappresenta il tempo di lavoro dell'operatore, che è di 16,87 minuti per il supporto assale e di 25,08 minuti per il muffler frame. Il rettangolo in bianco e nero rappresenta il tempo di attesa dell'operatore, mentre in giallo vediamo il tempo del robot che è di

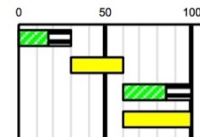


Figura 4.47 Carta uomo macchina as is
40 minuti per il supporto assale e di 30 minuti per il muffler frame. Il tempo ciclo per la realizzazione dei due prodotti è di 100 minuti e l'operatore è saturo al 42% mentre il robot al 70%.

Come vediamo dalle percentuali, in un ciclo di lavoro l'operatore è poco saturo, ma considerando il ciclo di lavoro nelle otto ore (480 minuti) lavorative la situazione cambia.

In Figura 4.48 vediamo la carta uomo macchina per un tempo effettivo lavorativo di 460 minuti, considerando i 20 minuti di pausa.

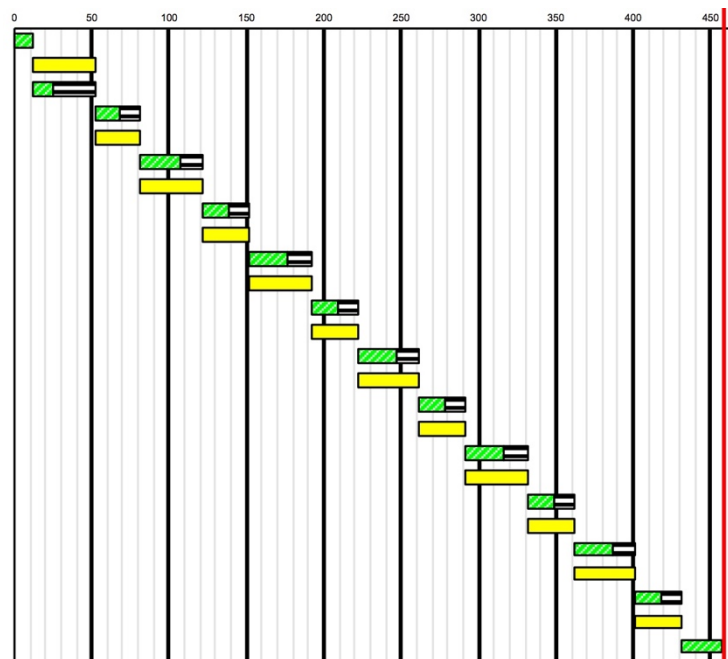


Figura 4.48 Carta uomo macchina as is del ciclo di lavoro di 460 minuti

In un ciclo di lavoro di 460 minuti, a differenza di prima ora l'operatore è saturo al 61% mentre il robot al 92%, ed in questo arco di tempo vengono prodotti sei supporti assale posteriore saldato 5SC e sei muffler frame, ben oltre alla copertura delle 4 macchine secondo il takt time di 115 min/pezzo.

4.6.4 Relayout

Dopo aver analizzato il processo produttivo, si è ridefinito l'area di lavoro attraverso il nuovo sistema di approvvigionamento dei materiali ed in Figura 4.49 vediamo lo stato futuro dell'area.

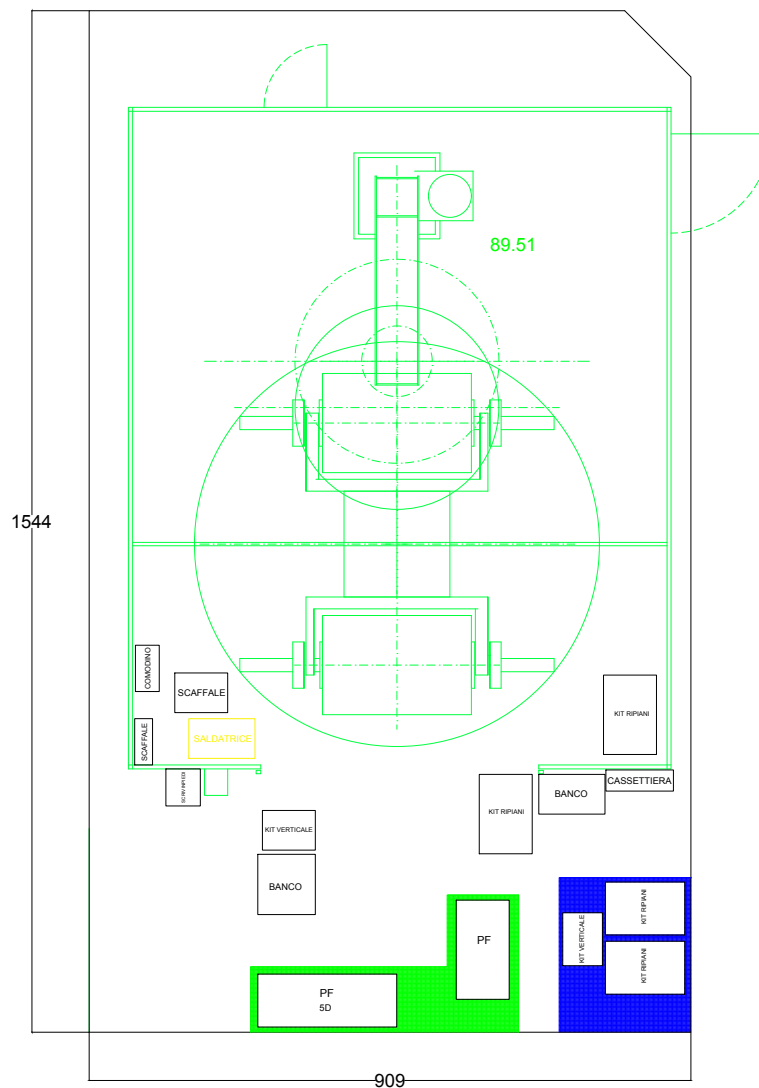


Figura 4.49 Layout to be dell'accoppiamento supporto assale posteriore saldato 5SC e muffler frame Robot 89.51

Dalla nuova configurazione dell'area, possiamo subito notare come il numero dei contenitori per stoccare il materiale sia diminuito notevolmente rispetto a quella attuale di Figura 4.41.

I materiali verranno approvvigionati attraverso kit a ripiani e verticale con la logica pieno-vuoto come vediamo dall'area evidenziata in blu, in modo che l'operatore non si trovi mai senza pezzi. L'area evidenziata in verde rappresenta invece il deposito per il prodotto finito.

In Figura 4.50 vediamo la suddivisione dei materiali per le due tipologie di kit con una copertura di 4 macchine.

			7112285M91 MUFFLER FRAME	003236047090 SUPP. ASSALE POST. SSC	
			Quantità per una copertura di 4 macchine		
KIT RIPIANI	7104031M1	BRIGLIA FISSA	8		KLT 6415
	7111040M1	PIASTRA LATERALE	4		KLT 6415
	7111783M1	PIATTO RINFORZO	12		KLT 4315
	7112282M1	LAMIERA FRONTALE	4		KLT 4315
	7112284M1	PIATTO DI RINFORZO	4		KLT 2115
	7111041M1	LAMIERA SUPPORTO	4		
	7111045M1	LATERAL PLATE	4		
	7111710M1	LOWER SUPPORT	4		
	7112279M1	TELAIO ESTERNO	4		
	7112281M1	LAMIERA SUPPORTO	4		
	7112280M1	BRIGLIA FISSA	4		KLT 6429
	003236047510	RINFORZO		16	
	3912111409	GR. FLANGIA		8	
	003209401570	PIASTRINA		4	KLT 2115
KIT VERTICALE	7112283M1	SUPPORTO MARMITTA ESTERNO	4		
	003209401580	TRAVE SUPPORTO ASSALE		4	
	003236047100	STGR.PERNO		4	

Figura 4.50 Suddivisione dei materiali per i kit a ripiani e verticale

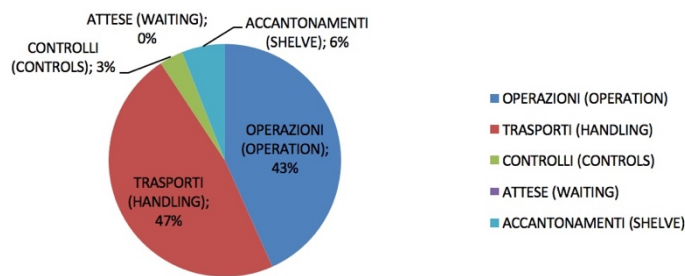
Nell'area sono stati predisposti:

- 2 kit a ripiani 1200x800 mm
- 1 kit verticale 600x800 mm

4.6.5 Risparmi ottenuti

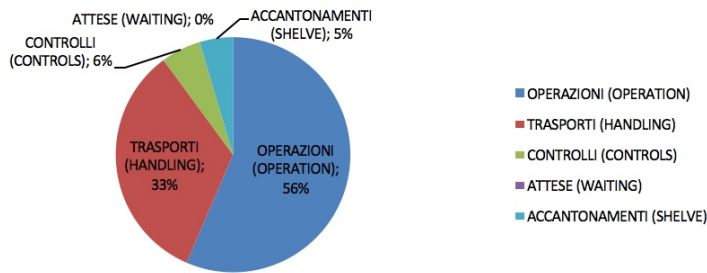
Il nuovo sistema di kittaggio permette all'operatore di compiere meno spostamenti per prendere i componenti necessari per l'assemblaggio e conseguentemente l'area è stata ridotta da 9,09x16,56 metri a 9,09x15,44 metri. Si ottiene così una riduzione del 6,76% dello spazio attuale, con un risparmio di 10,18 metri quadri.

Si è creato un flowchart dello stato futuro per vedere i risparmi conseguibili ed in Figura 4.51 e 4.52 vediamo le percentuali ed i tempi delle operazioni a valore aggiunto (VA) e delle operazioni a non valore aggiunto (NVA) del supporto assale e del muffler frame.



		PROPOSTO (PROPOSED)	
		N°	T.
○	OPERAZIONI (OPERATION)	43%	6,35
⇒	TRASPORTI (HANDLING)	47%	6,95
□	CONTROLLI (CONTROLS)	3%	0,48
D	ATTESE (WAITING)	0%	-
▽	ACCANTONAMENTI (SHELVE)	6%	0,88
	TOTALE (TOTAL)	100%	14,66
	DISTANZE PERCORSE (DISTANCE TRAVELLED)	mt.	111

Figura 4.51 Percentuali e tempi to be delle operazioni a valore aggiunto e a non valore aggiunto del supporto assale posteriore saldato 5SC



		PROPOSTO (PROPOSED)	
		N°	T.
○	OPERAZIONI (OPERATION)	56%	12,48
⇒	TRASPORTI (HANDLING)	33%	7,38
□	CONTROLLI (CONTROLS)	6%	1,22
D	ATTESE (WAITING)	0%	-
▽	ACCANTONAMENTI (SHELVE)	5%	1,02
TOTALE (TOTAL)		100%	22,10
Distanze percorse (Distance travelled)		mt.	148

Figura 4.52 Percentuali e tempi to be delle operazioni a valore aggiunto e a non valore aggiunto del muffler frame

Per il supporto assale saldato la percentuale delle operazioni a valore aggiunto è aumentata, passando dal 38% al 43% ed i trasporti sono diminuiti dal 50% al 47%. Per il muffler frame si è passati dal 50% di operazioni a valore aggiunto al 56% ed i trasporti dal 37% al 33%. L'operatore, per produrre un supporto assale, ora impiega 14,66 minuti, mentre per il muffler frame 22,10 minuti.

Dalla carta uomo macchina di Figura 4.53, ora in un tempo ciclo di 100 minuti per realizzare un supporto assale ed un muffler frame, la saturazione dell'operatore è diminuita dal 42% al 37% mentre quella del robot è sempre del 70%.

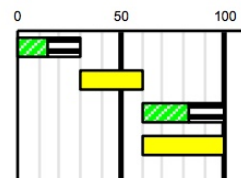


Figura 4.53 Carta uomo macchina to be

Nella giornata lavorativa di 460 minuti invece (Fig. 4.54), l'operatore è passato da una saturazione del 61% al 53% ed il robot dal 92% al 93% ed in questo arco di tempo vengono prodotti sempre sei supporti assale saldato 5SC e sei muffler frame.

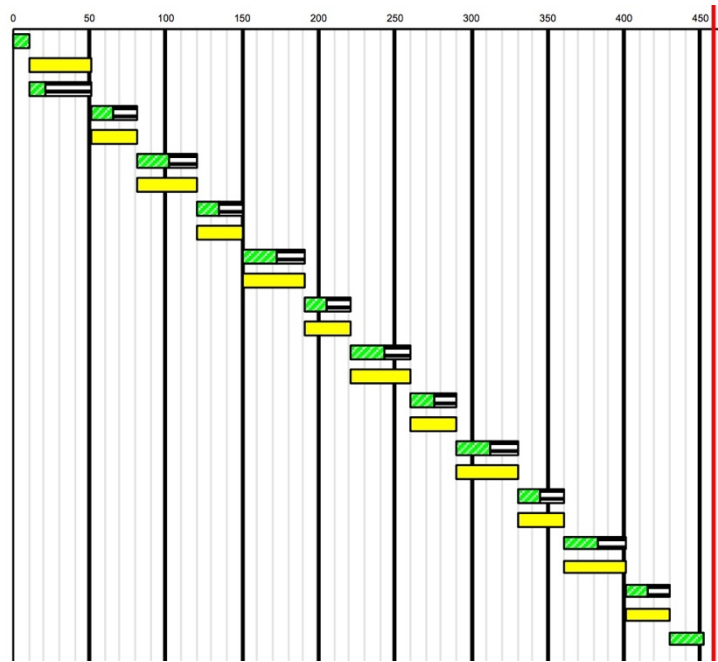


Figura 4.54 Carta uomo macchina to be del ciclo di lavoro di 460 minuti

Conclusioni

Lo studio e l'analisi condotta ha permesso di comprendere le criticità attuali all'interno del reparto di saldatura, consentendo lo sviluppo del progetto di revisione del layout.

In particolare l'approvvigionamento dei materiali attraverso gli attuali contenitori è inefficiente e richiede molto spazio all'interno dell'area di lavoro.

Attraverso l'analisi dei materiali si è riusciti ad identificare per ogni componente il contenitore ideale per lo stoccaggio ed il numero massimo di pezzi contenibili.

Inoltre questo studio è particolarmente utile anche per il supermarket, in quanto si ha una visione più chiara sul numero e sulla dimensione dei contenitori necessari per l'immagazzinamento dei materiali.

Pertanto si sono poste le basi per creare un nuovo sistema di approvvigionamento dei componenti, basato sull'utilizzo di kit, i quali sono stati progettati da un membro del team. In questo modo lo spazio in area dedicato allo stoccaggio dei materiali si riduce e di conseguenza diminuiscono anche gli spostamenti dell'operatore.

L'analisi del ciclo di lavoro ha permesso di valutare la produttività e la saturazione degli operatori ed i problemi che incontrano durante il proprio lavoro.

Gli obiettivi raggiunti a seguito della realizzazione del progetto sono stati una migliore gestione dei materiali grazie al nuovo sistema di kittaggio, la riduzione degli spazi occupati ed il miglioramento della produttività.

I cambiamenti non sono ancora stati realizzati ma verranno implementati nei prossimi mesi quando si sposteranno alcune aree dell'attuale reparto di saldatura.

Bibliografia

Libri

Agnetis A., Bacci A., Giovannoni E., Riccaboni A., 2015, *Lean thinking nelle aziende di servizi*, Ipsoa, Wolters Kluwer, Milano.

Battini D., Dispense delle lezioni, Materiale didattico del corso *Impianti Industriali*, anno accademico 2014/2015, Università degli studi di Padova.

Chaudhary R., Singh R. C., Kukreja V., 2008, An Innovative Approach to Time Study Through Maynard Operation Sequence Technique, *Proceedings of the 15th ISME International Conference on New Horizons of Mechanical Engineering*, Rajiv Gandhi Technological University, India.

Harris R., Harris C., Wilson E., 2011, *Making Materials Flow*, Lean Enterprise Institute, USA.

Pareschi A., 2007, *Impianti Industriali*, Progetto Leonardo, Società Editrice Esculapio, Bologna.

Pareschi A., Ferrari E., Persona A., Regattieri A., 2011, *Logistica integrata e flessibile*, Società Editrice Esculapio, Bologna.

Patanè S., 1989, *Analisi dei tempi*, Istituto Piero Pirelli, Milano.

Patanè S., 1989, *Lo studio dei metodi*, Istituto Piero Pirelli, Milano.

Rother M., Shook J., 1999, *Learning to See*, Lean Enterprise Institute, USA.

Slack N., Brandon-Jones A., Johnston R., Betts A., Vinelli A., Romano P., Danese P., 2013, *Gestione delle operations e dei processi*, Pearson, Italia.

Siti web

www.agcocorp.com

www.laverdaworld.it

www.ilmuleanodelcambiamento.it

www.leannovator.com

www.wikipedia.org

www.kanban.it

www.packassistant.de