

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"**

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"Mappatura e miglioramento dei processi produttivi:
il caso Falegnameria Hermann"**

RELATORE:

CH.MO/A PROF./SSA Andrea Furlan

LAUREANDO/A: De Vallier Lorenzo

MATRICOLA N. 1230319

ANNO ACCADEMICO 2021 – 2022

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature) 

Indice

| | |
|--|----|
| SOMMARIO | 5 |
| 1 DESCRIZIONE DELL'AZIENDA | 6 |
| 1.1 DESCRIZIONE DELLO STABILIMENTO E DELLE ATTIVITÀ | 7 |
| 2. INDUSTRIA 4.0 | 10 |
| 2.1 INTRODUZIONE ALLA TRASFORMAZIONE DIGITALE | 10 |
| 2.2 CAMBIAMENTI NEL SETTORE DELL'ARTIGIANATO..... | 12 |
| 2.3 DESCRIZIONE EPICON 7235 | 15 |
| 2.4 EASYHOUR | 17 |
| 2.5 VANTAGGI E CRITICITÀ DELL'IMPLEMENTAZIONE DELLE TECNOLOGIE 4.0 | 18 |
| 3. LEAN PRINCIPLE | 19 |
| 3.1 LEAD TIME, TAKT TIME E JUST IN TIME | 20 |
| 3.2 SPAGHETTI CHART..... | 22 |
| 3.3 KANBAN..... | 23 |
| 3.4 LE TRE "M" | 25 |
| 4 ANALISI TEMPI E METODI: WORK STUDY | 29 |
| 4.1 ORIGINI DEL WORK STUDY | 29 |
| 4.2 METHOD STUDY | 30 |
| 4.3 TIME STUDYING..... | 36 |
| 5 TEMPI E METODI PRODOTTI FINITI..... | 40 |
| 5.1 PORTE – TELAIO | 40 |
| 5.2 RIVESTIMENTI..... | 48 |
| 5.3 SCOCHE MOBILI | 54 |
| 6 CONCLUSIONI..... | 60 |
| 6.1 RINGRAZIAMENTI | 62 |
| 7 BIBLIOGRAFIA..... | 63 |

SOMMARIO

Il presente elaborato si basa sull'esperienza di stage formativo trascorso presso la Falegnameria Hermann situata a Taibon Agordino, in provincia di Belluno, azienda nota per la cura dei dettagli e la professionalità

Il principale obiettivo dello stage è stato quello di applicare i moderni concetti di Operations Management per mappare il flusso produttivo e analizzare il cycle time del processo. L'elaborato descrive le modalità e le tempistiche del processo produttivo che l'impresa ha adottato in seguito all'introduzione di un moderno centro di taglio con le caratteristiche di industria 4.0, individuando le differenze con il precedente layout

Il tutto è finalizzato a soddisfare le esigenze dell'azienda cercando di sfruttare al massimo lo spazio disponibile del laboratorio e minimizzando qualsiasi tipo di spreco, in particolare determinando con precisione la capacità produttiva e le tempistiche con le quali vengono prodotti gli arredi, garantendo ai clienti il miglior servizio possibile.

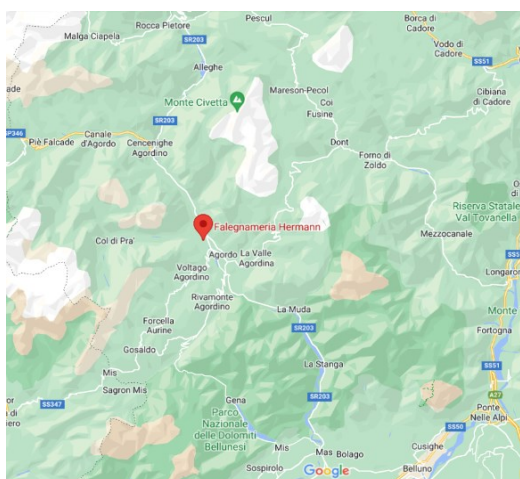
Il primo obiettivo della tesi è quantificare la riduzione di risorse dovuta all'inserimento del nuovo macchinario; in particolare si devono determinare: tempi di lavoro effettivi, set up time, tempi di trasporto. Il secondo obiettivo è valutare attraverso l'analisi dei flussi i diversi layout dello stabilimento che si otterrebbero al termine dell'introduzione del centro di taglio. Si vuole far notare come il nuovo layout minimizzi i costi e i tempi di trasporto e ottimizzi lo sfruttamento delle aree. Lo studio affrontato verrà utilizzato come supporto per le decisioni future riguardanti le tempistiche e i costi che ogni prodotto determina all'interno dello stabilimento produttivo.

La prima fase del lavoro è stata quella di comprendere e analizzare nel dettaglio tutto il flusso produttivo e tutte le attività svolte in azienda dagli operatori. Successivamente, sulla base dei modelli teorici, sono state impostate le procedure matematiche e analitiche che sono state utilizzate durante l'elaborazione dati. In questo modo è stato possibile determinare i valori di input necessari. Noti i parametri necessari, è stata eseguita la raccolta dati in funzione dell'obiettivo finale. Alcuni dati di input sono stati ricavati dal campo, altri sono stati forniti dall'azienda e ancora altri sono stati ottenuti indirettamente con l'aiuto del personale in laboratorio. Al termine di questa fase sono stati eseguiti dei controlli su alcuni parametri per verificare la bontà della raccolta dati e della modellazione.

1 DESCRIZIONE DELL'AZIENDA

La Falegnameria Hermann nasce dal desiderio del titolare di sviluppare le proprie capacità artigianali acquisite frequentando la Scuola di Cortina d'Ampezzo dove acquista il titolo di Maestro d'Arte; ben presto la professionalità e la capacità dei falegnami che vengono assunti consentono alla ditta di accettare commesse sempre più interessanti e lavori che richiedono conoscenza e organizzazione, garantendo un servizio di consulenza e progettazione d'arredo. Oggi Hermann è un punto di riferimento e leader nel settore del Traditional-Fusion Design, nella progettazione e produzione di arredamenti e serramenti su misura.

Fig. 1.1 – A sinistra è riportata la localizzazione geografica; a destra la sede della falegnameria



Dal giorno della sua fondazione ad oggi la falegnameria Hermann ha ricevuto i più ampi consensi permettendo di realizzare arredamenti, serramenti e punti vendita su misura su anche fuori dei confini nazionali.

L'organico aziendale al momento della realizzazione del presente documento è così suddiviso:

- 2 soci (Sala Hermann con nomina RSPP e Vania Pramaor con mansioni gestionali ed amministrative);
- 2 impiegati tecnici con mansioni di disegnatore e assistenza c/o clienti/cantieri;
- 1 impiegata amministrativa;
- 9 operai con mansioni di falegnami ed addetti al montaggio

In riferimento alle previsioni di aumento del lavoro la ditta è alla ricerca di figure professionali (magazziniere e falegnami) da inserire nell'organico

1.1 DESCRIZIONE DELLO STABILIMENTO E DELLE ATTIVITÀ

L'azienda svolge attività di falegnameria con progettazione produzione e posa in opera di manufatti in legno (soprattutto mobili su misura, pavimenti, rivestimenti, finestre, serramenti). Le lavorazioni vengono svolte in una struttura di recente acquisizione e ristrutturazione della dimensione di 850mq. Tutti i lavori vengono svolti su commessa e l'acquisto di materiale produttivo ha luogo solo quando il cliente ha determinato le sue volontà, in modo da ottimizzare lo spazio ed evitare l'accumulo di merce in magazzino.

Fig. 1.2 – Una vista frontale del laboratorio dell'azienda



Si può sintetizzare l'attività svolta dalla falegnameria nei seguenti punti:

- Il legname in tavole grezze proveniente dalle lavorazioni dei tronchi tipiche di segheria viene trasportato in falegnameria mediante automezzi, viene poi accatastato ordinatamente in un'area apposita. In questa fase si attua la prima lavorazione delle tavole grezze provenienti dal deposito: la tavola viene segata longitudinalmente e/o "intestata" a misura e piallata. Se ne ricavano quindi dei listelli di varia misura.
- Successivamente si provvede ad ulteriori lavorazioni comprendenti la profilatura, la piallatura, la fresatura, la squadratura a seconda di quale prodotto è richiesto
- Si giunge ad un prodotto finito mediante ulteriori lavorazioni che solitamente comprendono, l'incollaggio, la levigatura, la carteggiatura, la calibratura e spazzolatura. La verniciatura invece non fa parte delle attività svolte internamente in quanto distante dalle competenze del

personale e siccome richiederebbe un ingente investimento in spazi e attrezzature distante dal core business dell'impresa. La verniciatura rappresenta un elemento che conferisce molto valore al prodotto finito e per questo la falegnameria collabora con il colorificio "Soppelsa Piercarlo & C. S.a.s." che assicura elevati standard di qualità

- Questa è l'ultima fase costruttiva del serramento o del mobile: sul telaio vengono montate le "meccaniche" (cardini serrature, maniglie), i profili in gomma di tenuta e i vetri, che verranno a loro volta opportunamente fissati.
- Il mobilio o il rivestimento finito viene portato al cantiere dove viene allestito in opera. Tutte le attività appena descritte fanno sì che il livello di servizio che è in grado di fornire l'azienda nei confronti dei clienti sia elevatissimo e proprio per questo nel giro di pochi anni è riuscita a diventare un vero e proprio punto di riferimento nel settore dell'artigianato.

Durante tutto il percorso l'attività dei falegnami viene affiancata dagli impiegati tecnici che si occupano della progettazione e dell'attività di disegno di arredamenti e rivestimenti

Fig. 1.3 –Sotto due foto dell'arredamento realizzato



La ditta ha acquistato un nuovo centro di taglio con le caratteristiche di industria 4.0, e sta riorganizzando la gestione informatica delle attività di progettazione, preventivazione, acquisti, produzione, pianificazione e consuntivazione delle attività. In questa fase sono emerse alcune necessità di digitalizzazione aziendale ed alcune criticità organizzative in seguito all'innovazione da introdurre. Il nuovo centro di lavoro permetterà di svolgere più lavorazioni assieme, riducendo il tempo di movimentazione di materiali/operai e il set up, risolvendo almeno parzialmente la mancanza di personale specializzato. Riducendo il tempo totale delle lavorazioni si riduce conseguentemente il lead time, il quale rappresenta un indicatore chiave per valutare le performance di un'impresa.

Fig. 1.4 – La planimetria del laboratorio



2. INDUSTRIA 4.0

2.1 INTRODUZIONE ALLA TRASFORMAZIONE DIGITALE

L'acquisto del centro di lavoro Holzer 7235 sta riorganizzando la gestione informatica delle attività di progettazione, preventivazione, acquisti, produzione, pianificazione e consuntivazione delle attività. Questa nuova macchina utensile possiede le caratteristiche di industria 4.0. Ma cosa significa industria 4.0?

Negli ultimi anni le innovazioni tecnologiche e la trasformazione digitale stanno rimodellando in modo sconvolgente e quasi radicale il mondo, trasformando le abitudini dell'uomo, le relazioni con gli altri, ma soprattutto il modo in cui lavora, modificando gli scenari economici, sociali, culturali, sebbene sia ancora troppo precoce quantificare l'impatto che potrà avere negli anni. A tal proposito nel 2016 la camera dei deputati ha deciso di intraprendere un percorso di indagine, col fine di capire quale fosse il modello più adatto da applicare al tessuto industriale italiano. Appurato quale fosse lo stato tecnologico del settore industriale nostrano e verificati i maggiori bisogni delle imprese potenzialmente interessate ad agevolazioni mirate, nasce così il piano nazionale industria 4.0, chiamato anche "piano Calenda" (Carlo Calenda è stato il Ministro dello Sviluppo Economico dal 2016 al 2018). L'obiettivo centrale dell'insieme di queste politiche è creare un ambiente favorevole per le imprese che vogliono entrare nel mondo 4.0, o che vogliono aumentare l'impiego dei fattori produttivi "smart". Il capitale investito da parte dello Governo attraverso le azioni del Ministero dello Sviluppo Economico sarà di circa 13 miliardi di euro, spalmati fra il 2018 ed il 2024. La legge di bilancio 2022 (Legge n. 234 del 30 dicembre 2021, art. 1, comma 44) ha rinnovato gli incentivi di Transizione 4.0 per l'acquisto di beni strumentali interconnessi da parte delle imprese, mantenendo la tipologia di modalità di godimento dell'agevolazione, ovvero il **credito di imposta**.

Sono agevolabili gli investimenti in beni materiali, e immateriali, nuovi strumentali all'esercizio d'impresa. L'epoca di grandi mutamenti in cui sta vivendo oggi l'uomo può essere equiparata alle tre grandi fasi che gli storici definiscono rivoluzioni industriali, tanto che si è arrivati a definire questo periodo come una quarta rivoluzione industriale (Figura 2.1). Il fattore principale scatenante le rivoluzioni industriali è il ruolo che assumono le innovazioni tecnologiche all'interno del processo produttivo la cui integrazione è favorita dalle capacità dell'uomo di utilizzarle al fine di migliorare le attività legate alla produzione.



Fig. 2.1 – Le quattro rivoluzioni industriali. Fonte: Piano Nazionale Industria 4.0: Investimenti, produttività e innovazione; Ministero dello Sviluppo Economico, 2018 ¹.

Sicuramente la quarta rivoluzione riprende tutti gli aspetti positivi di quelle precedenti, ma si contraddistingue per una sua affermazione più rapida e di veduta a livello geografico più estesa grazie anche ad un contesto sociale in continua evoluzione dove si possono riscontrare continue sfide competitive su scala mondiale dovuti anche a fenomeni come la globalizzazione. Il termine “industrie 4.0” viene utilizzato per la prima volta in Germania nel 2011 durante la fiera di Hannover ². Il governo tedesco in quel contesto iniziava a porre le basi per un progetto facente parte del più ampio piano “High-tech Strategy 2020” volto alla promozione dello sviluppo industriale germanico. Tale programma si basava sull’assunzione che la produzione di beni, che in passato era stata di massa, ora poteva essere personalizzata su larga scala; nei processi produttivi vengono coinvolti clienti e fornitori, i servizi e la fabbricazione saranno connessi e integrati (Schütte, 2012). In questo contesto, i sistemi produttivi e logistici smart possono contribuire alla creazione di nuovi modelli di business e a generare il massimo valore per soddisfare la domanda in tempo reale, caratterizzati da migliori capacità predittive e gestionali, nonché di una logistica adattabile alle esigenze. Le Smart Factories che sono nate, dimostrano di avere un nuovo approccio rispetto al passato e questo grazie alle nuove tecnologie che gli permettono di collegare efficientemente tutte le fasi della creazione del bene fabbricato dalla progettazione alla realizzazione.

1) https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf;

2) https://www.wired.it/economia/lavoro/2018/02/23/industria-40/?refresh_ce=;

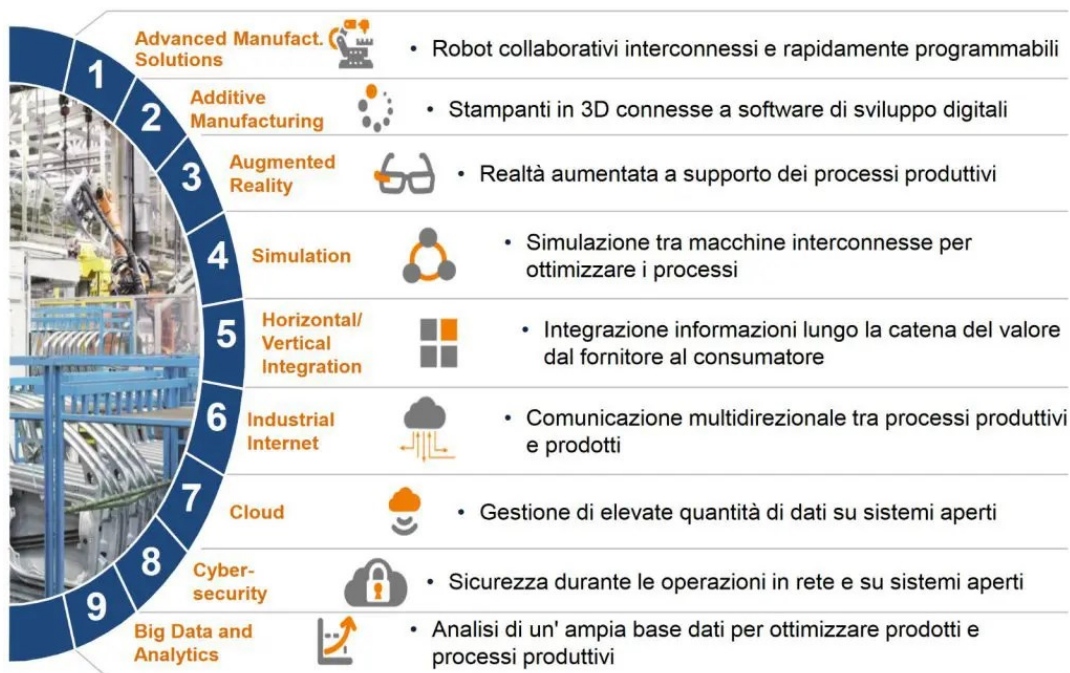


Fig. 2.2 – Le 9 tecnologie abilitati 4.0 . Fonte: Focus Industria 4.0

I macchinari implementati sono altamente personalizzabili, comunicano fra di loro e potranno perfino imparare dai loro errori. In questo modo si realizza una rete end-to-end che attribuisce valore al prodotto, consentendone la gestione dal momento in cui l'ordine viene effettuato, fino alla consegna e ai servizi post-vendita (Biral, 2018)

2.2 CAMBIAMENTI NEL SETTORE DELL'ARTIGIANATO

Molti settori del Made in Italy hanno saputo cogliere le opportunità del 4.0 e la personalizzazione di massa, e hanno fatto della provenienza della loro azienda e dei loro beni un valore aggiunto, basti pensare ad esempio ai settori di arredo, moda, meccanica high-tech. Sentiamo molto spesso parlare di “lavoro artigiano” ma definire questa espressione non è facile, data la sua antica origine e la sua continua trasformazione nel corso dei decenni. Il termine ha origini nell'antica Grecia, lo ritroviamo negli anni del Rinascimento e fino ai tempi moderni. Durante la seconda rivoluzione industriale il lavoro diventa, come altre attività di trasformazione, oggetto di studi scientifici. Adam Smith nel saggio “*La ricchezza delle nazioni*”³ parlava dei cambiamenti del lavoro che man mano attribuiva compiti più specializzati, semplici e ripetitivi.

3) Saggio economico composto da Adam Smith tra il 1767 e il 1773 nel quale vengono definiti i moderni concetti di economia politica e la teoria della divisione del lavoro

Henry Ford ⁴ agli inizi del Novecento diede vita ad un nuovo modo di intendere la produzione industriale, dove si delinea la figura professionale dell'operaio.

La figura dell'artigiano, nello specifico, si distingue dall'operaio in quanto esegue un lavoro che è autonomo, e prevede la conoscenza totale della logica di produzione e dell'intero processo produttivo. Mentre il lavoro operaio ha risultati standard frutto di una separazione dei compiti, il lavoro artigiano genera un prodotto che, grazie all'autonomia del creatore, si distingue per la sua qualità e le possibilità di personalizzazione.

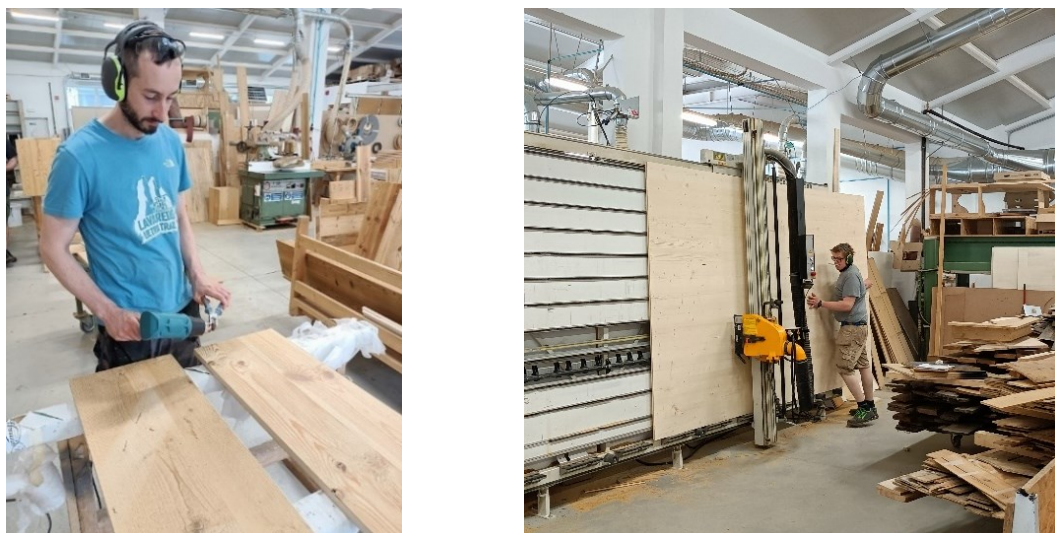


Fig. 2.3 A lato alcune lavorazioni manuali

Questa mancata separazione dei compiti rispecchia la filosofia LEAN, in quanto gli operatori hanno le competenze e le conoscenze per migliorare le loro mansioni e implementare nuove strategie per svolgere al meglio il lavoro.

Se manca l'autonomia e la padronanza dei processi produttivi, viene meno l'espressione dell'individuo, che è ciò che dunque caratterizza questa tipologia di lavoro. In un mondo sempre più digitale e improntato sulla massimizzazione del profitto, per diversi anni la produzione artigianale ha visto decrescere la propria competitività, fino a che recentemente qualcosa sembra aver scaturito una controtendenza. Negli ultimi anni in Europa e nel Nord America stiamo assistendo ad una generale rivalutazione del lavoro artigiano. Molti imprenditori di giovane età stanno riproponendo e sviluppando in chiave odierna alcuni lavori fino a poco tempo fa considerati obsoleti. Molte imprese appartenenti ad una contenuta realtà territoriale, stanno riuscendo a rendersi competitive a livello internazionale con le global companies. Per questi imprenditori il radicamento locale non significa in alcun modo "localismo". È naturale che il prezzo pagato di un bene dia riconoscimenti diversi: mentre in un grande marchio si premia l'affidabilità, la storicità, l'articolata struttura imprenditoriale e della logistica, in una

realità più piccola si valorizzano la provenienza, l'ingegno, l'unicità delle materie prime legate al territorio, la capacità di differenziarsi. In tale maniera alcune imprese artigianali di entità apparentemente modesta, possono arrivare a collaborare con dei colossi della distribuzione mondiale e raggiungere mercati che non seguono le regole del tradizionale mondo industriale. In questo contesto può avere molta importanza il riconoscimento del Made in Italy ⁵. Che si parli di manifattura industriale o settore alimentare, la tradizione italiana si porta con sé la testimonianza di anni di qualità ed affidabilità, e questo va riconosciuto e valorizzato su scala internazionale. Generalmente la connotazione "artigianale" ha ripreso un'accezione positiva che negli ultimi anni aveva perso, diventando ora un elemento distintivo che si caratterizza per l'idea di qualità e personalizzazione del prodotto. Un altro elemento che ha favorito negli ultimi anni la diffusione e la riscoperta dell'artigianato è sicuramente la trasformazione dei consumi. La crisi economica mondiale ci ha spinto ad acquistare i prodotti che desideriamo con una maggiore attenzione nella fase decisionale.

Oggi sembra avere maggiore importanza non solo l'entità del bene che acquistiamo ma anche la qualità che lo contraddistingue, la sua provenienza e sostenibilità. Questa nuova consapevolezza e questo nuovo atteggiamento riflessivo verso le pratiche del consumo hanno favorito quei produttori che si sono dimostrati capaci di promuovere una nuova cultura del lavoro. Così come nella terza rivoluzione industriale le tecnologie informative hanno aumentato l'efficienza di chi ha voluto crederci fin da subito, in questi anni diversi imprenditori che hanno investito col fine di stare al passo con le esigenze dei consumatori di oggi, raccolgono i frutti dei loro sacrifici. Il successo dei nuovi metodi di comunicazione ed e-commerce correlati al saper fare artigiano, hanno contribuito a livello internazionale alla nascita di una nuova generazione di prodotti "hand made".

4) Imprenditore statunitense il quale fu uno dei fondatori della Ford Motor Company, società produttrice di automobili. Per descrivere il successo ottenuto dalla fabbrica fu coniato il termine fordismo, il quale indica una peculiare forma di produzione basata principalmente sull'utilizzo della catena di montaggio (assembly-line) al fine di incrementare la produttività.

5) Espressione utilizzata, a partire dagli anni 1980, per indicare la specializzazione internazionale del sistema produttivo italiano nei settori manifatturieri cosiddetti tradizionali. Rientrano in questa definizione le cosiddette 4 A: abbigliamento (e beni per la persona), arredamento (e articoli per la casa), automotive (inclusa la meccanica) e agroalimentare.

2.3 DESCRIZIONE EPICON 7235

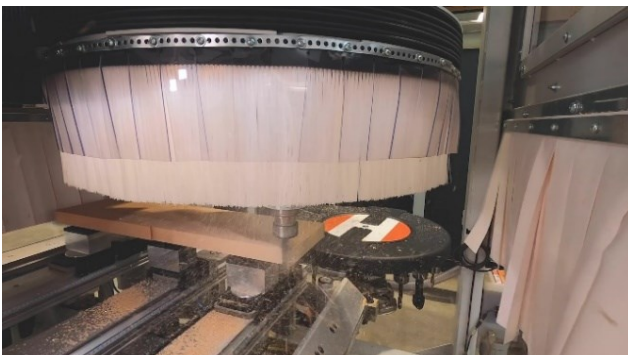
L'EPICON apre una dimensione completamente nuova per la produzione nelle botteghe artigiane e nelle applicazioni industriali nel campo della lavorazione del legno e della plastica. Il cuore è la testa a 5 assi compatta e cardanica che permette di movimento spaziale completamente libero. Gli azionamenti e la tecnologia di controllo all'avanguardia e la tecnologia di controllo assicurano l'utilizzo per un numero quasi illimitato di applicazioni. La testa di lavorazione a montaggio cardanico garantisce produzione di precisione di mobili, scale e componenti sagomati con componenti sagomati dal design complesso. Può lavorare a velocità fino a 24.000 giri/min; i suoi cuscinetti in ceramica e il raffreddamento a liquido consentono di lavorare con carichi estremamente elevati. L'EPICON può essere equipaggiato con una serie di opzioni di cambio utensile automatico per applicazioni molto diverse.

L'acquisto del centro di taglio "Epicon 7235" è motivato dalle seguenti ragioni:

- Garantisce un notevole risparmio di tempo, in quanto vengono svolte più lavorazioni nella stessa macchina e viene assicurata una riduzione di tempo sia nella movimentazione dei materiali, sia nel set-up delle macchina utensili. Questo risparmio di tempo risolve, almeno parzialmente la mancanza di personale specializzato.
- Assicura una precisione ed una velocità di taglio/fresatura estrema
- Permette la realizzazione di richieste speciali del cliente
- Grazie ad un chip di monitoraggio "ChipControl" installato, tutti i dati monitorati sono trasmessi tramite bluetooth al computer oppure all'app via Cockpit. In caso di superamento dei parametri di sicurezza, sul monitor della macchina e sull'applicazione ViaCondition oppure viaCockpit viene visualizzato un allarme, fornendo le relative informazioni.
- Attraverso il software CabinetControl si realizza facilmente e velocemente la progettazione dei mobili e delle presentazioni ai clienti. Quando tutte le richieste del cliente sono state esaudite, è sufficiente spedire il progetto al centro di lavoro, selezionare i pannelli dal magazzino, posizionarli sul piano di lavoro a barre, avviare il CNC e attendere il prodotto finito



Fig. 2.4 – In alto a destra il Centro di lavoro CNC EPICON 7235 della Hol-zer; in alto a sinistra i falegnami presso il pannello di controllo; sopra a destra il logo della Holz-Her ;sopra a sinistra una fase di sezionatura del legno; sotto a sinistra una fase di squadratura di un pannello; sotto a destra il piano dove si posizionano gli oggetti destinati alle lavorazioni



2.4 EASYHOUR

L'industria 4.0 è caratterizzata da migliori capacità predittive, gestionali e dalla disponibilità di dati in tempo in reale. In questa logica, durante il mio periodo di tirocinio, è stata introdotta un'applicazione per rendicontare le attività svolta durante le giornate lavorative. Il metodo utilizzato dalla falegnameria prevedeva la compilazione di un foglio cartaceo che veniva consegnato all'impiegata amministrativa, la quale doveva trascrivere ogni voce in un foglio Excel. Questa soluzione prevedeva un'ingente perdita di tempo nel trascrivere ogni attività, e ai falegnami non restava traccia delle ore svolte.

Tramite l'app **EasyHour**⁶, vengono assegnati ai falegnami determinate commesse da svolgere e la data entro cui portare a termine l'attività, compilano quotidianamente un form predisposto da mobile e contemporaneamente i dati arrivano all'amministratore, il quale si ritrova già i dati in un foglio Excel. In qualunque momento i dipendenti possono controllare le ore svolte, le ore di straordinario, chi è presente in azienda e chi in cantiere.

L'amministratore ha uno sguardo generale sulle attività in svolgimento e nel caso in cui vedesse che lo stato d'avanzamento dei lavori non rispecchia la scaletta preventivata, può assegnare quella attività ad un altro falegname, in modo tale da non allungare il lead time per soddisfare le richieste del cliente

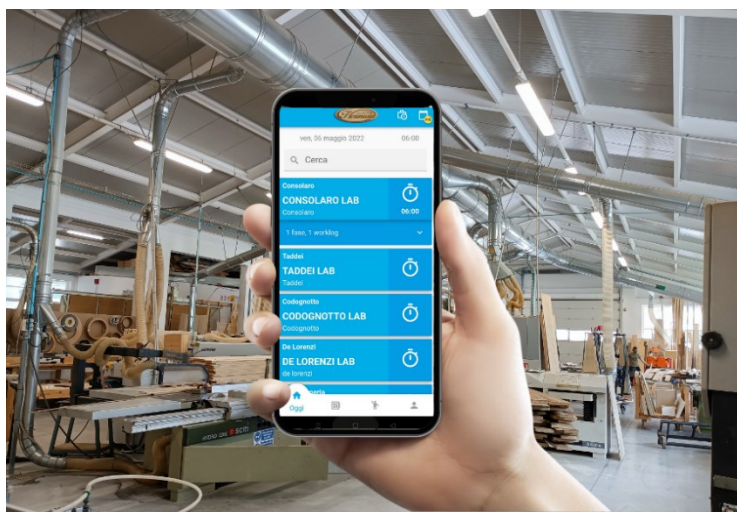


Fig. 2.3 – In alto a sinistra l'home page di EasyHour dove si visualizzano le commesse, a destra il logo della applicazione

6) <https://easyhour.app/it>

2.5 VANTAGGI E CRITICITÀ DELL'IMPLEMENTAZIONE DELLE TECNOLOGIE 4.0

Abbiamo sino ad ora definito cosa sia l'industria 4.0, ne abbiamo elencato le possibilità di sviluppo nell'ambito artigianale ed è stato descritto il centro di taglio. In questo paragrafo cercheremo di capire quali possano essere i vantaggi correlati a questo nuovo tipo di tecnologia e analizzeremo le criticità legate all'implementazione delle stesse.

D'altro canto i vantaggi espressi dalle nuove tecnologie sono significativi ma, modificare le tecniche di produzione o addirittura rivoluzionare il proprio modello di business non è facile ed è un passaggio tutto meno che immediato.

Si possono individuare queste direttrici di cambiamento in grado di qualificare il sistema 4.0:

- Virtualizzazione che consente di ridurre i tempi e i costi del passaggio dalla fase di prototipazione a quella di produzione; un passaggio più rapido dal prototipo al prodotto fa sì che l'azienda abbia una maggiore flessibilità ed una migliore capacità di risposta al mercato.
- L'interazione da remoto, nel senso di potere, a distanza, rilevare dati sul funzionamento o sulla necessità di introdurre correttivi riguardo le stesse macchine.
- La possibilità di realizzare elaborazioni e reazioni real time

Questi vantaggi si traducono in una riduzione degli sprechi e dei costi che possono condurre a maggiori profitti. Passiamo quindi da una realtà industriale di produzione di massa che ha caratterizzato le ultime generazioni a quella che adesso viene definita come "mass customization" (personalizzazione di massa). Altri benefici apportati dall'avvento di queste tecnologie sono tangibili a livello umano: alleggerimento del carico di lavoro degli operatori, maggior sicurezza sul posto di lavoro e meno sforzi legati alle operazioni manuali

Dobbiamo però considerare che la realtà 4.0 non porta con sé solo aspetti positivi, vi sono anche alcune criticità e problematiche non sempre di immediata risoluzione. Per riuscire a cogliere la sfida dell'industria 4.0 le aziende devono dotarsi delle necessarie competenze, rivedendo strategie e pratiche di selezione, assunzione e sviluppo delle risorse umane, ma anche i piani di formazione. Lo sviluppo di questo sistema, a conferma delle ricadute organizzative, richiede un'azione di snellimento dei processi, la riduzione di sprechi e di attività a non valore aggiunto.

3. LEAN PRINCIPLE

Il Lean Thinking (o “pensiero snello”) è una strategia operativa, nonché una vera e propria filosofia aziendale, che fonda le sue radici nel settore automobilistico giapponese dei primi anni Cinquanta grazie alle intuizioni di Taiichi Ohno¹ che inizialmente diedero slancio all’azienda Toyota e, successivamente, furono applicate anche ad altri contesti industriali e culturali.

Da un punto di vista pratico, il modello snello mira alla costante e continua riduzione degli sprechi al fine di produrre di più (efficacia) con meno risorse (efficienza). Questi obiettivi, apparentemente utopici in un mondo abituato allo spreco in nome del conseguimento del risultato finale, vengono raggiunti tramite una lunga e accurata fase di analisi della propria catena del valore e con il successivo impiego di alcune delle tecniche lean a seconda delle esigenze del contesto produttivo.

Da un punto di vista prettamente teorico, invece, questa nuova filosofia nasce in contrapposizione al classico modello fordista-taylorista della produzione di massa che ancora oggi, seppur con tecniche e strumenti più moderni ed innovativi, risulta essere applicato dalla maggior parte delle aziende. Nello specifico, la produzione di massa si basa su un sistema di lotti e code abbastanza rigido che sfrutta al massimo i propri impianti industriali e mira ad ottenere economie di scala (ossia, la diminuzione del costo medio unitario di produzione all’aumentare delle dimensioni della scala di produzione) che soddisfino la necessità di produrre un numero sempre maggiore di beni secondo una logica “push”². È un sistema basato sulla creazione di prodotti finiti in eccesso rispetto a quelli effettivamente richiesti dal mercato; articoli che verranno posti in magazzino e rivenduti poi a prezzo inferiore. Al contrario, la produzione snella si fonda su economie che valorizzano la velocità dei processi e necessitano, di conseguenza, di un flusso che livelli la produzione seguendo una logica “pull” con la quale il valore viene tirato dai bisogni del cliente, che diviene il fine ultimo del modello stesso.

Gli studiosi Womack e Jones (1997) sostengono che il modello snello abbia carattere universale, cioè possa essere applicato a qualsiasi realtà aziendale indipendentemente dalle dimensioni, dalla situazione in cui versa o dal mercato di riferimento. Il termine “Lean”, essendo un concetto assai ampio, viene accostato ad altre parole per indicare il campo di applicazione delle teorie in questione.

1) Ingegnere capo del gruppo Toyota, principale teorico della filosofia Lean.

2) Logica “a spinta”. Sono le esigenze produttive della azienda ad avere il sopravvento rispetto ai reali bisogni deiconsumatori (al contrario della logica “pull”).

Si parla di Lean Manufacturing in relazione all'insieme delle tecniche destinate alla semplificazione delle attività di produzione, legate quindi all'utilizzo e alla disposizione dei macchinari, alla direzione della manodopera, alla posizione degli utensili e dei materiali;

Invece si parla di Lean Design in merito alle analisi di sviluppo del prodotto che curano nel dettaglio tutte le caratteristiche finali dell'articolo al fine di soddisfare appieno il cliente sia dal punto di vista tecnico-funzionale, sia da un punto di vista estetico; infine, viene utilizzata l'espressione Lean Office in riferimento agli strumenti e agli accorgimenti che permettono di rendere più efficienti ed ordinati gli uffici dell'azienda allo scopo di migliorare la gestione degli archivi, degli ordini, della programmazione e di permettere continui aggiornamenti e confronti sugli obiettivi a breve e a lungo termine.

Nei prossimi paragrafi approfondiremo alcuni aspetti legati al Lean Thinking

3.1 LEAD TIME, TAKT TIME E JUST IN TIME

Il tempo di attraversamento, **Lead Time**, indica l'intervallo di tempo che intercorre tra l'arrivo in azienda delle materie prime e il completamento del prodotto finito dopo i vari processi industriali. Un secondo punto di vista del Lead Time indica, in generale, l'arco di tempo che passa tra l'ordine del cliente e la ricezione effettiva del bene richiesto. È auspicabile che questo indicatore sia, in ogni caso, il più basso possibile poiché esprime la rapidità nell'accontentare le esigenze del consumatore finale.

Il lead time è strettamente correlato con il **Takt Time** (anche chiamato required cycle time), termine tedesco per definire il ritmo che la produzione deve avere per soddisfare pienamente la domanda e quindi, il ritmo al quale dovresti produrre per fare in modo che il flusso del valore sia sincronizzato con le reali esigenze dei clienti. In pratica è il tempo disponibile per la produzione diviso per la domanda, ognuno dei due termini riferito allo stesso orizzonte temporale.

$$Takt\ time = \frac{tempo\ disponibile}{quantità\ richiesta\ dal\ mercato} = \frac{ore\ lavorative}{quantità\ richiesta\ dal\ mercato}$$

Se Takt time = 48 h → il mercato ci sta chiedendo un prodotto ogni 48 h.

Se il nostro cycle time (rappresenta la velocità del processo) fosse superiore non riusciremmo a soddisfare la domanda del mercato, suscitando il malcontento dei clienti. Se il cycle time fosse minore, staremmo producendo più del richiesto, e avremmo bisogno di riporre la merce in eccesso in magazzino. Nel caso in cui l'azienda non riuscisse a soddisfare le richieste del

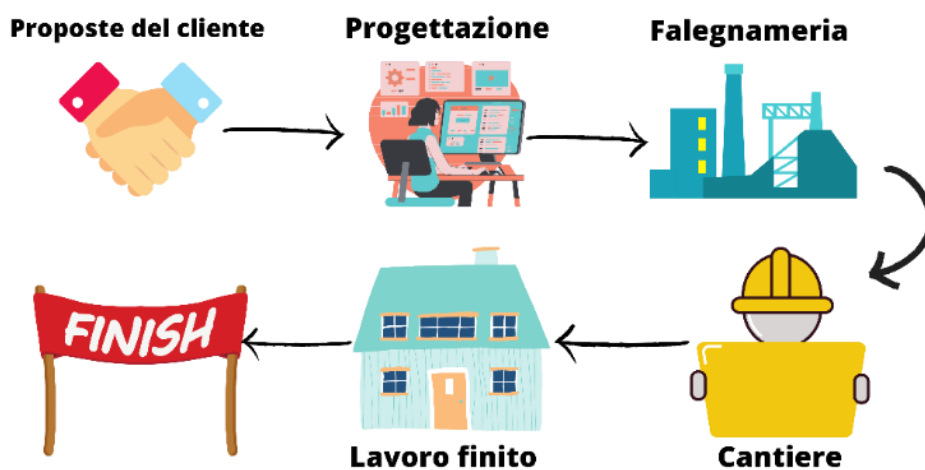
mercato, potrebbe essere adatto implementare la filosofia **Just In Time**: realizzare solo ed esclusivamente ciò che chiede il cliente, nei tempi e nelle quantità richieste, quindi, qualsiasi tipologia di scorta, sia di semilavorato che di prodotto finito, è considerata uno spreco che deve essere eliminato. Questo metodo ha avuto origine in Giappone e la sua introduzione è attribuita generalmente alla Toyota Motor Company.

Insieme all'automazione, il JIT è il pilastro principale della lean production, in quanto conferisce rapidità e flessibilità al sistema logistico-produttivo e risulta nella progressiva riduzione di tutti i tipi di sprechi. Parleremo di sprechi nel prossimo paragrafo

Il modello gestionale JIT si basa sulla **logica pull** che prevede di mandare in produzione solamente i prodotti che sono già stati venduti. È infatti fondamentale che il flusso sia tirato dal cliente: riuscire cioè a gestire gli ordini e programmare la produzione in base all'effettiva domanda di un determinato articolo. Questa concezione si distacca nettamente dal sistema di produzione di massa dove si cercava di produrre una quantità enorme di beni per aumentare gli stock e competere sui prezzi; nell'azienda snella, invece, tutto è in funzione dell'esigenza del cliente in modo da fornirgli solamente il prodotto che lo soddisfi nel momento esatto in cui ne ha bisogno. Idealmente non ci sono attese, non c'è spreco di tempo, non ci sono materiali in giacenza in attesa di essere rilavorati, documenti impilati in attesa di essere analizzati.

Da sempre, questa è la logica dotta dalla falegnameria Hermann: il processo parte dalle richieste del cliente, le quali vengono analizzate; dopodiché parte la fase di progettazione, la quale prevede un intenso scambio di opinioni ed idee fra i progettisti e il cliente; quando l'acquirente approva definitivamente il progetto, si effettuano gli ordini di legname e materie prime e può cominciare effettivamente la produzione

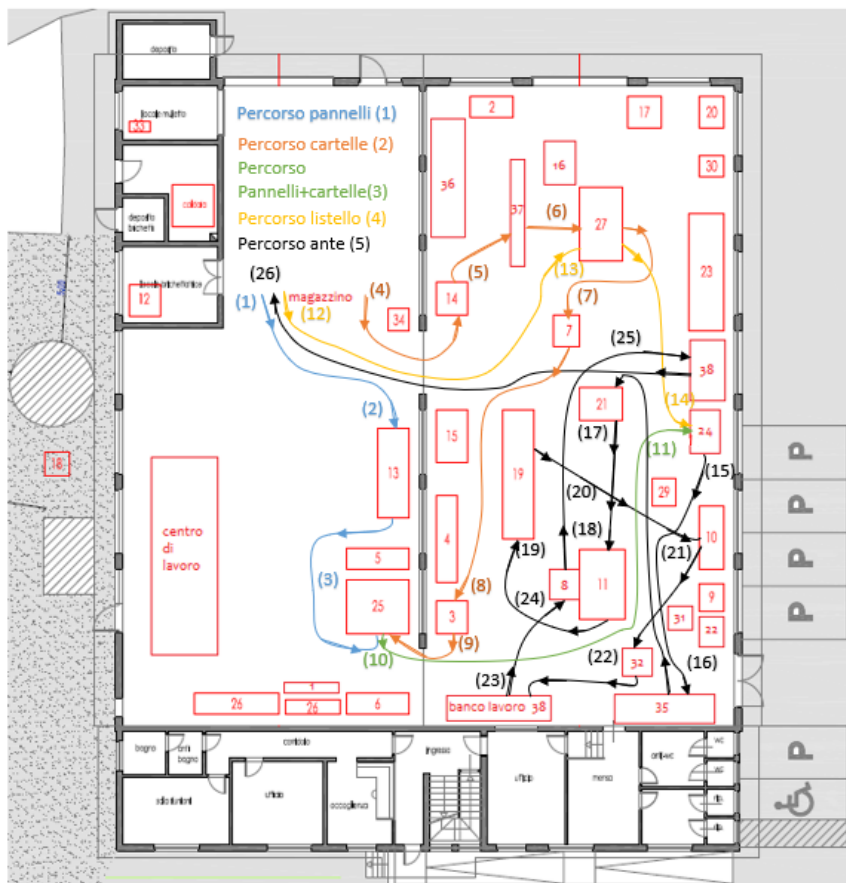
Fig.3.1 – Logica pull all'interno della falegnameria,



3.2 SPAGHETTI CHART

Il diagramma a spaghetti è uno strumento che integra la mappatura del valore in quanto identifica il percorso del flusso tramite delle linee che indicano gli spostamenti di personale e di materiale all'interno di una determinata area lavorativa durante lo svolgimento delle attività produttive. Dal confronto tra il diagramma della situazione attuale e l'analisi del diagramma ideale devono emergere tutti i movimenti che non creano valore così da ridurli o eliminarli. Il nome di questo sistema si deve alla necessità di tracciare le suddette linee in una maniera ondulata che ricorda la forma degli spaghetti. Una elevata concentrazione di linee comporta necessariamente una riflessione relativa alla gestione dei processi e richiede l'eliminazione del muda al fine di svolgere attività più semplici con tempistiche, costi e difetti minori. Nel caso della Falegnameria Hermann sono stati effettuati due spaghetti chart: un diagramma è stato redatto osservando gli ordinari metodi lavorativi, mentre il secondo è stato stilato al termine dell'inserimento de CNC. Si vedrà nei paragrafi seguenti la sostanziale differenza fra i due diagrammi

Fig. 3.2 – Spaghetti chart di un'anta standard per mobili



3.3 KANBAN

Abbiamo precedentemente presentato il processo produttivo della falegnameria: si ascolta la volontà del cliente e solo dopo aver definito ogni dettaglio può iniziare la produzione e quindi l'ordine di materia prima. Ma certi prodotti standardizzati e universali vengono acquistati in lotti, in quanto si possono utilizzare per più commesse. Ad esempio: viti, bulloni, colla, pannelli in truciolato, materiale per imballare.

Questi sono definiti prodotti di classe C: prodotti ausiliari alla produzione con basso valore unitario e alta incidenza numerica

La proposta fatta all'azienda è quella di utilizzare il sistema **Kanban** per la gestione dei prodotti sopra elencati. Il Kanban è una tecnica utilizzata maggiormente nel settore della produzione perché propedeutica al controllo e alla gestione della logica "pull". La parola, di origine giapponese, significa letteralmente "segnale visuale" e indica in maniera inequivocabile la sua essenza oltre che la sua funzione: il Kanban, infatti, non è altro che un cartellino informativo tramite il quale vengono approvati ed autorizzati i processi di acquisto, produzione o movimentazione di materiali.

Il principio di questo sistema di rifornimento delle linee di produzione è semplice, ma estremamente efficace: **un sistema a rotazione con due contenitori mette a disposizione la viteria *just in time*, direttamente nella postazione di stoccaggio**. Una volta consumato il materiale contenuto nella prima vaschetta, l'etichetta che contrassegna quel contenitore viene attaccata ad un pannello. Questo pannello sarà visualizzato dal personale dell'ufficio, il quale provvederà all'acquisto del materiale. Nel frattempo la seconda vaschetta è già pronta e disponibile sullo scaffale per l'utilizzo. In alternativa, i contenitori possono essere dotati di codici a barre, i quali scannerizzati attraverso uno smartphone trasferiscono tutti i dati dell'articolo presso un computer dell'ufficio, il quale a sua volta provvederà all'ordine

Lo strumento del Kanban è estremamente utile perché semplice, sintetico, ma ricco di informazioni. In genere, un cartellino visuale riporta:

- codice del materiale;
- descrizione del prodotto;
- il fornitore che ha prodotto quel componente;
- contenitore e scaffale da utilizzare;
- tempo e quantità di ripristino;
- altre informazioni (a seconda delle esigenze aziendali).

**Fig. 3.3 – In basso a sinistra il magazzino dei prodotti di classe C: la ferramenta.
In basso a destra il Kanban che si potrebbe adottare presso la falegnameria**



| CARTELLINO FALEGNAMERIA HERMANN | |
|---|---|
| Articolo | Vite TPS autosvasante per Truciolare |
| Famiglia | Viti |
| Impronta | TORX |
| Fornitore | Tecfi SF |
| Lead time medio | 7 giorni |
| Contenitore | Prima scatola |
| Quantità | 500 pezzi |
|  | |
|  | |
| tps autosvasante (1) | |

Il Kanban ha la capacità di gestire automaticamente le criticità quotidiane: quando i pezzi di un determinato contenitore si esauriscono il cartellino viene inviato al fornitore, il quale provvederà a ripristinare la quantità.

Per questo tale strumento si inserisce perfettamente nella logica pull, in quanto la produzione o l'acquisto di un componente è autorizzata solo da un consumo effettivo.

In conclusione, il “segnale visuale” elimina il rischio di sovrapproduzione (e quindi di muda), semplifica il sistema informativo della produzione e rende flessibile il rapporto con i fornitori da una parte e la risposta ai clienti dall'altra. Il concetto base, comunque, è che la produzione inizia in seguito al consumo di materiale nelle scorte, o alla domanda delle operazioni a valle, ma non è avviata da una programmazione basata sulle previsioni.

Adottare un sistema kanban, pertanto, permette di ottenere molteplici vantaggi:

- Eliminazione della sovrapproduzione e riduzione delle scorte
- Tempi di consegna più brevi
- Tempi ciclo più rapidi
- Riduzione dei tempi di pianificazione e controllo
- Riduzione degli spazi a magazzino

Malgrado ciò, l'implementazione di un sistema pull può risultare piuttosto complessa, perché implica un cambiamento drastico nel modo di operare e di gestire le scorte; inoltre, il kanban non può essere applicato in egual modo a tutti i contesti, ma sono richieste delle condizioni al contorno:

- I volumi produttivi devono essere sufficientemente regolari, in quanto i fornitori o il magazzino devono riuscire a fornire i componenti per la linea di produzione quando richiesto e nella giusta quantità; pertanto i prodotti altamente personalizzati sono difficili da gestire;
- La manodopera deve essere flessibile e multifunzionale, perché possono esserci delle stazioni con un maggiore carico di lavoro rispetto ad altre;
- Se gli attrezzaggi sono lunghi e complessi il capo reparto avrà delle difficoltà a seguire i cartellini, perché avvierà la produzione solo con un lotto minimo che giustifichi l'attrezzaggio;
- Il processo deve essere fermato in tempi rapidi, una volta prodotta la quantità richiesta, altrimenti si avrà materiale in eccesso.

Queste limitazioni sono tipiche delle aziende di trasformazione, caratterizzate da un'elevata varietà di prodotti finiti e da processi che non possono essere interrotti all'improvviso, ma devono completare il ciclo, producendo più materiale di quello necessario.

3.4 LE TRE “M”

Come già accennato, la gestione snella nasce con l'obiettivo di eliminare gli sprechi, quelli che in giapponese vengono chiamati **Muda**. Considerando la centralità del cliente all'interno dell'azienda, lo spreco viene inteso come tutto ciò che consuma risorse, senza portare valore aggiunto. Taiichi Ohno (considerato il fondatore del Lean production) ha identificato sette tipologie di sprechi, che si possono trovare in tutte le aziende:

- Sovrapproduzione: si verifica quando si produce o si acquista il materiale prima di quanto richiesto, o in quantità troppo elevata. Secondo Ohno questo è uno degli sprechi più pericolosi, perché tende a nascondere i problemi della produzione, e dà origine ad altri muda.
- Difetti: errori che portano alla produzione di materiali e prodotti fuori specifica, che devono essere rilavorati o scartati. Questo tipo di spreco può
- Scorte: le scorte di materie prime, semilavorati e prodotti finiti sono tutte considerate uno spreco perché non producono guadagno e non sono di alcun valore per il cliente. Inoltre, la presenza di scorte va a coprire altri problemi, che altrimenti porterebbero all'interruzione del flusso. Questo rende anche più difficile migliorare il processo e capire quali sono le inefficienze.

- **Attesa:** fa riferimento a tutto il tempo perso dagli operatori che aspettano l'arrivo del materiale da lavorare, o che si liberi un macchinario.
- **Movimentazioni:** si intendono tutti gli spostamenti eseguiti dagli operatori all'interno dello stabilimento, per recuperare la parte da lavorare o per cercare uno strumento. Queste attività non aggiungono valore e, anzi, allungano inutilmente il tempo di lavorazione.
- **Trasporto:** questo tipo di spreco è simile al precedente, ma riferito al trasporto del prodotto, che rischia di essere danneggiato o di subire dei ritardi.
- **Processo:** sono considerate uno spreco tutte le inefficienze all'interno del processo, che possono causare problemi come l'interruzione del flusso o difetti nei materiali lavorati.

Per quanto riguarda la **falegnameria Hermann** si possono identificare questi sprechi:

- Grazie all'introduzione del centro di lavoro Epicon 7235, il flusso produttivo odierno riduce gli sprechi di trasporto, attesa e movimentazione. Come si vedrà nei paragrafi successivi, vi è una consistente riduzione di tempo per il trasporto e il set-up. Vista la riduzione di tempo destinata alla movimentazione dei prodotti, viene diminuito anche lo sforzo fisico degli operatori, i quali potranno destinare le energie risparmiate per le attività rilevanti del processo produttivo
- Il CNC effettua lavorazioni con una precisione estrema, caratteristica la quale abbatte i difetti di produzione e di processo
- Durante le operazioni di taglio/sezionatura/levigatura si generano degli scarti di legno. Se questi sono di dimensioni ragguardevoli, i falegnami incollano e successivamente pressano i pezzi scartati per ottenere nuovamente un pannello delle dimensioni desiderate. Se invece i trucioli derivanti dalle lavorazioni sono troppo piccoli per essere incollati, attraverso l'impianto di aspirazione vengono convogliati nella bricchettatrice ¹ la quale compatta ad altissime pressioni i trucioli. I bricchetti ² così ottenuti, offrono una sensibile riduzione di volume, rendono gli ambienti di lavoro molto più organizzati ed efficienti e consentono di ottenere riscaldamento autonomo divenendo così una fonte preziosa di risparmio e guadagno. La falegnameria Hermann, in questo modo, riutilizza tutto il legno adoperato nel processo

1) Macchina utensile utilizzata per tagliare e pressare segatura o residui di legno al fine di determinarne un notevole incremento della densità, rispetto alla materia prima originale.

2) I bricchetti sono generalmente lunghi tra i 20 e i 30 centimetri, hanno un diametro tra i 7 e i 10 centimetri, una densità > 900 kg/mc, umidità < 15%, ceneri tra lo 0,5% e l'1% e un contenuto idrico < 15%.



Fig.3.4 – In alto l’impianto di aspirazione completo di silo di stoccaggio e linea di bricchettatura polveri, a destra il trasporto tra le varie macchine con carrelli manuali



Spesso nella gestione snella si parla anche di un ottavo spreco, cioè lo spreco della creatività umana. Questo si ha quando la direzione non permette alla forza lavoro di partecipare alle attività di miglioramento e di apportare in modo autonomo dei piccoli cambiamenti nel processo. Nella lean production, dare la possibilità a tutte le persone di contribuire al bene dell'azienda può portare a risultati molto positivi, perché spesso le soluzioni migliori a determinati problemi possono essere date da chi esegue il lavoro, piuttosto che da chi lo pianifica. Nel nostro caso capita spesso che i falegnami diano consigli ai progettisti, in quanto hanno maturato un'esperienza tale da conoscere quali sono le best practice da utilizzare. Lo sviluppo, il coinvolgimento e il rispetto per le persone sono tutti concetti chiave della cultura lean, essenziali per riuscire ad ottenere un ambiente di lavoro dove sia piacevole lavorare e dove ognuno possa dare il proprio contributo, sentendosi importante per il successo dell'azienda.

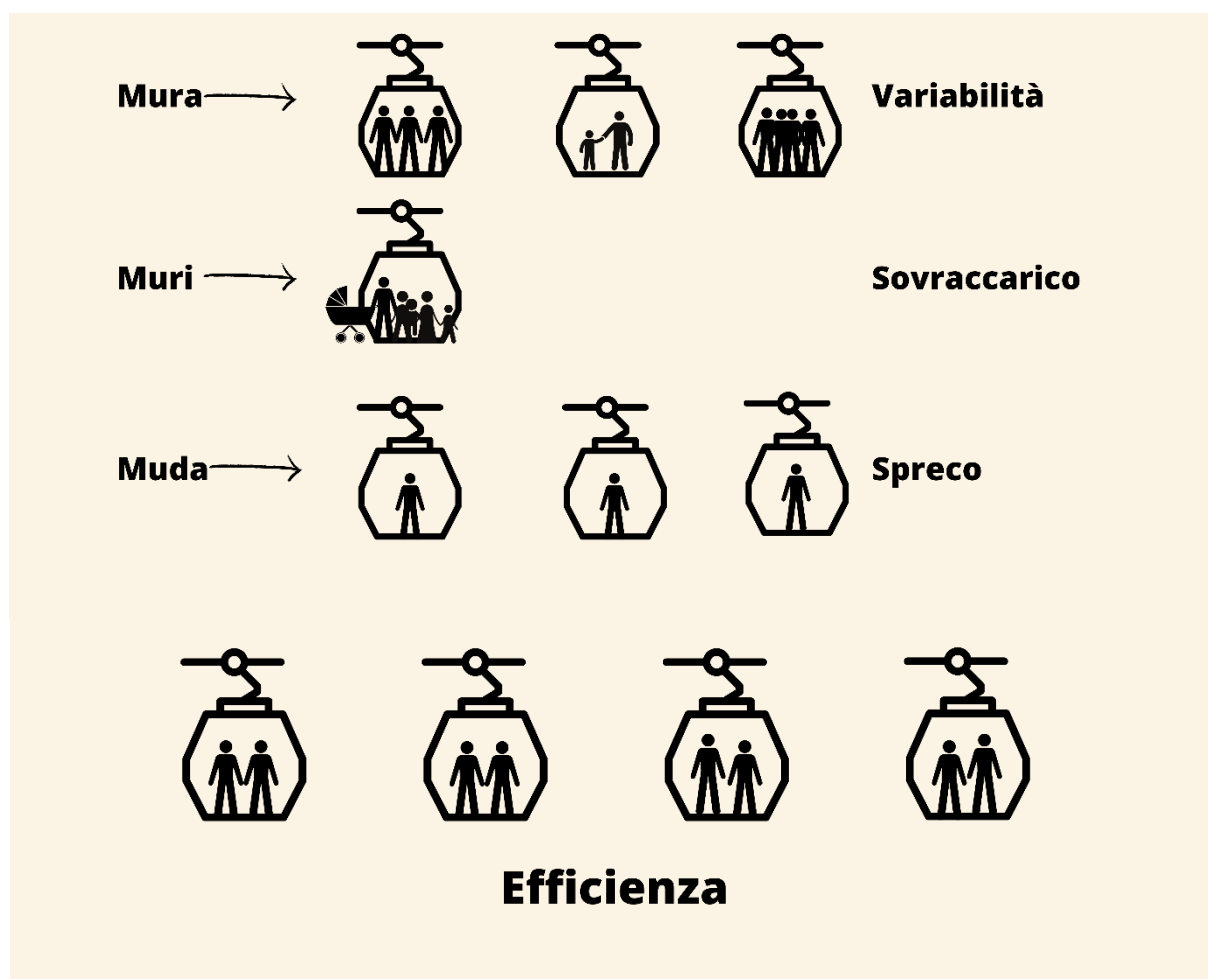
Nella gestione snella oltre ai muda, che sono gli sprechi fisici e quindi quelli più visibili, esistono anche altre due tipologie di spreco, i **Muri** e i **Mura**, ed è importante non dimenticarli perché sono quelli che danno origine ai Muda.

Muri sta ad indicare il sovraccarico delle risorse. I problemi derivanti da questo tipo di spreco possono essere molteplici: sovraccaricare le persone di lavoro, ad esempio, può portare a incidenti, assenteismo sul posto di lavoro e insoddisfazione del personale; allo stesso modo,

sovraccaricare un macchinario può portare ad un rapido deterioramento o alla rottura di qualche componente.

Mura, invece, fa riferimento alle irregolarità del carico di lavoro, che possono causare i muri quando si sovraccaricano le risorse, o i muda quando c'è un sottoutilizzo (ad esempio attese). Riuscire a rendere stabile e regolare il carico di lavoro, quindi, può portare molti benefici e la gestione snella mira a combattere questo spreco con il just in time

Fig.3.5 – Mura, Muri e Muda



4 ANALISI TEMPI E METODI: WORK STUDY

La tecnica dei tempi e metodi fa parte della più vasta categoria degli studi sulla produttività. L'espressione "tempi e metodi" riporta alle attività di ricerca del miglior metodo, che nel rispetto delle condizioni di ergonomia e sicurezza, è funzionale all'esecuzione di uno specifico lavoro, e alla rilevazione del tempo. Essa viene applicata all'interno dell'azienda per rilevare ciascuna operazione e il tempo impiegato per portarla a termine con lo scopo di individuare il miglior metodo, a fronte dei sistemi e strumenti disponibili o previsti, di calcolare le risorse necessarie, equilibrare i carichi di lavoro e programmare in maniera adeguata la produzione.

4.1 ORIGINI DEL WORK STUDY

Le basi della moderna ricerca dei metodi risalgono a Frederick W. Taylor¹, padre dell'organizzazione scientifica del lavoro, e ai coniugi Frank e Lillian Gilbreth², pionieri nel campo dello studio dei movimenti. Il contesto socio-economico in cui essi si formarono e svilupparono le proprie idee è quello della seconda rivoluzione industriale, che vede una rapida diffusione delle innovazioni tecnologiche, la nascita di nuovi settori produttivi e la crescita delle attività industriali e commerciali. Taylor fu caporeparto presso l'acciaieria Midvale Steel Company e membro dell'Associazione Americana degli Ingegneri Meccanici (ASME) ed è proprio durante gli incontri organizzati da questa associazione che presenta diversi scritti riguardanti quella da lui chiamata organizzazione scientifica del lavoro. Taylor era fermamente convinto che la produzione fosse il fondamento del benessere materiale, pertanto riteneva antieconomico l'insufficiente rendimento del suo reparto e si propose di fare tutto il possibile per incrementarne la produttività. Taylor giunse alla formulazione di un semplice principio che forma tuttora un solido caposaldo dell'industria moderna: "La maggior produzione si consegue quando si affida ad ogni operario un compito ben definito, da eseguire in un tempo ed in un modo ben definiti".

1) Ingegnere e imprenditore statunitense, iniziatore della ricerca sui metodi per il miglioramento dell'efficienza nella produzione

2) Coppia di ingegneri industriali americani che dedicarono le loro carriere allo studio del movimento e dell'organizzazione scientifica in ambienti industriali e commerciali.

Per applicare concretamente l'organizzazione scientifica del lavoro fu necessario definirne gli elementi operativi, sintetizzabili in:

- Definizione dei compiti
- Studio dei tempi
- Ricerca del miglior metodo
- Standardizzazione

Definire il compito è l'aspetto preminente del lavoro di Taylor, ruolo da lui affidato alla direzione aziendale, consiste nell'assegnazione di un compito ben definito fornendone una descrizione e nella determinazione del modo d'esecuzione attraverso un foglio di istruzioni per l'operario in modo da portare ad una specializzazione del lavoro. Per quanto riguarda il tempo, dapprima fu da egli determinato mediante rilievi effettuati su lavorazioni precedenti ed in seguito misurato attraverso un cronometro. L'introduzione della nozione del tempo è il suo apporto originale, in modo da poter raggiungere una valutazione oggettiva del rendimento del lavoro operaio. Il concetto di miglior metodo è strettamente legato allo studio dei tempi. Consiste principalmente nell'eliminazione dei movimenti inutili e lenti, seguendo il principio che esiste un solo modo ottimale ed economico per compiere qualsiasi operazione. Infine si ricerca la standardizzazione assoluta, per rendere intercambiabili uomini e macchine. Essa rappresenta la massima espressione della divisione del lavoro. Unitamente all'evoluzione tecnologica all'evoluzione dei mercati e del consumo, il metodo scientifico dell'organizzazione del lavoro apre la strada alla produzione di massa e al concetto moderno di azienda industriale. L'applicazione di questo metodo comportò un notevole incremento della produzione, facendo in modo che tale metodologia si diffondesse facilmente. Tuttavia fu tralasciato l'aspetto riguardante il fattore metodo, nonostante Taylor avesse sottolineato la sua importanza in tutti i suoi scritti. Pochi anni dopo che Taylor iniziò a sviluppare l'organizzazione scientifica del lavoro un impresario edile, Frank Gilbreth abbandonò il suo campo di attività per dedicarsi allo studio del lavoro insieme alla moglie Lillian, esperta psicologa la quale si dedicò allo studio dei comportamenti degli impiegati.

4.2 METHOD STUDY

Ora esaminiamo la procedura base dello studio dei metodi, trattando minuziosamente le fasi in cui si articola. Le fasi sono le seguenti: scelta del lavoro, rilevazione dei dati, esame critico, sviluppo e riesame del metodo futuro, applicazione e conservazione.

4.2.1 SCELTA DEL LAVORO

Scelta del lavoro: la selezione dovrebbe premiare i lavori che offrono maggiori possibilità di miglioramento o i quali causano colli di bottiglia. Inoltre è buona norma selezionare le attività svolte più frequentemente. Infatti, per quanto riguarda la falegnameria sono state selezionate le linee di prodotto più realizzate e quelle cui subiranno le maggiori modifiche ad esempio le porte ed i rivestimenti

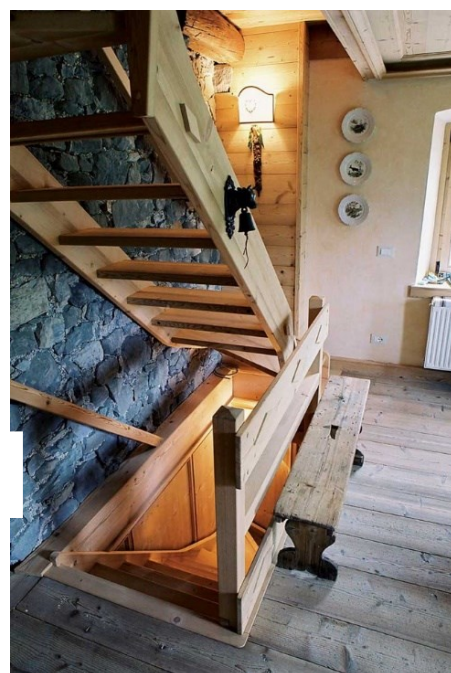


Fig. 4.1 – Linee di prodotto più realizzate

4.2.2 REGISTRAZIONE DEL METODO ATTUALE

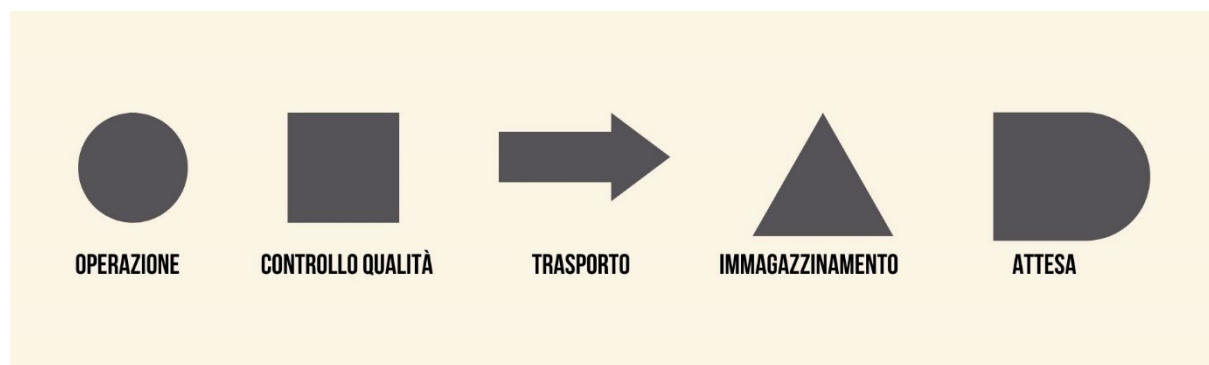
La **rilevazione dello stato iniziale**, indicato con la dicitura AS IS, è la fase in cui si effettua una **registrazione di tutti gli elementi che riguardano il metodo adottato**. Questi dati possono essere ricavati con differenti gradi di precisione e costituiscono la base per l'analisi critica e per lo sviluppo dei metodi alternativi e migliorati. Per la rilevazione si può procedere mediante osservazione diretta, unitamente alle informazioni inerenti al layout dell'impianto, la posizione dei macchinari, dei servizi. Le tecniche di seguito riportate rappresentano un modo sistematico e preciso di svolgere l'analisi del metodo di lavoro, ma non costituiscono una via esclusiva.

Tra i metodi più frequentemente utilizzati vi sono:

- Schemi di flusso – una rappresentazione schematica del flusso di un prodotto attraverso la fabbrica o il reparto registrando tutti i fatti e i tempi in rassegna mediante l'uso di appropriati simboli. Questa procedura risulta più complessa, e viene quindi applicata solamente e separatamente ai componenti principali.
- Diagramma di flusso o Spaghetti chart – una rappresentazione grafica dell'area lavorativa, recante una chiara indicazione delle relazioni esistenti fra le macchine, i posti di lavoro, i percorsi seguiti dai materiali e dagli uomini.

I simboli più comunemente utilizzati nel 'process mapping' descrivono che tipo di attività viene svolta nel processo.

Fig. 4.2 I simboli derivanti dal scientific management



È utile classificare le attività in base al ruolo svolto nel processo produttivo:

- Attività a valore aggiunto (VA), tutte quelle che contribuiscono ad associare valore al prodotto per il cliente e sulle quali l'impresa deve focalizzarsi e concentrare le proprie risorse al fine di ottenere un vantaggio competitivo.
- Attività senza valore aggiunto (SVA o NVA), ma necessarie, consistono nell'impiego di risorse per un'operazione che in sé non crea direttamente valore per il consumatore, ma che nelle condizioni operative del momento risulta necessaria per attuarne altre che invece sono produttrici di valore.
- Attività senza valore aggiunto (NVA) e non necessarie, ovvero quelle per cui il cliente non è disposto a riconoscere un compenso.

Sul primo punto dovrà concentrarsi il nuovo metodo, sul secondo e sul terzo invece dovranno agire gli sforzi per la riduzione e l'eliminazione degli sprechi. Le attività senza valore aggiunto, nel contesto della falegnameria, sono quelle in cui si attrezzano le macchine utensili (set-up time) e la movimentazione delle merci fra una postazione e l'altra.

Tale suddivisione, in funzione del valore apportato, è il punto di partenza dell'approccio della lean manufacturing. Essa risulta a mio avviso necessaria poiché lo scenario in cui operano le aziende attualmente richiede un aggiornamento del tradizionale ruolo dell'analisi tempi e metodi in ottica di ottimizzazione complessiva dei processi orientata alla creazione del valore per il cliente. In tal modo è possibile intervenire per evitare sprechi, migliorare i metodi e i tempi, linearizzare i flussi ed essere più competitivi, utilizzando gli strumenti base dell'attività tempi e metodi con la prospettiva del pensiero lean orientata all'eliminazione del superfluo.

4.2.3 ESAMINARE I DATI RACCOLTI

Una volta raccolte tutte le informazioni necessarie riguardanti il metodo si hanno le basi per poter giungere alla definizione del nuovo metodo da adottare. È necessario procedere ad un'analisi critica, seguendo una vera e propria sequenza d'indagine. L'obiettivo da raggiungere è quello di avere il maggior numero di operazioni a valore aggiunto, riducendo invece quelle a non valore aggiunto. Quest'ultime sono le prime ad essere sottoposte alla precisa sequenza d'indagine la quale deve interrogarsi su:

- Scopo – Che cosa viene fatto e perché? Cosa si dovrebbe fare?
- Luogo – Dove viene fatto? È meglio farlo altrove?

- Sequenza – Quando viene fatto? Quando potrebbe e dovrebbe essere fatto?
- Operatore – Chi svolge l’operazione? Chi potrebbe farlo meglio?
- Mezzo – Perché viene fatto in questo modo? Si può fare meglio?

Tali domande vanno poste per ciascuna operazione in modo da poter eventualmente eliminare i particolari non necessari al lavoro, combinare le attività, riordinare la sequenza delle operazioni e semplificare in modo da incrementare l’efficienza.

4.2.4 SVILUPPARE UN NUOVO METODO

Una volta poste queste domande, molte delle quali contengono implicitamente la risposta si può procedere a sviluppare il metodo migliorato registrandolo mediante gli strumenti in precedenza considerati, in modo che lo si possa controllare e paragonarlo al metodo originale. Si produrranno due soluzioni riguardanti:

- **Il layout** che andrà adeguato alle nuove caratteristiche di produzione (quantità e varietà) e al nuovo metodo di lavoro definito, tenendo conto degli spostamenti dell’operatore e all’esigenza di possibili nuove aree di giacenza dei materiali.
- Verrà individuato **un metodo** che non preveda gli sprechi e le attività NVA rilevate nel metodo iniziale. Nel far questo bisognerà tenere in considerazione i principi di economia dei movimenti, i quali consentono una corretta organizzazione fisica del lavoro manuale e l’attuazione di condizioni ergonomiche durante l’impiego del corpo sul posto di lavoro, oltre ad assistere nella progettazione di utensili e attrezzature.

4.2.5 APPLICAZIONE E MANUTENZIONE

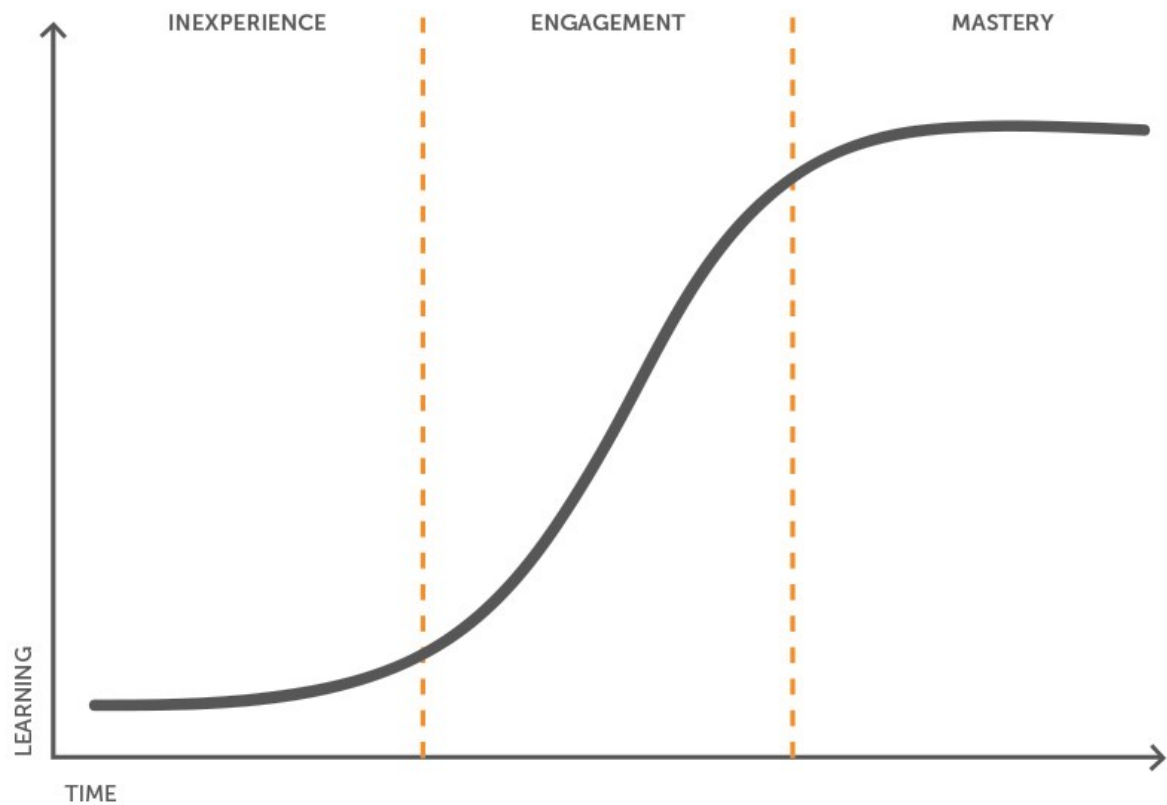
Una volta sviluppato il nuovo metodo risulta evidente che l’apprendimento di quest’ultimo richiederà da parte degli operatori un certo lasso di tempo.

Esso dipenderà dalla natura del lavoro e sarà massimo per processi complessi i quali sono stati eseguiti nella precedente maniera per un lungo periodo. In questo contesto trovano un differente scopo le riprese effettuate per la registrazione dei tempi, che possono fornire un supporto per il riaddestramento dell’operatore, il quale osservando le proprie azioni sarà in grado di apprendere più facilmente il nuovo metodo.

L’introduzione del nuovo metodo come tutti i processi di apprendimento può essere descritto mediante l’omonima curva, nella quale si nota inizialmente una fase in cui è richiesto poco

tempo per incrementare la performance, alla quale però segue una seconda fase in cui l'incremento di performance tende a diminuire con l'avanzare dei cicli effettuati, richiedendo infine molta pratica prima di raggiungere una velocità alta e uniforme durante l'operazione.

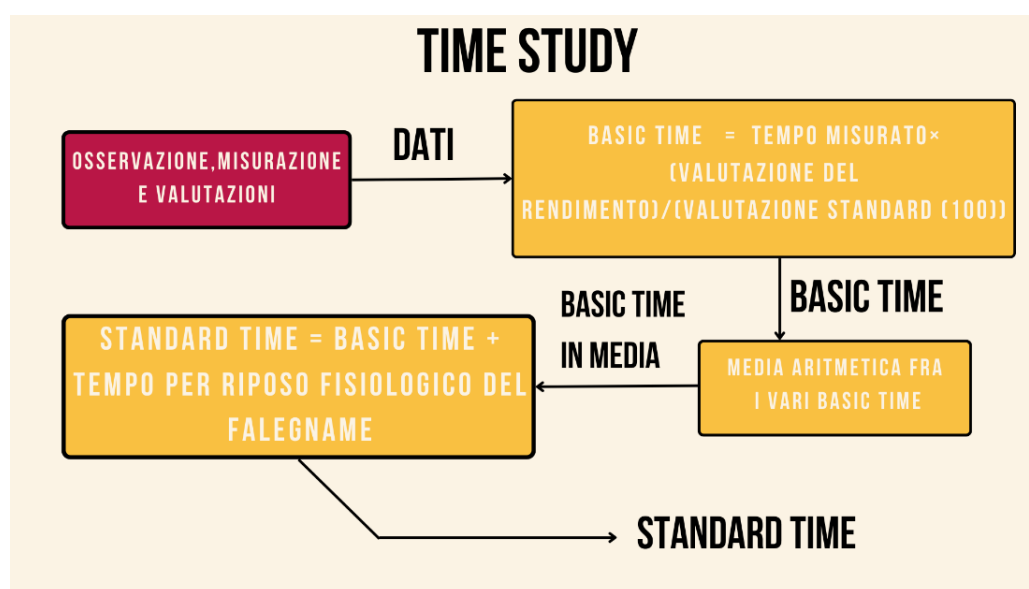
Fig. 4.3 – Curva di apprendimento (FONTE: <http://marktruelson.com/manage-your-teams-learning-curve/>)



4.3 TIME STUDYING

Lo studio del tempo è il secondo strumento utilizzato per esaminare il flusso produttivo, e consiste nel misurare la durata di una specifica attività, svolta in determinate condizioni. In seguito alla misurazione, si ottengono dei dati i quali vanno elaborati per ottenere delle informazioni utili per l'analisi del processo produttivo. La tecnica del time studying richiede tre passaggi: osservare e misurare la durata di ciascuna attività, normalizzare i tempi misurati, elaborare una media dei dati raccolti

Fig. 4.4 – Sotto è riportata uno schema per riassumere il time study



4.3.1 OSSERVARE, MISURARE E VALUTARE

La prima cosa da fare è suddividere le attività in elementi ben definiti e facilmente individuabili. Prima di effettuare le misurazioni è opportuno che l'analista sia fornito di quante più informazioni possibili riguardo il processo di lavorazione, dunque sul metodo, sull'oggetto che verrà prodotto o assemblato, sui materiali usati, gli utensili necessari in modo da essere consapevole delle rilevazioni che si stanno facendo

I sistemi utilizzati per la determinazione dei tempi sono stati le stime, il rilievo cronometrico, l'utilizzo di un smartphone per la lettura dei codici a barre e l'importazione dei dati tramite i pannelli di controllo delle macchine. Il centro di lavoro registra in modo autonomo l'ora e la data in cui vengono effettuate le operazioni e quale falegname è stato a farle.

Durante le misurazioni si deve attribuire a ciascun lavoratore una valutazione sulla performance effettuata. Il metodo più utilizzato è usare una scala fino a 100 per valutare il lavoro svolto.

4.3.1.1 LA MISURAZIONE TRAMITE CODICE A BARRE

Le lavorazioni svolte nella falegnameria non hanno tempistiche brevi e per questo si è ritenuto inopportuno assegnare ad una persona il compito di cronometrare le attività. In un primo momento i falegnami si sono muniti di cronometro e all'inizio e al termine di ciascuna attività riportavano su un foglio cartaceo le tempistiche. Ma anche questo metodo è stato scartato: molte volte il cronometro non veniva arrestato, il quantitativo di tempo per scrivere manualmente era ritenuto troppo eccessivo e i dati raccolti mancavano di qualità. La raccolta dei dati necessitava una svolta.

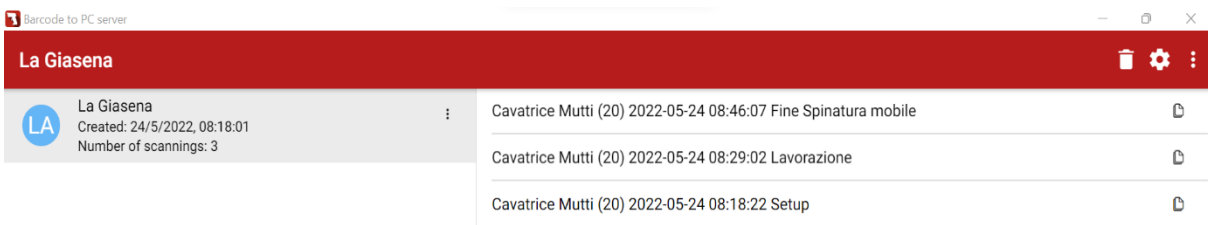
Ascoltando le richieste dei falegnami e il consiglio dell'Ingegnere Bortoluzzi, che segue le pratiche dell'Industria 4.0 per l'azienda, la rilevazione dei dati è stata realizzata tramite l'app Barcode to PC. Il processo è stato così articolato:

- Per ogni macchina utensile è stato stampato un codice a barre univoco
- Attraverso l'uso dello smartphone, dove è stata installata l'applicazione, ogni falegname scansionava il codice a barre appena arrivava presso la macchina e iniziava la durata del set-up time
- Quando la macchina era pronta per l'utilizzo l'operatore scansionava nuovamente il codice ed aveva inizio la durata di lavorazione effettiva
- Al termine del processo si scansionava nuovamente.

I dati così ottenuti si possono visualizzare in modalità sincrona accendendo all'applicazione o al termine di ogni giornata si può effettuare un report che quantificare le ore effettuate. Questo sistema ha così permesso una misurazione più fedele delle tempistiche e ha permesso ai falegnami di lavorare come di consueto, senza ingenti perdite di tempo



Fig. 4.5 – In alto a destra il logo dell’applicazione, in alto a sinistra l’etichetta con il codice a barre adiacente ai comandi della Calibratrice , sotto l’output dei dati



4.3.2 NORMALIZZARE I DATI RACCOLTI

Normalizzare i dati significa depurarli da quelle inefficienze, in quanto i lavoratori possono lavorare a standard di efficienza minori di quelli previsti. Si effettua ciò tramite la formula:

$$BASIC TIME = TEMPO MISURATO \times \frac{VALUTAZIONE EFFETTIVA}{VALUTAZIONE STANDARD (100)}$$

Se infatti si osserva che il lavoratore sta lavorando al 90% delle sue potenzialità e riscontriamo un tempo misurato di 30 minuti il basic time è uguale a:

$$BASIC TIME = 30 * \frac{90}{100} = 27$$

Il **Basic Time** è il tempo per un lavoratore qualificato per svolgere una determinata mansione ad una performance standard

4.3.3 ELABORARE UNA MEDIA DEI DATI RACCOLTI

Effettuando una serie di osservazioni non otterremo mai dei basic time uguali, in quanto nessun umano ripete l'attività svolta esattamente nello stesso tempo. Inoltre l'operazione svolta da operatori differenti, dotati di differente esperienza e rapidità, genera tempi diversi. Può anche succedere che durante lo svolgimento ci sia un imprevisto che rallenti il procedimento. Dal momento che il principale scopo della misurazione del lavoro consiste nel determinare i tempi standard che possono essere utilizzati per scopi diversi (programmazione, preventivi, introdurre migliorie al metodo), si cerca di ottenere un dato medio del basic time, eseguendo una semplice media aritmetica dei dati raccolti.

4.3.4 STANDARD TIME

Come abbiamo detto prima, il Basic time è il tempo per effettuare una certa attività in determinate condizioni. Per ottenere lo **Standard Time** dobbiamo aggiungere ad esso una 'quota' di tempo, durante il quale, il lavoratore possa fare delle pause fisiologiche. Queste **Allowances** sono aggiunte al basic time per dare la possibilità all'operatore di recuperare fisiologicamente e psicologicamente in seguito alle attività svolte. L'ammontare di allowances dipende dalla natura del lavoro: il fattore fisiologico tiene conto della posizione dell'operatore, degli arti superiori e inferiori e della resistenza che si oppone al movimento dello stesso. Per valutarlo vengono utilizzate delle apposite tabelle fornite dall'azienda o da chi è incaricato dell'analisi.

Table S8.3 An allowances table used by a domestic appliance manufacturer

| Allowance factor | Example | Allowance (%) |
|---|---------------------------|---------------|
| Energy needed | | |
| Negligible | None | 0 |
| Very light | 0-3 kg | 3 |
| Light | 3-10 kg | 5 |
| Medium | 10-20 kg | 10 |
| Heavy | 20-30 kg | 15 |
| Very heavy | Above 30 kg | 15-30 |
| Posture required | | |
| Normal | Sitting | 0 |
| Erect | Standing | 2 |
| Continuously erect | Standing for long periods | 3 |
| Lying | On side, face or back | 4 |
| Difficult | Crouching, etc. | 4-10 |
| Visual fatigue | | |
| Nearly continuous attention | | 2 |
| Continuous attention with varying focus | | 3 |
| Continuous attention with fixed focus | | 5 |
| Temperature | | |
| Very low | Below 0°C | over 10 |
| Low | 0-12°C | 0-10 |
| Normal | 12-23°C | 0 |
| High | 21-30°C | 0-10 |
| Very high | Above 30°C | over 10 |
| Atmospheric conditions | | |
| Good | Well ventilated | 0 |
| Fair | Stuffy/smelly | 2 |
| Poor | Dusty/needs filter | 2-7 |
| Bad | Needs respirator | 7-12 |

Fig. 4.6 –A lato è riportata una tabella delle allowances utilizzata in un impianto manifatturiero. L'immagine è riportata sul libro di testo "Operations Management, 9th Edition Prof Nigel Slack, Prof Alistair Brandon-Jones, ©2019 | Pearson |

5 TEMPI E METODI PRODOTTI FINITI

Analizzeremo nei paragrafi successivi come ha influito l'inserimento del centro di lavoro sui flussi produttivi, su il layout e sulla durata delle operazioni. Utilizzeremo per illustrare i cambiamenti i seguenti prodotti finiti: Porte, Rivestimenti, Ante dei mobili. La scelta si è basata su questi prodotti in quanto più standardizzati rispetto ad altre soluzioni prodotte ad hoc su richiesta dei clienti

5.1 PORTE – TELAIO

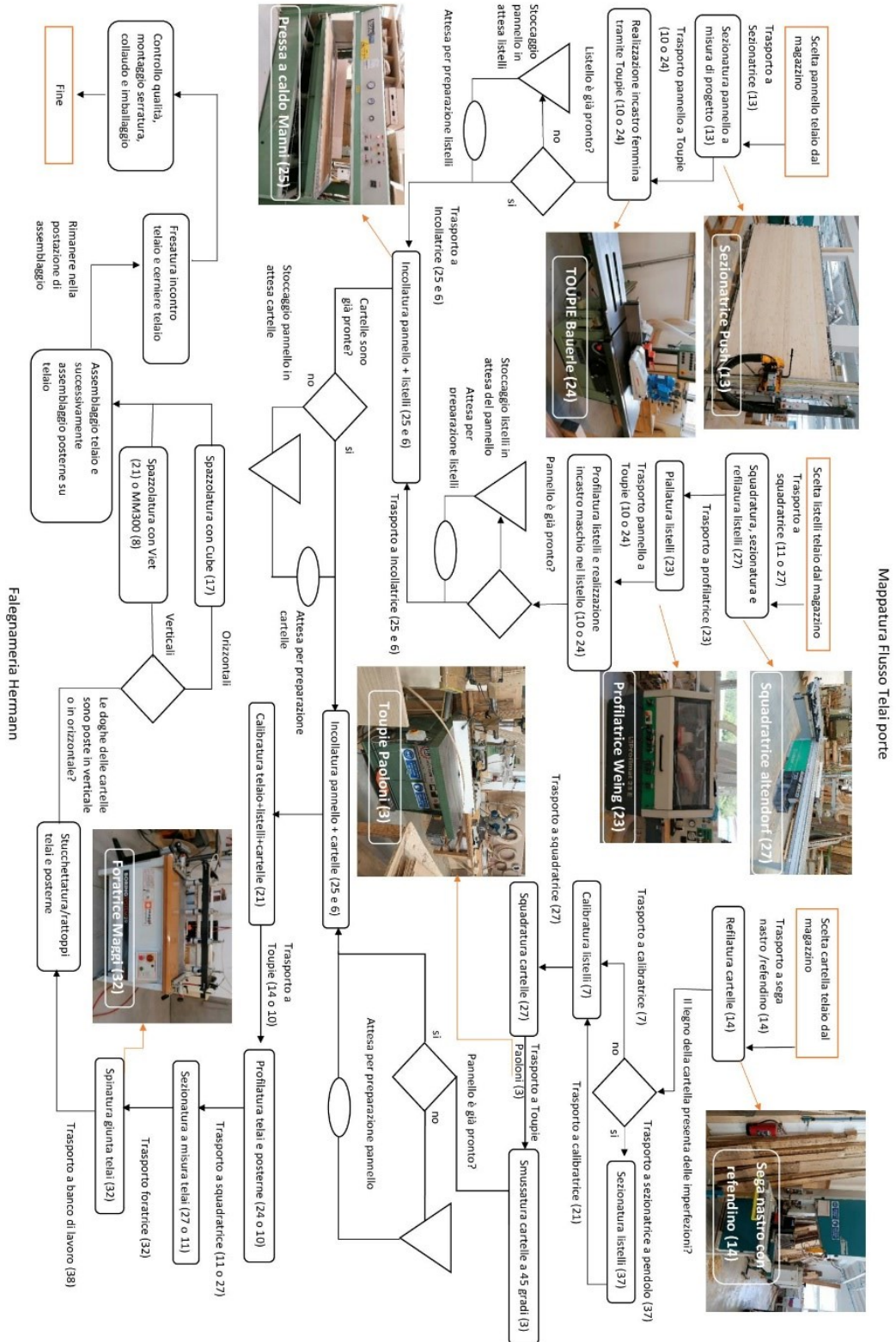
La porta è costituita da un pannello bi strato di truciolato, il quale viene prima sezionato grossolanamente e in secondo momento intagliato per inserire i listelli laterali. La superficie del pannello viene poi ricoperta tramite l'incollatura delle cartelle, sottili fogli di legno massiccio spessi 4 mm, le quali richiedono numerosi passaggi per estrarle dalle tavole di legno. Al termine della fase di incollatura la porta viene squadrata a misura di progetto, calibrata, spazzolata e se richiesto viene spedita in verniciatura



Il Process design dei prodotti della falegnameria si può classificare come un **Jobbing Process**, caratterizzato da alta varietà e relativamente bassi volumi. In questo caso ogni prodotto condivide le risorse produttive con molti altri (la levigatrice viene adoperata sia per la produzione delle porte e sia per i mobili), e presenta caratteristiche peculiari le quali rendono i prodotti difficilmente uguali fra di loro (molti prodotti, pur simili, avranno caratteristiche diverse). I jobbing process possono essere relativamente complessi e richiedono del personale formato che sappia, anche in circostanze imprevedibili, risolvere autonomamente i problemi riscontrati. In termini di **Layout**, la falegnameria si può classificare come un **Functional Layout**, nel quale le trasormed resources (il legno nel nostro caso) seguono differenti percorsi, muovendosi sempre in lotti (batch) per soddisfare differenti bisogni. Più macchine utensili si hanno, più si ha la possibilità di offrire diverse combinazioni prodotti/servizi. Questo layout garantisce un adeguato mix dei prodotti offerti ed una buona flessibilità. Per semplicità il flusso produttivo delle porte è stato diviso in due: un percorso per le ante delle porte, ed uno

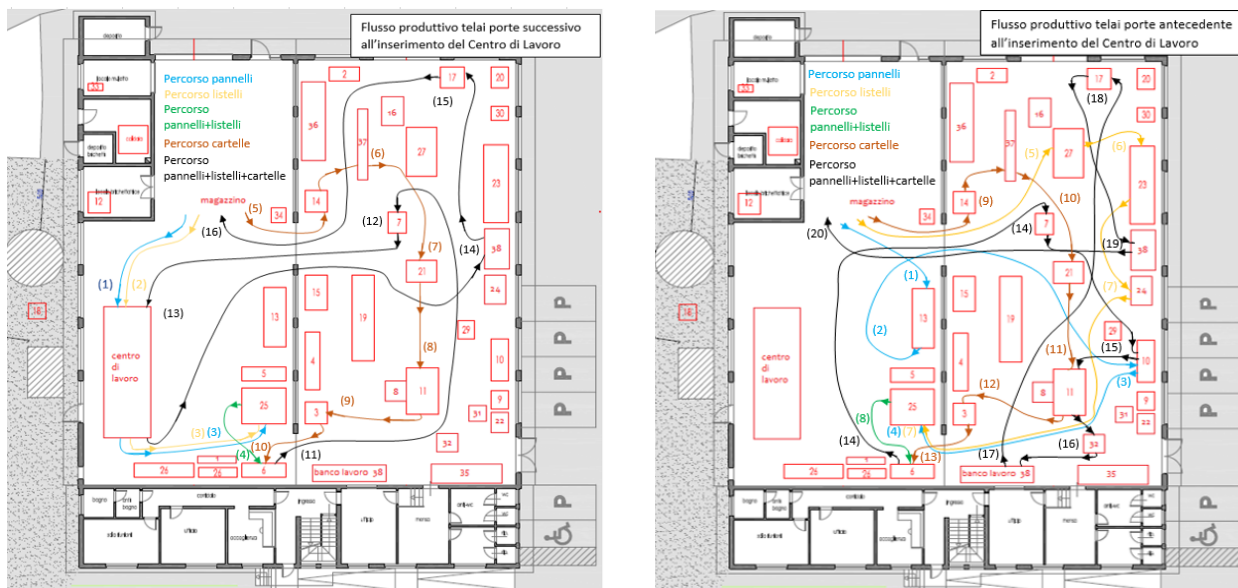
che rispecchia il flusso dei Telai. Ci sono delle parti condivise da entrambi i percorsi, per esempio la scelta e la sezionatura del legname che avviene una volta sola per entrambe le parti della porta. Di seguito lo schema a blocchi del flusso produttivo del telaio che comporrà le porte.

Fig. 5.1 – Lo schema a blocchi con le immagini di alcune macchine utensili utilizzate



Lo schema a blocchi raffigura il procedimento con il quale avvenivano le attività all'interno della falegnameria prima del centro di taglio. Di seguito sono riportati gli spaghetti chart prima e dopo il centro di lavoro

Fig. 5.2 – A sinistra il percorso dei telai prima del centro, a destra dopo l'inserimento



Si può notare subito come l'utilizzo del centro abbia diminuito gli spostamenti, quindi ci sono meno aree congestionate da lavorazioni e spostamenti, il che facilita il lavoro degli operatori e garantisce un maggiore ordine e pulizia della struttura. Per quantificare la riduzione degli spostamenti, sono stati calcolati i metri e il tempo che un operatore impiega per raggiungere le diverse macchine per la fabbricazione dei telai che compongono le porte. È stato poi aggiunta ai tempi cronometrati un percentuale che calcola in media quanto tempo i falegnami impiegano per riporre ordinatamente sui carrelli i semilavorati. Questa operazione avviene ogni qualvolta che i falegnami cambiano postazione di lavoro.

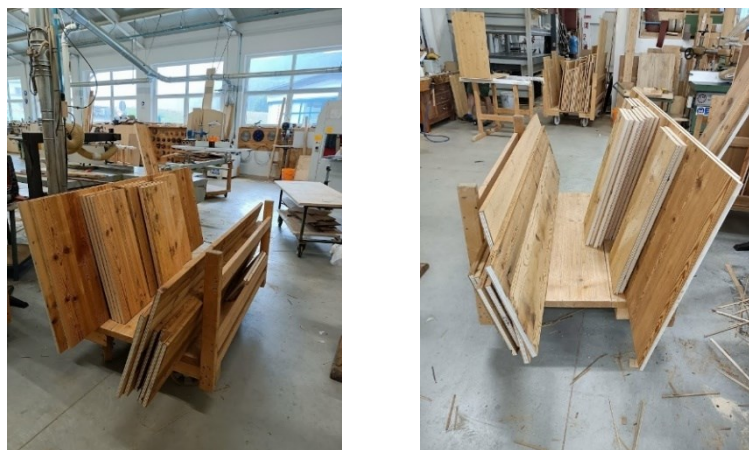


Fig. 5.3 – A sinistra i carrelli con i semilavorati posizionati ordinatamente

Il cronometraggio è avvenuto in condizioni ideali: la merce spostata non era particolarmente ingombrante e pesante, sono stati rimossi tutti gli ostacoli sul percorso per rendere il tragitto il più regolare possibile e l'operatore aveva appena cominciato la giornata lavorativa.

Fig. 5.4 – Sotto tempi e metri effettivi prima dell'introduzione del centro.

| Spostamenti | Tempo in secondi | | Passi | | Lunghezza passi | | Metri |
|---------------------------|------------------|--------|-------|--|---------------------------|--|---------------|
| da mag a (13) | 40 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (13) a (27) | 46 | | 38 | | 0,747 | | 28,386 |
| da (27) a (23) | 11 | | 5 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (23) a (24) | 17 | | 12 | | 0,747 | | 8,964 |
| da (24) a (38) | 34 | | 28 | | 0,747 | | 20,916 |
| da (38) a mag | 43 | | 44 | | 0,747 | | 32,868 |
| da mag a (14) | 33 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (14) a (37) | 10 | | 5 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (37) a (21) | 20 | | 17 | | 0,747 | | 12,699 |
| da (21) a (27) | 32 | | 20 | | 0,747 | | 14,94 |
| da (27) a (3) | 47 | | 40 | | 0,747 | | 29,88 |
| da (3) a (25) | 8 | | 5 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (25) a (7) | 25 | | 22 | | 0,747 | | 16,434 |
| da (7) a (24) | 17 | | 10 | | 0,747 | | 7,47 |
| da (24) a (27) | 13 | | 10 | | 0,747 | | 7,47 |
| da (27) a (32) | 18 | | 13 | | 0,747 | | 9,711 |
| da (32) a (38) | 50 | | 45 | | 0,747 | | 33,615 |
| da (38) a (17) | 55 | | 48 | | 0,747 | | 35,856 |
| da (17) a (38) | 57 | | 48 | | 0,747 | | 35,856 |
| da (38) a mag | 60 | | 50 | | 0,747 | | 37,35 |
| Tempo totale in secondi | 636 | Totale | 510 | | Totale metri effettuati | | 381 |
| Totale tempo in minuti | 10.6 | | | | Totale metri Normalizzato | | 495.26 |
| Totale tempo Normalizzato | 19,10 | | | | | | |

Fig. 5.5 – Sotto i tempi e metri effettivi dopo l'introduzione del centro.

| Spostamenti | Tempo in secondi | | Passi | | Lunghezza passi | | Metri |
|---------------------------|------------------|--------|------------|--|---------------------------|--|---------------|
| da mag a centro | 34 | | 28 | | 0,747 | | 20,916 |
| da centro a (6) | 20 | | 14 | | 0,747 | | 10,458 |
| da (6) a mag | 60 | | 44 | | 0,747 | | 32,868 |
| da mag a (14) | 33 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (14) a (37) | 8 | | 5 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (37) a (21) | 24 | | 17 | | 0,747 | | 12,699 |
| da (21) a (27) | 28 | | 20 | | 0,747 | | 14,94 |
| da (27) a (3) | 46 | | 40 | | 0,747 | | 29,88 |
| da (3) a (25) | 24 | | 6 | | 0,747 | | 4,482 |
| da (25) a (7) | 25 | | 22 | | 0,747 | | 16,434 |
| da (7) a centro | 40 | | 38 | | 0,747 | | 28,386 |
| da centro a (38) | 20 | | 14 | | 0,747 | | 10,458 |
| da (38) a (17) | 50 | | 48 | | 0,747 | | 35,856 |
| da (17) a (38) | 56 | | 48 | | 0,747 | | 35,856 |
| da (38) a mag | 60 | | 50 | | 0,747 | | 37,35 |
| Tempo totale in secondi | 528 | Totale | 419 | | Totale metri effettuati | | 313 |
| Totale tempo in minuti | 8.8 | | | | Totale metri Normalizzato | | 391.24 |
| Totale tempo Normalizzato | 14.10 | | | | | | |

In sintesi, le riduzioni del tempo e dei metri percorsi sono:

| | Tempo Normalizzato in minuti | Metri Normalizzati |
|------------------|------------------------------|--------------------|
| Premi del centro | 19,10 m | 495,26 M |
| Dopo il centro | 14,10 m | 391,24 M |
| Riduzione | 5 minuti | 104,02 M |

La riduzione come si può vedere è sostanziosa, ed essa rappresenta solamente il singolo tragitto da una macchina utensile ad un'altra. Questa rappresenta un'ipotesi un po' restrittiva in quanto i falegnami non seguono dei percorsi standard: è frequente che tutto il materiale da lavorare non si possa trasportare con un unico carrello e di conseguenza si raddoppino tempi e spazi percorsi; è normale che durante lo svolgimento delle operazioni l'operatore si muova nei pressi della macchina per poter svolgere la mansione.

La riduzione di tempo e spazio percorso durante la fase di spostamento, rappresenta solo una piccola parte di quanto il centro di lavoro abbia modificato le tempistiche del ciclo produttivo. Sono state cronometrate due partite di porte, composte entrambe da 10 oggetti di lavorazione utilizzando il vecchio procedimento. Per quanto riguarda i tempi di produzione utilizzando il centro di taglio, è stato possibile misurarli attraverso un unico lotto di porte, anch'esso composto da 10 oggetti di lavorazione. I tempi cronometrati sono già stati analizzati e modificati, in quanto il rating osservato dei falegnami mentre lavoravano presso la nuova macchina, si discostava del 35% circa rispetto alla performance obiettivo. Questo andamento è normale quando gli operatori si interfacciano con un nuovo macchinario, devono capirne il funzionamento e adottare nuove tecniche produttive.

Nella tabella sottostante analizzeremo gli standard time prima e dopo il centro EPICON.

| Descrizione | Descr. Sintetica | Tciclo (min) (VA) | T attrezzaggio (min) NVA | Tmanuale (controllo Q, trasporto,...) (min) NVA | TOT MINUTI FASE | Durata fasi che aggiungono valore per il prodotto finale | |
|---|---|--|--------------------------|---|-----------------|--|-------------|
| Flusso produttivo telaio porte prima del centro di lavoro | | - | - | - | | | |
| 1 | Scelta pannello dal magazzino | Lavorazione manuale | 15 | 0 | 40 | 55 | 15 |
| 2 | Sezionatura pannello bi strato | Sezionatrice push (13) | 100 | 25 | 45 | 170 | 100 |
| 3 | Scelta listelli dal magazzino | Lavorazione manuale | 20 | 0 | 30 | 50 | 20 |
| 4 | Squadatura/Sezionatura listelli massicci | Sega a pendolo (37) | 150 | 36 | 40 | 226 | 150 |
| 5 | Rettificazione/Piattatura listelli | Profilatrice Weing (23) | 50 | 20 | 35 | 105 | 50 |
| 6 | Fresatura pannello (femmina) e fresatura listello (maschio) | Toupie (10 o 24) | 140 | 40 | 30 | 210 | 140 |
| 7 | Incollatura listello e pannello | Banco di lavoro (eventualmente pressa) | 300 | 47 | 50 | 397 | 300 |
| 8 | Scelta cartella | Lavorazione manuale | 20 | 0 | 38 | 58 | 20 |
| 9 | Refilatura cartelle | Sega nastro con refendino (14) | 300 | 45 | 50 | 395 | 300 |
| 10 | Sezionatura cartelle | Sega a pendolo Acimal (37) | 100 | 20 | 28 | 148 | 100 |
| 11 | Calibratura cartelle | Calibratrice SCM (7) | 120 | 37 | 40 | 197 | 120 |
| 12 | Squadatura cartelle | Squadratrice Altendorf (27) o SCM (11) | 400 | 20 | 45 | 465 | 400 |
| 13 | Smussatura cartelle | Toupie Paoloni (3) | 60 | 10 | 30 | 100 | 60 |
| 14 | Incollatura pannello e cartelle | Pressa incollatrice (25 o 6) | 400 | 40 | 60 | 500 | 400 |
| 15 | Calibratura telaio | Calibratrice/Levigatrice Viet (21) | 120 | 15 | 40 | 175 | 120 |
| 16 | Profilatura telaio e posteme | Toupie (10 o 24) | 40 | 20 | 30 | 90 | 40 |
| 17 | Sezionatura a misura telai e posteme | Squadratrice Altendorf (27) o SCM (11) | 150 | 30 | 27 | 207 | 150 |
| 18 | Spinatura giunta telai | Foratrice Magi (32) | 70 | 90 | 40 | 200 | 70 |
| 19 | Stucchettatura/rattoppi telai e posteme | Lavorazione manuale | 200 | 0 | 26 | 226 | 200 |
| 20 | Spazzolatura | Spostamento a spazzolatrice CUBE (17) | 95 | 30 | 17 | 142 | 95 |
| 21 | Assemblaggio telaio | Lavorazione manuale | 450 | 40 | 100 | 590 | 450 |
| 22 | Controllo qualità | Lavorazione manuale | 30 | 0 | 20 | 50 | 30 |
| 23 | Montaggio serratura, collaudo e imballaggio | Lavorazione manuale | 350 | 30 | 80 | 460 | 350 |
| | | Totale | 3680 | 595 | 941 | 5216 | 3680 |
| | | Totale in ore | 61,3 | 9,9 | 15,7 | 86,9 | 61,3 |

| | Descrizione | Descr. Sintetica | Tciclo (min) (VA) | T attrezzaggio (min) NVA | Tmanuale (controllo Q, trasporto,...) (min) NV A | TOT MINUTI FASE | Durata fasi che aggiungono valore per il prodotto finale |
|----|---|--|-------------------|--------------------------|--|-----------------|--|
| 1 | Flusso produttivo telaio porte prima del centro di lavoro | | - | - | - | - | - |
| 2 | Scelta pannello dal magazzino | Lavorazione manuale | 15 | 0 | 40 | 55 | 15 |
| 3 | Scelta listelli dal magazzino | Lavorazione manuale | 100 | 25 | 45 | 170 | 100 |
| 4 | Sezionatura pannello bi strato e fresatura incastro femmina | Centro di lavoro | 50 | 5 | 25 | 80 | 50 |
| 5 | Squadatura/sezionatura, rettifica e piallatura, fresatura incastro maschio nel listello | Centro di lavoro | 70 | 7 | 30 | 107 | 70 |
| 6 | Incollatura listello e pannello | Banco di lavoro (eventualmente pressa) | 300 | 47 | 50 | 397 | 300 |
| 7 | Scelta cartella | Lavorazione manuale | 20 | 0 | 38 | 58 | 20 |
| 8 | Refilatura cartelle | Sega nastro con refendino (14) | 300 | 45 | 50 | 395 | 300 |
| 9 | Sezionatura cartelle | Sega a pendolo Acimal (37) | 100 | 20 | 28 | 148 | 100 |
| 10 | Calibratura cartelle | Calibratrice SCM (7) | 120 | 37 | 40 | 197 | 120 |
| 11 | Squadatura cartelle | Squadratrice Altendorf (27) o SCM (11) | 400 | 20 | 45 | 465 | 400 |
| 12 | Smussatura cartelle | Toupie Paoloni (3) | 60 | 10 | 30 | 100 | 60 |
| 13 | Incollatura pannello e cartelle | Pressa incollatrice (25 o 6) | 400 | 40 | 60 | 500 | 400 |
| 14 | Calibratura telaio | Calibratrice/Levigatrice Viet (21) | 120 | 15 | 40 | 175 | 120 |
| 15 | Profilatura telaio e posterne, sezionatura a misura, spinatura | Centro di lavoro | 65 | 10 | 54 | 129 | 65 |
| 16 | Stucchettatura/rattoppi telai e posterne | Lavorazione manuale | 200 | 15 | 40 | 255 | 200 |
| 17 | Spazzolatura | Spostamento a spazzolatrice CUBE (17) | 95 | 30 | 17 | 142 | 95 |
| 18 | Assemblaggio telaio e fresatura telaio | Lavorazione manuale | 450 | 40 | 100 | 590 | 450 |
| 19 | Controllo qualità | Lavorazione manuale | 30 | 0 | 20 | 50 | 30 |
| 20 | Montaggio serratura, collaudo e imballaggio | Lavorazione manuale | 350 | 30 | 80 | 460 | 350 |
| | | Totale | 3245 | 396 | 832 | 4473 | 3245 |
| | | Totale in ore | 54,1 | 6,6 | 13,9 | 74,6 | 54,1 |

Come si può notare, la riduzione è significativa, diminuendo il tempo totale di circa 7 ore. Inoltre il falegname abbrevia il tempo e lo sforzo dedicato ad attività a non valore aggiunto, per poter impiegare meglio le competenze per eseguire il servizio nel miglior modo possibile. Il falegname che è stato oggetto di cronometraggio è in possesso di competenze e conoscenze specifiche per la costruzione delle porte, nonché di anni di esperienza nel settore. Dal momento che il principale scopo della misurazione del lavoro consiste nel determinare i tempi standard che possono essere utilizzati per scopi diversi (programmazione, preventivi, introdurre migliorie al metodo), sarebbe stato opportuno effettuare la misurazione anche su altri falegnami, per capire come l'esperienza e le competenze influiscano sulla durata totale della lavorazione. In mancanza di ulteriori dati, i tempi sono stati modellati in modo da garantire uno standard time adeguato agli scopi aziendali.



Fig. 5.6 – A lato il falegname mentre cambia il disco della squadratrice.

Il centro Epicon elimina queste operazioni di set-up, le quali non vengono più svolte manualmente, ma è la macchina che cambia gli strumenti utensili in base alle lavorazioni da eseguire



Fig. 5.7 – A lato la fase in cui il centro di lavoro seleziona automaticamente l'utensile più adatto per eseguire la lavorazione. In alto i vari utensili selezionabili

5.2 RIVESTIMENTI

I rivestimenti prodotti dalla falegnameria possono essere di due tipi: di legno massiccio o composti da pannelli.

La produzione dei primi è relativamente più semplice: il legno massiccio viene sezionato e poi viene fresato per la creazione dell'incastro maschio e femmina. Successivamente si calibra e spazzola la superficie del legno. Al termine il rivestimento viene riposto ordinatamente nel magazzino in attesa che venga montato o in attesa della spedizione in verniciatura.

Il procedimento per ottenere i rivestimenti composti da pannello e cartelle, è più articolato in quanto, per ottenere le cartelle si devono eseguire questi passaggi: taglio tramite sega a nastro refendino per ottenere una tavola spessa circa 10 mm, sezionatura grossolana per eliminare parti che presentano imperfezioni, calibratura della tavola per ottenere un foglio di legno dallo spessore di 4 mm, squadratura a misura di progetto, smussatura delle parti a vista. Dopo aver ottenuto le cartelle, si procede all'incollatura di quest'ultime sul pannello, si esegue la fresatura per l'incastro e poi si calibra e spazzola la superficie del rivestimento

Di seguito sono proposte le stesse analisi effettuate per il telaio delle porte, ovvero lo schema a blocchi, gli spaghetti chart, e le analisi dei tempi e spostamenti prima e dopo il centro di lavoro. Sono state cronometrate due partite di rivestimenti utilizzando il vecchio procedimento per un quantitativo pari a 30 mq. Per quanto riguarda i tempi di produzione utilizzando il centro di taglio, è stato possibile misurarli attraverso un unico lotto di rivestimenti, anch'esso circa di 30 mq. I tempi cronometrati sono già stati analizzati e modificati, in quanto il rating osservato dei falegnami mentre lavoravano presso la nuova macchina, si discostava del 35% circa rispetto alla performance obiettivo. Questo andamento è normale quando gli operatori si devono interfacciare con un nuovo macchinario, capirne il funzionamento e adottare nuove tecniche produttive.

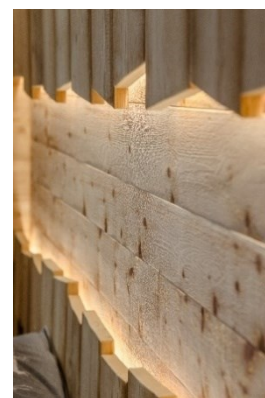


Fig. 5.8 – Lo schema a blocchi con le immagini di alcune macchine utensili utilizzate

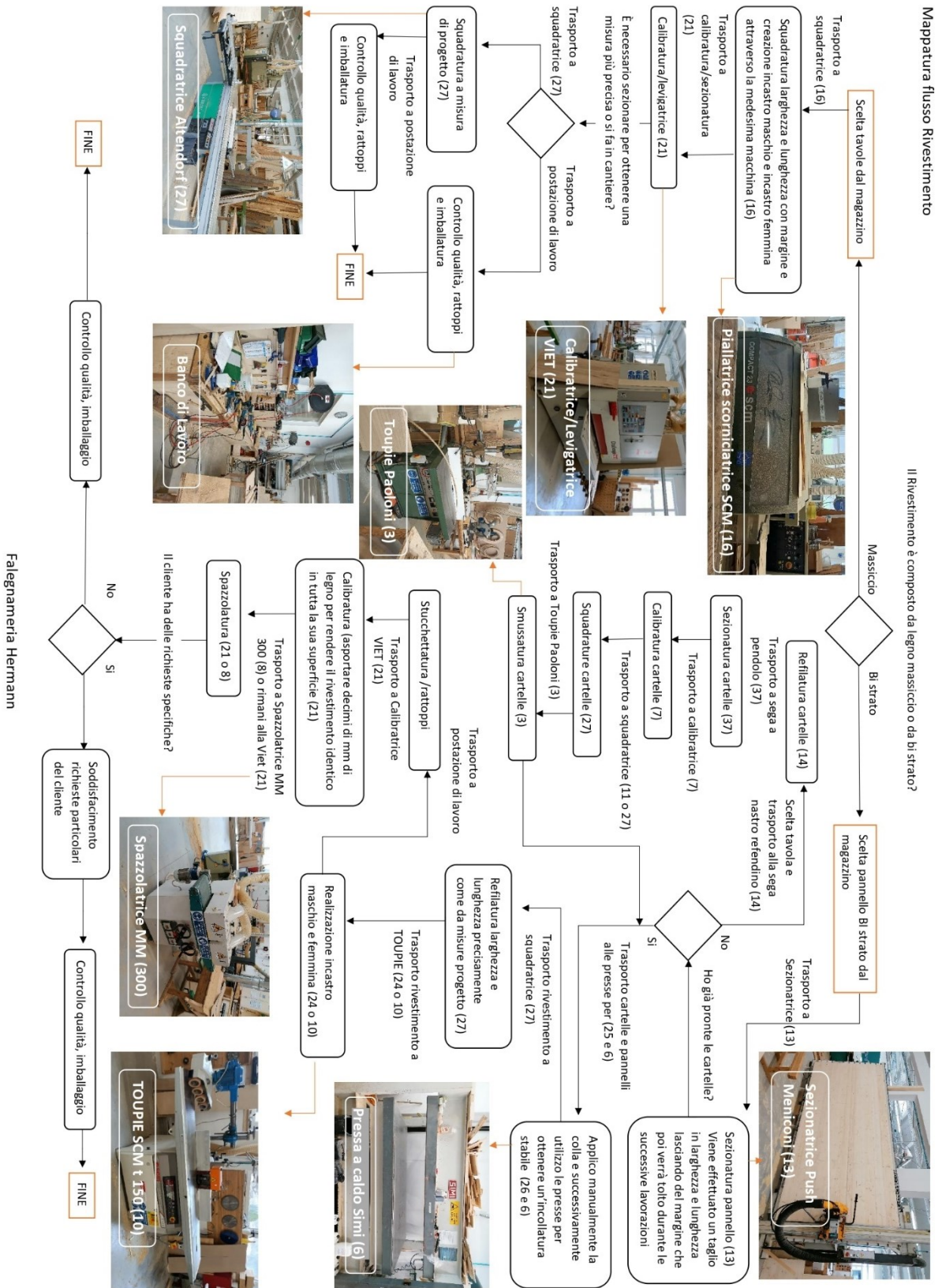
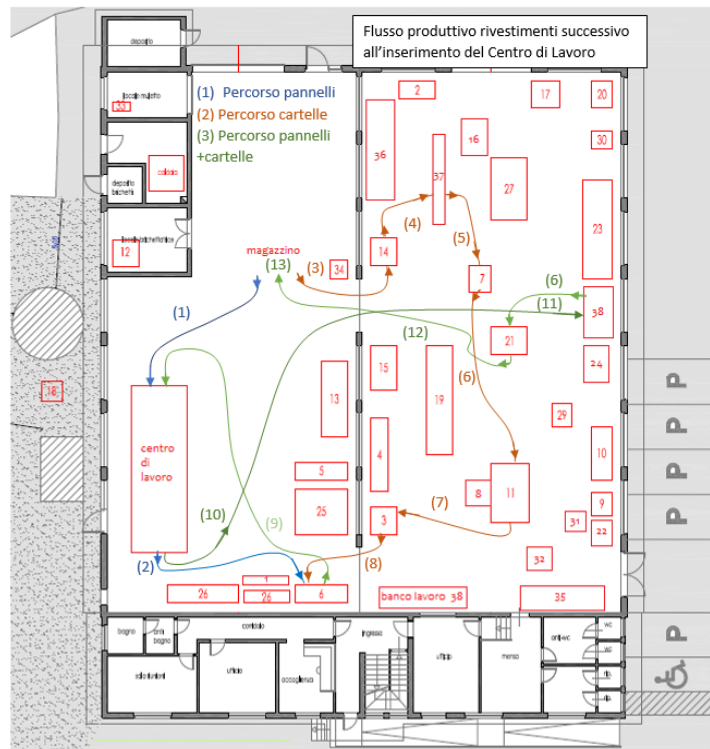
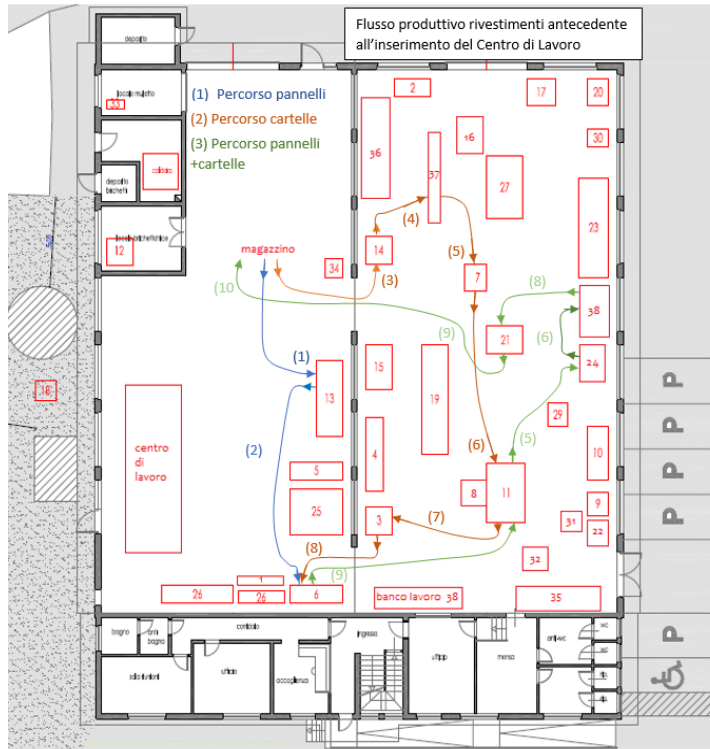


Fig. 5.9 – In alto il percorso dei rivestimenti prima del centro, in basso dopo l’inserimento



Per quantificare la riduzione degli spostamenti, sono stati calcolati i metri e il tempo che un operatore impiega per raggiungere le diverse macchine per la fabbricazione dei telai che compongono le porte. È stata poi aggiunta ai tempi cronometrati una percentuale che calcola in media quanto tempo i falegnami impiegano per riporre ordinatamente sui carrelli i semilavorati. Questa operazione avviene ogni qualvolta che i falegnami cambiano postazione di lavoro. Il cronometraggio è avvenuto in condizioni ideali: la merce spostata non era particolarmente ingombrante e pesante, sono stati rimossi tutti gli ostacoli sul percorso per rendere il tragitto il più regolare possibile e l'operatore aveva appena cominciato la giornata lavorativa.

Fig. 5.10 – Sotto tempi e metri effettivi prima dell'introduzione del centro.

| Spostamenti | Tempo in secondi | | Passi | | Lunghezza passi | | Metri |
|----------------------------------|------------------|---------------|------------|--|----------------------------------|--|---------------|
| da mag a (13) | 40 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (13) a (25) | 45 | | 44 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (38) a mag | 48 | | 25 | | 0,747 | | 32,868 |
| da mag a (14) | 33 | | 5 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (14) a (37) | 10 | | 17 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (37) a (21) | 20 | | 20 | | 0,747 | | 12,699 |
| da (21) a (27) | 32 | | 40 | | 0,747 | | 14,94 |
| da (27) a (3) | 47 | | 5 | | 0,747 | | 29,88 |
| da (3) a (25) | 8 | | 15 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (25) a (11) | 27 | | 10 | | 0,747 | | 11,205 |
| da (11) a (24) | 18 | | 28 | | 0,747 | | 7,47 |
| da (24) a (38) | 37 | | 13 | | 0,747 | | 20,916 |
| da (38) a (21) | 28 | | 50 | | 0,747 | | 9,711 |
| da (21) a mag | 60 | | 25 | | 0,747 | | 37,35 |
| Tempo totale in secondi | 453 | Totale | 322 | | Totale metri effettuati | | 280,53 |
| Totale tempo in minuti | 7,55 | | | | Totale metri Normalizzato | | 340,26 |
| Totale tempo Normalizzato | 13 | | | | | | |

| Spostamenti | Tempo in secondi | | Passi | | Lunghezza passi | | Metri |
|---------------------------|------------------|--------|-------|--|---------------------------|--|---------------|
| da mag a centro | 26 | | 17 | | 0,747 | | 12,699 |
| da centro a (25) | 17 | | 14 | | 0,747 | | 10,458 |
| da (38) a mag | 30 | | 44 | | 0,747 | | 32,868 |
| da mag a (14) | 18 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (14) a (37) | 5 | | 5 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (37) a (21) | 12 | | 17 | | 0,747 | | 12,699 |
| da (21) a (27) | 14 | | 20 | | 0,747 | | 14,94 |
| da (27) a (3) | 27 | | 40 | | 0,747 | | 29,88 |
| da (3) a (25) | 8 | | 10 | | 0,747 | | 7,47 |
| da (25) a centro | 17 | | 20 | | 0,747 | | 14,94 |
| da centro a (38) | 30 | | 40 | | 0,747 | | 29,88 |
| da (38) a (21) | 28 | | 13 | | 0,747 | | 9,711 |
| da (21) a mag | 60 | | 50 | | 0,747 | | 37,35 |
| Tempo totale in secondi | 305,6 | Totale | 322 | | Totale metri effettuati | | 235,31 |
| Totale tempo in minuti | 5,1 | | | | Totale metri Normalizzato | | 294,13 |
| Totale tempo Normalizzato | 9 | | | | | | |

In sintesi, le riduzioni di tempo e metri percorsi sono:

| | Tempo Normalizzato in minuti | Metri Normalizzati |
|------------------|------------------------------|--------------------|
| Premi del centro | 13 m | 340,26 M |
| Dopo il centro | 9 m | 294,13 M |
| Riduzione | 5 minuti | 46 M |

Nella tabella sottostante analizzeremo gli standard time prima e dopo il centro EPICON.

È possibile notare come la riduzione più evidente sia nella durata di quelle attività che non aggiungono valore al prodotto finale, come le attività di attrezzaggio e spostamento merce

| | Descrizione | Descr. Sintetica | Tciclo (min) (VA) | T attrezzaggio (min) NVA | Tmanuale (controllo Q., trasporto,...) (min) NVA | TOT MINUTI FASE | Durata fasi che aggiungono valore per il prodotto finale |
|----|---|--|-------------------|--------------------------|--|-----------------|--|
| | Flusso produttivo rivestimenti prima del centro di lavoro | | - | - | - | | |
| 1 | Scelta pannelli | Lavorazione manuale | 30 | 0 | 50 | 80 | 30 |
| 2 | Sezionatura pannelli rivestimenti | Sezionatrice push (13) | 300 | 25 | 315 | 640 | 300 |
| 3 | Scelta cartella | Lavorazione manuale | 25 | 0 | 13 | 38 | 25 |
| 4 | Refilatura cartelle | Sega nastro con refendino (14) | 150 | 36 | 40 | 226 | 150 |
| 5 | Sezionatura cartelle | Sega a pendolo Acimal (37) | 200 | 48 | 26 | 274 | 200 |
| 6 | Calibratura cartelle | Calibratrice/Levigatrice Viet (21) | 180 | 50 | 100 | 330 | 180 |
| 7 | Squadratura cartelle | Squadratrice Altendorf (27) o SCM (11) | 160 | 47 | 26 | 233 | 160 |
| 8 | Smussatura cartelle | Toupie Paoloni (3) | 40 | 37 | 46 | 123 | 40 |
| 9 | Disposizione ottimale delle cartelle a secco | Lavorazione manuale | 220 | 45 | 32 | 297 | 220 |
| 10 | Incollatura pannello e cartelle | Pressa incollatrice (25 o 6) | 1000 | 60 | 320 | 1380 | 1000 |
| 11 | Refilatura sezionatura a misura di progetto | Squadratrice Altendorf (27) o SCM (11) | 750 | 60 | 210 | 1020 | 750 |
| 12 | Realizzazione incastro maschio e femmina | Toupie (10 o 24) | 200 | 60 | 40 | 300 | 200 |
| 13 | Bordatura | Bordatrice Akronn (19) | 120 | 20 | 40 | 180 | 120 |
| 14 | Stucchettatura/rattoppi anta | Lavorazione manuale | 600 | 25 | 95 | 720 | 600 |
| 15 | Levigatura e/o spazzolatura | Levigatrice/spazzolatrice (21 o 8) | 100 | 20 | 60 | 180 | 100 |
| 16 | Verniciatura | Processo esterno | - | - | - | - | - |
| 17 | Controllo qualità, collaudo e imballaggio | Lavorazione manuale | 70 | 35 | 13 | 118 | 70 |
| | | Totale | 4145 | 568 | 1426 | 6139 | 4145 |
| | | Totale in ore | 69,1 | 9,5 | 23,8 | 102,3 | 69,1 |

| | Descrizione | Descr. Sintetica | Tciclo (min) (VA) | T attrezzaggio (min) NVA | Tmanuale (controllo Q., trasporto,...) (min) NVA | TOT MINUTI FASE | Durata fasi che aggiungono valore per il prodotto finale |
|----|---|--|-------------------|--------------------------|--|-----------------|--|
| | Flusso produttivo rivestimento dopo il centro di lavoro | | - | - | - | | |
| 1 | Scelta pannelli | Lavorazione manuale | 30 | 0 | 50 | 80 | 30 |
| 2 | Sezionatura pannelli rivestimenti | Centro di lavoro | 150 | 7 | 125 | 282 | 150 |
| 3 | Scelta cartella | Lavorazione manuale | 25 | 0 | 13 | 38 | 25 |
| 4 | Refilatura cartelle | Sega nastro con refendino (14) | 150 | 36 | 40 | 226 | 150 |
| 5 | Sezionatura cartelle | Sega a pendolo Acimal (37) | 200 | 48 | 26 | 274 | 200 |
| 6 | Calibratura cartelle | Calibratrice/Levigatrice Viet (21) | 180 | 50 | 100 | 330 | 180 |
| 7 | Squadratura cartelle | Squadratrice Altendorf (27) o SCM (11) | 160 | 47 | 26 | 233 | 160 |
| 8 | Smussatura cartelle | Toupie Paoloni (3) | 20 | 37 | 50 | 107 | 20 |
| 9 | Disposizione ottimale delle cartelle a secco | Lavorazione manuale | 220 | 45 | 32 | 297 | 220 |
| 10 | Incollatura pannello e cartelle | Pressa incollatrice (25 o 6) | 1070 | 60 | 320 | 1450 | 1070 |
| 11 | Refilatura sezionatura a misura di progetto | Centro di lavoro | 400 | 15 | 45 | 460 | 400 |
| 12 | Realizzazione incastro maschio e femmina | Centro di lavoro | 150 | 5 | 35 | 190 | 150 |
| 13 | Stucchettatura/rattoppi anta | Lavorazione manuale | 120 | 20 | 40 | 180 | 120 |
| 14 | Levigatura e/o spazzolatura | Levigatrice/spazzolatrice (21 o 8) | 600 | 25 | 95 | 720 | 600 |
| 15 | Verniciatura | Processo esterno | - | - | - | - | - |
| 16 | Controllo qualità, collaudo e imballaggio | Lavorazione manuale | 70 | 35 | 13 | 118 | 70 |
| | | Totale | 3545 | 430 | 1010 | 4985 | 3545 |
| | | Totale in ore | 59,1 | 7,2 | 16,8 | 83,1 | 59,1 |

5.3 SCOCHE MOBILI

Le scocche dei mobili possono essere composte da pannelli di legno anticato, rovere o legno nobilitato. Prima si sezionano i pannelli grossolanamente e poi si squadrano a misure di progetto. Una volta squadrati, i pannelli, se costituiti da legno nobilitato, vengono portati presso la bordatrice la quale applica alle superfici laterali dei pannelli, delle strisce di legno con l'impiego di adesivi termofusibili. Una volta bordato il pannello, lo si fresa per permettere il montaggio e per l'inserimento di eventuali strisce led.



Dopo la fresatura si esegue la spinatura, operazione caratterizzata da lunghi tempi di attrezzaggio, tramite la quale si fora il pannello per consentire l'assemblaggio.

Prima di assemblarlo si calibrano i pannelli (si asportano decimi di millimetro di legno per rendere il rivestimento identico in tutta la sua superficie) e si spazzolano, (si asporta la parte più morbida del legno che si trova in superficie mettendo in risalto le venature).

Ora si effettua il montaggio del mobile. Se è richiesto dal cliente, si imballa e si spedisce il mobile in verniciatura.

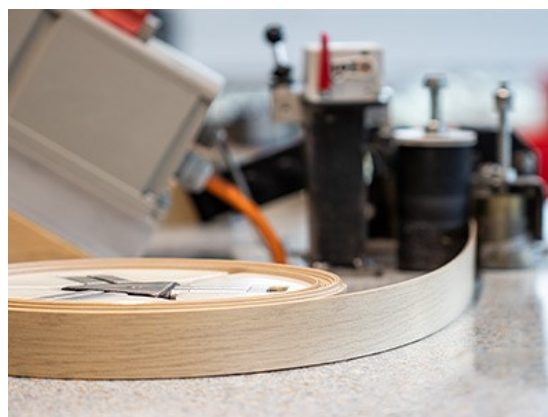


Fig. 5.11 – In alto a destra la scocca di un mobile. Sopra a sinistra i mobili che compongono una cucina. Sopra a sinistra il rotolo di bordo termofusibile

Sotto è riportato lo schema a blocchi del procedimento per comporre le scocche

Fig. 5.12 – Lo schema a blocchi con le immagini di alcune macchine utensili utilizzate

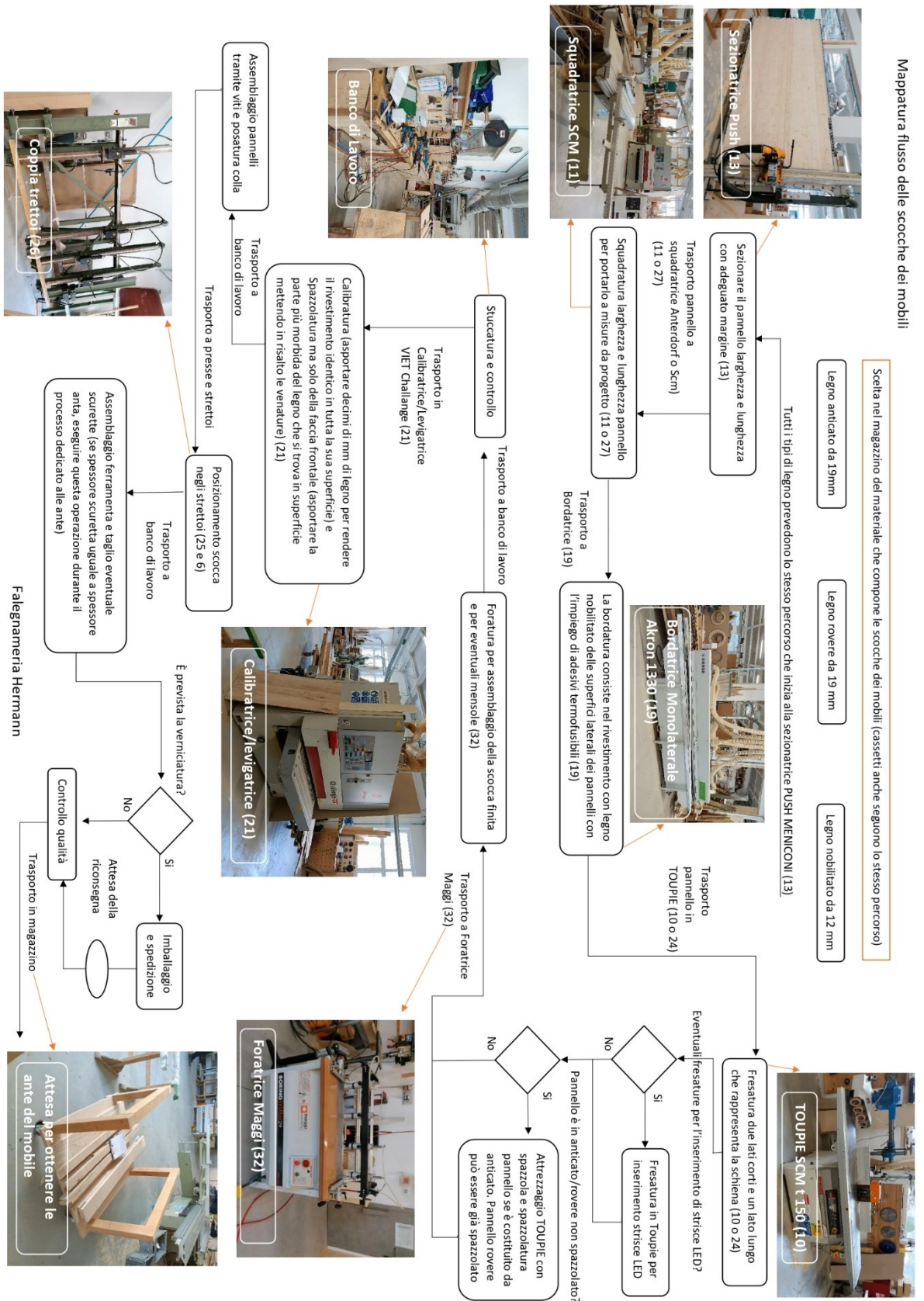


Fig. 5.13 – In alto il percorso delle scocche prima del centro, in basso dopo l’inserimento



| Spostamenti | Tempo in secondi | | Passi | | Lunghezza passi | | Metri |
|---------------------------|------------------|--------|-------|--|---------------------------|--|---------------|
| da mag a (13) | 36 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (13) a (27) | 40 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (27) a (19) | 60 | | 44 | | 0,747 | | 32,868 |
| da (19) a (24) | 34 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (24) a (32) | 12 | | 5 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (32) a (38) | 25 | | 17 | | 0,747 | | 12,699 |
| da (38) a (21) | 34 | | 20 | | 0,747 | | 14,94 |
| da (21) o (8) | 67 | | 40 | | 0,747 | | 29,88 |
| da (38) a (25) | 13 | | 5 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (25) a (38) | 27 | | 15 | | 0,747 | | 11,205 |
| da (38) a mag | 18 | | 10 | | 0,747 | | 7,47 |
| | | | | | | | |
| Tempo totale in secondi | 366 | Totale | 231 | | Totale metri effettuati | | 172,56 |
| Totale tempo in minuti | 6 | | | | Totale metri Normalizzato | | 224,32 |
| Totale tempo Normalizzato | 11 | | | | | | |

Fig. 5.14 – Sopra tempi e metri effettivi prima dell'introduzione del centro.

Per quantificare la riduzione degli spostamenti, sono stati calcolati i metri e il tempo che un operatore impiega per raggiungere le diverse macchine per la fabbricazione delle scocche che compongono i mobili. È stato poi aggiunta ai tempi cronometrati un percentuale che calcola in media quanto tempo i falegnami impiegano per riporre ordinatamente sui carrelli i semilavorati. Questa operazione avviene ogni qualvolta che i falegnami cambiano postazione di lavoro. Il cronometraggio è avvenuto in condizioni ideali: la merce spostata non era particolarmente ingombrante e pesante, sono stati rimossi tutti gli ostacoli sul percorso per rendere il tragitto il più regolare possibile e l'operatore aveva appena cominciato la giornata lavorativa.

Fig. 5.15 – Sotto tempi e metri effettivi dopo l'introduzione del centro.

| Spostamenti | Tempo in secondi | | Passi | | Lunghezza passi | | Metri |
|---------------------------|------------------|--------|-------|--|---------------------------|--|---------------|
| da mag a centro | 34 | | 17 | | 0,747 | | 12,699 |
| da centro a (19) | 20 | | 14 | | 0,747 | | 10,458 |
| da (19) a (38) | 72 | | 44 | | 0,747 | | 32,868 |
| da (38) a (21) o (8) | 34 | | 25 | | 0,747 | | 18,675 |
| da (21) o (8) a (38) | 14 | | 5 | | 0,747 | | 3,735 |
| da (38) a (25) | 26 | | 17 | | 0,747 | | 12,699 |
| da (25) a (38) | 38 | | 20 | | 0,747 | | 14,94 |
| da (38) a mag | 61 | | 40 | | 0,747 | | 29,88 |
| Tempo totale in secondi | 299 | Totale | 182 | | Totale metri effettuati | | 135,95 |
| Totale tempo in minuti | 5 | | | | Totale metri Normalizzato | | 176,74 |
| Totale tempo Normalizzato | 9,0 | | | | | | |

| | Tempo Normalizzato in minuti | Metri Normalizzati |
|------------------|------------------------------|--------------------|
| Premi del centro | 11 m | 224,32 M |
| Dopo il centro | 9 m | 176,74 M |
| Riduzione | 2 minuti | 48 M |

Come si può notare la riduzione in questo caso è meno cospicua, in quanto il procedimento attraverso il quale si fabbricano le scocche è meno articolato rispetto ad altri prodotti.

Dopo aver proposto lo schema a blocchi, gli spaghetti chart, e le analisi dei tempi e spostamenti prima e dopo il centro di lavoro, nella pagina seguente vengono riportati gli standard time di una partita di due mobili che misurano 2 metri * 1 metro con 6 mensole utilizzando il vecchio procedimento e, per quanto riguarda i tempi di produzione utilizzando il centro di taglio, è stato possibile misurarli attraverso un unico lotto di mobili, costituiti da 2 mobili ciascuno dalle misure di 1,5 metri* 2, 5 metri. I tempi cronometrati sono già stati analizzati e modificati, in quanto il rating osservato dei falegnami mentre lavoravano presso la nuova macchina, si discostava del 35% circa rispetto alla performance obiettivo. Questo andamento è normale quando gli operatori devono interfacciarsi con un nuovo macchinario, capirne il funzionamento e adottare nuove tecniche produttive.

| Descrizione | | Descr. Sintetica | Tciclo (min) (VA) | T attrezzaggio (min) NVA | Tmanuale (controllo Q, trasporto,...) (min) NVA | TOT MINUTI FASE | Durata fasi che aggiungono valore per il prodotto finale |
|--|--|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|---|-----------------|--|
| Flusso produttivo scocche porte prima del centro di lavoro | | | - | - | - | | |
| 1 | Scelta pannelli | Lavorazione manuale | 20 | 0 | 10 | 30 | 20 |
| 2 | Sezionatura pannelli | Sezionatrice push (13) | 25 | 10 | 10 | 45 | 25 |
| 3 | Squadatura pannelli | Squadratrice Altendorf (27) o SCM | 300 | 30 | 50 | 380 | 300 |
| 4 | Bordatura | Bordatrice Akroon 1330 (19) | 100 | 38 | 40 | 178 | 100 |
| 5 | Fresature pannello ed eventuale spazzolatura | Toupie (10 o 24) | 150 | 48 | 35 | 233 | 150 |
| 6 | Foratura | Foratrice Magi (32) | 45 | 45 | 30 | 120 | 45 |
| 7 | Stuccatura/rattoppi e controllo | Banco di lavoro (38) | 90 | 10 | 26 | 126 | 90 |
| 8 | Calibratura/Spazzolatura | Calibratrice/spazzolatrice (21 o 8) | 40 | 15 | 20 | 75 | 40 |
| 9 | Assemblaggio | Banco di lavoro (38) | 270 | 30 | 60 | 360 | 270 |
| 10 | Ferramenta | Banco di lavoro (38) | 200 | 30 | 70 | 300 | 200 |
| 11 | Verniciatura | Processo esterno | - | - | - | - | - |
| 12 | Controllo qualità, collaudo | Lavorazione manuale | 10 | 5 | 40 | 55 | 10 |
| 13 | Spostamento in magazzino | Lavorazione manuale | 100 | 0 | 12 | 112 | 10 |
| Totale | | | 1350 | 261 | 403 | 2014 | 1260 |
| Totale in ore | | | 22,5 | 4,4 | 6,7 | 33,6 | 21,0 |

| Descrizione | | Descr. Sintetica | Tciclo (min) (VA) | T attrezzaggio (min) NVA | Tmanuale (controllo Q, trasporto,...) (min) NVA | TOT MINUTI FASE | Durata fasi che aggiungono valore per il prodotto finale |
|---|---|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|---|-----------------|--|
| Flusso produttivo telaio porte prima del centro di lavoro | | | - | - | - | | |
| 1 | Scelta pannelli | Lavorazione manuale | 20 | 0 | 10 | 30 | 20 |
| 2 | Sezionatura,squadatura,fresatura,foratura | Centro di lavoro | 50 | 5 | 10 | 65 | 50 |
| 3 | Bordatura | Bordatrice Akroon 1330 (19) | 100 | 38 | 40 | 178 | 100 |
| 4 | Stuccatura/rattoppi e controllo | Banco di lavoro (38) | 160 | 47 | 20 | 227 | 180 |
| 5 | Calibratura/Spazzolatura | Calibratrice/spazzolatrice (21 o 8) | 40 | 15 | 20 | 75 | 40 |
| 6 | Assemblaggio | Banco di lavoro (38) | 270 | 30 | 60 | 360 | 270 |
| 7 | Ferramenta | Banco di lavoro (38) | 200 | 30 | 70 | 300 | 200 |
| 8 | Verniciatura | Processo esterno | - | - | - | - | - |
| 9 | Controllo qualità, collaudo | Lavorazione manuale | 10 | 5 | 40 | 55 | 10 |
| 10 | Spostamento in magazzino | Lavorazione manuale | 100 | 0 | 12 | 112 | 100 |
| Totale | | | 950 | 170,0 | 262,0 | 1382,0 | 950,0 |
| Totale in ore | | | 15,8 | 2,8 | 4,4 | 23,0 | 15,8 |

Come già precedentemente osservato, la riduzione è cospicua, soprattutto per quanto riguarda quelle operazioni che non aggiungono valore intrinseco al prodotto finale, quali attrezzaggio e trasporto.

6 CONCLUSIONI

Il lavoro svolto in azienda ha riguardato l'analisi e la mappatura dei processi produttivi, mirata all'individuazione delle differenze che il centro di lavoro ha portato ai tempi e metodo produttivi. L'analisi dei tempi e metodi ha messo in evidenza, che il risparmio di tempo e di metri che l'attuale flusso produttivo garantisce è sostanzioso, soprattutto per quanto riguarda la produzione delle porte, la quale presenta la maggiore riduzione di tempi e spazi.

Il poco tempo a disposizione non mi ha permesso di effettuare più misurazioni per ogni singola lavorazione, ma l'azienda si è presa carico di continuare a cronometrare i dipendenti per avere dei dati più rappresentativi della situazione corrente. È da tenere in considerazione che i falegnami possiedono notevoli capacità di miglioramento nell'utilizzo del centro di lavoro e i tempi di lavorazioni sono destinati a scendere drasticamente.

Una soluzione proposta all'azienda è quella di utilizzare un cell layout, dove ogni cella è esclusivamente predisposta per la realizzazione di output (porte, rivestimenti, mobili).

Si potrebbero creare delle zone all'interno del laboratorio, predisposte per eseguire un determinato prodotto finale: la zona dedicata alla produzione dei rivestimenti consentirebbe all'operatore di avere nel raggio di pochi metri tutte le macchine utensili per eseguire le lavorazioni necessarie. Questa soluzione, resa possibile in quanto la falegnameria possiede numerosi macchinari i quali soddisfano i medesimi bisogni, assicurerebbe un minore dispendio di energie e tempo adoperato nel tragitto fra le varie macchine.

L'unico macchinario presente solo in un'unità è la bordatrice, la quale verrebbe collocata in modo che tutte le celle possano soddisfare i propri bisogni. Un lato negativo potrebbe essere rappresentato dalla riorganizzazione del layout che fermerebbe l'attività produttiva per alcune settimane.

Questa soluzione proposta all'azienda è in corso di valutazione e rappresenta una grande modifica dei processi aziendali, quindi richiede ancora molti dati e informazioni a supporto di questa tesi. È da tenere in considerazione che chiudere tutte le attività produttive per il corso di alcune settimane rappresenta un significativo sforzo economico.

Inoltre, è perfettamente comprensibile un certa resistenza al cambiamento, la quale deriva dal timore di abbandonare un metodo consolidato che assicura un noto e fisso rendimento, per muoversi verso una direzione nuova con prospettive di crescita. È dunque arduo coinvolgere e convincere le diverse parti del sistema aziendale.

Fig. 6.1 – Esempio di configurazione a celle del laboratorio



La planimetria sovrastante rappresenta un esempio di come potrebbe essere organizzato il laboratorio utilizzando un layout a celle. Lo stabile è stato diviso in 5 “reparti” che costituiscono 5 lavorazioni diverse:

- La produzione delle porte segue il percorso arancione (queste layout prevede l’utilizzo esclusivo del centro di lavoro per la produzione delle porte)
- La produzione dei mobili è contraddistinta dalla linea verde
- La produzione dei rivestimenti è individuata dalla linea gialla
- Il percorso nero è dedicato ai processi di incollatura
- Il percorso blu interessa la produzione delle cartelle

In questo layout tutte le risorse per lo svolgimento delle operazioni sono poste vicine consentendo movimenti brevi, coordinati e facili, aumentando l’ergonomia della postazione di lavoro e garantendo una riduzione di tempo di attività a non valore aggiunto

Per quanto riguarda il livello personale è stato un progetto molto fruttuoso perché mi ha consentito di approfondire le tematiche legate all'analisi del metodo di lavoro, alla lean manufacturing e più in generale i concetti chiave Operations Management, riuscendo contestualmente a maturare una prima esperienza nel mondo del lavoro e le soft skills necessarie in un contesto professionale e di teamwork.

6.1 RINGRAZIAMENTI

A conclusione di questo lavoro, vorrei ringraziare tutti coloro i quali hanno contribuito con il loro sostegno al raggiungimento di questo importante traguardo. In particolare, vorrei ringraziare il Professore Andrea Furlan per gli insegnamenti di Operations Management, i suggerimenti dati e la disponibilità dimostrata durante l'esperienza da tirocinante.

Ringrazio Hermann Sala e Vania Pramaor, soci della falegnameria, per l'opportunità e la fiducia in me riposta. Infine ringrazio tutti i dipendenti della falegnameria che, durante il periodo di tirocinio, sono sempre stati disponibili per consigli e chiarimenti

7 BIBLIOGRAFIA

FALEGNAMERIA HERMANN

Documentazione interna

AGENZIA DELLE ENTRATE, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO,

Industria 4.0 - Articolo 1, commi da 8 a 13, della legge 11 dicembre 2016, n. 232 - Proroga, con modificazioni, della disciplina del c.d. "super ammortamento" e introduzione del c.d. "iper ammortamento", CIRCOLARE N.4/E del 30/03/2017, <http://www.camera.it/temiap/allegati/2017/03/31/OCD177-2828.pdf>, 2017;

MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO, Piano Nazionale Industria 4.0:

Investimenti, produttività e innovazione, fonte

https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/investimenti_impresa_40_ita.pdf;

HOLZ-HER CENTRO DI LAVORO CNC EPICON 7235

<https://www.holz-her.it/it/prodotti/centri-di-lavoro-cnc/serie-epicon/epicon-7235.html>

G. GRAZIADEI, LEAN MANUFACTURING : come analizzare il flusso di valore ed eliminare gli sprechi, Hoepli, 2005.

LEANMANUFACTURING.IT

<https://www.leanmanufacturing.it/>

PROF NIGEL SLACK, PROF ALISTAIR BRANDON-JONES, 2019. Operations Management, 9th Edition. 2019 |Pearson |