

# **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

---

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di laurea in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

## **ANALISI TEMPI E METODI, NEL REPARTO FABBRICAZIONE PRESSO UN'AZIENDA MANIFATTURIERA**

Relatore

*Ch.mo Prof. Maurizio Faccio*

Laureando

*Talli Alberto*

---

Anno Accademico 2016-2017

# SOMMARIO

L'oggetto di questa tesi è il lavoro di re-layout, svolto durante il periodo di stage, in aree del reparto di fabbricazione presso la multinazionale AGCO Corporation, nello stabilimento produttivo di Breganze (VI). Il progetto preso in considerazione è parte di un altro progetto più ampio, che prevede il totale re-layout dello stabilimento produttivo e il continuo utilizzo di metodologie della Lean Production.

L'obiettivo finale sarà quello di riorganizzare tutta l'area produttiva per rendere più razionale e lineare il flusso di materiali all'interno dello stabilimento. Il macro-progetto implica lo spostamento di intere aree, di risorse e macchinari e introduce quindi una grande possibilità di rivedere nel dettaglio più aree di fatto creando progetti più piccoli, su scala minore. L'attenzione è stata focalizzata su queste aree e il lavoro svolto mira a ottimizzare la loro efficienza produttiva e logistica prima del ricollocamento della stessa nella nuova organizzazione degli spazi.

Il lavoro svolto è stato suddiviso in tre parti: la prima fase riguarda l'analisi dei materiali utilizzati, con applicazione del PFEP (Plan For Every Part); successivamente si è svolta un'analisi della situazione attuale ("as is") all'interno delle varie aree con l'obiettivo di trovare spunti per il miglioramento dell'efficienza produttiva. L'ultima parte è stata dedicata alla stima dei risultati che si otterranno nei prossimi mesi, applicando i miglioramenti trovati, al momento dell'effettiva implementazione e dello spostamento delle varie aree.

# INDICE

1 Capitolo 1: AGCO Spa .....	3
1.1 Lo stabilimento di Breganze .....	4
1.2 La storia e i modelli in produzione .....	6
1.3 Principi di funzionamento di una mietitrebbia .....	10
2. Capitolo 2: Analisi tempi e metodi .....	13
2.1 Introduzione .....	13
2.2 Scelta del lavoro e scopi dell'analisi tempi e metodi .....	13
2.3 Fasi dello Studio dei tempi .....	15
2.4 Strumenti usati nell'analisi del metodo .....	16
2.5 Gli strumenti tecnici e la figura dell'analista .....	17
2.5.1 La figura dell'analista .....	18
2.6 Processo di rilevazione e numero di misurazioni .....	19
2.6.1 La suddivisione delle operazioni .....	20
2.7 Il rendimento e le scale .....	21
2.8 Errori di valutazione del rendimento .....	23
2.9 La valutazione della fatica e calcolo tempi standard .....	24
2.9.1 Le fonti di fatica .....	25
2.10 Il work sampling e i sistemi predeterminati .....	28
2.10.1 <i>I sistemi predeterminati</i> .....	29
2.11 Bedaux e l'unità di lavoro .....	30
2.11.1 Charles Bedaux .....	30
2.11.2 Esempio numerico per il calcolo dell'unità Bedaux .....	32
2.12 Miglioramenti in ottica kaizen e ciclo PDCA .....	33
3. Capitolo 3: Applicazione dell'analisi tempi e metodi per il re-layout del reparto di fabbricazione .....	36
3.1 Il Plan For Every Part .....	37

3.2 Studio del processo produttivo .....	42
3.2.1 Esempio analisi tempi e metodi applicata all'assemblaggio e saldatura del Serbatoio Grano (7110350M91) .....	43
3.3 Studio del processo produttivo e elaborazione del nuovo layout .....	46
3.4 Applicazione dell'analisi tempi e metodi al processo per la produzione della <i>Piastra Int. Supporto Albero Rinvio</i> <i>Trinciapaglia (322837150)</i> .....	52
Conclusioni .....	56
Bibliografia .....	57

# CAPITOLO 1

## Introduzione AGCO Spa

Agco è un gruppo statunitense fondato nel 1990, con sede in Georgia, a Duluth. Quotato alla Borsa di New York, grazie a numerose acquisizioni, il gruppo è divenuto leader mondiale nella produzione di trattori e macchine agricole. Attualmente è il terzo gruppo al mondo (10,8 miliardi di dollari di fatturato nel 2013) dopo John Deere e Case New Holland (CNH) le quali producono però anche macchine movimento terra.

È presente in più di 140 Paesi, tra cui l'Italia e tra i principali Brand di AGCO si possono trovare aziende del calibro di Fendt, Massey Ferguson, Challenger, Valtra, Laverda.



(fig.1.1 stabilimento AGCO Breganze e slogan)

I produttori di mietitrebbie sono dislocati in quattro punti, rispettivamente a Santa Rosa in Brasile, a Hesston negli USA, a Shandong in Cina, a Breganze in Italia. Grazie ai propri brand oltre che alle mietitrebbie, AGCO offre ai propri clienti anche trattori, pezzi di ricambio, depositi grano, attrezzature per fieno, semina e aratura. È interessante notare dal grafico delle vendite (fig.1.2), come la vendita delle mietitrebbie (*"combines"*) occupi una percentuale ridotta delle vendite complessive di AGCO, il 4%, mentre la vendita dei trattori ne occupa il 57%.

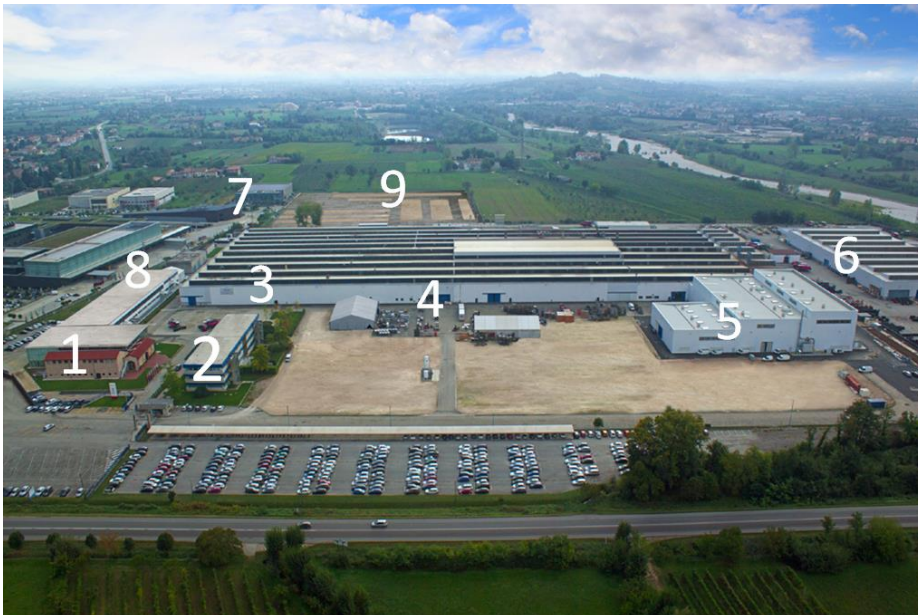


(fig. 1.2 vendite AGCO)

## 1.1 Lo stabilimento di Breganze

Il presente elaborato è stato sviluppato in concomitanza della mia esperienza di stage svolta presso lo stabilimento di Breganze.

Vanta una storia ultracentenaria (dal 1873) su territorio nazionale e a oggi AGCO concentra qui tutta la produzione europea di mietitrebbie, destinandole poi alla zona EAME cioè ai mercati di Africa, Europa e Medio Oriente.



(Fig.1.3 veduta aerea AGCO Breganze)

L'intero complesso si estende in un'area di circa 25 ettari (fig.1.3), comprendente anche un ampio parcheggio per i dipendenti e il parco mietitrebbie in attesa di spedizione. A oggi sono impiegati circa 660 dipendenti, 300 dei quali sono operatori che contribuiscono in prima persona alla produzione. La linea produttiva delle mietitrebbie comprende 11 stazioni, supportate da 12 stazioni di pre-assemblaggio, in media il tempo per completare una macchina è di 16 ore, con una capacità produttiva massima giornaliera di 7 macchine.

Il complesso è così suddiviso (fig.1.3):

1. Sala conferenze Agridome
2. Uffici amministrativi
3. Reparto saldatura (all'interno dello stabilimento)
4. Accettazione
5. Reparto di verniciatura
6. AGCO parts (reparto pezzi di ricambio)
7. Spedizioni
8. Mensa, infermeria, spogliatoi, uffici.
9. Parco mietitrebbie.

Un edificio suggestivo nel complesso di Breganze è senza dubbio la nuova sala conferenze Agridome (fig.1.4) inaugurata nel marzo 2013.



(Fig.1.4 Sala conferenze Agridome)

Agridome è un moderno edificio di vetro e acciaio, caratterizzato da linee slanciate e avveniristiche che si integrano armoniosamente con l'antico edificio rurale situato nell'area dello stabilimento. Lo stile architettonico usato crea una sorta di vetrina/palcoscenico ben

visibile anche dall'esterno. Sono presenti pareti-non pareti, in vetro extra-chiaro e l'intero porticato dell'antica cascina è inglobato nella nuova struttura. AgriDome è dotato di una tecnologia multimediale avanzata, gestita tramite domotica, e rappresenta il perfetto mix tra passato e futuro, crea il contesto ideale per meeting ed eventi di ampia portata, ma viene usato anche per ospitare incontri personalizzati e con un numero di partecipanti ridotto. Alto 10 metri e mezzo, può ospitare comodamente fino a 500 persone disposte a platea.

Lo spazio interno è occupato dall'auditorium principale, da due training room e dal museo. L'auditorium, oltre che per i clienti, viene anche usato per comunicazioni interne o per presentazioni di progetti importanti a tutti i dipendenti, sfruttando il grande palco per i relatori, i tre maxi schermi su cui è possibile proiettare immagini e filmati in contemporanea o separatamente. Illuminazione e sistema audio sono comandati anche da iPad che controllano anche l'abbassamento e l'innalzamento dei tendaggi a seconda della luce esterna.

Per i visitatori è presente una reception dotata di servizio guardaroba e un'area museo situata nell'antica cascina dove si possono osservare le antiche attrezzature e le prime macchine agricole restaurate.

Le due training room situate al primo piano sono dotate di tutti gli strumenti necessari allo svolgimento di corsi di formazione e meeting ed offrono una capienza complessiva di 100 persone in aula. ([www.laverdaworld.com](http://www.laverdaworld.com))

## **1.2 La storia e i modelli in produzione**

- 1873: a S.Giorgio di Perlina (VI), Pietro Laverda fonda la "Ditta Pietro Laverda", una bottega artigianale per la produzione di attrezzi agricoli, macchine enologiche ed orologi per campanile.
- 1905: l'azienda si trasferisce a Breganze, in quella che poi resterà per oltre settant'anni la sede principale e assume carattere industriale con oltre 100 dipendenti. La produzione copre le esigenze di un'agricoltura che comincia a conoscere la meccanizzazione: trebbiatrici manuali, trinciapaglia, sgranatoi per il mais ecc.
- 1930: I giovani nipoti Pietro Jr e G.Battista subentrano nella guida dell'azienda, con loro si ha una svolta innovativa nella produzione che porta presto Laverda a essere una delle maggiori aziende italiane del settore.



- 1956: Laverda progetta e realizza la prima mietitrebbia semovente italiana, la M 60, con cui inizia a competere sui mercati italiani e internazionali.
- 1971: Inizia la produzione del modello M 100 AL, prima mietitrebbia con sistema di livellamento trasversale e longitudinale



(fig.1.5 modello M 100 AL)

- 1981: In un momento di grande sviluppo l'Azienda erige un nuovo stabilimento a Breganze e stipula una partnership con il gruppo FIAT, con il quale resterà legata per un ventennio. Dalle modernissime linee esce la grande M 182, primo modello ad essere dotato di importanti funzioni controllate elettronicamente.



(fig.1.6 grande M 182)

- 2000-2001: La Argo SpA, società finanziaria della famiglia Morra, già proprietaria di Landini, 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.
- 2004: Laverda Spa acquista il marchio e l'azienda tedesca Fella, produttrice di macchine per la fienagione.
- 2007: La Argo SpA costituisce una joint venture al 50% tra Laverda SpA e AGCO Corporation. Per Agco, Laverda produce le proprie mietitrebbie nei marchi Fendt, Massey Ferguson e Laverda già dal 2004.



(fig.1.7 Massey Ferguson, Fendt, Laverda)

- Novembre 2010: accordo per l'acquisto del 100% di Laverda e Fella da parte di AGCO, a marzo 2011 AGCO conferma la piena proprietà di Laverda e Fella.

A oggi lo stabilimento non viene più chiamato ufficialmente Laverda, ma AGCO Spa, è rimasta comunque la produzione delle mietitrebbie del brand Laverda, modelli ritrovabili anche negli altri marchi, e sono suddivise in:

- M 400
- M400 LEVELLING CONCEPT
- M300
- M200 e M180
- AUTOLIVELLANTI
- RISO

La serie M 400 nasce con l'obiettivo di soddisfare le molteplici richieste del mercato con innovazioni e soluzioni tecniche che fanno parte dell'esclusivo sistema Laverda. I modelli disponibili per questa serie sono M400 e M410.



(fig.1.8 M400 e M410)

Nelle M400 levelling concept, la peculiarità è il sistema di livellamento ad azione laterale, esclusivo e brevettato. Il sistema assicura il livellamento trasversale fino al 20%, consentendo di operare in condizioni ottimali sulle pendenze europee, con elevate prestazioni e un comfort di guida ideale in perfetta sicurezza; grazie all'ingombro esterno ridotto semplifica anche gli spostamenti su strada. Altri modelli appartenenti a questa serie sono la M400 LCI, M410 LC.



(fig.1.9 M400 levelling concept)

La serie M300 si posiziona nella fascia medio-alta del mercato, con l'obiettivo di soddisfare le esigenze delle imprese che vi operano adottando criteri di competitività nei costi e di controllo della qualità del prodotto. I modelli per questa serie sono M300, M310 M300 MCS, M310 MCS.



(fig.1.10 M300)

Le serie M200 e M180 garantiscono affidabilità, potenza versatilità, con un investimento economico contenuto. Offrono una gran resa anche su terreni umidi o sconnessi.



(fig.1.11 M200 e 180)

Con le serie autolivellanti si può effettuare la raccolta dove un tempo pareva impossibile, affrontare pendenze trasversali del 40%, del 30% in salita e del 10% in discesa. Ogni particolare è inoltre studiato proprio per consentire condizioni di lavoro ottimali su salite e discese impegnative. I modelli sono AL QUATTRO EVO e AL QUATTRO TECHNO.



(fig.1.12 autolivellanti)

I modelli riso rispondono alle esigenze di una risicoltura di qualità anche nei contesti che permettono più di due raccolti l'anno. La particolare cingolatura e larghi pattini offrono un galleggiamento ottimale e un'agevole manovrabilità in risaia. I modelli sono la M200 RISO, M400 RISO, M410 RISO, M300 MCS RISO, M310 MCS RISO. ([www.laverdaworld.com](http://www.laverdaworld.com))

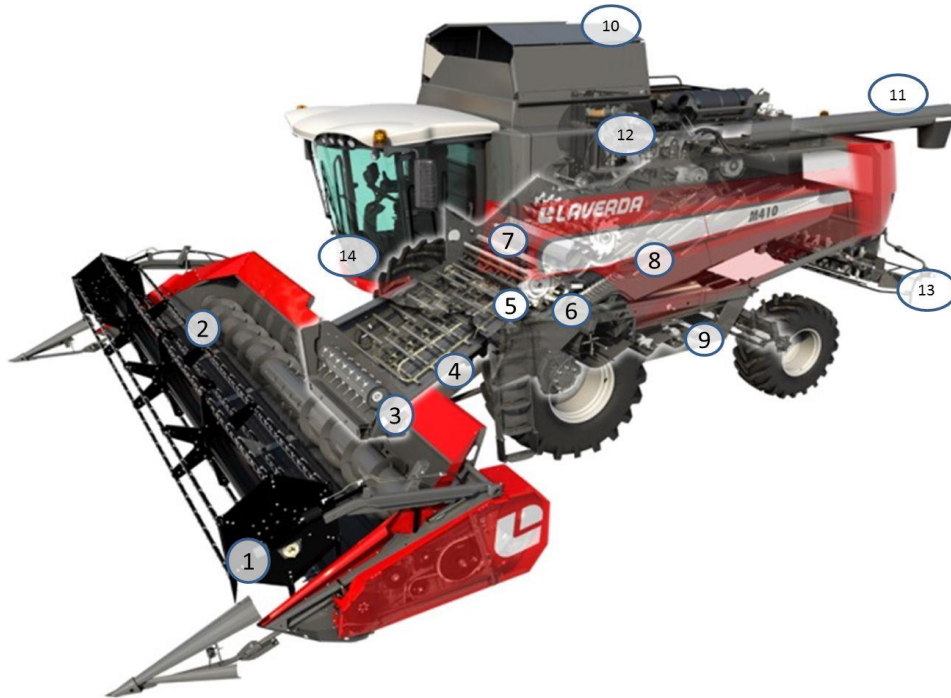


(fig.1.13 modello riso).

### 1.3 Principi di funzionamento di una mietitrebbia

La mietitrebbia è una macchina agricola composta da un numerosi componenti, capace di mietere e allo stesso tempo trebbiare varie tipi di colture. Nella fase di mietitura il prodotto viene tagliato e convogliato all'interno della macchina verso fasi successive, con la trebbiatura si riesce a ottenere la separazione della granella dalla paglia.

In fig.1.14 sono evidenziati i principali organi costituenti di una mietitrebbia convenzionale.



(fig.1.14)

1. Barra di taglio. Costituita nella parte più anteriore da ASPO, l'elemento che ruotando taglia il prodotto dal terreno e lo convoglia verso l'interno della barra.

2. Coclea. Ruotando spinge la coltura appena tagliata verso il canale elevatore.

3. Rullo con dita. Elemento che ruota e trasporta ciò che è stato tagliato sul canale elevatore.

4. Elevatore. Trasporta il prodotto verso le parte interne della macchina, dove avverrà la separazione.

5-6. Battitore e controbattitore. Sono i due elementi che permettono la separazione della granella dalla paglia, anche se ancora mescolati. Il battitore è un tamburo con sporgenze, mentre il controbattitore è una struttura semicircolare che lo avvolge. La rotazione del battitore causa una frizione con il controbattitore che determina un flusso formato da granella e uno formato da materiale di scarto.

7. Postbattitore

8. Scuotipaglia. Elementi longitudinali di notevole lunghezza. In una macchina sono presenti 5-8 scuotipaglia che con il loro movimento sussultorio, generato dalla presenza di un albero a gomiti, permettono la divisione della granella dalla paglia per gravità.

9. Sistema di pulizia. Permette l'espulsione di tutti gli elementi di scarto e la generazione di un flusso di granella pulita che la porta al serbatoio generalmente posta nella parte alta della macchina.
10. Serbatoio granella.
11. Tubo brandeggio. Elemento che consente il trasporto della granella in un serbatoio ausiliario.
12. Motore
13. Trinciapaglia.
14. Cabina di comando.

# **CAPITOLO 2**

## **Analisi tempi e metodi**

### **2.1 Introduzione**

L'analisi tempi e metodi all'interno di un'azienda nasce innanzitutto con l'esigenza di conoscere in maniera precisa la durata di ciascuna operazione per permettere il controllo, la valutazione, la programmazione della produzione e per compiere il primo passo per attuare degli interventi in ottica kaizen.

Lo studio dei metodi consiste nell'analisi dei sistemi esistenti (o prospettati) per compiere un determinato lavoro, nell'eventuale elaborazione e nell'implementazione del metodo più semplice ed efficace per svolgere il medesimo lavoro.

La misurazione del lavoro invece consente di conoscere il tempo impiegato da un lavoratore qualificato per svolgere la mansione a lui richiesta.

Lo studio dei metodi e la misurazione del lavoro sono sempre interconnessi tra loro. Attraverso questa analisi si ha la possibilità di avere un quadro molto chiaro di quelle che sono le attività a valore aggiunto svolte dagli operatori e quelle che non lo sono, questa suddivisione costituisce il primo passo per la ricerca di un miglioramento: l'individuazione degli sprechi eliminabili. Analizzando i metodi usati è possibile quindi elaborare una razionalizzazione per l'utilizzo della manodopera e dei materiali, attraverso lo studio dei tempi è possibile quantificare i benefits ottenuti ed avere una misura attendibile del lavoro.

### **2.2 Scelta del lavoro e scopi dell'analisi tempi e metodi**

Gli scopi che spingono un'azienda alla misurazione del lavoro sono molteplici e svariati. Nella mia esperienza di stage la motivazione principale dell'analisi era il re-layout dell'area di fabbricazione dell'azienda e parallelamente trovare e introdurre miglioramenti in ottica kaizen all'interno di ogni singolo reparto.

Tra le varie mansioni svolte da un operatore, si sceglie uno specifico lavoro da misurare e tale scelta non è mai casuale, ma è dettata da diverse possibili esigenze. Ad esempio può essersi verificata una recente variazione di metodo, che comporta una variazione di tempo

standard, possono essersi verificati problemi che causano dei colli di bottiglia all'interno di una sequenza di operazioni o si sono registrati dei fermi macchina prolungati o inaspettati. Solo un'analisi approfondita permette di evidenziare i tempi improduttivi rispetto a quelli produttivi, comprendere la causa ed elaborare idee per sviluppare un nuovo metodo, più semplice ed efficace.

Le aziende che non applicano un monitoraggio del lavoro, spesso accettano senza problemi la presenza di diversi tempi improduttivi, perché viene ritenuta parte integrante dei processi produttivi quando invece sono sempre riducibili, se non totalmente ma almeno in parte.

Anche la sovrapproduzione gioca un ruolo decisivo in questo ambito. In alcune realtà, è possibile riscontrare la presenza di sistemi di gestione in ottica "push", che porta ad avere un eccesso di scorte, le quali tendenzialmente portano a nascondere tempi improduttivi o altre problematiche riscontrabili solo attraverso studi a un livello dettagliato.

È assolutamente fondamentale sottolineare che l'analisi tempi e metodi deve essere mirata verso la riduzione dei tempi improduttivi che non dipendono dagli operatori, le quali sono molto più numerose rispetto a quelle da loro dipendenti. Anche da un punto di vista etico il segnale che arriva a ogni singolo operaio deve essere assolutamente positivo: non devono sentirsi sottoposti a un giudizio, infatti la direzione deve dimostrare di voler incrementare la produzione senza sovrassaturare i propri operai, ma coinvolgendoli, cercando di individuare prima e ridurre poi, intoppi o inefficienze di vario genere.

Gli scopi finali possono essere riassunti in:

- Conoscere la durata di tutte le operazioni che costituiscono un ciclo lavorativo.
- Migliorare l'utilizzo delle macchine, al fine di eliminare i fermi macchina e i tempi di preparazione lavoro quanto più possibile.
- Programmare il lavoro, calcolando il fabbisogno di personale e mezzi; è importante avere un sistema logistico di approvvigionamento materiali efficiente, usando un carico di lavoro costante e di prevedere con ridotti margini di errore il tempo necessario per la conclusione del prodotto finito.
- Calcolare la produzione attesa.
- Introdurre sistemi di incentivi, basati su dati concreti e precisi. Un incentivo produttivistico è sempre legato a una produzione base, che deve essere riconosciuta attraverso l'individuazione di un'operazione a rendimento normale.



- Prevedere i costi del lavoro. È fondamentale conoscere i tempi di lavorazione, considerando anche le eventuali inefficienze che potrebbero presentarsi per estrapolare poi i costi legati alla manodopera.
- Rendere il lavoro più semplice attraverso la riduzione o l'eliminazione delle attività a non valore aggiunto, come le attese, l'approvvigionamento dei materiali e utensili, gli accantonamenti.
- Rivedere il layout sia a livello microscopico che macroscopico, riducendo quanto più possibile trasporti, movimentazioni e relativi costi.
- Migliorare l'utilizzo dei materiali, dei macchinari, della forza lavoro aumentando la saturazione e i rendimenti delle attrezzature.

### **2.3 Fasi dello Studio dei tempi**

Lo studio si suddivide in due fasi, quella di determinazione e quella di applicazione dei tempi.

La fase di determinazione comprende le tecniche usate per determinare i tempi detti "standards" attraverso misurazioni e successive elaborazioni. Nella seconda fase invece sono compresi i criteri di applicazione nell'uso dei tempi "standards" in precedenza determinati.

I sistemi usati per la determinazione dei tempi sono le stime, il rilievo cronometrico, il rilievo video e il work sampling; i sistemi per l'applicazione dei tempi sono gli standard di operazione, gli standard elementari e i microstandard.

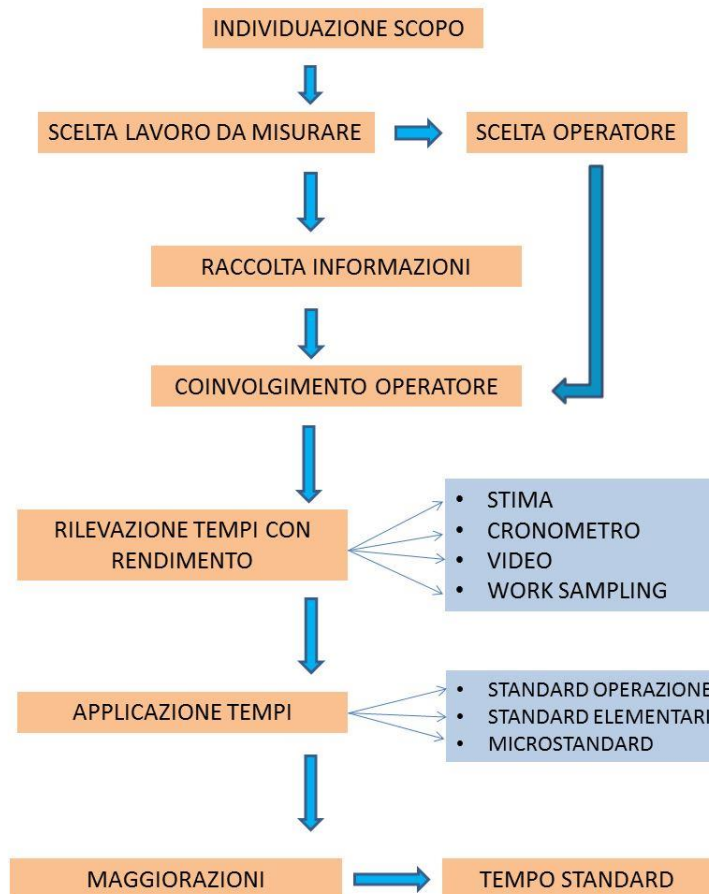
Gli standards d'operazione sono tempi che si determinano generalmente con il cronometro e vengono impiegati per misurare il tempo necessario a produrre un determinato bene.

Gli standards elementari si riferiscono a elementi che compongono un'operazione e vengono determinati con cronometro o macchina cinematografica. Entrambi questi standard sono propri di ciascuna azienda perché sono calcolati per particolari operazioni e condizioni di lavoro.

I microstandards sono il risultato di una raffinata scomposizione dell'operazione in movimenti elementari, garantiscono elevata precisione e vengono rilevati con macchina cinematografica.

Attraverso questi sistemi di applicazione è possibile stimare o calcolare quale sarà il tempo impiegato per produrre un prodotto finito o semilavorato dell'azienda in esame. In questo elaborato verranno trattate principalmente le tecniche di rilevazione con cronometro e video poiché nelle analisi svolte si è fatto uso di questi strumenti.

Nella figura seguente viene illustrato un possibile schema standard da utilizzare per l'analisi dei tempi, ogni step verrà poi approfondito nei paragrafi successivi.



(Fig.2.1 analisi dei tempi)

## 2.4 Strumenti usati nell'analisi del metodo

L'analisi del metodo è molto ampia e generalmente fa riferimento a cinque fattori che ne costituiscono i pilastri fondamentali, i quali sono sempre connessi tra loro ma ogni analisi presenta un proprio focus in base all'esigenza richiesta e all'obiettivo prefissato.

I fattori considerati nell'analisi del metodo sono:

- I materiali utilizzati.
- Le caratteristiche del prodotto, che comprendono disegno superficie, qualità, ecc.

- La sequenza del lavoro vera e propria, intesa come serie di operazioni che si svolgono sul materiale e gli spostamenti dei materiali.
- Le attrezzature utilizzate.
- Il modo di lavorare dell'operatore.

Nell'analizzare il processo lavorativo, si fa uso di diversi strumenti, soprattutto stampati o diagrammi che comprendono le seguenti tipologie.

- Lo stampato per il layout del posto di lavoro. Serve per dare una rappresentazione grafica dell'area del reparto o della postazione per rilevare l'ubicazione delle macchine, lo stoccaggio dei materiali, le movimentazioni.
- Il foglio di analisi lavorazione sintetizza le informazioni raccolte.
- Lo schema di procedimento illustra le differenze tra il metodo attuale e quello che andrà a sostituirlo. Nella prima fase di analisi ci si concentra sempre sulla situazione attuale.
- Il diagramma di flusso rappresenta graficamente la sequenza delle operazioni che si presentano nel metodo di lavoro e le classifica secondo la propria natura (trasformazione, trasporto, accantonamento, attesa, ecc.). In questo elaborato i diagrammi di flusso verranno chiamati "flowchart".

Lo studio dei metodi è la principale tecnica disponibile per ridurre tutto ciò che non crea valore aggiunto al cliente, i movimenti inutili dei materiali o degli operatori e sostituire un metodo obsoleto con uno più nuovo ed efficiente.

La misurazione del lavoro invece scopre e per poi ridurre il tempo non produttivo, dove non viene cioè eseguito lavoro effettivo. Il primo step è sempre quello di evidenziare e separare il tempo produttivo da quello improduttivo altrimenti le operazioni a non valore aggiunto rimarrebbero sempre confuse tra il tempo totale di ogni ciclo.

L'analisi dei tempi e quella del metodo sono quindi sempre interconnesse tra loro, l'integrazione di queste ultime può produrre grandi benefici per l'azienda che si traducono in incrementi di produttività e un migliore utilizzo delle risorse a disposizione.

## **2.5 Gli strumenti tecnici e la figura dell'analista**

Gli strumenti usati per l'analisi cronometrica sono il cronometro e la tavoletta di cronometraggio. I cronometri sono classificati in base alla scala che utilizzano, esiste una

scala in secondi sessagesimale, una scala in centesimi di minuto e una scala in decimillesimi di ora. La scala più utilizzata è quella in centesimi di minuto, in cui ogni minuto viene suddiviso in 100 parti anziché 60, per facilitare l'esecuzione di calcoli.

I cronometri usati hanno possibilità di individuare i tempi parziali con i quali si ottengono le fasi costituenti il ciclo di lavoro.



(Fig. 2.2 Cronometro per rilevamento tempi)

La tavoletta di cronometraggio serve come appoggio all'analista per registrare i tempi rilevati finché assiste alla lavoro dell'operatore. Solitamente è in plastica o legno con possibilità di fissare il cronometro e i fogli utilizzati, l'analista sostiene la tavoletta con l'avambraccio in modo da ridurre la stancabilità.

### **2.5.1 La figura dell'analista**

Il ruolo dell'analista è senz'altro importante e di responsabilità perché esprime un giudizio sull'operato di altre persone all'interno del contesto lavorativo. Un bravo analista deve essere dotato di un alto spirito di osservazione, in quanto ogni elemento osservato può risultare importante e pure un apparente piccolo dettaglio può essere una fonte di spunti. Viene richiesta capacità di analisi, entusiasmo, mente aperta e creativa, buone capacità relazionali in modo da poter instaurare un rapporto sereno e di collaborazione con gli operatori coinvolti. Quando un analista, specialmente agli inizi della sua attività lavorativa, non conosce a fondo le operazioni che l'operatore svolge, è bene che lo interroghi in modo da avere un'idea più chiara di quello che andrà a misurare; va sottolineato che non si acquisisce competenza in tempi brevi, serve un intenso esercizio per prendere

dimestichezza con tutte le competenze richieste da questa mansione. Dall'effettiva misurazione, alla capacità di riuscire a coinvolgere gli operatori, rendendoli partecipi in prima persona al cambiamento. In queste situazioni il fattore umano è di fondamentale importanza in quanto è probabile che l'operatore si possa sentire sotto pressione e magari sia spinto ad alterare le sue abituali performance. Quando si analizza l'operato di un lavoratore bisogna sempre ricordare che si è "ospiti" nella sua area di lavoro, quindi è importante dimostrarsi educati e rispettosi verso il suo lavoro e soprattutto instaurare un rapporto di stima reciproca e di collaborazione, per raggiungere gli obiettivi prefissati. L'analista dovrà trasmettere tranquillità e sicurezza dimostrando lealtà nelle valutazioni, professionalità e competenza facendo convergere tutto il lavoro svolto alla ricerca continua del miglioramento.

## **2.6 Processo di rilevazione e numero di misurazioni**

Prima di iniziare il processo di rilevazione è opportuno scegliere quale operatore analizzare e in che momento della giornata. Nella maggior parte dei casi si sceglie un operatore sufficientemente esperto che sia in grado di svolgere la propria mansione con una buona velocità ed efficacia, l'analista è comunque sempre in grado di livellare i tempi di operatori con capacità diverse usando i rendimenti di cui si parlerà nei paragrafi successivi.

I periodi temporali più convenienti, per eseguire l'analisi, sono quelli più "centrali" che seguono l'inizio del turno e che ne precedono la fine in quanto a inizio turno o alla fine, si verificano di solito le maggiori disfunzioni (esse potrebbero comunque essere un punto di partenza per uno studio più approfondito per arrivare all'eliminazione di inefficienze).

Prima di eseguire un rilievo è opportuno che l'analista raccolga quante più informazioni possibili sul processo di lavorazione, cioè sul metodo. Innanzitutto riguardo l'oggetto che verrà prodotto o assemblato, i materiali usati, gli utensili necessari, il layout dell'area considerando la disposizione dei macchinari o dei materiali usati (in particolare se grandi e ingombranti).

In molti casi chi esegue il rilievo non è esperto di nomenclatura dei processi, componenti o utensili, è quindi necessario coinvolgere l'operatore per meglio comprendere le fasi e le esecuzioni di esse al fine di condurre un'analisi più corretta e approfondita.

È buona abitudine farsi spiegare dall'operatore tutti gli eventuali problemi a cui fa fronte ogni giorno nel compiere il suo lavoro, solo individuandoli e analizzandoli collaborando è possibile trovare delle idee di miglioramento da implementare.

Il punto di partenza, di un'analisi o di un evento kaizen, riguarda sempre le cose essenziali come la sicurezza del luogo di lavoro, l'adeguatezza delle macchine, dei mezzi di produzione, le condizioni psico-fisiche dell'operatore; è possibile poi scendere a un livello ancora più dettagliato per trovare delle modifiche al metodo di lavoro, ad esempio cambiando la sequenza delle fasi o eliminando una o più fasi.

### **2.6.1 La suddivisione delle operazioni**

Nella suddivisione dell'operazione è importante rispettare alcuni criteri in modo da dare la possibilità di una facile comprensione del lavoro svolto, anche a distanza di anni, a persone estranee alla propria azienda.

Le suddivisioni di un'operazione devono essere definibili e rilevabili.

La definibilità di una suddivisione indica l'importanza di avere un preciso inizio e una fine chiara ("prendere martello e appoggiarlo", "posizionare boccia su banco"), in modo da rendere inequivocabili i confini di un'operazione, fondamentali soprattutto durante il cronometraggio.

La rilevabilità stabilisce, anche se non in modo rigoroso, le lunghezze minime e massime consigliate per suddividere le operazioni. In genere non si scende mai al di sotto dei 5-6 centesimi di minuto e si cerca di evitare elementi troppo lunghi che possono contenere attività poco omogenee, le quali creerebbero poi dei problemi nella valutazione del rendimento.

Altro aspetto importante è tenere divisi gli elementi di tipo diverso come i tempi di trasporto e i tempi dedicati alle lavorazioni, alcuni elementi inoltre capitano in ogni ciclo di lavoro, altri invece sono intermittenti o occasionali (es. pulire banco di lavoro ogni 5 cicli, rifornire pezzi sul posto di lavoro, ecc.).

Il primo passo da eseguire è quello di suddividere l'operazione in elementi seguendo i criteri sopra citati, poi di effettuare le misurazioni dei tempi.

Per definire valido il tempo misurato, bisogna ripetere la misurazione più volte, in funzione della durata del ciclo di lavoro che si sta analizzando. La seguente tabella fornisce i dati in dettaglio.

TEMPO DEL CICLO DI LAVORO	NUMERO DI RILEVAZIONI DA ESEGUIRE
0,10	200
0,25	100
0,50	60
1,00	30
2,00	20
4,00 – 5,00	15
10,00 – 20,00	8
Oltre	5-3

(Tabella1. Numero di rilevazioni)

Lo studio dei tempi è sempre una campionatura, più ampio sarà il campione, più l'analisi sarà attendibile e vicina alla realtà.

## 2.7 Il rendimento e le scale

Nelle misurazioni effettuate, la scrittura di un tempo in modo assoluto di per sé non ha significato poiché non viene indicata l'efficacia nelle azioni di chi esegue le operazioni.

Il rendimento è la risultante della velocità e dell'efficacia con cui l'operatore protagonista esegue l'operazione. Queste due componenti sono dipendenti tra loro, ma non direttamente proporzionali infatti è possibile riscontrare che ad un aumento della velocità corrisponda una diminuzione dell'efficacia.

La velocità è facilmente visibile e intuitiva mentre l'efficacia, definibile come la capacità con cui viene svolta l'operazione seguendo il procedimento lavorativo, è certamente più difficile da individuare. L'efficienza dipende dalla rapidità dei gesti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire e dalla precisione dei movimenti, in relazione al metodo di lavoro definito.

L'operazione di valutazione del rendimento si esegue al momento della rilevazione dei tempi e non è di facile esecuzione, è necessaria una specifica preparazione per consentire all'analista di apprendere il concetto di rendimento in modo da cogliere le variazioni che l'operatore può apportare nel compiere l'operazione. La formazione degli analisti prevede la visione di filmati, attraverso i quali l'analista esprime il proprio giudizio sul rendimento dell'operatore che verrà poi confrontato con quello precedentemente valutato da alcune

migliaia di esperti nello studio del lavoro. Questa valutazione già eseguita rappresenta l'elemento campione nella valutazione del rendimento, paragonabile all'elemento campione del metro o del chilogrammo.

Dal confronto con i rendimenti definiti esatti è possibile visualizzare gli errori che un analista può commettere.

Allo scopo di avere un riferimento per la misurazione dei rendimenti si sono stabiliti due punti, quello di rendimento normale e quello di rendimento massimo, che però non rappresentano un limite invalicabile in quanto è sempre possibile dare un giudizio al di fuori di tali valori se l'analista lo ritiene opportuno. La scala da adottare varia sempre di 5 in 5 e solitamente i valori utilizzati oscillano tra 50-60 e 140-150, oltre questi valori si commetterebbe un errore di proporzione che a sua volta causerebbe una variazione del concetto di rendimento normale e quindi un errore di base.

Le scale normalmente usate sono:

- Scala Pirelli 75-100
- Scala Centesimale 100-133
- Scala Bedaux 60-80

L'utilizzo dei rendimenti è fondamentale nella procedura di livellamento dei tempi rilevati, infatti per fare ciò è necessario applicare la formula per calcolare il tempo livellato.

$$TL = \frac{TR * RR}{R}$$

TL= tempo livellato

TR= tempo rilevato

RR= rendimento rilevato

R= rendimento di riferimento della scala considerata

In questo modo è possibile analizzare il lavoro di diversi operatori, anche con capacità diverse e ottenere infine i tempi tutti omogenei tra loro.

A livello pratico è utile osservare il lavoro dell'operatore prima di effettuare la misurazione per avere un'idea delle sue potenzialità, estendere il rilievo a più operai per la stessa analisi per essere maggiormente documentati anche riguardo ai piccoli dettagli, se



necessario prolungare il tempo di osservazione fino a quando si è certi di aver ben compreso la capacità della persona, evitare le misurazioni di operai che lavorano a rendimenti molto bassi o estremamente alti.

## 2.8. Errori di valutazione del rendimento

Gli errori che si possono commettere nella valutazione del rendimento sono gli errori di base, di proporzione e di escursione.

- L'errore di base è espresso in termini percentuali ed è fortemente legato al concetto di rendimento base, può essere positivo se l'analista valuta in eccesso il rendimento rispetto al riferimento o negativo in caso contrario.
- L'errore di proporzione determina di quanto l'analista non è in grado di percepire le variazioni di rendimento tenute dall'operatore. La tendenza è quella di sottostimare i rendimenti alti e sopravvalutare quelli bassi, questo comporta un possibile appiattimento delle valutazioni.
- L'errore di escursione esprime il grado di instabilità delle valutazioni, viene misurato applicando la media degli scarti fra i diversi errori di base e di proporzione delle scene valutate. (*Pirelli, Corso Analisti Valutazione del rendimento*).

La tecnica seguita per la valutazione del rendimento consiste nel confronto istantaneo dell'attività svolta dall'operatore considerato rispetto a quello che ci si aspetterebbe da un operatore ideale, discretamente preparato e operante nelle medesime condizioni. Il punto cardine è il concetto di rendimento normale in possesso dell'analista. Durante il rilievo dei tempi è possibile effettuare il giudizio in due diversi modi, con un unico giudizio alla fine del rilievo oppure dando una valutazione alla fine di ogni tempo rilevato. Il primo metodo è meno preciso, da utilizzare ad esempio per studi provvisori, il secondo sistema invece raggiunge un elevato grado di precisione, consente di livellare tutti i tempi misurati e rendendoli omogenei tra loro. In questo tema il precursore del concetto di efficienza, Charles Bedaux nel 1916 affermava che il giudizio doveva essere espresso per ogni tempo rilevato e non in modo generico alla fine di un rilievo.

È importante sottolineare l'esigenza nel dare la valutazione del rendimento prima di leggere il tempo misurato dal cronometro, in quanto tale valore spinge a influenzare l'analista nel processo di giudizio soggettivo. Un'altra ragione è il verificarsi di inconvenienti non imputabili all'operaio che portano a una dilatazione del tempo, ma a una

non variazione del rendimento di quest'ultimo. Il giudizio del rendimento deve così essere sempre pensato in modo indipendente dal tempo.

## **2.9 La valutazione della fatica e calcolo tempi standard**

Una volta definito il tempo che rappresenta le operazioni svolte dall'operatore bisogna effettuare delle maggiorazioni, principalmente già predeterminate, proporzionate agli sforzi che i lavoratori sono chiamati a compiere durante il lavoro; in sostanza bisogna assegnare dei coefficienti di riposo e quindi aumentare di una certa percentuale il tempo d'operazione per fare sì che ogni operatore svolga i propri compiti senza che il suo fisico ne risenta in modo dannoso.

Esistono due tipi di maggiorazioni: la maggiorazioni per bisogni fisiologici e quelle per fatica.

Per quanto riguarda il primo caso, le maggiorazioni relative a bisogni fisiologici o di riposo personale (ad esempio per dissetarsi) non indicano una riduzione della capacità produttiva dell'operaio, ma costituiscono un tempo necessario, per mettere nelle condizioni ottimali un lavoratore di svolgere la sua mansione. Si usa generalmente una maggiorazione del 4%, per gli uomini, del 6% per le donne o una generica del 5%.

Le maggiorazioni dovute alla fatica invece, sono dipendenti dalla natura del lavoro. La valutazione della fatica e l'assegnazione di una percentuale di riposo, si svolge soggettivamente e in molti casi si effettua un'aggiunta considerevole al tempo di partenza. Vari fattori determinano la fatica, principalmente l'affaticamento fisico o mentale, la velocità richiesta, le condizioni dell'ambiente, la pericolosità del luogo o del lavoro stesso.

Con queste maggiorazioni le persone hanno la possibilità di avere delle pause durante i loro turni per ripristinare, almeno in parte, le energie spese e mantenere il proprio rendimento il più omogeneo possibile durante l'arco della giornata. Naturalmente queste maggiorazioni non vanno a eliminare la fatica compiuta e qualora si volessero migliorare le condizioni di lavoro bisognerà sempre agire sul tipo di processo o sulle condizioni ambientali circostanti.

### **2.9.1 Le fonti di fatica**

Lo sforzo fisico deriva ad esempio dall'intensità di un carico o dalla resistenza di un momento torcente o dalla distribuzione nel tempo degli sforzi; anche la posizione di lavoro è rilevante, poiché essa può essere eretta, scomoda, molto scomoda. Quando si analizza lo sforzo fisico è possibile quantificarlo come:

- fortissimo (carichi superiori ai 20 kg che si oppongono).
- forte (lavoro che impone una notevole resistenza al movimento delle mani 10-20 kg).
- normale (spostamenti non sempre ricorrenti e di circa 10-15 kg).
- scarso (spostamenti continui ma di pezzi leggeri).
- scarsissimo (lavoro d'ufficio o che non richiede prestazioni fisiche).

Lo sforzo mentale è causato da una concentrazione prolungata o dalla monotonia.

Nel primo caso si può trattare di dover ricordare una procedura lunga e complicata, o dover tenere sotto controllo più macchinari allo stesso istante.

Nel secondo lo sforzo può essere generato da un intervento molto limitato delle qualità mentali, al di sotto del livello medio, in questi casi è opportuno provare a disporre un cambiamento di lavoro. Come per lo sforzo fisico, anche in questo frangente si quantificano gli sforzi classificandoli da fortissimo a scarsissimo e ognuno presenta un'opportuna percentuale che viene assegnata dall'analista:

- fortissimo (ad esempio controllo o centratura, con ridottissimi limiti di tolleranza).
- forte (ad esempio controllo o centratura, con ridotti limiti di tolleranza).
- normale (lavori diversi con normale prestazione d'attenzione).
- scarso (lavori solitamente monotoni con prestazione d'attenzione più scarsa).
- scarsissimo (mansioni decisamente monotone).

La velocità o vincolismo richiesto dipende dai vincoli dettati dai tempi macchina o da altri fattori che gli operatori non possono controllare. La quantificazione si suddivide in rigidissimo, rigido o nullo.

- rigidissimo (la mansione è strettamente legata al lavoro di macchine o ad altri vincoli tecnologici).
- rigido (lavori parzialmente vincolati e la durata rimane sempre sotto il minuto).
- nullo (nessun vincolo).

La pericolosità è un fattore importante perché richiede autocontrollo, nervi saldi e una maggiore attenzione che vanno a scaturire una maggiore fatica. Può essere elevata, discreta o nulla. Nel caso in cui sia elevata si ha a che fare con materiali ad alta temperatura, postazioni senza dispositivi di sicurezza o lavori in posizioni particolari.

Nel caso di pericolosità discreta le protezioni delle macchine sono affidabili ma è necessaria sempre attenzione; nell'ultimo caso invece è presente una completa assenza di pericolo.

Le maggiorazioni dovute alle condizioni dell'ambiente derivano dal rumore, dall'illuminazione, dalla temperatura e aerazione. Il disagio ambientale riscontrabile può essere:

- elevato (nel caso in cui ci sia un rumore difficilmente sopportabile come martello pneumatico, controllo di un motore, presse, un'illuminazione insufficiente, una temperatura elevata che spesso però è un vincolo imposto dal tipo di processo).
- discreto (forte rumore che rende difficile il parlare, luce scarsa)
- limitato (rumori di normali reparti con macchine utensili, luce tenue rispetto a un ambiente normale, debole inquinamento dell'aria come il vapore)
- nullo

FATTORI		% RIPOSO PREVISTA (Incluso S.B.F. = 4%)			% RIPOSO ASSEGNATA
		+	0	=	
<b>SFORZO FISICO</b>					
• Intensità	fortissimo	12	11	10	
	forte	8	7.2	6.4	
	normale	5	4.4	3.7	
	scarso	2.7	2.3	1.8	
	scarsissimo	1.3	1.1	1	
• Concentrazione o costanza su arti dello sforzo	molto concentrato	4.5	4	3.5	
	discret. concentrato	2.5	2	1.5	
	distribuito	0	0	0	
• Posizione lavoro (% lavoro in piedi)	80% - 100%	—	2	—	
	50% - 80%	—	1	—	
	seduto o 50%	—	0	—	
<b>SFORZO PSICHICO</b>					
• Intensità	fortissimo	5.9	5.2	4.6	
	forte	3.5	2.9	2.4	
	normale	1.4	1.1	0.8	
	scarso	0.7	0.5	0.5	
	scarsissimo	2.8	2	1.4	
• Continuità dello sforzo	costante	2	1.4	1	
	scarsam. vario	0.6	0.5	0.4	
	vario o alterno	0	0	0	
<b>VINCOLISMO O RITMO</b>					
	rigidissimo	5.8	5	4.3	
	rigido	2.7	1.9	1.1	
	nullo o indifferente	0	0	0	
<b>DISAGIO AMBIENTALE</b>					
	elevato	4.9	4.5	4.1	
	discreto	3.3	2.9	2.5	
	limitato	1.7	1.3	0.9	
	nullo o indifferente	0	0	0	
<b>SICUREZZA AMBIENTALE</b>					
	rischio elevato	3	2.6	2.2	
	rischio discreto	1.3	0.9	0.5	
	rischio nullo o indif.	0	0	0	
		PRIMO TOTALE %			

(fig.2.3 esempi di maggiorazioni (Pirelli))

Per assegnare un adeguato coefficiente di riposo (C.R.) è possibile seguire due procedimenti uno globale, un altro analitico. In quello globale si tiene conto complessivamente dei diversi fattori presenti che condizionano la fatica e si assegna un'unica maggiorazione generale. Si tratta di un procedimento rapido che richiede però una grande esperienza.

Nel metodo analitico invece si entra più nel dettaglio, nelle componenti che formano l'operazione, facendo corrispondere a ogni elemento presente una percentuale di maggiorazione servendosi anche di sistemi o valori predeterminati. Questa strategia è più

lunga, precisa ed elaborata con meno margine soggettivo da applicare da parte dell'analista.

A questo punto è possibile andare a riprendere tutti i tempi rilevati, già sottoposti alla formula di livellamento, e andare a calcolare la relativa media aritmetica in funzione del numero di rilievi eseguiti, considerando anche le operazioni accessorie (come approvvigionare il materiale vicino al punto d' utilizzo) e la loro frequenza.

Dopo aver considerato nel dettaglio tutte le opportune maggiorazioni è possibile ricavare i tempi standard che saranno poi usati per programmare la produzione. I tempi standard vengono proposti di solito in: minuti per pezzo, minuti per cento (o mille pezzi), minuti per kg, minuti per metro quadro, ecc.

## **2.10 Il work sampling e i sistemi predeterminati**

Il work sampling (campionatura del lavoro) è una tecnica di determinazione dei tempi, che consiste nell'effettuazione di una serie di osservazioni istantanee, compiute in un certo arco di tempo a macchine, processi e operatori.

Può essere uno strumento molto utile per condurre lo "studio della produzione". Si tratta di uno studio continuo, di durata relativamente lunga, effettuato per verificare un tempo standard o per ottenere altre informazioni relative ad output, a soste, a interruzioni.

Il problema nella conduzione di uno studio di questo tipo è la sua durata e nelle aziende in genere si faticano a trovare risorse da impiegare a tempo pieno in queste funzioni.

Il metodo quindi utilizzato si basa su tecniche probabilistiche, vengono effettuate cioè una serie di ispezioni nel reparto interessato a intervalli irregolari, registrando quando il macchinario (se presente) è in funzione oppure è fermo registrandone le cause o se l'operatore sta svolgendo operazioni proprie o si trova in attesa. Con un numero sufficientemente elevato di sopralluoghi è possibile giungere a un risultato attendibile, che rispecchia con sufficiente precisione la situazione "as is", cioè attuale, al momento dell'analisi.

Il tipo di dati che deriva da uno studio di questo tipo è rappresentato da: una percentuale della giornata lavorativa che indica quando lavoratori o macchine sono produttivi, una percentuale indicante le soste (comprendendo anche le ragioni), l'attività relativa di diversi lavoratori e macchine.

Le osservazioni devono essere fatte seguendo sempre lo stesso percorso ad orari diversi, per evitare di notare ripetutamente fermate programmate (pausa dell'operatore) e sempre

dalla medesima posizione, senza calcolare minimamente ciò che avviene nelle zone limitrofe (compresi i fermo macchina o le attese degli operatori), perché ciò porterebbe ad una falsificazione dei risultati ottenuti.

Ogni campionatura comporta sempre un certo margine di errore, si scosterà tanto di meno dalla realtà quanto più grande sarà il campione assunto, per avere un'idea più precisa sul numero delle ispezioni da eseguire e sui relativi margini d'errore si fa riferimento alla statistica e alle sue formule.

### ***2.10.1 I sistemi predeterminati.***

I sistemi predeterminati sono dei metodi che consentono di calcolare i tempi di esecuzione senza ricorrere a strumenti di misurazione. Il loro utilizzo si basa sulla scomposizione delle operazioni in micromovimenti elementari, ricorrendo alle tabelle dei micromovimenti con la possibilità di ricavare infine il tempo standard totale come somma di tutti i tempi parziali individuati.

Uno dei sistemi più famosi è l'M.T.M. (Methods-Time Measurement), metodo oggettivo che scompone e analizza tutte le operazioni manuali, in movimenti base necessari all'esecuzione ed assegna ad ogni movimento un tempo standard predeterminato, che dipende dalla natura del movimento e dalle condizioni nelle quali esso viene compiuto.

Attraverso l'utilizzo di questi metodi è possibile ricavare i tempi standard direttamente a tavolino, senza valutare soggettivamente la velocità di esecuzione, senza analizzare attrezzature o movimentazioni e senza l'uso del cronometro. Il cronometro rimane sempre uno strumento fondamentale in quanto solo le operazioni manuali possono essere misurate con un sistema predeterminato, i tempi macchina o altre operazioni che coinvolgono la tecnologia necessitano sempre di una rilevazione diretta.

L'applicazione dell'M.T.M. viene comunque preceduta da una visualizzazione del ciclo produttivo per poi andare a effettuare un lavoro di sintesi.

Per adoperare con profitto questo sistema è necessaria un'esperienza approfondita, chi la svolge dovrebbe avere già un'idea chiara sull'operazione che sta analizzando.

Questo sistema è molto utile per raggiungere vari scopi all'interno di un'azienda, come la determinazione dei tempi standards, la valutazione preventiva dei tempi necessari allo svolgimento del ciclo di lavoro, l'addestramento del personale esecutivo per l'apprendimento dei metodi.

Come unità di misura nell'M.T.M. si utilizza il TMU (Time Measurement Unit) considerando questa relazione di base:  $1 \text{ TMU} = 0,00001 \text{ ora}$ .

Di conseguenza è possibile ricavare anche altre relazioni:

1 ora = 100.000 TMU

1 minuto = 1667 TMU

1 secondo = 27,8 TMU

Per l'individuazione delle fasi di suddivisione del ciclo di lavoro si usano degli elementi base che compiono lavoro.

- raggiungere (muovere la mano, o le dita verso una destinazione definita)
- muovere (trasportare un oggetto verso una destinazione)
- ruotare (girare la mano)
- applicare pressione (applicazione di una forza muscolare su un oggetto, per controllarlo)
- girare manovella
- afferrare (prendere con la mano un oggetto per eseguire l'operazione successiva)
- rilasciare (abbandonare un oggetto o utensile dalla mano)
- posizionare (allineare, orientare o accoppiare oggetti di non grandi dimensioni)
- disaccoppiare (far cessare il contatto tra due oggetti)
- muovere gli occhi (spostare la direzione dell'asse di visione)
- fissare lo sguardo
- movimenti del corpo (movimenti del piede, della gamba, piegamenti ecc.)

## **2.11 Bedaux e l'unità di lavoro**

Vale la pena approfondire il funzionamento del sistema di lavoro ideato da Bedaux nella prima metà del Novecento che aveva lo scopo di incrementare la produttività, minimizzando i tempi morti.

### **2.11.1 Charles Bedaux**

Charles Bedaux nacque a Parigi nel 1886, fu un uomo d'affari, fondatore di una delle prime società di consulenza del mondo, dotato di una grande mente innovativa, divenuto milionario grazie alla scoperta e all'implementazione del sistema Bedaux da lui inventato. Fu un personaggio molto eccentrico e cosmopolita, amico sia della Famiglia Reale britannica che di Adolf Hitler, durante la seconda Guerra Mondiale con lavori avviati sia nei paesi Alleati che in Germania, venne incarcerato dagli americani dove morì suicida nel 1944.



Bedaux abbandonò anticipatamente gli studi di ingegneria e svolse una serie di lavori umili, dopo aver conosciuto Ledoux (uomo d'affari che venne assassinato nel 1906) emigrò negli Stati Uniti dove si sposò ed ebbe un figlio. Nel 1916 aprì la sua prima società di consulenza manageriale a Cleveland e tramite quest'ultima riuscì a creare una catena di società prima negli Stati Uniti e poi in Europa. Dal 1926 la società arrivò in Inghilterra e successivamente anche in Italia portando il suo metodo in aziende come Fiat e Pirelli, oltre che espandersi anche in Australia, Asia, Africa. La filosofia di lavoro che caratterizzava le sue società era l'attenzione verso le persone al fine di ottimizzare il tempo e produttività,



(fig.2.4 Charles Bedaux)

Il sistema sviluppato fu innovativo perché permise di assegnare un'unità di misura comune per tutte i tipi di attività svolte in una qualsiasi industria: le unità Bedaux. Il punto di svolta che riuscì a introdurre fu di differenziare i tipi di lavori, poiché in precedenza il lavoro era inteso solo come forza umana, senza considerare mezzi o sistemi di lavorazione, di fatto bypassando la natura dello sforzo necessario. Da questa considerazione lo studioso iniziò a suddividere in movimenti elementari le operazioni e poi ricavare i relativi periodi di riposo, ad esempio un'operazione con il gomito ad altezza della spalla richiedeva più fatica e quindi un riposo prolungato rispetto all'altezza della vita. Lo step successivo fu quello di definire l'unità Bedaux come "una frazione di un minuto di lavoro, più una frazione di un minuto di riposo, che unite formano l'unità, variando nelle proporzioni secondo la natura dello sforzo."

Il tempo di ciclo totale secondo questa logica non era solo il tempo necessario per eseguire la lavorazione ma comprendeva anche le maggiorazioni legate alla fatica o all'ambiente.

Con questa tecnica era quindi possibile calcolare la “quantità di lavoro” prodotta in un certo arco di tempo indipendentemente dal tipo di mansione svolta. Come idea di fondo un lavoratore doveva produrre in un’ora almeno 60 unità Bedaux (Punto Bedaux), qualora ne avesse prodotte in eccesso si sarebbe ottenuto un incremento della produttività seguendo la formula:

$$TC * N = 60 B$$

Con:  $TC$  = tempo di ciclo totale (in minuti primi).

$N$  = numero pezzi.

Una volta stabilito un tempo totale di ciclo totale, comprendente quindi anche il relativo riposo, era facile risalire al numero di pezzi minimo da produrre affinché un operaio potesse ottenere la paga base.

La retribuzione a cottimo era strutturata seguendo la base di questo principio.

### **2.11.2 Esempio numerico per il calcolo delle unità di Bedaux**

Supponendo di avere due cicli di lavoro diversi tra loro A e B, si hanno i seguenti dati:

Nel *ciclo di lavoro A*, ad esempio, la durata era di un minuto e il riposo necessario del 160%; con un semplice calcolo è possibile dedurre che il totale fosse di 2,6 minuti e le relative unità di Bedaux (B) pari a 2,6 B.

Nel *ciclo di lavoro B* della durata di 4 minuti con un 30% di riposo, il totale corrispondeva a 5,2 minuti coincidenti con 5,2 B.

A questo punto supponendo che in 10 ore un operatore del primo tipo producesse 300 componenti era possibile ricavare la “quantità di lavoro” da lui prodotta cioè 780 B ( $300 * 2,6$ ); assunta questa quantità di unità come possibile stipendio base era possibile calcolare quanti pezzi dovevano essere prodotti nel ciclo B (150) per ottenere le 780 unità nelle medesime 10 ore.

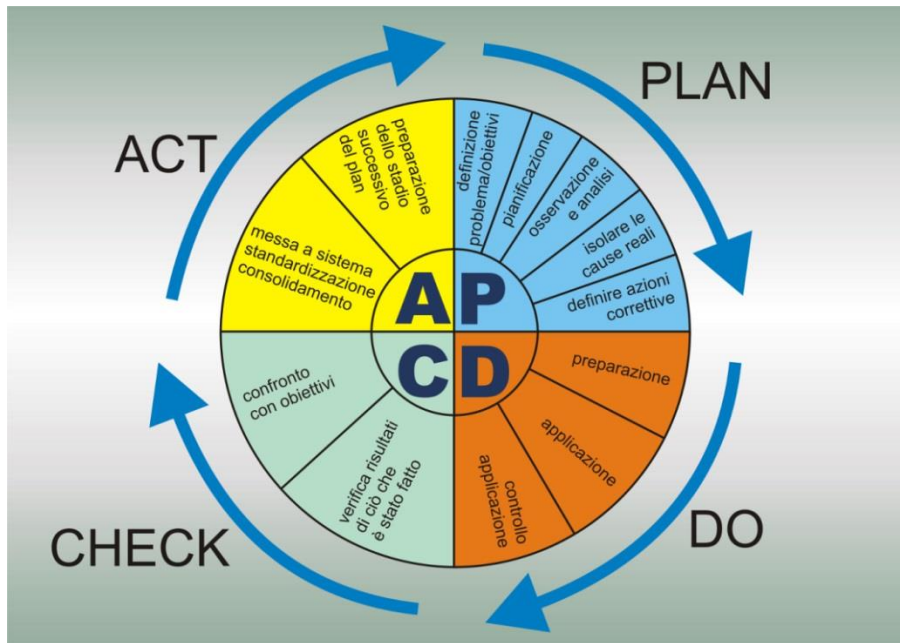
Il sistema portava a notevoli variazioni sui costi aziendali perché consentiva un risparmio sul costo della produzione sino al 35%, ad un calo del costo per addetto pari al 20%. Nonostante questi aspetti positivi, all’ interno delle aziende in cui fu applicato (Fiat di Torino, varie aziende del Regno Unito) scatenò malumori e rivolte, con il verificarsi persino di aggressioni ai controllori.

## 2.12 Miglioramenti in ottica kaizen e ciclo PDCA

Come già anticipato, questo tipo di analisi offre una panoramica ottimale, integrata con l'analisi dei metodi, per introdurre delle modifiche in ottica kaizen sulla base della situazione "as is" studiata. Tramite l'analisi tempi e metodi è possibile capire con precisione la durata delle attività a valore aggiunto, come il montaggio di vari componenti, la trasformazione della materia prima attraverso lavorazioni meccaniche, o attività a non valore aggiunto come i trasporti o le attese. Altro fattore da considerare è l'aspetto economico, in termini di numeri in genere la spesa sostenuta per lo studio è del 20-25% del risparmio totale annuo.

L'elaborazione dei tempi integrando uno studio dettagliato del processo è uno step estremamente importante, poiché è in quell'istante che entra in gioco la creatività dell'analista per rivedere il metodo, eliminare le attività a non valore aggiunto (quando possibile), trovare delle possibili alternative, discuterle con l'operatore, con la direzione e implementarle. Solo attraverso il coinvolgimento delle persone è possibile ottenere risultati positivi, sono gli operatori che passano la maggior parte del tempo nel reparto di lavoro e occorre lavorare sulla stessa lunghezza d'onda per ottenere un miglioramento e soprattutto mantenerlo nel tempo.

Da questo punto di vista un contributo molto significativo venne dato da William Edward Deming (Sioux City, 14 ottobre 1900 – Washington, 21 dicembre 1993). Fu un ingegnere, saggista, consulente di gestione aziendale, manager e diede un grande contributo agli studi sul miglioramento della produzione negli Stati Uniti durante la Seconda Guerra Mondiale e soprattutto in Giappone dove ideò il ciclo PDCA.



(fig.2.5 ciclo PDCA)

Secondo la filosofia di Deming la produzione doveva essere vista come un sistema che comprendeva tutti coloro che interagivano nell'erogazione del servizio e a partire da questo concetto era possibile incrementare la qualità praticando un continuo miglioramento (fig. 2.6). Deming sosteneva che concentrarsi sulla qualità (definita come risultati degli sforzi/costi totali) significasse migliorare quest'ultima e ridurre i costi nel tempo. Contrariamente invece quando un'organizzazione si concentrava solo sui costi, essi aumentavano e la qualità risultava addirittura peggiorare.

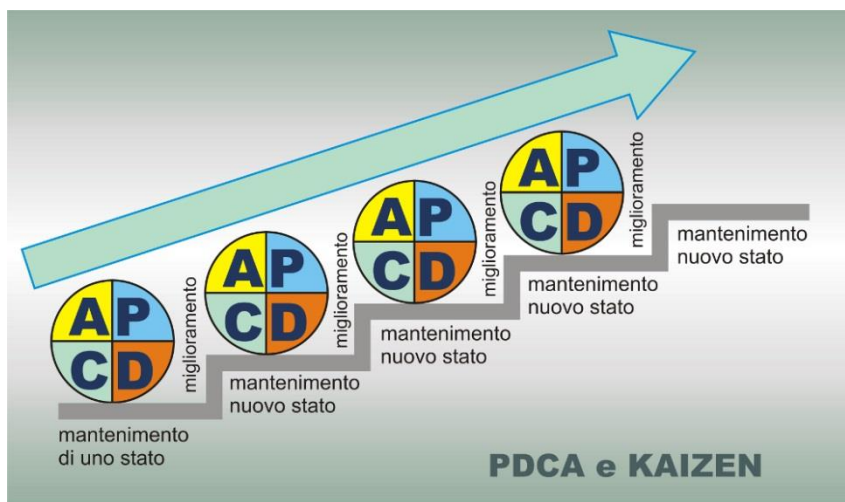
Il ciclo di Deming, Plan Do Check Act è un modello studiato per il miglioramento continuo della qualità in ottica a lungo raggio. Un'altra versione di questo ciclo, viene chiamata OPDCA dove la prima lettera ha il significato di "osservazione" e "afferrare la condizione attuale".

I punti fondamentali sono:

- Plan: Sviluppare un piano concreto che specifichi la definizione dei problemi e degli obiettivi e che chiarisca i compiti, le responsabilità e definisca le azioni correttive.
- Do: Fare qualcosa, cioè sviluppare idee, prove, simulazioni, interventi su piccola scala.
- Check: verificare ciò che viene svolto se portano benefici efficaci o se comportano inconvenienti o effetti collaterali. Solo con risposte positive si passa all'ultima fase, altrimenti si apportano opportune correzioni.

- Act: rendere stabile il cambiamento. Per poi ricominciare il ciclo da capo e ottenere ulteriori miglioramenti.

L'applicazione iterativa del ciclo PDCA rende efficace l'applicazione del miglioramento continuo come schematizzato nella figura sottostante (fig.2.6).



(fig.2.6 continuous improvement)



In figura è illustrato un esempio di flusso dei materiali che una volta acquistati dai fornitori, dopo essere stati stoccati nel magazzino (elemento azzurro centrale in fig. 3.1), subiscono lavorazioni di taglio e piega, saldatura, verniciatura per poi essere preassemblati e successivamente montati in linea di montaggio.

Il futuro layout prevede un altro punto di accettazione più a destra rispetto a quella attuale e un nuovo supermarket dedicato alla fabbricazione; il taglio-piega e la saldatura verranno tra loro invertiti in modo da “allineare” il flusso dei materiali in direzione del paint. Il flusso dei materiali proseguirà nella parte inferiore dello stabilimento (fig.3.1) per giungere ai preassemblati e alla linea di montaggio che verrà girata, le macchine usciranno quindi in verso opposto rispetto a quello attuale.

Il team di cui facevo parte, ha concentrato l'attenzione sul reparto di fabbricazione (saldatura). Il lavoro da svolgere da parte del team è stato suddiviso in questo modo: due persone si occupavano della parte di approvvigionamento dei materiali, analizzando le distinte base e ideando un nuovo sistema per fornire il materiale agli operatori nelle aree di produzione; altre tre persone studiavano una determinata area di interesse a livello microscopico, esaminando il ciclo di lavorazione con l'analisi tempi e metodi, considerando il layout attuale e le informazioni fornite dagli operatori. Una volta disegnato il quadro della situazione “as is”, lo step successivo consisteva nella revisione dell'area di lavoro, attuando opportune modifiche e integrando il lavoro svolto sull'approvvigionamento materiali, con l'obiettivo di migliorarla e renderla più produttiva, eliminando quanto più possibile le attività a non valore aggiunto e ulteriori problematiche.

### **3.1 Il Plan For Every Part**

Le prime tre settimane in azienda sono state dedicate al PFEP (Plan For Every Part), il sistema lean di gestione dei materiali.

L'idea di fondo di questa metodologia consiste nel creare un database dettagliato con informazioni relative a ogni codice e metterle a disposizione di tutti gli utenti in modo semplice e intuitivo. Ogni azienda di per sé sceglie quali informazioni includere nel proprio database (utilizzo giornaliero, luogo di utilizzo, luogo di stoccaggio, fornitore, peso, ecc.).

Con un foglio elettronico di questo tipo è sempre possibile ordinare i codici presenti a seconda delle informazioni raccolte e offrire risposte rapide ai reparti di produzione.

È interessante sottolineare come il PFEP non crei direttamente valore aggiunto al cliente, ma è un processo che aumenterà significativamente la percentuale di attività a valore aggiunto dello stabilimento. (*Making Material Flow; Harris, Wilson*)

Nel reparto di saldatura tutti i materiali utilizzati dagli operai per eseguire la saldatura venivano approvvigionati su casse o contenitori non standardizzati, senza un'associazione precisa e univoca tra un codice e il contenitore, molto spesso ci si trovava quindi nel caso di avere componenti piccoli, contenuti in casse di grandi dimensioni (fig. 3.1).



(fig. 3.1 casse situazione as is)

Sulla base di problematiche di questo tipo, che non consentivano il perfetto utilizzo dello spazio a disposizione, è stata svolta l'attività di analisi e pesatura per creare il database con informazioni specifiche di ogni singolo componente usato nelle aree analizzate del reparto di saldatura.

L'analisi fisica di ogni componente serviva per compilare i seguenti campi:

1. Trovare quale componente standard più piccolo potesse contenere il pezzo, mantenendone la sovrapposibilità e indicare il pezzo come "non contenibile" qualora non fosse stato contenibile in nessun KLT (fig.3.2).
2. Stimare il numero massimo di pezzi contenibili in ogni KLT o casse standard.
3. Indicare il peso del componente, quando possibile.
4. Indicare la movimentazione possibile in base a peso e dimensioni.
  - 2 Movimentabile utilizzando solo 2 dita.
  - 5 Movimentabile utilizzando una mano.
  - 10 Movimentabile utilizzando due mani.
  - 20 Movimentabile da due persone.
  - 90 Movimentabile solo con l'ausilio di mezzi meccanici come un paranco.



Quando un componente non era contenibile nei contenitori standard KLT veniva specificato, se dimensionalmente si sviluppavano in un'unica direzione (LUNGHEZZA) o in due direzioni (LARGHEZZA).

In figura 3.2 sono rappresentati i contenitori standard utilizzati per le stime.

CODICE	IMMAGINE	CODICE	IMMAGINE	DIMENSIONI	CODICE	IMMAGINE	DIMENSIONI
KLT 2115	 150 200 150	2A	 2A	Larghezza: 600 Lunghezza: 800 Altezza: 450	5D	 5D	Larghezza: 800 Lunghezza: 2100 Altezza: 750
KLT 3215	 200 300 150	2D	 2D	Larghezza: 800 Lunghezza: 1200 Altezza: 750	6D	 6D	Larghezza: 800 Lunghezza: 2100 Altezza: 350
KLT 4315	 300 400 150	3D	 3D	Larghezza: 800 Lunghezza: 1200 Altezza: 350	9D	 9D	Larghezza: 800 Lunghezza: 3100 Altezza: 750
KLT 4329	 300 400 290	4D	 4D	Larghezza: 800 Lunghezza: 1500 Altezza: 750	10D	 10D	Larghezza: 800 Lunghezza: 1500 Altezza: 350
KLT 6415	 400 600 150						
KLT 6429	 400 600 290						

(fig. 3.2 KLT standard e casse)

I contenitori standard KLT sono in polipropilene, un materiale che presenta buone qualità meccaniche e termiche, suddivisi in 6 categorie modulari tra loro in modo da poter impilare anche contenitori di dimensioni diverse.

L'analisi svolta su un totale di circa 5000 codici ha fornito le basi per avere un database di questo tipo (fig. 3.3) che fornisce informazioni anche riguardo la provenienza dei codici (prodotto internamente o acquistato presso i fornitori) oltre che alle loro caratteristiche già citate.

			Contenitore	Quantità	Peso	Movimentabile	Categoria
Etichette di riga	Descrizione	Tipo articolo					
28380072	RINFORZO ATTACCO CONTROBATTIT	prodotto	KLT 2115	60	90	2	Contenibile<15 kg
28380075	WIRE - CONCAVE	acquisto	2A	1000	50	5	Non contenibile<15kg
28380355	BOESNING	acquisto	KLT 2115	116	80	2	Contenibile<15 kg
28380392	PIASTRINA ATTACCO CONTROBAT	prodotto	KLT 2115	33	260	2	Contenibile<15 kg
28380517	RINFORZO CONTROBATTITORE	prodotto	2A	0	2330	5	Non contenibile<15kg
28380542	RINFORZO ATTACCO CONTROBAT	prodotto	KLT 2115	65	140	2	Contenibile<15 kg
28380543	PIASTRINA ATTACCO POST.CONTROB	prodotto	KLT 2115	33	260	2	Contenibile<15 kg
28380632	COVER	acquisto	2A	1000	130	5	Non contenibile<15kg
28385036	BAGERSTE LINIAL	acquisto	6D	250	2747	10	Non contenibile<15kg
28385038	VANGE	acquisto	2A	100	2120	5	Non contenibile<15kg
000107882110	TALL NUT M10x1.5x9.3	acquisto	KLT 3215	700	20	2	Contenibile<15 kg
000161022110	TALL NUT M8x1.25x7.5 - DIN EN	acquisto	KLT 2115	500	20	2	Contenibile<15 kg
003222869540	TIRANTE	acquisto	C3	230	595	5	Non contenibile<15kg
003223225570	RINFORZO FIANCO CASSA	prodotto	KLT 2115	70	185	5	Contenibile<15 kg
003223489600	BRIGLIA	acquisto	KLT 2115	150	40	2	Contenibile<15 kg
003229103510	STAFFA POSTERIORE CENTRALE	prodotto	C3	100	1820	5	Non contenibile<15kg
003229104510	STAFFA POST. CENTR.	prodotto	C3	100	1820	5	Non contenibile<15kg
003229427570	TRAVERSO DX TELAIIO MOTORE	prodotto	C3	16	3960	5	Non contenibile<15kg
003230103550	FERMO STRUTTURA PORTANTE	prodotto	KLT 3215	6	890	5	Contenibile<15 kg
003231059540	STAFFA POST. SX	prodotto	KLT 3215	10	1250	5	Contenibile<15 kg
003231095510	PIASTRA TRASVERSALE	prodotto	2A	50	3240	5	Non contenibile<15kg
003232454575	TRAVERSO CENTRALE	prodotto	C3	150	780	5	Non contenibile<15kg
003232455510	STAFFA ANT.SX	prodotto	KLT 4315	6	1870	5	Contenibile<15 kg

(fig. 3.3; database PFEP)

In questo modo è stata creata la base per cambiare metodo di stoccare a supermarket e approvvigionare ogni area o box, di saldatura creando nuovi kit o carrelli standardizzati. L'obiettivo finale è quello di arrivare a rifornire il materiale all'interno dei box con gestioni a *kit* e a *kanban*.

Parallelamente a questo e sempre sulla base del database sviluppato, verrà strutturato anche un nuovo supermarket situato il più vicino possibile al reparto fabbricazione e al taglio-piega con lo scopo di alimentare tutti i box della fabbricazione. In questo contesto del nuovo supermarket, dovranno essere utilizzate più risorse umane che eseguiranno il picking dei materiali per andare poi a comporre i kit (o kanban) che verranno inviati ad ogni area del reparto con le giuste tempistiche per migliorare ulteriormente l'efficienza della produttività.

I *kit* (fig. 3.3.1) sono molto utilizzati all'interno dello stabilimento e consistono in strutture standard (di solito 80x60 cm o 80x120 cm) che consentono di trasportare più codici contemporaneamente all'interno (e solo quelli) necessari per produrre il codice padre.



(fig.3.3.1 esempio di kit, gestione a kanban e trasporto dei kit)

Nel caso in esame, per il reparto di fabbricazione, tramite il lavoro di un ingegnere meccanico, sono stati creati dei nuovi kit e carrelli seguendo i criteri esposti nella figura 3.4 sottostante.

TIPO GESTIONE	TIPO COMPONENTE	DIMENSIONI	CARATTERISTICHE
<u>KANBAN</u>	-CONTENIBILE e con alta frequenza utilizzo, sopra 40%	Piccole	
<u>KIT RIPANI</u>	-CONTENIBILE con (bassa frequenza utilizzo, sotto 40%) NON CONTENIBILE ma <15kg	Piccole/medie dimensioni con L < 0.8m	Non necessario utilizzo ausilio
<u>KIT VERTICALE</u>	- NON CONTENIBILI ma <15kg	Una dimensione >> altre ma L < 2.5m	Non necessario utilizzo ausilio
<u>KIT CUSTOM</u>	- NON CONTENIBILI e peso > 15 kg (con forme particolari es:lamiere..etc ) - NON CONTENIBILI e peso < 15 kg (es :tubi tozzi, traverse...etc)	forme particolari di Medie/ Grandi dimensioni	Prelevabili con ausilio
<u>KIT SPECIFICO</u>	- NON CONTENIBILI e peso > 15 kg - NON CONTENIBILI e peso < 15 kg	Componenti particolari oppure lunghezza superiore 2.5m oppure componenti singoli	Prelevabili con ausilio

(fig.3.4)

La gestione a *kanban* (fig. 3.3.1) prevede l'utilizzo di apposite rulliere movimentabili a mano o tramite mezzo meccanico e rifornite con il concetto *just in time*, quando cioè viene esaurito il contenitore all'interno dell'area di interesse. Questo tipo di gestione è riservata per i codici con un'alta frequenza di utilizzo (sopra il 40%).

Nell'approvvigionamento a kit invece il materiale non viene rifornito "a chiamata", ma con una determinata cadenza, i nuovi kit, al momento, sono stati pensati per coprire un fabbisogno di 4 macchine.

Con l'utilizzo di queste gestioni sarà possibile ridurre lo spazio utilizzato all'interno di ogni area così come diminuire la possibilità di errore da parte degli operatori poiché verrà

fornito solo il materiale necessario alla produzione del codice padre. Inoltre sarà possibile fornire il materiale attraverso il trenino che trasporta più kit in un unico giro (fig.3.3.1) rispetto alla situazione attuale che vede impiegati diversi muletti con successiva saturazione di molti carrellisti.

Come mostrato in figura 3.4, sono stati creati dall'ingegnere meccanico il *kit a ripiani*, il *kit verticale*, il *kit custom* e il *kit specifico*.

Nei *kit a ripiani* i componenti verranno stoccati all'interno dei contenitori KLT (fig.3.4.1), gli altri tre invece sono stati pensati per componenti di dimensioni maggiori.



(fig. 3.4.1. *kit a ripiani, kit custom, kit verticale*)

Il *kit specifico* sarà usato per componenti più lunghi e pesanti, rispetto a quelli trasportati nei tre kit sopracitati, un esempio sarà specificato nei paragrafi seguenti.

Seguendo questa logica, è iniziato il processo per mutare tutto il modo di approvvigionare materiale nei vari reparti di saldatura, che garantirà una drastica diminuzione dei trasporti interni, assicurando un utilizzo migliore dello spazio a disposizione all'interno delle aree di lavoro.

## 3.2 Studio del processo produttivo

Come già spiegato nei paragrafi precedenti, l'analisi tempi e metodi in questo caso è stata utilizzata per trovare possibili miglioramenti al ciclo di lavoro attuale e per rivedere la disposizione planimetrica interna di ogni reparto, in ottica kaizen e in funzione dello spostamento dell'area nel futuro layout aziendale.

Non sono state quindi effettuate maggiorazioni dovute a fatica o ambiente di lavoro in quanto l'obiettivo primario non era l'individuazione dei tempi standard.

Con l'utilizzo della videocamera e talvolta del cronometro è stato quindi analizzato un ciclo di lavoro, elaborando poi un diagramma di flusso ("flowchart") suddividendo il ciclo di lavoro in fasi elementari e differenziando le operazioni a valore aggiunto da quelle a non-valore aggiunto; una volta studiate le operazioni *not-value-added*, sono state pensate delle soluzioni per eliminarle o ridurle, ed è stata effettuata una stima dei risultati previsti per avere un'idea quantificata e più precisa del tutto.

Per operazioni a valore aggiunto si intende tutto ciò che trasforma la natura chimica o fisica del materiale per arrivare a ciò che verrà presentato al cliente.

Le operazioni a non valore aggiunto sono quelle in cui non viene effettuato un lavoro effettivo sul materiale, come ad esempio le movimentazioni interne, degli operatori o dei materiali.

I cambiamenti proposti devono ancora essere implementati in quanto l'azienda è attualmente coinvolta in un altro progetto estremamente importante, di produzione prototipi di una nuova macchina, nei prossimi mesi (sfruttando anche la pausa della produzione estiva) verranno implementate le idee di miglioramento.

Nell'analisi del ciclo di lavoro prima di tutto è sempre stata fatta una valutazione sulla sicurezza poi sono state utilizzate anche le *spaghetti chart*, al fine di capire in modo intuitivo e visuale gli spostamenti dell'operatore e i *point of use* dei vari materiali riforniti.

Nella mia esperienza di stage, ho svolto in più aree di fabbricazione l'analisi tempi e metodi, in questo capitolo verranno presentati degli esempi del lavoro in alcune aree di saldatura.

### **3.2.1 Esempio analisi tempi e metodi applicata all'assemblaggio e saldatura del Serbatoio Grano (7110350M91)**

Il primo esempio presentato è quello dell'assemblaggio e saldatura del serbatoio grano, il quale viene svolto a mano, senza macchine automatizzate utilizzando puntatrice e saldatrice da un unico operatore.

L'area interessata, all'interno dell'azienda viene chiamata 87 FB (fig. 3.5) si tratta di un'area più spaziosa rispetto alle altre presenti, con una maschera molto grande (viste le dimensioni del serbatoio grano) situata in posizione centrale, movimentabile sia a mano che elettricamente; l'intero ciclo di assemblaggio e saldatura del serbatoio grano è lungo, circa due ore, generato da più di 200 operazioni complessive.



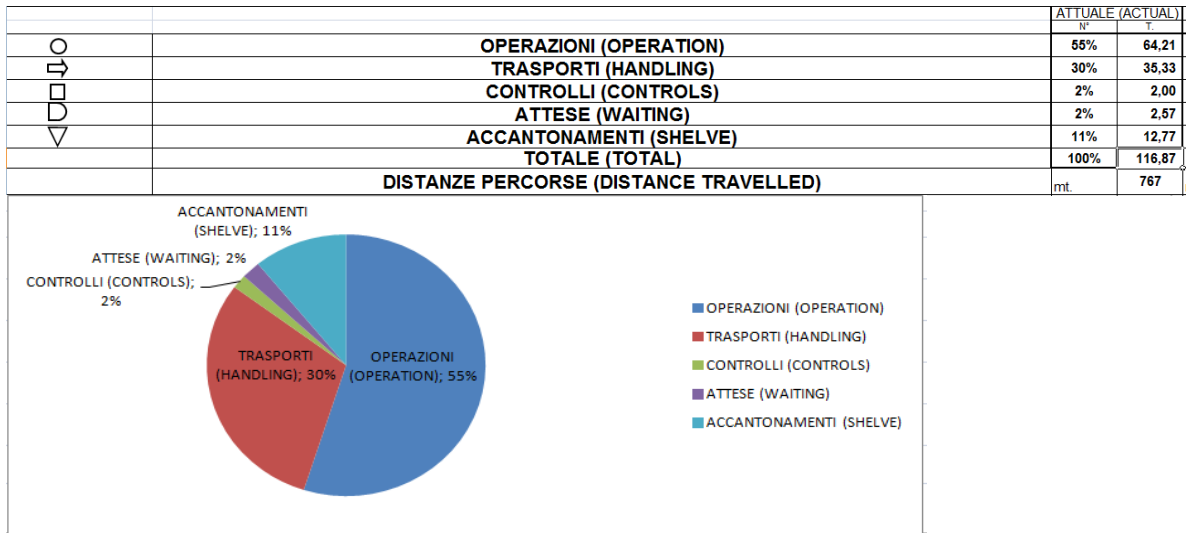
(fig.3.5 box 87FB)

Nella figura sottostante (3.6) si può vedere una parte di flowchart dove è stato studiato il ciclo di lavoro della saldatura complessiva del serbatoio grano.

N°	FASI DELLA LAVORAZIONE (PHASES DESCRIPTION) ATTUALE - PROPOSTO (ACTUAL - FUTURE)	OPERAZIONI (OPERATION) ○	TRASPORTI (HANDLING) ↓	CONTROLLI (CONTROLS) □	ATTESE (WAITING) ▢	ACCANTONAMENTI (SHELVE) ▽	DISTANZE (mt.) (DISTANCE)	TEMPI NETTI SINGOLE FASI (min.) (NET VELOCITY * (75- 100) (SPEED)	TEMPI NORMALIZZATI (min) (TIME NORMALIZED)	
43	spostarsi con la puntatrice in fondo al serbatoio		X				3	0,18	90	0,165
44	puntare	X						0,67	90	0,600
45	accantonare puntatrice e prendere lima					X	4	0,12	90	0,105
46	limare	X						0,52	90	0,465
47	accantonare lima e ruotare maschera a mano					X	6	0,43	90	0,390
48	prendere puntatrice a bandiera		X				3	0,20	90	0,180
49	puntare	X						4,30	90	3,870
50	accantonare puntatrice e prendere lima					X	3	0,13	90	0,120
51	limare	X						0,85	90	0,765
52	accantonare lima e prendere saldatrice e maschera					X	4	0,23	90	0,210
53	saldare	X						0,13	90	0,120
54	spostarsi con la saldatrice in fondo al serbatoio		X				3	0,10	90	0,090
55	saldare	X						0,12	90	0,105
56	ruotare la maschera a mano e con pulsante		X				2	0,22	90	0,195
57	saldare	X						0,30	90	0,270
58	accantonare saldatrice					X	4	0,15	90	0,135
59	raggiungere pulsante per ruotare la maschera		X				5	0,22	90	0,195

(fig.3.5 parte di flowchart)

Come si può vedere dall'esempio è stata effettuata la suddivisione in operazioni elementari, categorizzate poi in operazioni, trasporti, controlli, attese, accantonamenti, indicando la distanza percorsa e il rendimento globale dell'operatore. Il foglio di calcolo utilizzato, fornito da un consulente esterno, raffigura in un grafico, in modo molto intuitivo il risultato dell'analisi tempi e metodi *as is*. Nel caso del serbatoio grano, il tempo totale era 127 minuti, generato da un totale di circa 250 operazioni, con 767 mt di distanza percorsa dall' operatore.



(fig.3.6 risultati situazione as is)

Una volta effettuata questa fase si è lavorato per trovare soluzioni per cercare di ridurre quanto più possibile i trasporti, gli accantonamenti o le attese.

Svolgendo l'analisi ho constatato in prima persona che l'operatore molto spesso doveva recarsi al banco di lavoro (situato a circa due metri di distanza) per prendere il raschietto, il martello, la saldatrice, la maschera per proteggere gli occhi, la puntatrice e altri utensili da utilizzare nel *point of use* principale, cioè la maschera di saldatura, situata al centro del box. L'idea proposta, e approvata dal resto del team, è quella quindi di utilizzare un carrellino portautensili con ruote (fig. 3.7) in modo da consentire all'operatore di risparmiare i continui viaggi ad alta frequenza per recuperare ciò che gli serve per lavorare (martello, raschietto, spray e altri utensili); potrà inoltre essere dotato di un supporto per la mola, in modo da poterla collocare facilmente vicino alla maschera di utilizzo.



(fig. 3.7 esempio carrellino portautensili)

Con questo semplicissimo accorgimento, sempre mediante l'utilizzo della flowchart nel foglio di excel sono stati stimati i risultati finali, rappresentati in figura 3.8. Più precisamente è stata presa ogni singola operazione che interessava il recupero di un

utensile (ad esempio il raschietto) ed è stato stimato il tempo e la distanza che verranno impiegati in futuro.

	PRIMA (BEFORE)	DOPO (AFTER)	%
LEADTIME (min.)	127,90	116,36	-9
HANDLING (mt.)	767	523	-32
VA (min.)	64,21	64,21	0
NVA (min.)	52,66	42,56	-19

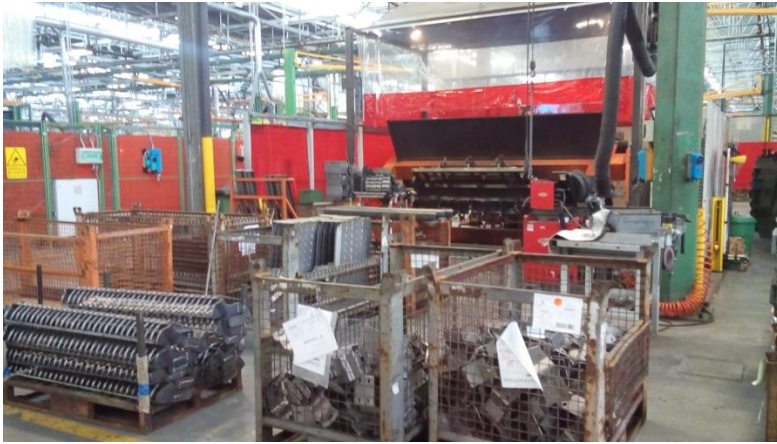
(fig. 3.8 benefit stimati)

In un ciclo piuttosto lungo come quello preso in esame, le brevi operazioni di procurare gli utensili necessari nel banco di lavoro sembravano essere ininfluenti durante l'osservazione della lavorazione e soprattutto non costituivano minimamente fonte di fatica per l'operatore. Solo attraverso l'analisi tempi e metodi è stato possibile notare un'alta frequenza (circa 60) di queste brevi operazioni e stimare una possibile riduzione di circa il 20%. Questo è solo uno dei possibili cambiamenti trovati, in questo box nei prossimi mesi verrà rivisto il kittaggio nelle modalità spiegate nei paragrafi precedenti e verrà spostato in un'altra zona dello stabilimento; utilizzando il concetto del ciclo PDCA, verrà implementato questo miglioramento e mantenuto nel tempo, per poi eseguire nuovamente l'analisi e trovare altri spunti, magari modificando il metodo utilizzato, sempre agendo in ottica *kaizen*.

### 3.3 Studio del processo produttivo e elaborazione del nuovo layout

Viene ora presentata un'area analizzata e modificata dal team, su cui è stata sviluppata un'ipotesi di nuovo layout. Nel contesto aziendale l'area viene identificata come *robot 89.56* (fig.3.9) e prevede la presenza di un robot automatico per la saldatura che presenta una maschera per la saldatura automatica e una maschera per la saldatura manuale da effettuarsi in contemporanea.





(fig.3.9 box robot 89.56)

In questo reparto è stato rivisto l'intero sistema di approvvigionamento del materiale e incrociando questo studio con l'analisi tempi e metodi svolta, è stato possibile elaborare un nuovo layout interno del box da utilizzare quando verrà spostata l'area.

In questo box vengono prodotte molteplici combinazioni di codici padre come *le punte, le traverse, i telai, i longheroni* ecc.; nonostante sia presente una macchina automatica, a oggi non è stata fatta un'analisi sul rendimento del robot, volta al bilanciamento dell'attività dell'operatore, in futuro sarà ottimale effettuarla, per cercare di ridurre al minimo i fermi macchina del robot e le attese dell'operatore, programmare la manutenzione, diminuire i tempi di setup (utilizzando la metodologia SMED) e alzare quanto più possibile l'utilizzo del robot.

Il problema maggiore in questo box, facilmente visibile e sottolineato dagli operatori, era il poco spazio a disposizione per lavorare (fig.3.9), largamente occupato da numerose casse o gabbie contenenti il materiale da utilizzare.

In questo robot, vengono prodotti diversi componenti per la mietitrebbia, quindi la disposizione planimetrica dei materiali approvvigionati varia in genere almeno una volta a settimana, in concomitanza con il setup che porta al cambio delle maschere di saldatura.

Come nel caso precedente, sono stati analizzati tutti i cicli di lavoro mediante analisi tempi e metodi ed elaborazione di *flowchart* e *spaghetti-chart* dei componenti prodotti nel box, individuando tutti i *point of use*, con le loro frequenze di utilizzo e per ognuno è stato sviluppato un nuovo layout, comprendente il nuovo kittaggio e i miglioramenti sviluppati.

Attraverso questa attività kaizen verrà sicuramente ridotto il numero di movimentazioni interne, in quanto in precedenza venivano portate 8-9 gabbie di materiale con mezzi meccanici e sarà impiegato uno spazio inferiore per l'intero box; con l'utilizzo dei kit sarà

sufficiente usare tre tipi di nuovi kit che consentirà un rapido cambio di configurazione del box per produrre le diverse combinazioni di componenti.

N°	MAIN ASSEMBLY	FASI DELLA LAVORAZIONE (PHASES DESCRIPTION) ATTUALE - PROPOSTO (ACTUAL - FUTURE)	OPERAZIONI (OPERA TOR)	TRASPORTI (HANDLING)	CONTROLLI (CONTROLS)	ATTESE (WAITING)	ACCANTONARE INTO (SHELVE)	DISTANZE (m) (DISTANCE)	QUANTITÀ (QUANTITY)	TEMPI NETTI SINGOLE FASE (min) (NET TIME PER SINGLE OPERATION)	TEMPI NORMALIZZATI (min) (TIME NORMALIZED)	NOTE (REMARKS)	ARTICOLO (PART NUMBER)	
														<input checked="" type="checkbox"/>
3	MAIN ASSEMBLY	APRIRE MORSETTI MASCHERA - CON MARTELLO		X					3	0,38	100	0,380		
4	MAIN ASSEMBLY	PRENDERE SALDATRICE		X					3	0,20	100	0,200		
5	MAIN ASSEMBLY	SALDARE TONDI (NON SALDATI DAL ROBOT)	X							0,63	100	0,633		
6	MAIN ASSEMBLY	ACCANTONARE SALDATRICE					X		3	0,07	100	0,067		
7	MAIN ASSEMBLY	RIMUOVERE IL PETTINE E ACCANTONARE SU CASSA		X					8	0,27	100	0,267		003233640500
8	MAIN ASSEMBLY	PRENDERE BRACCIO DA CARRELLINO - POSIZIONARE SU MASCHERA		X					1	0,20	100	0,200		003233640520
9	MAIN ASSEMBLY	PRENDERE DA KIT SPRANGHE (2) - POSIZIONARE SU MASCHERA		X					7	0,27	100	0,267		003233640540
10	MAIN ASSEMBLY	PRENDERE ALTRO BRACCIO DA CARRELLINO - FISSARE SU MASCHERA		X					1	0,12	100	0,120		003233640510
11	MAIN ASSEMBLY	PRENDERE DITI PETTINE DA 2A A LATO - POSIZIONARE SU MASCHERA (14)		X					3	0,70	100	0,700		323089255
12	MAIN ASSEMBLY	PRENDERE DITI PETTINE CORTI DA 2A A LATO - POSIZIONARE SU MASCHERA (13)		X					3	0,70	100	0,700		323364055
13	MAIN ASSEMBLY	CHIUDERE MORSETTI		X					2	0,08	100	0,083		
14	MAIN ASSEMBLY	PRENDERE SALDATRICE		X					3	0,12	100	0,120		
15	MAIN ASSEMBLY	SALDARE	X							0,25	100	0,250		
16	MAIN ASSEMBLY	ACCANTONARE SALDATRICE					X		3	0,10	100	0,100		
17	MAIN ASSEMBLY	RUOTARE MASCHERA (SALE LA TRAVERSA)		X					4	0,25	100	0,250		
18	MAIN ASSEMBLY	TOGLIERE GALLETTI INSERITI IN PRECEDENZA SULLA TRAVERSA (8)		X					4	0,80	100	0,800		
19	MAIN ASSEMBLY	RUOTARE MASCHERA		X					2	0,30	100	0,300		
20	MAIN ASSEMBLY	APRIRE MORSETTI MASCHERA - CON MARTELLO - SGANCIARE PEZZO (TRAVERSA)		X					2	0,34	100	0,340		
21	MAIN ASSEMBLY	PRENDERE SALDATRICE		X					3	0,12	100	0,117		
22	MAIN ASSEMBLY	SALDARE	X							0,25	100	0,250		
23	MAIN ASSEMBLY	FINIRE DI TOGLIERE GALLETTI (1)		X					0	0,20	100	0,200		
24	MAIN ASSEMBLY	SALDARE	X							0,15	100	0,150		
25	MAIN ASSEMBLY	AGGANCIARE PF TRAVERSA CON PARANCO - POSIZIONARE SU CASSA		X					12	1,10	100	1,100		003234662100

(fig. 3.10 flowchart)

In figura 3.10 è esposta una parte di diagramma di flusso del ciclo di lavoro per la produzione di *pettine* (003233640505), *punte* (322315610), *traversa anteriore 5SW* (003234662100) *staffa* (3219543100), (fig.3.11).

Il ciclo completo dura circa 40 minuti, suddivisi in 64 operazioni complessive e produce un pettine, una traversa anteriore, quattro punte, quattro staffe.



(fig.3.11 traverse, pettine, punte, staffa)

Il layout di partenza (fig.3.12) si presentava senza un preciso ordine, le gabbie e le casse contenenti il materiale venivano posizionate a seconda delle richieste dell'operatore le quali si adeguavano alla tipologia di gabbia considerata. È stato osservato che non sempre i componenti arrivavano nelle medesime gabbie quindi era praticamente impossibile trovare uno spazio di scarico o posizionamento standard all' interno del layout.



PF (zona rossa). Nelle due zone contrassegnate dall'arancione, si trovano i punti di utilizzo dei kit in ingresso. Sarà compito dell'operatore, portare in quel punto, o modificabile a sua discrezione, i kit forniti nella zona di ingresso.

Producendo 4 diversi codici di PF, considerando le distinte base, questo ciclo richiederà l'utilizzo del *kit verticale*, del *kit a ripiani* e del *kit specifico*.

Nel *kit specifico* verrà trasportata la traversa, considerato il peso e la lunghezza, la scelta di posizionare questo kit, vicino al banco di lavoro è dettata dal fatto che l'operatore, dopo aver prelevato la traversa con paranco, come prima cosa deve montare i dadi appoggiandosi su di esso per poi trasportare la traversa sulla maschera del robot.

Vale la pena sottolineare che l'idea di fondo sarà quella di mantenere queste due zone di carico/scarico standard anche per le altre configurazioni, ciò che non accadeva prima d'ora in modo da facilitare il più possibile il lavoro dei carrellisti e degli operatori.

La logica dei kit funziona con il concetto del pieno/vuoto, cioè l'"area di arrivo" sarà costituita dai quattro kit in ingresso, l'operatore porterà questi ultimi nel proprio punto di utilizzo grazie all'uso delle ruote; successivamente le "aree di arrivo", saranno rifornite con altri kit di trasporto componenti.

In figura è possibile notare anche la presenza di due banchi di lavoro, rispetto a prima in cui ne era presente solo uno. Il secondo banco (vuoto nella parte centrale) servirà a garantire un appoggio per il montaggio delle traverse (fig. 3.15) che prima avveniva sfruttando le casse come appoggio.

Come nel caso precedente, sempre tramite il foglio excel è stata svolta una stima per analizzare le differenze che si presenteranno durante l'esecuzione di questo ciclo produttivo.

	PRIMA (BEFORE)	DOPO (AFTER)	%
LEADTIME (min.)	38,86	31,05	-20
HANDLING (mt.)	214	164	-23
VA (min.)	8,02	8,02	0
NVA (min.)	27,31	20,21	-26

(fig. 3.14)

I savings ottenuti nel leadtime, così come nelle movimentazioni sono anche frutto di idee raccolte coinvolgendo l'operatore e quantificando la modifica tramite la misurazione del lavoro con l'analisi tempi e metodi.

Durante la fase di assemblaggio delle *traverse anteriori 5SW (003234662100)*, l'operatore eseguiva e tuttora esegue il montaggio a mano di opportuni galletti per il fissaggio dei dadi

poi saldati automaticamente dal robot.



(fig. 3.15)

In accordo con l'operatore e con il resto del team, si è pensato di fornire un avvitatore elettrico e delle viti per eseguire la stessa operazione, ma in un modo più semplice e veloce per chi lavora.

Attraverso la misurazione del lavoro, cronometrando le fasi relative al montaggio dei galletti è emerso che per ogni traversa l'operatore attualmente spende un tempo compreso tra 3-4 minuti per il fissaggio dei dadi, con l'utilizzo del nuovo metodo, secondo le stime, sarà possibile riuscire almeno a dimezzare tale tempo.

Sempre riguardo al montaggio delle traverse, attualmente il componente arriva nell'area di lavoro all'interno di gabbie che vengono poi usate anche come appoggio per il primo montaggio dei dadi (fig. 3.15); in futuro l'appoggio sarà il secondo banco di lavoro vuoto, e il trasporto avverrà grazie all'utilizzo di un magnete (al posto dell'attuale gancio) attaccato al mezzo meccanico già presente nell'area.

Un altro spunto per la modifica del metodo attualmente usato è stato trovato grazie a un utile feedback con gli operatori: nel rinforzo forato della traversa (fig. 3.16) si può notare una piccola spaziatura tra il rinforzo e l'elemento sottostante.

Questo spazio genera dei problemi in quanto il robot non può effettuare la saldatura finale. È quindi compito dell'operatore saldare manualmente quella zona, prima di far eseguire la saldatura automatica.



(fig. 3.16 spaziatura componenti)

Con l'analisi tempi e metodi ho constatato che tale operazione viene svolta in due rinforzi per ogni traversa e dura intorno ai tre-quattro minuti dell'intero ciclo; l'idea sarà quella di eliminare questa operazione spostando leggermente il rinforzo con il foro in modo da annullare lo spazio iniziale. Questa possibile variazione del metodo attualmente in uso renderà praticamente "autonomo" il robot nella saldatura di questi due componenti. Per implementare tale modifica verrà consultato l'ufficio tecnico aziendale per confermarne la fattibilità e garantire le stesse prestazioni meccaniche dei componenti in esame.

### **3.4 Applicazione dell'analisi tempi e metodi al processo per la produzione della *Piastra Int. Supporto Albero Rinvio Trinciapaglia (322837150)***

L'esempio di analisi di seguito presentata è stata sviluppata nel primo mese di stage soprattutto per prendere dimestichezza con l'applicazione dell'analisi tempi e metodi e riprende i concetti già esposti nei capitoli precedenti.

Il componente prodotto è una piastra di supporto che viene prodotta in un ciclo lungo 17 minuti, svolto da un solo operatore senza ausilio di macchine automatiche; il box in cui viene prodotto il componente è chiamato internamente 87AD (fig. 3.17).



(fig.3.17 box 87AD)

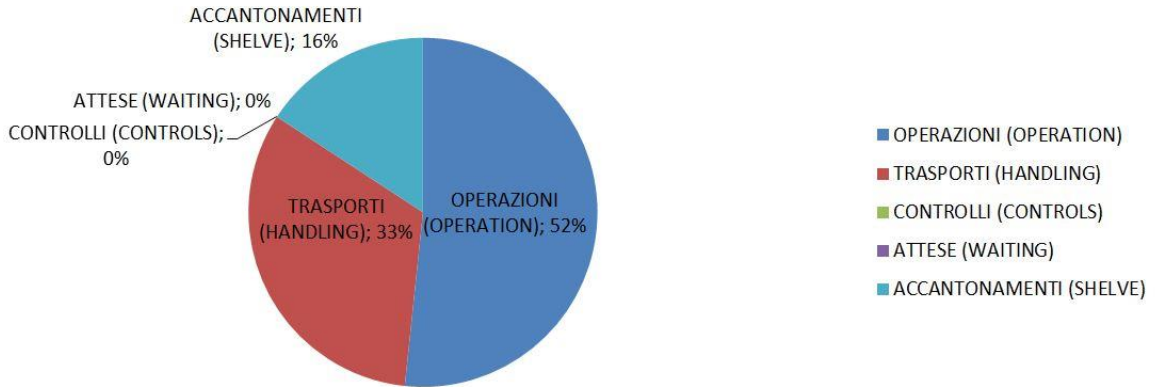
Il box87AD rientra nell'area della saldatura generica, dove non sono presenti robot e vengono prodotti numerosi componenti, molto spesso di dimensioni limitate e che richiedono l'impiego di un solo saldatore per ciclo. Attualmente anche in quest'area la produzione si svolge "a lotti" producendo qualche decina dello stesso pezzo prima di cambiare la maschera solitamente attaccata ai banchi da lavoro. In futuro la produzione della saldatura dovrà essere "a chiamata" della linea, in modo da cambiare tipo di gestione e di minimizzare le scorte di semilavorati a magazzino.

All'interno del progetto di re-layout aziendale lo scopo sarà quello di ottimizzare lo spazio all'interno di questi box (5), al fine di accorparli il più possibile, riutilizzando meglio lo spazio ma garantendo sempre un'adeguata ergonomia e sicurezza per chi ci lavora.

Come nei casi precedenti, il problema principale riguardava sempre l'approvvigionamento e lo stoccaggio dei materiali all'interno del box, nei prossimi mesi si rivedrà anche per questo reparto l'intero sistema di kittaggio per migliorare la situazione.

L'attuale ciclo è stato filmato con videocamera e poi analizzato e suddiviso in 24 operazioni, assegnando un rendimento generale all'operatore pari a 80 (scala 75-100), ottenendo i risultati di seguito riportati.

n°	FASI DELLA LAVORAZIONE (PHASES DESCRIPTION) ATTUALE - PROPOSTO (ACTUAL - FUTURE)	OPERAZIONI (OPERATIONS) <input type="checkbox"/>	TRASPORTI (HANDLING) <input type="checkbox"/>	CONTROLLI (CONTROLS) <input type="checkbox"/>	ATTESE (WAITING) <input type="checkbox"/>	ACCANTONAME NTO (SHELVE) <input type="checkbox"/>	DISTANZE (m.) (DISTANCE)	QUANTITA' (QUANTITY)	TEMPI NETTI SINGOLE FASI (min)	VELOCITA' [75- 100] (SPEED)	TEMPI NORMALIZZATI (min)	TEMPI NORMALIZZATI (TIME)
1	PRENDERE STAFFA DA CASSA E POSIZIONARLA SU BANCO		X				8		0,13	80	0,107	
2	FISSARE A MANO DADI E GALLETTI, PER CENTRARE LA POSIZIONE DEI DADI (5)		X				0		1,03	80	0,827	
3	GIRARE STAFFA SUL BANCO E SPRAY	X							0,25	80	0,200	
4	PRENDERE SALDATRICE E MASCHERA PER SALDARE		X				4		0,17	80	0,133	
5	SALDARE I DADI INSERITI IN PRECEDENZA	X							1,33	80	1,067	
6	PRENDERE PIASTRA DA CASSA E POSIZIONARE SU MASCHERA		X				8		0,37	80	0,293	
7	PRENDERE FLANGIA DA CASSA E POSIZIONARE SU PIASTRA		X				8		0,25	80	0,200	
8	BLOCCARE MORSETTI SU MASCHERA		X				0		0,13	80	0,107	
9	FISSARE A MANO DADI E GALLETTI, PER CENTRARE LA POSIZIONE DEI DADI (7)		X				0		1,57	80	1,253	
10	SPRAY	X							0,20	80	0,160	
11	PRENDERE SALDATORE E MASCHERA PER SALDARE		X				3		0,13	80	0,107	
12	SALDARE	X							3,42	80	2,733	
13	LIMARE CON RASCHIETTO (AIUTANDOSI ANCHE CON MARTELLO)	X							1,07	80	0,853	
14	RUOTARE MASCHERA - POSIZIONARE STAFFA - AGGANCIARE MORSETTI		X				0		1,10	80	0,880	
15	SPRAY	X							0,27	80	0,213	
16	PRENDERE SALDATORE E MASCHERA PER SALDARE		X				3		0,17	80	0,133	
17	SALDARE STAFFA SU PIASTRA	X							1,30	80	1,040	



(fig. 3.18 flowchart e grafico riassuntivo)

Nonostante stavolta si trattasse di un ciclo di lavoro meno lungo, le movimentazioni risultavano essere comunque pari a 42 metri, la maggior parte dovute alla posizione lontana dei materiali rispetto al punto di utilizzo, in questo caso l'unico banco di lavoro con maschera presente.

	PRIMA (BEFORE)	DOPO (AFTER)	%
LEADTIME (min.)	17,07	15,30	-10
HANDLING (mt.)	42	28	-33
VA (min.)	8,02	8,02	0
NVA (min.)	7,50	5,89	-21

(fig. 3.19 benefit previsti)

Analogamente alle considerazioni già fatte nel robot 89.56, anche in questa situazione l'operatore monta a mano i galletti per fissare i dadi prima di eseguire la saldatura su di essi. L'utilizzo di un avvitatore elettrico rappresenta quindi un'ottima soluzione per ridurre la durata dell'operazione attuale; dal feedback con l'operatore (fase sempre essenziale in lavori di questo tipo) è emersa la possibilità di avere una saldatrice movimentabile su rotaia nella parte superiore al banco di lavoro. Questa variazione comporterebbe una sostanziale diminuzione delle movimentazioni interne dell'operatore per prendere la saldatrice (per questioni di spazio dista sempre circa 2 mt) e rappresenterebbe senza dubbio una comodità per chi salda. Questa idea verrà analizzata dal reparto di manutenzione per cercare di implementare quanto è stato pensato.

Non essendo ancora pronto il nuovo sistema di approvvigionamento, a oggi non è stato



sviluppato un futuro layout ma l'idea sarà quella di avere un banco di lavoro (con maschera) più spazioso e movimentabile con ruote, circondato dai vari kit con i materiali, a differenza della situazione attuale che presenta i materiali spesso lontani dal loro *point of use*.

Inoltre, il futuro sistema di kittaggio che verrà sviluppato, garantirà una riduzione dello spazio e considerando anche quest'ultimo miglioramento, sono stati stimati i benefit illustrati in figura 3.19 i quali dovranno poi essere effettivamente misurati e soprattutto mantenuti nel tempo.

## CONCLUSIONI

Nel corso di questo elaborato sono state illustrate le attività svolte all' interno del progetto denominato internamente kaizen re-layout.

In un mercato globale e in continua evoluzione risalta l' importanza dell' individuazione degli sprechi e le azioni intraprese per ridurli ed eliminarli, l' idea di creare e produrre solo ciò che crea valore aggiunto al cliente costituisce il cardine fondamentale su cui si basa e si baserà il metodo di produzione attuale e futura. I continui miglioramenti dei processi e delle attrezzature garantiranno sempre un maggiore flessibilità e capacità di fornire prodotti nuovi, diversi e di qualità per il cliente finale.

L' attenzione è stata focalizzata nel reparto di fabbricazione dell' azienda, in particolare nell' area comprendente il robot 89.56 per la saldatura automatica.

Nell' esperienza di stage, è stato possibile comprendere le fasi di realizzazione di un progetto di miglioramento e l' importanza del coinvolgimento delle persone.

La parte fondamentale dell' intero progetto e che necessitava di una maggiore revisione è stata quella di gestione e approvvigionamento dei materiali, per fornire in futuro i materiali giusti, occupando il minor spazio possibile all' interno dell' area di lavoro.

Dopo aver effettuato lo spostamento delle aree di saldatura con robot, sarà anche possibile revisionare tutti i tempi di setup attuali, applicare la metodologia SMED con l' obiettivo di riuscire a reggere, per la fabbricazione, una gestione di tipo *"pull"* la quale comporterà ad una sostanziale diminuzione delle scorte attuali.

## **BIBLIOGRAFIA**

International Labour Office, *Studio dei tempi e misurazione del lavoro*, Francoangeli.

Salvatore Patanè, *Lo Studio dei Metodi*, Istituto Piero Pirelli.

*Analisi dei tempi*, Istituto Piero Pirelli.

*Corso Tempi e metodi*, Festo Consulenza e Formazione.

G. Calani, *Corso Analisti Valutazione del Rendimento*, Pirelli.

Rick Harris, Chris Harris, Earl Wilson, *Creating Materials Flow*.

Soc. Anonima Officine di Villar Perosa, *Il Principio "Bedaux" per la misurazione dell'energia umana applicata al lavoro*.

### Siti web consultati:

[www.agcocorp.com](http://www.agcocorp.com)

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

[www.laverdaworld.com](http://www.laverdaworld.com)

[www.fendt.it](http://www.fendt.it)

[www.historygrandrapids.org](http://www.historygrandrapids.org)

[www.treccani.it](http://www.treccani.it)