



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Ingegneria gestionale

A.a. 2023/2024

Sessione di Laurea Dicembre 2023

**APPLICAZIONE DEL LEAN
MANUFACTURING ALLA
PRODUZIONE DI ARREDI SU
MISURA**

IL CASO DI BRESSANO MOBILI S.R.L.

Relatore:

ANNA CORINNA CAGLIANO

Candidato:

MARCO BRESSANO

Indice

INTRODUZIONE	1
Premessa e Obiettivo dell'elaborato	1
1. QUADRO TEORICO DELL'ANALISI	3
1.1 Lean Production	3
1.1.1 Strumenti della Lean Production.....	8
1.2 Just in Time e sistemi Kanban.....	12
1.3 Lean Production e layout ad isole.....	14
1.4 Agile	15
1.5 Artigianato 4.0	17
2. PRESENTAZIONE AZIENDA NEL CASO DI STUDIO	18
2.1. La storia di Bressano Mobili.....	18
2.2. Bressano Mobili oggi	21
3. DESCRIZIONE PROCESSO PRODUTTIVO.....	23
3.1 Scelta dei prodotti caso di studio	23
3.2. Cucina in laminato	25
3.3. Cucina in massello	28
3.4. Descrizione dei macchinari.....	33
3.5. Volumi di materiali	38
4. ANALISI LEAN DEL LAYOUT PRODUTTIVO AS IS	42
4.1. Plant layout AS IS.....	42
4.1.1 Layout produzione	44
4.1.2 Servizi.....	48
4.2. Sistemi di movimentazione interna	49
4.2.1 Carrello elevatore	49
4.2.2 Carrelli a spinta manuale	50
4.2.3 Transpallet.....	50

4.3. Applicazione della Lean Production al layout AS IS	51
4.3.1. Value Stream Map AS IS.....	51
4.3.2. Spaghetti Chart AS IS.....	55
4.4. Analisi criticità.....	59
4.4.1. Identificazione delle criticità	59
4.4.2. Applicazione del metodo 5 why	59
5. ANALISI RE-LAYOUT.....	62
5.1. 5S e miglioramenti.....	62
5.2. Plant layout TO BE	67
5.3. Value Stream Map TO-BE	72
5.4. Spaghetti Chart TO-BE.....	75
5.5. Analisi benefici e limiti del RE-layout.....	79
6. CONCLUSIONI.....	90
6.1. Benefici portati dal lavoro di tesi	90
6.2. Limiti della tesi	91
6.3. Passi futuri.....	93
BIBLIOGRAFIA	97
SITOGRAFIA.....	98
INDICE DELLE FIGURE.....	100

INTRODUZIONE

Premessa e Obiettivo dell'elaborato

Nel contesto dell'evoluzione continua dei metodi di produzione e della gestione aziendale, la Lean Production si è affermata come una filosofia di produzione altamente efficace e orientata alla massimizzazione dell'efficienza operativa. Questa filosofia si concentra sulla riduzione degli sprechi e sull'ottimizzazione delle risorse, portando a processi produttivi più snelli e agili. Un aspetto fondamentale nella realizzazione di una produzione snella è la riorganizzazione del layout produttivo, che svolge un ruolo cruciale nell'abilitare i principi della Lean Production.

La riorganizzazione del layout produttivo implica la progettazione strategica degli spazi e delle attività all'interno di un'unità produttiva al fine di minimizzare gli sprechi, migliorare il flusso di lavoro e aumentare la produttività. Questo concetto non si limita solo all'organizzazione fisica degli impianti e delle macchine, ma comprende anche la disposizione delle postazioni di lavoro degli operai, la gestione delle scorte e l'ottimizzazione delle rotte di produzione.

Nella seguente discussione, è esaminato più approfonditamente la relazione tra la Lean Production e la riorganizzazione del layout produttivo, esplorando come la disposizione intelligente dei luoghi di lavoro possa contribuire in modo significativo alla realizzazione degli obiettivi chiave della Lean, tra cui la riduzione degli sprechi, l'aumento della flessibilità e la soddisfazione del cliente.

Nel capitolo 1 sono esposti tutti i concetti teorici utilizzati ed implementati a supporto dello studio dell'elaborato di tesi.

Nel capitolo 2 viene presentata l'azienda soggetto dell'elaborato, descrivendone la storia e la sua evoluzione.

Nel capitolo 3 vengono descritti i prodotti ed i processi produttivi su cui viene basato lo studio del nuovo layout produttivo.

Nel capitolo 4 è descritta la situazione "as is" dell'area produttiva, andando a definire i flussi di materiali ed informazioni e le relative criticità.

Nel capitolo 5 sono individuati e riportati graficamente i miglioramenti a fronte delle criticità, analizzando i benefici ed i limiti riscontrati.

Nel capitolo 6 sono racchiusi i benefici e limiti riscontrati nella realizzazione dell'elaborato di tesi, concludendo con la pianificazione delle operazioni da eseguire per attuare i miglioramenti.

Tra i principali risultati ottenuti vi è l'ottimizzazione dei flussi dei materiali e la riorganizzazione della disposizione delle risorse, ovvero i macchinari, all'interno dello stabilimento, due esiti che portano una riduzione circa del 20% delle distanze percorse dalle materie prime e dai semilavorati.

1. QUADRO TEORICO DELL'ANALISI

In questo capitolo verranno analizzati i concetti teorici base sulla Lean Production, sull'Agile e sull'industria 4.0. L'introduzione di questi argomenti è fondamentale per comprendere al meglio come Bressano Mobili gestisce la produzione di ogni commessa, sviscerandone metodologie e vantaggi. L'insieme di questi approcci consente l'interfaccia con il mondo dell'artigianato 4.0 [1], punto fondamentale per la competitività sul mercato.

1.1 Lean Production

La Lean Production è un sistema di gestione delle risorse volto a minimizzare il più possibile gli sprechi, ovvero tutto ciò che è diverso dal quantitativo minimo essenziale per la produzione. Questo concetto si traduce in una riduzione dei costi e rende l'azienda più efficiente rispetto alle esigenze del mercato.

Il concetto di Lean production nasce negli anni '50 in Giappone in simbiosi con il sistema di produzione Toyota, sviluppato dalle idee dei fondatori e dirigenti dell'azienda Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda e Taiichi Ōhno. Fu l'idea del giovane direttore Taiichi Ōhno il quale decise di adottare una nuova strategia produttiva: resosi conto che la sovrapproduzione recava danno all'azienda vista la carenza di risorse, decise che lo scheduling di lavoro non sarebbe più stato dettato sulla base di un target di produzione, ma invece sulle vendite effettive, seguendo perciò un atteggiamento pull rispetto al push, tipico del fordismo. Grazie a questo nuovo allestimento produttivo si ebbe una rivalutazione del ruolo del operaio, non più mero esecutore di ordini, ma figura attiva all'interno dell'azienda in grado di intervenire sulla produzione stessa e modificarne l'andamento: la riorganizzazione del lavoro in celle di produzione, piccoli gruppi di operai che cooperavano nell'assemblamento e nel controllo del prodotto, permise una maggiore autonomia dei lavoratori, concedendo loro la possibilità di interrompere la produzione ogni qual volta si presentasse un'anomalia e di correggerla. La fiducia tra impresa e dipendenti, qualunque sia il loro livello, e la nuova strategia produttiva permisero un notevole incremento della produttività aziendale permettendo a Toyota di essere oggi il leader mondiale delle automobili. Dagli anni '80 è divenuto un ideale sempre più popolare anche nel mondo occidentale fino a imporsi come modello dominante, sostituendosi progressivamente al sistema di produzione di massa basato sulla catena di montaggio di Henry Ford [2] [3].

Il concetto principe è lo “spreco”, definito come qualsiasi cosa diversa dal quantitativo minimo di attrezzature, materiali, parti e addetti (considerati come ore di lavoro) che sono essenziali per la produzione. È spreco tutto ciò che consuma risorse (in termini di costo e tempo) senza, però, creare valore per il cliente. Nella cultura giapponese il concetto di spreco ha un significato etico simile a quello occidentale del peccato ed è, perciò, forte la motivazione a evitarlo. È importante distinguere due tipologie di sprechi, quelli necessari e non necessari: i primi sono importanti per eseguire le attività con maggiore qualità, andando a sviluppare prototipi o test che verranno archiviati o gettati; i secondi sono gli sprechi che non portano valore e quindi vanno eliminati subito (Scodanibbio, 2015).

Queste inefficienze possono essere classificate in sette tipologie, tra cui la più grave è la sovrapproduzione, in quanto è all’origine degli altri tipi di spreco e, in particolare, delle scorte, dei difetti e dei trasporti come mostra la Figura 1 **Errore. L'origine riferimento**



Figura 1: Schema MUDA con 7 tipologie e relativi esempi raffiguranti [4]

non è stata trovata. [4].

1. *Sovrapproduzione:* si verifica quando viene prodotto più di quanto richiesto o prima del momento in cui è necessario. La sovrapproduzione di prodotti o di attività richiedono trasporto aggiuntivo, movimento eccessivo, maggiore tempo di attesa, e così via. Tale spreco è facilmente individuabile in quanto si osserva un notevole accumulo di materiale e, tuttavia, è forse il più grave in quanto nasconde i problemi di produzione oltre che a

comportare un notevole spreco: i beni, finiti o semilavorati, prodotti in eccedenza devono essere immagazzinati, gestiti e protetti e ciò genera uno spreco sotto forma sia di perdita, visto che il valore del bene immagazzinato non può essere riscosso, sia come spesa extra necessaria all'ampliamento dei magazzini oppure alla riduzione dello spazio libero. A ciò si deve aggiungere anche un altro potenziale spreco legato alla variabilità dei gusti del consumatore. infatti, qualora le sue preferenze cambiassero prima dello smaltimento della sovrapproduzione, sarebbero necessarie spese aggiuntive quali pubblicità per invogliarlo ad acquistare nuovamente il prodotto oppure si dovrebbero attuare promozioni introducendo però perdite rispetto alla situazione standard.

2. *Attesa*: si riferisce al tempo perso in attesa che venga completata un'attività o che vengano forniti materiali o informazioni necessarie. L'attesa rallenta il flusso di lavoro e aumenta i tempi di consegna complessivi. Risulta quindi intuibile come le attese non siano altro che la differenza tra il tempo totale di attraversamento del flusso produttivo di un bene, anche detto lead time, e il tempo necessario alla fabbricazione del prodotto.
3. *Processo inutile*: si riferisce a processi o attività che richiedono più tempo, risorse o sforzi del necessario per completare un'attività. Questo può includere passaggi ridondanti, complessità non necessarie o procedure non ottimizzate. Nell'ottica del sovra processare vi è anche un problema legato all'utilizzo degli operatori: quando questi possiedono delle capacità superiori a quelle necessarie per lo svolgimento di una determinata mansione essi tendono a perdere tali conoscenze, pertanto è necessario investire costantemente nella loro formazione per poter ripristinare il livello di conoscenza precedente generando così uno spreco.
4. *Trasporto*: si riferisce al trasferimento fisico di materiali, prodotti o informazioni in modo inefficiente o inutile. L'eccessivo trasporto può comportare danni, tempi di consegna più lunghi e costi aggiuntivi. Per trasporto si intende quindi la movimentazione di particolari da un settore ad un altro, senza che venga attuata una trasformazione nel frattempo. Tale azione risulta essere uno spreco in quanto è un'attività che non produce valore, oltre al fatto che ogni volta che un elemento viene spostato vi è il rischio che venga danneggiato, perso, oppure provochi ritardi nella produzione del bene.
5. *Movimento inutile*: si riferisce a movimenti fisici o azioni non necessarie compiute dai lavoratori durante il processo produttivo. Questi movimenti aggiungono sforzo e tempo extra senza creare valore aggiunto. Questo spreco è simile al trasporto con la differenza che questo si riferisce agli spostamenti che si verificano all'interno di un ciclo produttivo e che quindi riguarda i lavoratori, i macchinari e i prodotti stessi. Tale spreco si verifica

in quanto i lavoratori vengono spostati in altri reparti, quando devono essere effettuati movimenti dei materiali, andando così a ridurre momentaneamente la forza lavoro impiegata nella produzione, oppure quando vengono spostati alcuni macchinari, rendendoli perciò inutilizzabili nella produzione.

6. *Scorta inutile*: si riferisce all'accumulo di materiali o prodotti in eccesso rispetto alla domanda o alle necessità immediate. Le scorte eccessive comportano costi di immagazzinamento, obsolescenza e rischio di deterioramento. Le scorte, siano esse materie prime, materiale in lavorazione o prodotto finito, rappresentano un capitale che non ha ancora prodotto guadagno per l'azienda né benefici per il compratore. Tale valore intrappolato risulta essere proporzionale alla numerosità dei pezzi, al loro grado di avanzamento nel processo. Spesso tra gli elementi che concorrono maggiormente alla creazione di spreco da risorse vi sono i buffer, tipici dei flussi di produzione antecedenti alla lean production, che non sono altro che piccoli depositi di beni tra attività in sequenza all'interno del ciclo produttivo. Tali depositi trattengono il valore generando spreco, pertanto si dovrebbe fare il possibile per limitare le dimensioni delle giacenze.
7. *Difetti*: si riferisce alla produzione di prodotti o servizi non conformi alle specifiche o con difetti. Questo spreco richiede ulteriori correzioni, scarti, ritardi e può danneggiare la reputazione dell'azienda. Poiché individuare tutte le cause che danno luogo a difetti e porvi rimedio risulta alquanto complicato, è necessario studiare a fondo l'interno ciclo produttivo del prodotto in modo da eliminare, o quanto meno ridurre, le probabilità che queste anomalie si verifichino. Nel caso in cui il problema nasca esternamente al ciclo produttivo, è necessario rivolgersi ad altri fornitori oppure rivedere il sistema produttivo allo scopo di minimizzare le possibilità di fallimento del pezzo.

L'azienda si deve concentrare sull'eliminazione degli sprechi, sul miglioramento della qualità e sulla capacità dei dipendenti di contribuire al processo di produzione [5].

Tra i testi più autorevoli sulla Lean Production è possibile far riferimento a "*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*" di James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos, in cui sono espressi i principi chiave della Lean production, mostrati in Figura 2:

1. *Valore*: identificare ciò che i clienti considerano come valore nel prodotto o servizio, individuare quindi il prezzo che il cliente è disposto a pagare. Questo comporta ad una analisi dei consumatori estraendone le esigenze e di conseguenza, riallocare le risorse all'interno dell'azienda.

2. *Flusso di valore*: analizzare le fasi coinvolte nella produzione del prodotto o del servizio e identificare le aree di spreco o attività senza valore aggiunto.
3. *Flusso*: garantire un flusso regolare e ininterrotto di lavoro, materiali e informazioni attraverso il processo di produzione, riducendo al minimo ritardi e colli di bottiglia. Ciò può essere ottenuto organizzando strategicamente l'area di lavoro (creare layout funzionali) e monitorando tutte le attività.
4. *Pull*: stabilire un sistema "pull" in cui la produzione viene avviata in base alla domanda dei clienti, evitando l'eccesso di scorte e utilizzi non necessari di risorse.
5. *Kaizen*: termine giapponese che, tradotto in italiano è "cambiare in meglio, miglioramento continuo". Il kaizen rappresenta una pratica economica che si riferisce alla ricerca continua della maggiore efficienza dei fattori produttivi e al contenimento dei costi di produzione analizzando i concetti chiave come la qualità, la partecipazione di tutti gli operatori e la comunicazione.



Figura 2: Principi Lean Production [2]

1.1.1 Strumenti della Lean Production

I principali strumenti utilizzati sono la Value Stream Map (VSM), lo spaghetti chart, i 5Whys e le 5S. Analizzandoli singolarmente nel dettaglio, otteniamo:

- *Value Stream Map (VSM)*: consiste in una rappresentazione visiva sottoforma di mappa del flusso di valore attuale (Swan, 2020) e successivamente futura di un processo produttivo come mostrato nell'esempio in Figura 3. Analizzando la VSM dello stato attuale, si possono identificare aree di spreco, come sovrapproduzione, scorte eccessive, tempi di attesa eccessivi, trasporti non necessari e difetti. L'obiettivo principale è quindi, quello di sviluppare un piano per migliorare il flusso di valore tramite una VSM dello stato futuro. Ciò può includere l'eliminazione di attività non a valore aggiunto, l'ottimizzazione del layout del processo o l'implementazione di nuove tecnologie.

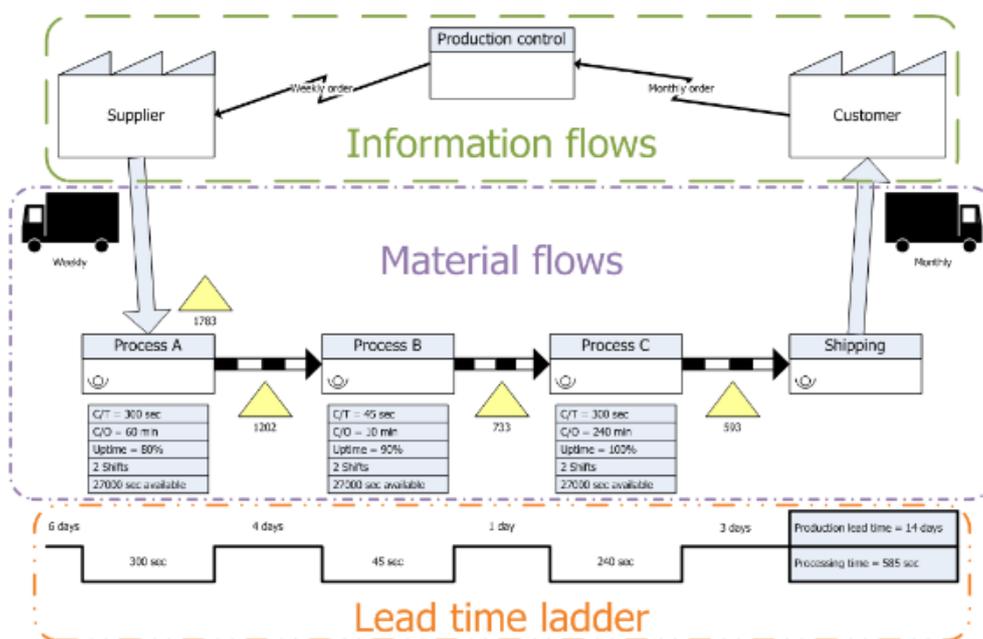


Figura 3: Esempio Value Stream Map [6]

All'interno della mappa sono riportati tutti gli attori principali, frequenze di produzione e spedizione, flusso dei processi produttivi, collegamenti tra i processi e la time line totale [4]. Nel dettaglio, nella sezione "informazioni" sono indicati con la forma appuntita i clienti e i fornitori, rappresentati i principali attori. Questi ultimi sono collegati al centro di controllo della produzione, il quale amministra le varie attività produttive indicate con delle caselle rettangolari suddivise in due settori: nella parte superiore viene indicato il

nome del processo, mentre nella sezione sottostante il numero delle risorse. Ogni attività racchiude una serie di informazioni:

- C/T o durata del ciclo: il periodo di tempo necessario per completare una parte;
- C/O o durata del cambio (changeover): il periodo di tempo necessario per cambiare tipo di prodotto;
- Uptime: la percentuale di tempo in cui la macchina è in funzione;
- Resa: la percentuale di parti che superano l'ispezione;
- Scarti: la percentuale di materiale scartato durante il processo
- Altre informazioni come, ad esempio, la dimensione del lotto.

Vi sono infine una serie di frecce che collegano le caselle tra di loro, andando ad esprimere il trasporto o la spedizione di materiale o informazioni. Tipicamente ogni tipologia di freccia ha un significato ben preciso, possono indicare spedizioni o semplicemente “spingere” i materiali attraverso le fasi lavorative. Sulle frecce, tra due processi, possono essere posizionati dei triangoli a simboleggiare un magazzino o un buffer lungo il flusso.

Infine, sotto la sezione dei flussi di materiale, viene compilata una linea del tempo su cui sono riportati in modo alternato le durate dei processi, andandoli a suddividere tra quelli che creano o non creano valore. Una attività che crea valore può essere identificata come una lavorazione ad un pezzo che ne aumenta la qualità percepita, mentre, al contrario, l'attività che non crea valore è semplicemente il trasporto da un reparto all'altro o lo stoccaggio di essa, senza apportare modifiche al pezzo. Il valore finale ottenuto sommando i tempi che generano e non generano valore, indica il tempo totale necessario per completare un ordine dal momento in cui viene effettuato fino alla consegna al cliente. Tale valore prende il nome di Lead time.

Un fattore importante per la Value Stream Map è il takt time: è un concetto di produzione snella che rappresenta la velocità con cui un prodotto deve essere prodotto per soddisfare la domanda dei clienti. Viene spesso espresso come il tempo di produzione disponibile diviso per la domanda del cliente. In altre parole, il takt time è l'intervallo di tempo tra l'inizio della produzione di un'unità e l'inizio della produzione dell'unità successiva, in base alla domanda del cliente. Aiuta ad allineare il processo di produzione con la domanda, assicurando che i prodotti vengano creati alla giusta velocità per evitare sovrapproduzione o sottoproduzione. Quando si crea una VSM, il takt time viene spesso utilizzato come linea guida per l'impostazione dei tempi di ciclo per ciascuna fase del processo.

La mappatura del processo può essere di due tipi:

- **Current State Map:** è la prima mappatura del ciclo produttivo allo stato attuale che viene svolta sul campo, ovvero nei luoghi dove effettivamente vengono attuate le diverse fasi, ed è necessaria per poter determinare dove avvengono imperfezioni e sprechi. Tale rappresentazione permette di definire i collegamenti esistenti tra le varie entità coinvolte e le diverse attività e si basa su una serie di parametri significativi quali tempo di consegna, tempi di set-up, livelli delle scorte, indici di affidabilità, prestazioni dei macchinari, lead time, tempi di processo, ecc...
- **Future State Map:** è la rappresentazione che descrive come vorremmo che il flusso di valore sia al termine del processo di miglioramento, una volta eliminate, o almeno ridotte, le attività a valore non aggiunto. La nuova mappatura, definita tramite gli stessi criteri di quella allo stato di fatto, dovrà essere tale da garantire un flusso costante ed organizzato nel rispetto delle esigenze del cliente finale, senza però penalizzare la produzione o il fatturato aziendale. Le rappresentazioni vengono successivamente confrontate e quindi vengono ipotizzate diverse modalità di intervento come la riorganizzazione del layout, lo spostamento del personale, oppure l'adozione di nuove tecniche.
- **Spaghetti Chart:** consiste in una tecnica grafica per visualizzare i flussi fisici di materiali, persone, informazioni e documenti (Figura 4). Viene utilizzato per identificare movimenti, percorsi o sovrapposizioni non necessari o inefficienti, che spesso si traducono in spreco di tempo, energia e risorse.

Il nome "spaghetti" deriva dalla somiglianza tra le linee ed i percorsi sulla carta ad un piatto di spaghetti aggrovigliati: il grafico è tipicamente costituito da una planimetria o diagramma dello spazio di lavoro, su cui vengono tracciate le linee per indicare i percorsi effettivi presi da individui o oggetti quali componenti del prodotto.

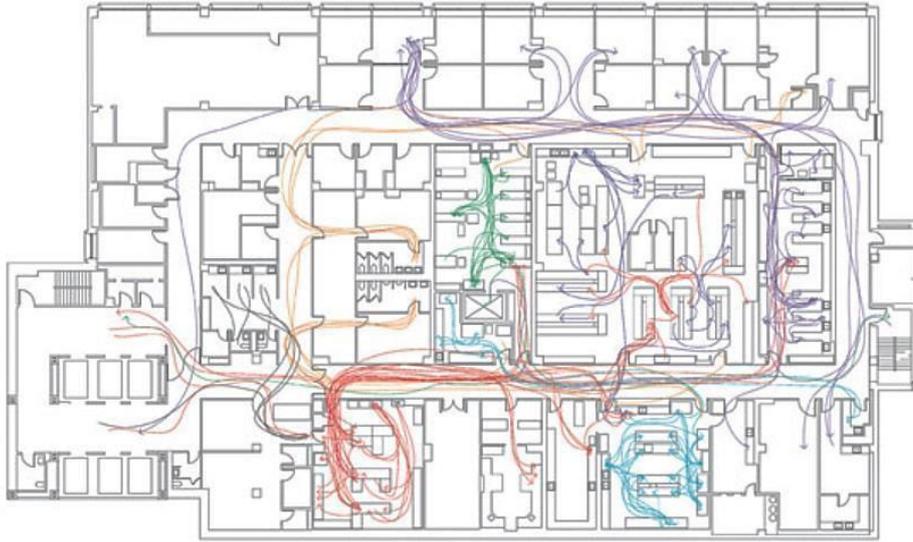


Figura 4: Esempio di Spaghetti Chart [7]

La stesura di queste linee serve proprio ad evidenziare le sovrapposizioni e le distanze prima citate. Ogni colore rappresenta il percorso seguito da elemento/informazione e può essere rappresentato avvalendosi di specifici programmi software o manualmente su carta. Il passo successivo è ridurre o eliminare determinati percorsi, ad esempio, riallocando nell'ambiente produttivo determinati macchinari o magazzini [8].

- 5 Whys: Il metodo dei "5 perché" è una tecnica di analisi delle cause e di problem solving che consiste nel porre una serie di domande "perché" ripetute fino a raggiungere la radice del problema. L'obiettivo è identificare le cause profonde di un evento o di un'azione, andando oltre le cause superficiali. Di solito si utilizzano cinque domande consecutive, ma il numero può variare a seconda del contesto. Risulta fondamentale definire correttamente il problema: è possibile ottenere le giuste risposte solo se la domanda iniziale è stata formulata correttamente. Non sempre è possibile intervenire sulla causa radice. Ogni risposta alla domanda "perché" prima della causa radice consiste in un "sintomo" della causa radice. In questo caso, se l'eliminazione della causa radice comporta degli investimenti troppo elevati, la soluzione potrebbe consistere nell'intervenire proprio in uno dei suoi "sintomi". In questo modo con la tecnica dei 5 perché può essere vista come uno strumento con cui identifica diverse soluzioni con investimenti proporzionale ai livelli dei "sintomi" su cui si lavorano [9].

- 5S: (Michalska J., Szewieczek D. 2007) originariamente è un concetto che riguardava l'organizzazione della postazione di lavoro. Questo strumento si compone di 5 principi (5 S dalle cinque iniziali delle parole in giapponese) [2]:
 1. *Seiri/Separare*: Separare ciò che è necessario da ciò che è superfluo all'interno della postazione di lavoro. Per fare ciò, occorre una pulizia accurata della postazione e una successiva classificazione degli oggetti presenti (ad esempio attrezzi, materiali, utensili) in modo razionale.
 2. *Seiton/Ordinare*: secondo questo principio tutto deve essere organizzato ed avere un suo posto preciso affinché chiunque debba utilizzare gli strumenti sappia dove trovarli e rimetterli al proprio posto. In questo modo si riducono spostamenti inutili e perdite di tempo.
 3. *Seiso/Pulire*: si tratta non solo della pulizia dallo sporco da macchinari e attrezzature, ma soprattutto la verifica e l'eliminazione di eventuali problemi. Eseguendo la pulizia, ogni inefficienza salta all'occhio e non viene "nascosta" dal disordine.
 4. *Seiketsu/Standardizzare*: vanno stabilite metodologie rigorose e ripetitive, per far sì che ognuno sappia sempre cosa e come fare. In questa fase è utile l'introduzione di strumenti di verifica come delle check list.
 5. *Shitsuke/Disciplin*a: si tratta di verificare il mantenimento dei risultati ottenuti dai quattro punti precedenti tramite dei controlli periodici. L'analisi continua dei problemi e l'identificazione delle relative contromisure, unitamente al monitoraggio del livello di prestazione raggiunto, consentono di fissare nuovi obiettivi secondo il principio del miglioramento continuo.

1.2 Just in Time e sistemi Kanban

La Lean Production si basa sulla logica "Pull", la quale si traduce nei metodi Just in time e Kanban. Il metodo Just In Time (JIT) consiste nel realizzare il prodotto giusto, nella quantità richiesta e nel momento richiesto dal cliente. Quindi, L'obiettivo principale è fornire la giusta quantità di materie prime, componenti o prodotti finiti nel momento esatto in cui sono necessari, evitando accumuli di scorte.

Nel contesto produttivo, il JIT si basa su una logica "pull", in cui i prodotti vengono realizzati solo in risposta alla domanda effettiva dei clienti. Ciò significa che la produzione

viene avviata solo quando un ordine viene effettuato o quando il livello delle scorte raggiunge un determinato punto di riordino.

Il metodo Kanban è il braccio operativo del Just In Time, come cita la società di consulenza Make Consulting, uno degli strumenti fondamentali nella cassetta degli attrezzi del Consulente Lean. Si tratta di un segnale visivo che autorizza la fase a monte a iniziare il processo produttivo. Il metodo kanban fa sì che l'informazione viaggi in senso contrario rispetto al flusso dei materiali. Lo scopo è quello di tirare la produzione in base alle reali richieste del mercato, è cliente finale a determinare la cadenza del processo produttivo.

Kanban è una parola giapponese composta da "Kan", che significa "visuale", e "Ban", che significa "segnale". Questa tecnica prevede l'utilizzo di un sistema di cartellini per segnalare alle stazioni di lavoro a monte l'avvenuto consumo di materiali e quindi il fabbisogno di rifornimento [10].

Il concetto di base di questo sistema a cartellini è quello di limitare il lavoro in corso (Work In Progress, WIP) e di regolare il flusso di lavoro in modo che le attività vengano avviate solo quando esiste una capacità disponibile per gestirle. Ciò aiuta a evitare colli di bottiglia e congestioni, migliorando l'efficienza complessiva.

Scendendo nel dettaglio, ogni attività viene rappresentata da una scheda Kanban, che può essere fisica o digitale. Su questi cartellini vengono scritte informazioni sulle attività, come la descrizione del lavoro, le specifiche e le priorità.

Le schede vengono spostate attraverso un tabellone, che visualizza lo stato e il progresso delle attività: esso è diviso in colonne che rappresentano le diverse fasi del processo di lavoro, ad esempio "Da fare", "In corso" e "Completato". Le schede vengono spostate da una colonna all'altra in base al progresso dell'attività [11].

Lo stesso concetto viene riportato nella struttura produttiva. La quantità da produrre è calcolata come reintegro del materiale consumato a valle nella catena logistica. Per ciascun cartellino è definito un livello di riordino legato alla capacità minima del contenitore, dove, una volta raggiunto, scatta una commessa di rifornimento, spostando il cartellino nella colonna "da fare". Seguirà un periodo di attesa di rifornimento in cui le risorse residue del contenitore sono consumate; quindi, il kanban si trova nella colonna "In corso" ed infine, a rifornimento eseguito, sarà spostato nella zona "Fatto".

1.3 Lean Production e layout ad isole

Il concetto di "layout ad isole" è il cuore della Lean production (LogisticaEfficiente, 2015). In questa ottica, le diverse fasi del processo produttivo vengono organizzate in gruppi di macchine e attrezzature collocate strategicamente in isole separate. L'obiettivo principale del layout ad isole è quello di migliorare il flusso di materiale e gestione all'interno della produzione, riducendo i tempi di movimentazione e trasporto.

Le macchine e gli strumenti necessari per eseguire una particolare fase del processo produttivo vengono posizionati in prossimità l'uno dell'altro tipicamente seguendo una forma ad "U", riducendo la necessità di spostamenti e consentendo un flusso continuo e diretto dei materiali tra le diverse isole.

Questi raggruppamenti sono solitamente organizzati in base al tipo di operazioni o alla famiglia di prodotti. Ciò significa che le macchine necessarie per produrre un particolare tipo di prodotto o eseguire una specifica operazione vengono posizionate in una stessa area, consentendo ai lavoratori di concentrarsi su un determinato compito senza dover interrompere il flusso di lavoro per spostarsi in altre aree.

Questo tipo di layout offre diversi vantaggi: in primo luogo, riduce il movimento degli operatori, migliorando l'efficienza complessiva del processo produttivo. In secondo luogo, favorisce la flessibilità e la capacità di adattarsi alle esigenze di produzione, consentendo di ridisporre le isole in base alle necessità. Inoltre, si ottimizzano gli spazi e si riducono gli investimenti legati alle risorse e ai magazzini.

«È migliore il modello organizzativo che privilegia la flessibilità o quello parcellizzato della Lean Production? Il cambiamento dei mercati sta generando un diverso modo di produrre e di gestire le aziende. Un'azienda ha un vantaggio competitivo se non possiede solo persone con le competenze necessarie per affrontare l'immediato, ma se ha anche le risorse in grado di affrontare il domani, ossia, se possiede persone disposte a mettersi in gioco, a cambiare, persone flessibili, curiose e con la voglia di crescere. In questo modo l'azienda sarà pronta ad affrontare i cambiamenti quando arriveranno.».

Queste sono le parole di Gaetano Cirino, fondatore della Iwolm, il quale afferma che il mercato è in continuo cambiamento e con esso cambiano anche le sue esigenze. La flessibilità si è trasformata da condizione migliorativa a condizione necessaria per affrontare le sfide di questi anni. In questo contesto è fondamentale disporre di una notevole flessibilità della manodopera, non solo tramite il ricorso all'esterno (outsourcing), ma anche tramite la flessibilità interna. La flessibilità delle risorse umane in ambito produttivo, al contrario del Taylorismo, prevede l'impiego in ambiti che

permettano una più ampia visione dei processi e dei propri compiti, non più solo l'impiego in ambiti fortemente parcellizzati: la persona ha una visione molto più completa del prodotto, del suo ciclo di lavoro e, quindi, del proprio ruolo nell'azienda.

Il collegamento tra layout a isole e la Lean Production risulta importante in quanto il layout a isole è un'implementazione comune dei principi Lean nella produzione, e la sua corretta adozione migliora la flessibilità, permettendo una riorganizzazione delle risorse a seconda delle esigenze del mercato. Nel caso in analisi, una configurazione ad isola è fondamentale in quanto ogni prodotto è diverso dal precedente e le lavorazioni non sono sempre nello stesso ordine e non sono sempre le stesse. È quindi richiesta un'elevata flessibilità del layout produttivo, raggruppando le risorse in modo da minimizzare gli sprechi. Anche il collegamento a tutti i servizi come energia elettrica ed aria compressa deve essere flessibile, per tanto è solito che essi vengano forniti dall'alto, senza vincolare la disposizione.

Per quanto concerne la progettazione della singola cella, la più utilizzata è la cosiddetta configurazione ad "U" [12] come mostrato in Figura 5.



Figura 5: Esempio disposizione a "U" in una cella [12]

Tale disposizione non è l'unica, ne esistono di vario tipo, dalla più semplice lineare alla più complessa ad "S" le che dipendono dalle diponibilità di spazi e dalla configurazione del layout in generale.

1.4 Agile

«Agility is a business-wide capability that embraces organisational structures, information systems, logistics processes and, in particular, mindsets. A key characteristic of an agile organisation is flexibility.» (Christopher, 2000). La definizione del professor

Martin Christopher della Cranfield University sottolinea che l'agile è una capacità aziendale che abbraccia le strutture organizzative, i sistemi informativi, i processi logistici e, in particolare, le mentalità. Una caratteristica chiave di un'organizzazione agile è la flessibilità. L'agile non riguarda solo la capacità di rispondere rapidamente ai cambiamenti del mercato, ma coinvolge anche la capacità di adattare le strutture e i processi aziendali per affrontare le sfide in modo rapido ed efficace. Questo implica una mentalità aperta al cambiamento e la volontà di adottare approcci innovativi e sperimentare nuove soluzioni.

È un concetto associato alla capacità di operare profittevolmente al contesto competitivo con una gamma di prodotti sempre più ampia e diversificata, come nel settore dell'arredamento, soggetto a cambiamenti imprevedibili e in cui è necessario essere reattivi, rapidi, flessibili, adattabili, attivi e disposti a cambiare senza fermarsi mai. Incertezza e cambiamento sono delle realtà da abbracciare; non si tratta solo di "essere agili". Il personale, con la sua capacità di imparare dal cambiamento e il suo sapere collettivo, è considerato il principale asset dell'organizzazione, perché permette alle attività di rispondere con efficacia alle richieste del mercato.

La storia dell'Agile ha radici nella crescente insoddisfazione per gli approcci tradizionali di sviluppo del software, noti come "a cascata". Questi approcci seguivano un modello sequenziale, in cui ogni fase del progetto veniva completata prima di passare alla successiva. Tuttavia, questo modello spesso si rivelava rigido e poco adattabile ai cambiamenti dei requisiti o alle esigenze degli utenti.

L'Agile si proponeva di superare queste limitazioni introducendo un approccio iterativo e incrementale allo sviluppo del software. Invece di iniziare tutto il progetto in anticipo, gli approcci Agile consentono al team di lavorare su brevi periodi di tempo chiamati "sprint". Ogni sprint ha una durata fissa, di solito da una a quattro settimane, durante la quale il team si impegna a consegnare una parte funzionante del software [13].

Questi concetti vengono applicati da Bressano Mobili, andando a suddividere in team composti da una o due persone, i quali ognuno si occupa della produzione di una commessa. Giornalmente viene riportato l'avanzamento di ogni ordine, il quale deve rispettare delle scadenze settimanali. L'implementazione di team permette lo sviluppo parallelo di più compiti e la condivisione di risorse, come materie prime e macchinari.

1.5 Artigianato 4.0

Con il termine artigianato 4.0 ci si riferisce a tutte quelle attività artigianali che coniugano tecniche tradizionali e manuali a tecniche digitali sia per quel che riguarda i processi produttivi che per quel che riguarda i processi di marketing [14]. È un clima di cambiamento, di ricerca di nuovi prodotti, materiali e di nuove modalità di produzione reinventando un settore dato quasi per scomparso.

L'artigianato 4.0 si riferisce alla quarta rivoluzione industriale che stiamo tuttora vivendo: la digital revolution dell'era dell'informazione. Il cambiamento, come suggerisce Ciappei C. in "Cultura. Economia & Marketing", scaturisce dalla fusione tra mondo fisico e mondo digitale e gli elementi principi caratterizzanti del fenomeno sono l'automazione del lavoro e l'interconnessione tra i diversi sistemi produttivi.

Nel contesto dell'artigianato 4.0, l'obiettivo è incorporare le nuove tecnologie digitali, come Internet Of Things (IoT), la robotica, la stampa 3D, l'intelligenza artificiale e la realtà aumentata, nelle attività artigianali tradizionali (Confartigianato, 2017). Ciò consente agli artigiani di migliorare la qualità dei loro prodotti, aumentare l'efficienza dei processi produttivi e personalizzare le soluzioni per i clienti riducendo i costi operativi.

Nella realtà il mondo digitale viene implementato introducendo macchine automatizzate per eseguire compiti ripetitivi o fisicamente impegnativi, consentendo agli artigiani di concentrarsi su attività di valore aggiunto, come il noto "fatto a mano". In aggiunta, si introducono una serie di sensori nelle attrezzature per monitorare le prestazioni e raccogliere dati in tempo reale consentendo l'ottimizzazione delle operazioni (Digitalcoach, 2020)[15].

Alcuni esempi pratici sono legati alla presenza di macchine CNC, magazzini automatici e software (tipicamente CAD e manageriali) che permettono di eseguire attività riducendo sprechi ed errori e creare report sulle prestazioni produttive. La creazione di dataset non ha solo uno scopo di monitoraggio, ma sono essenziali per ottenere riscontri sull'effettivo consumo di risorse e di conseguenza, migliorare le previsioni di prezzo e di consegna procurabile al cliente in fase di preventivazione.

2. PRESENTAZIONE AZIENDA NEL CASO DI STUDIO

In questo elaborato viene trattata l'analisi produttiva dell'azienda Bressano Mobili S.r.l., un'azienda artigiana che si occupa di arredamento in legno su misura. Prima di addentrarsi nello studio, occorre conoscere la sua storia, la quale ha origine nei lontani anni Trenta.

2.1. La storia di Bressano Mobili

Tutto ha inizio nel piccolo paese di Villanova Mondovì, un comune di circa 4000 abitanti in provincia di Cuneo. Il laboratorio artigianale nasce nel 1934 nel piano terra di una casa nel cuore del paese, nelle mani di Maurizio Bressano. La produzione si limita alla creazione di intarsi scolpiti a mano, porte, finestre, feretri e di rado qualche mobile per l'arredo. Le richieste sono poche e di certo il conflitto mondiale non ha aiutato lo sviluppo. In quel periodo i macchinari sono gli essenziali, tutti movimentati da un unico motore che trasmette il moto tramite cinghie e pulegge. Si predilige il lavoro manuale, quello che solo un artigiano è in grado di padroneggiare e rendere unico.

Tutti i prodotti sono consegnati a mano e dove la strada incomincia ad essere troppa, si usa la Fiat Multipla, la macchina di famiglia adattata con un grosso porta pacchi sul tettuccio.

Con il passare del tempo e soprattutto con il riappacificarsi delle acque dopo la guerra, nel 1959 viene compiuto un primo grande passo spostando la produzione in un nuovo fabbricato di 300 m² supportato dai primi operai e dall'ingresso in azienda dei figli Michele, Marcangelo e Marco (Figura 6).

Questa fase di transizione è anche caratterizzata dalla scelta di focalizzare la linea produttiva sulle porte e finestre, commercializzando i prodotti principalmente sul mercato ligure, luogo di forte sviluppo per l'epoca.

Tuttavia, intorno a quegli anni, il lavoro sulla costa non rimane l'unica fonte di reddito, ma nasce una nuova opportunità: gli anni Sessanta sono caratterizzati dalla nascita delle prime località sciistiche come Prato Nevoso e Artesina. È chiaro che siano paesi in fase di sviluppo e come tali sono bisognosi di imprenditori e lavoratori.



Figura 6: Maurizio e Michele Bressano nello stabilimento del 1956

Sin da subito si coglie l'occasione collaborando con l'arredatore Bertola, nota figura della provincia, per poter arredare i nuovi alberghi ed i nuovi alloggi appena costruiti in prossimità delle piste da sci. Questo permette di approcciare un nuovo mondo non più solo incentrato sulla costruzione di infissi, ma sempre più vicino all'arredamento su misura.

I primi arredi hanno un'impronta stilistica su un filone barocco e classico, caratterizzati da un tono sfarzoso, per poi passare ad una nota più rustica col crescere delle richieste d'arredo di case di montagna. La grande sfida è riuscire ad ottimizzare tutto lo spazio disponibile creando un arredamento su misura che copri gli spazi stretti ed angusti dei primi condomini di Prato Nevoso ed Artesina.

La possibilità di arredare le seconde case in paesi influenzati dal passaparola gioca un ruolo importantissimo, permettendo di ampliare il ventaglio della clientela sfruttando amicizie e buone parole. È un effetto domino, tanto da creare quasi un monopolio nel mondo su misura delle due località.

Inoltre, molti clienti hanno commissionato l'arredo anche per le loro prime case, vista la manifattura dei lavori delle seconde dimore, espandendo così a macchia d'olio il nome Bressano Mobili.

Questi anni sono a tutti gli effetti caratterizzati da un boom economico, il quale ha permesso nuovi investimenti per migliorare la produzione: vengono acquistati nuovi macchinari, tra cui squadatrici, carteggiatrici e pantografi, strumenti innovativi per

l'epoca, ma l'investimento più grande è fatto nel 1970, dove viene costruita l'esposizione munita di vetrine in cui vengono esposti i prodotti della ditta e di altri marchi di serie. Prima di quell'anno, non vi è mai stato un luogo adibito unicamente all'esposizione dei prodotti, si basava tutto sulla fiducia ed il passaparola.

Nel 1974, la ditta passa nelle mani di Michele e Marcangelo, i figli di Maurizio, i quali hanno uno spirito imprenditoriale molto acceso, in particolar modo Michele. Si è sempre scelto di investire in progetti e tecnologie innovative, a partire dagli strumenti e servizi per la produzione, fino a piani più lontani ed ambiziosi. Infatti, una decina d'anni dopo nel 1985, Michele spinge per la realizzazione della l'area artigianale in Villanova Mondovì. Lo scopo è di unire tutti gli artigiani in un'unica comunità per preservare le tradizioni e creare nuove opportunità economiche. Subito non tutti aderiscono e sono titubanti, ma grazie a Michele, il quale presiederà l'area artigianale come presidente, riesce ad acquistare tramite fondi dalla regione i primi terreni su cui fondare l'area. Si parte con una base di circa 28000 m² di terreno, su cui ancora oggi sono presenti le imprese più anziane del paese. Con il passare del tempo e con la dimostranza dell'efficacia dell'unione tra gli artigiani, si è giunti agli odierni 180000 m² di terreno industriale con all'attivo più di 20 imprese artigianali.

Sempre intorno all' anno 1985, viene compiuto un ulteriore passo, commissionando la costruzione di un nuovo stabilimento produttivo nella crescente area artigianale.

Il nuovo laboratorio da circa 1500 m² di superficie permette di aumentare la capacità produttiva, dando lavoro a nuovi operai e aprendo la possibilità di inserire nuovi macchinari all'avanguardia. Una parte del fabbricato, viene dedicata al reparto verniciatura, acquistando una cabina di verniciatura pressurizzata, con una tecnologia molto innovativa per il tempo.

Parallelamente al capannone adibito alla produzione, viene costruito il nuovo negozio su tre piani, terminato in più tempi nel 1990, come mostrato in Figura 7.



Figura 7: Negozio con esposizione e capannone durante la fase di completamento.

2.2. Bressano Mobili oggi

Bressano Mobili ad oggi, ha visto crescere due generazioni della famiglia ed ora sta accompagnando la terza, quella caratterizzata da grandi cambiamenti, sia dal punto di vista risorse che di business model, per poter competere nel mercato in costante cambiamento.

Ad oggi, osservando la Figura 8, a condurre la produzione e le vendite vi sono i figli di Michele e Marcoangelo, i quali hanno portato la produzione su uno stile più moderno collaborando con numerosi architetti italiani e francesi, mirando ad una clientela amante della qualità ad un buon prezzo.



Figura 8: La vecchia, la nuova e la futura generazione di Bressano Mobili.

Storicamente, Bressano Mobili si è sempre affidata a fornitori della zona per quanto riguarda le materie prime, sfruttando conoscenze ed amicizie nel settore del legname. Oggi si rifornisce da imprese del cuneese come Market Compensati e Salomone Compensati per quanto riguarda la fornitura di pannelli in legno compensato e laminato, mentre per materiali naturali, quindi legno massello, si affida a Baravalle Segheria. Rispetto agli anni Settanta, la tipologia di arredo richiesto dalla clientela è rimasta invariata, variando dalla cucina, alla camera da letto, fino a richieste per arredamenti completi su misura di interi appartamenti. La grande differenza è legata allo stile, passando da arredi classici in legno massello, alle più recenti richieste in laminato sullo stile moderno. Ultimamente si è avviato un percorso di ristrutturazione interna dal punto di vista gestionale e produttivo, apportando miglioramenti mirati ad ottenere una maggiore efficienza e riduzione dei costi fissi. Uno dei passaggi di questo progetto consiste nell'ottimizzare il layout produttivo dell'impresa, oggetto di studio di questo elaborato.

3. DESCRIZIONE PROCESSO PRODUTTIVO

Bressano Mobili si occupa della produzione artigianale di arredamento, nel dettaglio non tratta la produzione di elementi standard, ma bensì di prodotti personalizzati a seconda delle esigenze del singolo cliente. La creazione di un qualunque arredo segue un processo produttivo che dipende strettamente dalla materia prima utilizzata. È quindi importante definire quali sono le principali tipologie di legno utilizzate, i volumi necessari per ogni commessa ed i macchinari che vengono impiegati.

3.1 Scelta dei prodotti caso di studio

Per descrivere tutte le sequenze lavorative si è scelto di analizzare due prodotti tipo:

- Cucina in laminato
- Cucina in legno massello

La scelta di non analizzare ogni singolo prodotto, ma di selezionarne uno rappresentativo di tutti, è stata motivata dal fatto che i prodotti seguono un ciclo produttivo simile tra loro, sfruttando le medesime risorse. Pertanto, al fine di semplificare l'analisi e la scomposizione nell'elenco delle componenti, è stato scelto di esaminare il prodotto più complesso e completo, cioè la cucina. Ciò che distingue quindi i due prodotti tipo, è il materiale utilizzato.

La *cucina in laminato* è prodotta utilizzando pannelli in laminato, ovvero una lastra composta dalla stratificazione di truciolare e fogli plastici. Osservando la sezione mostrata in Figura 9, lo strato centrale è formato da sfridi e scaglie di legno mescolate con un collante e successivamente pressate.

Una volta raffreddato, sulle superfici maggiori del pannello è applicato lo strato esterno



Figura 9: Dettaglio pannello in laminato bianco

costituito da un foglio plastico su cui è pressata una fantasia, di solito simil legno o granito.

La *cucina in legno massello* invece, è prodotta utilizzando pannelli in listellare, compensato o MDF. Queste tre tipologie sono accumulate dal fatto che non hanno una superficie “finita”, per tanto sono da carteggiare e verniciare.

Inoltre, a seconda della commessa, è possibile utilizzare legno massello per tutte le componenti a vista, come ante o mostrine dei cassetti, comportando maggiore valore al prodotto finale.

Il pannello in compensato è costituito da tre sfogliati disposti con fibre perpendicolari tra loro per uno spessore totale di circa 3 mm. La disposizione delle fibre in senso ortogonale serve a conferire al pannello maggiore resistenza, “compensando” appunto le carenze in una direzione, intrecciando le fibre.

Il pannello listellare è costituito da una parte strutturale formata da listelli di abete o altri legni dolci rivestita sulle due facce da compensato o da un pannello di. Ottimo per strutture portanti di mobili.

Infine, il pannello MDF o Medium Density Fiberboard, è composto da piccolissime e regolari fibre di legno (soprattutto latifoglie), disposte uniformemente ed omogeneamente su tutto lo spessore, ed incollate con specifiche resine sintetiche. È lavorabile nelle tre direzioni compresa la tornitura e l'intaglio e grazie alla sua superficie compatta e omogenea è ideale per le laccature (tipologia di verniciatura molto lucida) [16].

In Figura 10 sono riportate le sezioni delle varie tipologie di pannelli più utilizzate.



Figura 10: A sinistra il pannello in compensato, al centro il pannello in listellare e a sinistra il pannello in MDF

3.2. Cucina in laminato

Per quanto riguarda il processo produttivo della cucina in laminato, tutto ha inizio dall'individuazione dei pannelli ordinati in precedenza per quella determinata commessa. La materia prima è stoccata in un magazzino dedicato su dei cantilever. Un operaio, tramite l'ausilio di carrello elevatore, preleva il materiale e lo carica sulla sezionatrice e procede al taglio avvalendosi di misure fornite dall'ufficio tecnico.

I pannelli sono sezionati in singoli elementi, come fianchi, ante, ecc. Seguendo uno schema di ottimizzazione per minimizzare gli scarti di produzione. I pezzi ottenuti risultano di dimensione leggermente maggiore (+0,5 cm per dimensione sezionata): questo eccesso sarà esportato nella fase successiva per ottenere maggiore precisione nel taglio e nella finitura del pezzo.

I componenti sono poi caricati su un carrello e trasportati alla fase successiva presso la macchina a controllo numerico CNC, la quale esegue lavorazioni di squadratura e foratura dei singoli componenti sezionati in precedenza.

Ultimata la lavorazione, il pezzo è estratto dalla macchina CNC e portato manualmente o tramite dal carrello (dipende dalla dimensione) presso la bordatrice che eseguirà la bordatura dei lati scoperti del componente. Durante questa fase, l'operaio carica sulla macchina CNC il pezzo da lavorare successivo e avvia la lavorazione in attesa che la bordatrice finisca il componente precedente.

Terminata la sequenza su tutti i componenti, essi sono sottoposti a un controllo di qualità mirato a individuare eventuali sbavature di colla o errori della bordatrice.

Contemporaneamente, delle assi di legno massello (tipicamente tiglio perla sua leggerezza) sono sezionati e lavorati tramite l'uso della sega a nastro e della scorticatrice: tali profilati fungeranno da supporto alla struttura della cucina.

Successivamente, tutti i pezzi sono trasportati da un carrello verso la zona di assemblaggio: questo luogo si avvale di pedane livellate su cui è montata la cucina da uno o più operai e di banchi per operare con maggiore comodità.

In questa fase è assemblato lo scheletro della cucina: qui fianchi, il cielo e il fondo di ogni cassettera e scomparto della cucina sono montati. In alcuni casi, tali scatolati sono pressati nella pressa per mantenere le geometrie mentre la colla vinilica si solidifica.

Di seguito sono aggiunte le ante e i cassetti, già muniti di cerniere e guide.

Sono aggiunti anche gli elettrodomestici come lavastoviglie o forno, i quali sono prelevati dal magazzino e trasportati nella zona assemblaggio tramite un carrello a due ruote.

Durante l'assemblaggio, l'operaio può avvalersi dell'uso di diversi macchinari, come troncatrice, sega da banco e carteggiatrice a nastro per apportare modifiche o creare inserti particolari.

Terminato l'assemblaggio, si esegue il controllo qualità in cui si osservano tutti i dettagli e il corretto funzionamento del prodotto finito.

Finita l'ispezione, la cucina è smontata in semi-assemblati, in modo che siano di facile trasporto all'interno della casa del cliente.

I semi-assemblati sono trasportati su un carrello nella zona di imballaggio, dove avviene la copertura degli elementi con teli plastici e pluriball e sono sistemati in attesa di essere caricati per la consegna.

Nel breve tempo precedente la consegna, di solito il giorno prima, la cucina è caricata su un furgone.

Il giorno dell'invio, è trasportata fino alla residenza del committente. Qui i vari semi-assemblati sono liberati dall'imballaggio e movimentati manualmente nell'abitazione ed infine ricomposti nella cucina.

Il flow chart della cucina in laminato è mostrato in Figura 11.

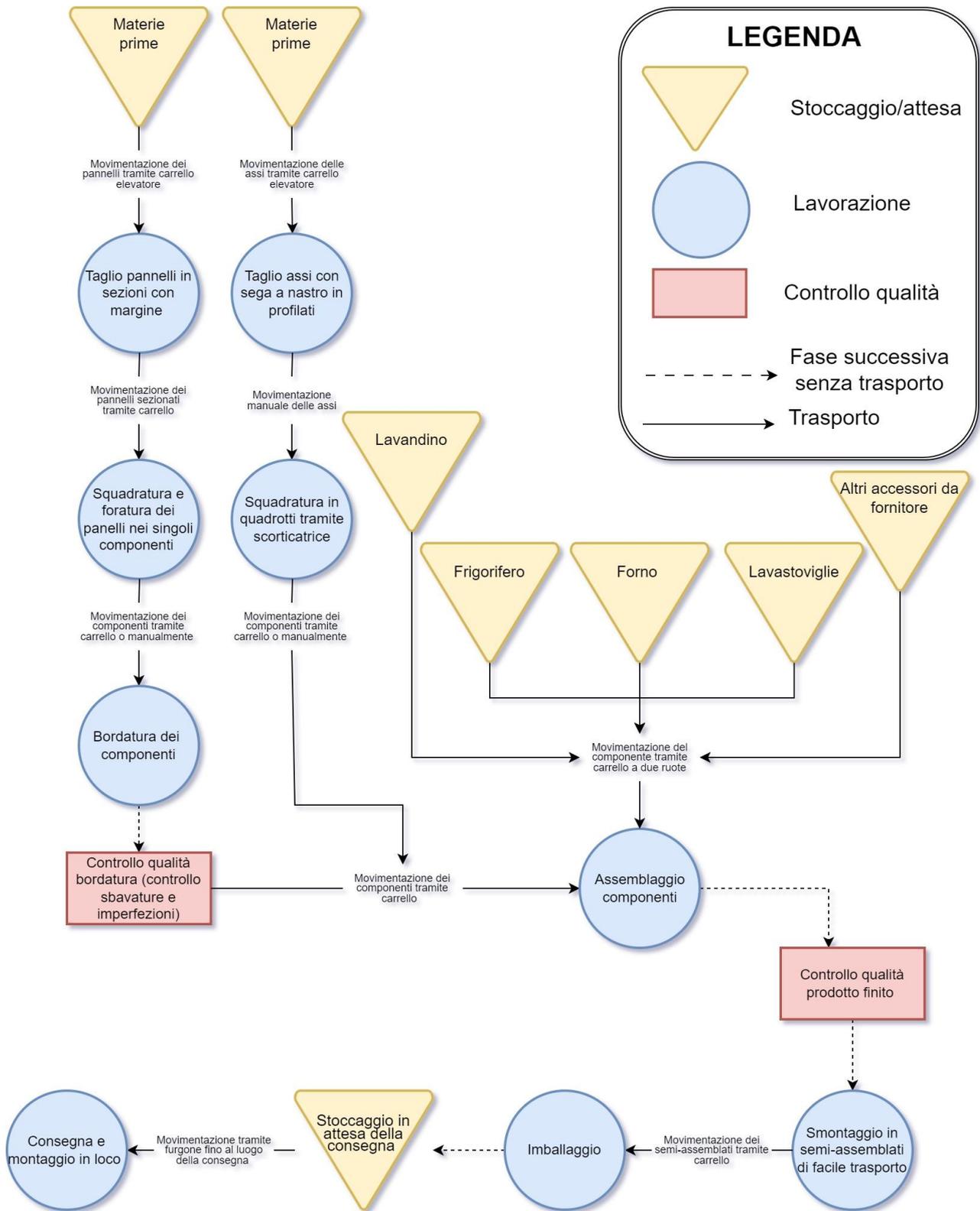


Figura 11: FLOW CHART Cucina in laminato.

3.3. Cucina in massello

Il processo produttivo della cucina in massello inizia con il prelievo delle materie prime dai rispettivi magazzini tramite carrello elevatore.

Ipotizzando una cucina con finiture in legno massello, sono prelevati dal magazzino le assi necessarie del legno scelto a preventivo e sono trasportate verso la zona produttiva. Come prima operazione, le assi sono sezionate per facilitarne la movimentazione, dato che hanno una lunghezza che può arrivare fino a 6 m.

Successivamente sono movimentate manualmente o tramite carrello verso la sega a nastro, dove l'operaio procede alla pulizia dalla corteccia residua e alla squadratura dell'asse.

Il legno naturale può presentare degli svergolamenti o incurvature per via dell'essiccazione: se tali effetti sono molto accentuati, le assi sono trasportate tramite carrello presso l'area piallatrice in cui si esegue una prima calibratura delle superfici asportandone parte di essa.

Successivamente i pezzi sono trasportati tramite carrello verso la calibratrice per ottenere un'una migliore calibratura della superficie e dello spessore del componente.

Se richiesto dalla commessa, alcuni assi sono racchiusi nella pressa per creare pannelli. Questo macchinario fa in modo che la colla possa agire unificando i pezzi precedentemente uniti come tasselli di un puzzle seguendo le venature del legno. L'unione avviene trasportando i pezzi dalla calibratura alla macchina toupie, la quale esegue dei tagli "maschi e femmina" che permettono l'unione fisica tra i pezzi, come mostra la Figura 12.



Figura 12: Dettaglio giuntura "finger joint"

Successivamente sono trasportati verso la pressa, cosparsi di colla nei punti di contatto e posizionati.

Terminata l'asciugatura, il tavolato seguirà le lavorazioni, quali squadratura e calibratura.

In alcuni casi, il legno naturale richiede lavorazioni di spazzolatura dove è rimosso lo strato morbido, lasciando in risalto le venature.

Nella maggior parte dei casi, questa lavorazione è eseguita durante la carteggiatura con spazzolatrice portatile; se invece il pezzo da lavorare è di dimensioni notevoli, come un'anta, si richiede l'uso della spazzolatrice fissa e l'uso del carrello per la movimentazione del componente fino ad essa.

Per creare tavolati o elementi dalle forme particolari come battiscopa o cornici, l'operaio si sposta spingendo il carrello carico di semilavorati presso la macchina toupie eseguendo le passate necessarie.

Una volta rifinite le superfici, i pezzi sono trasportati presso la sega a banco o la macchina CNC per essere modellati nei componenti della cucina.

Parallelamente a queste fasi, vi è il prelievo e sezionamento dei pannelli dal rispettivo magazzino composto da cantilever. Una volta sezionati, i componenti sono trasportati tramite carrello verso la macchina a controllo numerico CNC per essere squadrati e forati.

Anche in questo caso dal sezionamento del pannello, i singoli pezzi risultano avere dimensioni leggermente maggiori rispetto alle misure fornite da ufficio tecnico, di modo che, questo margine, sia fresato durante la squadratura della CNC.

Come per la cucina in lamellare, terminata la lavorazione alla CNC, il pezzo è movimentato manualmente o tramite carrello presso la bordatrice e messo sotto lavorazione, dando tempo all'operatore di caricare il pezzo successivo sulla macchina a controllo numerico.

Terminata la sequenza produttiva su tutti i pezzi, essi sono congiunti ai componenti in legno massello precedentemente citati e sono trasportati tramite carrello presso la zona d'assemblaggio.

In quest'area, uno o più operai assemblano tutte le componenti nel semilavorato che è la cucina grezza come mostra la Figura 13.

In questa fase è assemblato lo scheletro della cucina: qui fianchi, il cielo e il fondo di ogni cassettera e scomparto della cucina sono montati.

Analogamente, le strutture delle ante sono rifinite ed assemblate, pronte per essere pressate nella pressa e successivamente aggiunte alla cucina.

Sono aggiunti anche tutti gli elettrodomestici come lavastoviglie o forno, i quali sono prelevati dal magazzino e trasportati nella zona assemblaggio tramite carrello a due ruote.

Figura 13: Esempio di un semilavorato in fase di assemblaggio.



In questa fase di assemblaggio gli operai possono avvalersi della sega da banco, della troncatrice e della carteggiatrice a nastro per eseguire modifiche o creare inserti particolari.

Terminato l'assemblaggio, si esegue il controllo qualità dell'assemblaggio e se è superato si prosegue allo smontaggio in semi assemblati e al trasporto via carrello al reparto dedicato alla carteggiatura nel quale un operaio carteggia le superfici e smussa gli spigoli vivi, eseguendo allo stesso tempo un controllo qualità andando a coprire e rimuovere le imperfezioni.

Successivamente i semi assemblati sono trasportati tramite carrello nel reparto verniciatura nel quale il verniciatore esegue una serie di passate di vernice su ogni componente.

Finita la verniciatura, l'operaio addetto, movimentata manualmente il pezzo su una rastrelliera apposita per permettere l'asciugatura del colore che può durare da una a quattro ore a seconda del tipo di vernice e dell'umidità.

Una volta asciutta, viene eseguito il controllo qualità della vernice spruzzata sul componente, ponendo particolare attenzione sulla corretta stesura.

Se il test è superato, si movimentata il carrello con i componenti verso la zona imballaggio, in cui si riasssemblano le parti verniciate in semilavorati di facile trasporto, pronti per essere imballati e stoccati in attesa della spedizione.

Nel breve tempo precedente la consegna, di solito il giorno prima, la cucina è caricata su un furgone.

Successivamente è trasportata fino alla residenza del committente. Qui i vari semi-assemblati sono liberati dall'imballaggio e movimentati manualmente nell'abitazione ed infine ricomposti nella cucina. Il flow chart della cucina in laminato è mostrato in Figura 14.

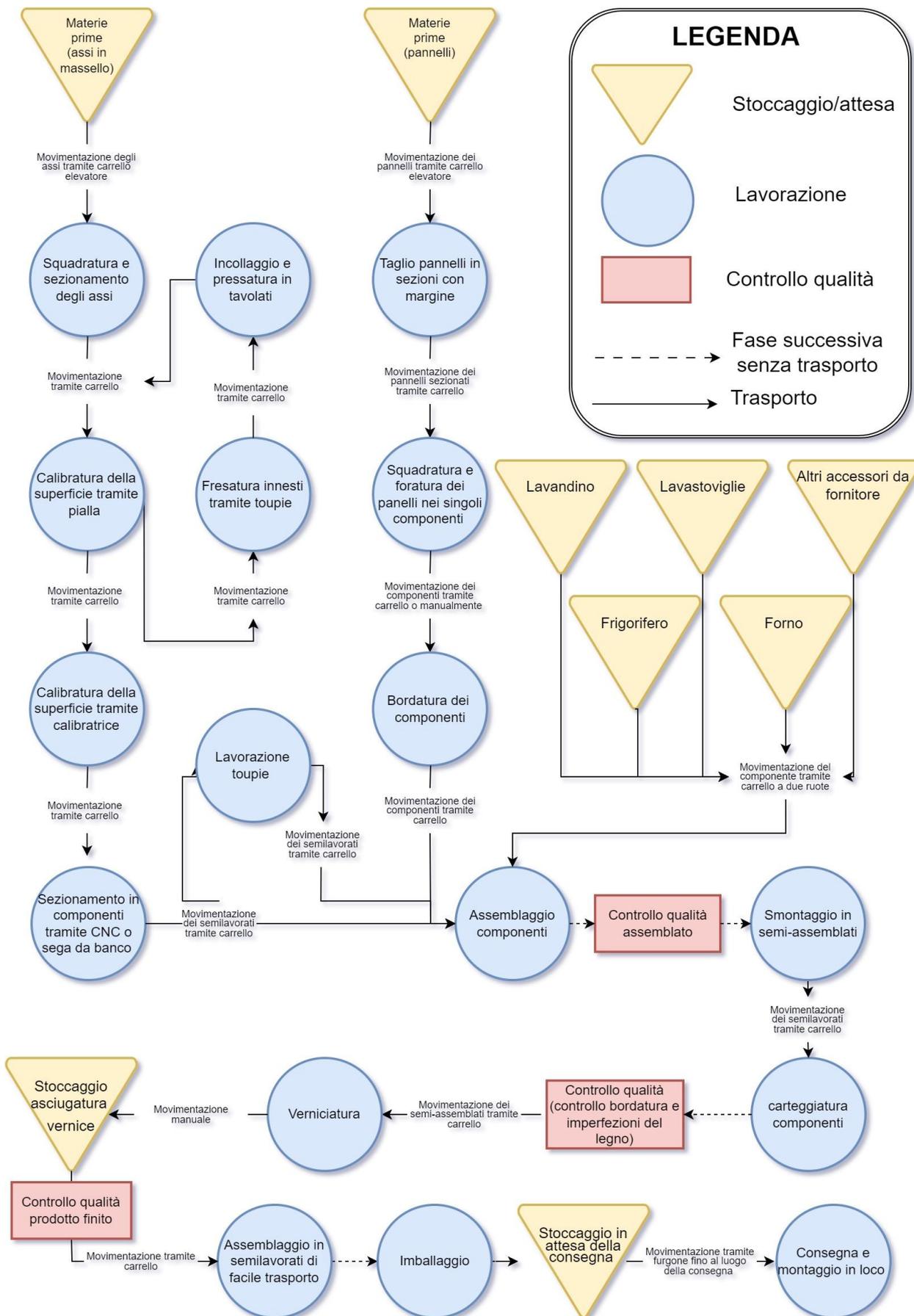


Figura 14: FLOW CHART Cucina in massello.

3.4. Descrizione dei macchinari

Bressano Mobili S.r.l detiene un parco macchinari per la produzione molto ampio. Tali macchinari vengono qui descritti in dettaglio.

Sezionatrice assi

È il primo macchinario che si utilizza quando si prelevano delle assi dal magazzino: come mostra Figura 15, è utilizzata per porzionare la tavola in elementi di più facile movimentazione.



Figura 15: Sezionatrice con sega circolare

Sezionatrice pannelli

La sezionatrice riportata in Figura 16 Figura 16permette il facile carico e successiva sezionatura dei pannelli in modo automatico nei rispettivi componenti del prodotto.



Figura 16: Sezionatrice per pannelli.

Sega A Nastro

Figura 17 riporta la sega a nastro presente presso l'azienda in oggetto: il pezzo di legno viene appoggiato sul piano e spinto dall'operatore verso la lama, tagliando così i pezzi necessari.

Pressa

In tutta la zona produttiva sono presenti tre tipologie di presse, raffigurate in Figura 17. Rispettivamente sono utilizzate per la pressatura e l'incollaggio in pannelli, tavolati partendo da singole assi e in strutture per le ante.



Figura 17: A sinistra sega a nastro, a destra: pressa per pannelli, pressa per tavolati e pressa per ante.



Piallatrici

Nella Figura 18 sono raffigurate le piallatrici, utensili utilizzati per la calibratura della superficie degli assi grezzi.



Figura 18: A sinistra la pialla classica e la pialla a spessore, mentre a destra la scorticatrice con in aggiunta una foto di dettaglio dei suoi taglienti.

Scorniciatrice

La scorniciatrice raffigurata in Figura 18 è una macchina progettata per la lavorazione longitudinale del legno: partendo da un semilavorato di forma prismatica, si ottiene un elemento, sempre prismatico, detto quadrotto o sagomato in una sola passata.

Mortasatrice e Tenonatrice

Sono i macchinari raffigurati nella Figura 19 i quali lavorano in coppia per l'intaglio del tenone e della mortasa: è un tipo di giunzione a incastro composta da un elemento maschio detto "tenone" e dall'alloggio femmina corrispondente detto "mortasa".



Figura 19: A sinistra la mortasatrice e a destra la tenonatrice.

Bordatrice

La Bordatrice ELWOOD KS4600 mostrata in Figura 20 permette di coprire le parti sezionate dei pannelli con uno strato di impiallacciatura, rendendo esteticamente



Figura 20: A sinistra la bordatrice Elwood KS4600, mentre a destra la Casolin F45, macchina toupie affiancata da una serie di frese

migliore il pezzo.

Toupie

È un tipo di fresatrice (Figura 20) utilizzata per profilare pannelli o quadrotti. Con il macchinario in si possono ottenere battiscopa, cornici o fresature particolari, come ad esempio, per inserire lo schienale.

CNC

La Format Profit H350 è la macchina a controllo numerico (CNC) utilizzata principalmente per squadrare, forare e sagomare i pannelli.

Sega da banco

La Astra Digit NT mostrata in Figura 21 permette di effettuare tagli puliti sulle varie tipologie di legno sfruttando una sega circolare sporgente dal piano, regolabile in altezza e inclinazione.

Calibratrice

Come mostra la Figura 21, la calibratrice si mostra come un parallelepipedo, il quale permette di calibrare con precisione lo spessore e rifinire la superficie di un pezzo.



Figura 21: A sinistra la sega da banco Astra Digit NT, mentre a destra la calibratrice.

Troncatrice

La troncatrice in Figura 22 è un elettroutensile per lavorare il legno ma anche altri materiali come la plastica e il metallo, a seconda dal tipo di lama. Si usa per tagliare di netto l'oggetto in lavorazione con un lavoro preciso, basato sul movimento verticale della lama.

Levigatrice a nastro

È un utensile molto semplice, munito di carta abrasiva come mostra la Figura 22, utilizzata per compiere lavorazioni manuali di fino.

Spazzolatrice

È il macchinario mostrato in Figura 22, utilizzato per eseguire la spazzolatura su ampie superfici, come ante o mostrine dei cassetti in sostituzione alla spazzolatrice manuale.



Figura 22: Rispettivamente da sinistra verso destra la troncatrice, la carteggiatrice a nastro e la spazzolatrice.

3.5. Volumi di materiali

Per ogni commessa vengono stilati una serie di documenti che descrivono le dimensioni, gli elementi e le caratteristiche che il prodotto finale dovrà avere.

Durante la progettazione con il cliente, vengono stilati una serie di bisogni e caratteristiche il prodotto finale dovrà soddisfare.

Ogni venditore dovrà compilare una check list su cui sono riportate tutte le possibili configurazioni della cucina, come mostra la Figura 23.

Definite le misure e le caratteristiche del prodotto, si procede con la creazione di disegni 2D su CAD per definire le dimensioni su cui ci si basa per stilare una distinta base.

Quest'ultimo documento, noto anche come Bill Of Material (BOM) è un elenco completo di componenti, parti e materiali necessari per fabbricare il prodotto. Serve come documento di riferimento fondamentale per la pianificazione della produzione, la gestione dell'inventario e la stima dei costi.

La distinta base include principalmente un codice identificativo, una breve descrizione, le dimensioni, quantità e costo.

Ipotizzando un prodotto unico, ovvero la cucina mostrata in Figura 24 nelle rispettive viste, sono stilate le distinte base nel caso della *cucina in laminato* e della *cucina in massello*.

Di seguito sono riportate le distinte base rispettivamente della cucina in laminato (Figura 25) e in massello (Figura 26).

Rif. Cliente							
Data 1° incontro cliente		Data compilazione					
Località di consegna degli arredi		Piano unità immobiliare		Scarico merci			
RILIEVO 1° step: controllare bene la planimetria con le diagonali (le diagonali devono esserci tutte; laddove i muri sono a 90° deve essere indicato) e l' H 2° step: controllare misure della posizione e della dimensione di prese / scatole / punti luce / punti carico e scarico acqua / tubi cappa (anche diametro) e verificare se va modificata la posizione delle prese (NB:							
NOTE TECNICHE: nelle cucine controllare sempre la presenza della cassettiera e confrontarsi in fase di							
	Materiale / Descrizione prodotto	spuntare con una X la voce		Marca e Codice Colore	Dimensioni		
		S / I / O	altro		Spessore	Profondità	Altezza
CASSETTI ESTERNI	Struttura in:						
	Fondo in:						
	Guide cassette (fino a 50 cm di						
	Guide per cassette speciali:	N / O	profondità	cromo / night			
CASSETTI INTERNI	Cassetti interni	N / O					H totale cassettera
	Struttura in: listellato di rovere	N / O	materiale		spess = 15 mm		
	Fondo in: nobilitato come schiena bussolotti	N / O	materiale		spess = 8 mm		
	Guide cassette (fino a 50 cm di profondità)	N / O		cromo / night			
	Guide per cassette speciali	N / O	profondità	cromo / night			
	Facciata interna in: come interni bussolotto	N / O	materiale				
	Sistema di apertura: pomolo	N / O	altro	colore?			
BUSSOLOTTI	Struttura in:						
	Schiena in:						
FACCIATA	Facciata in						
ZOCCOLI	materiale in: come facciata						
SISTEMA DI APERTURA	pomolo	N / O					
	maniglia	N / O					
	gola legno						
	gola alluminio	N / O					
	push-pull	N / O					
FERRAMENTA	Cerniere:						
	Cerniere speciali:						
	Ferramenta speciale						
TOP	top in:						
SCHIENALE	materiale in: come top	N / O	altro		spess = come top?	H = 6 cm? Vedi Sa colonna	
			altezza				
ISOLA	ALZATINA - materiale in: come top	N / O	altro		spess = come top?	H = 6 cm? Vedi Sa colonna	
	SCHIENALE - materiale in: come top	N / O	altro		spess = come top?	tutt'altezza? Vedi Sa colonna	
	RIVESTIMENTI LATERALI - materiale in: come top	N / O	altro		spess = come top?		
	RIVESTIMENTI SUL RESTRO - materiale in: come top	N / O	altro		spess = come top?		
ELETTRODOMESTICI	lavello						
	rubinetteria						
	lavastoviglie						
	piano cottura						
	cappa (se è autoaspirante bisogna						
	filtri cappa						
	tubi cappa						
	forno						
	microonde						
	frigorifero						
ILLUMINAZIONE	ALTR0						
	illuminazione a led						
	alimentazione:						
	interruttore a parete						
	interruttore nel mobile						
altro				marca e modello: chiedere a Maurizio			

Figura 23: Check list per la determinazione dei vari componenti del prodotto

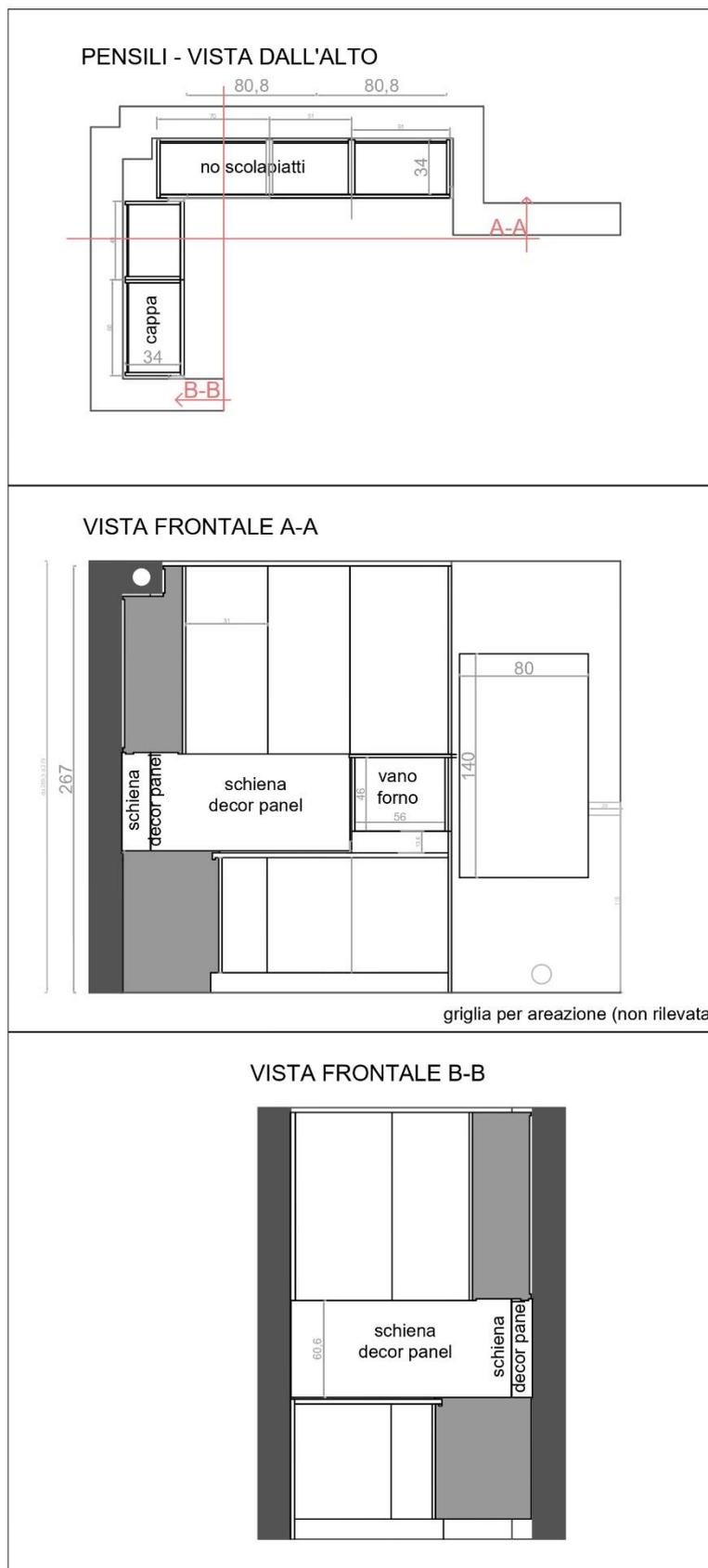


Figura 24: Pianta e viste frontali.

	Componente	Codice	Dimensioni in mm	Quantità	
PENSIILI	FIANCHI	NOB NERO19	340x950x19	10	
	FONDO / CIELO	NOB NERO19	560x340x19	2	
		NOB NERO19	450x340x19	2	
		NOB NERO19	660x340x19	2	
		NOB NERO19	470x340x19	2	
		NOB NERO19	570x340x19	2	
		NOB NERO8	560x950x8	1	
	SCHIENA	NOB NERO8	450x950x8	1	
		NOB NERO8	660x950x8	1	
		NOB NERO8	470x950x8	1	
		NOB NERO8	570x950x8	1	
	FACCIATA	NOB BIANCO19	610x1180x19	1	
		NOB BIANCO19	510x1180x19	2	
		NOB BIANCO19	490x1180x19	1	
		NOB BIANCO19	600x1180x19	1	
	BUSSOLOTTI	FIANCO	NOB NERO19	560x875x19	1
			NOB NERO19	560x700x19	1
			NOB NERO19	460x700x19	2
NOB NERO19			569x1470x19	2	
NOB NERO19			225x700x19	1	
NOB NERO19			100x700x29	1	
NOB NERO19			620x560x19	2	
NOB NERO19			635x560x19	2	
NOB NERO19			Sagomato	1	
NOB NERO8			700x700x8	1	
NOB NERO8			660x700x8	1	
FONDO / CIELO			NOB NERO19	720x600x19	1
		NOB NERO19	720x525x19	1	
SCHIENA		NOB BIANCO19	720x300x19	1	
		NOB BIANCO19	720x600x19	1	
FACCIATA		NOB BIANCO19	720x320x19	1	
		NOB BIANCO19	720x320x19	1	

	Componente	Codice	Dimensioni in mm	Quantità
STRUTTURA	LISTELLI TIGLIO	TIGLIO	50x1280x50	2
		TIGLIO	50x1240x50	1
		TIGLIO	50x2000x50	1
		TIGLIO	50x560x50	2
	ZOCCOLO	MDF	125X1475X19	1
		MDF	125X925X19	1
PIANO LAVORO	TOP	HPL		1
	LAVELLO integrato	HPL		1
	KIT RUBINETTO	FENIX NERO		1
	SCHIENA DECOR	MDF	1240x610x10	1
		MDF	180x610x10	1
MDF		130x519x10	1	
	MDF	1370x61x10	1	
CASSETTO INTERNO	FACCIATA	NOB BIANCO19	600X135X19	1
	FONDO	LIST TOULIPIE	500x580x8	1
	FIANCHI	LIST TOULIPIE	560x100x15	2
		LIST TOULIPIE	500x125x15	2
VARI	FERRAMENTA	CC	cerniere	14
		F SPEC	ferramenta speciale	2
		PIEDINI	KIT piedini	1
		GUIDE	guide cassetto	2
		LAV	Lavastoviglie	1
	ELETTRODOMESTICI	FRIGO	Frigo	1
		FORNO	Forno	1
		CAPPA	Cappa	1
	ILLUMINAZIONE	LUCI	Kit luci	1

Figura 25: Bill of Material cucina in laminato

	Componente	Codice	Dimensioni in mm	Quantità
PENSIILI	FIANCHI	NOB NERO19	340x950x19	10
	FONDO / CIELO	NOB NERO19	560x340x19	2
		NOB NERO19	450x340x19	2
		NOB NERO19	660x340x19	2
		NOB NERO19	470x340x19	2
		NOB NERO19	570x340x19	2
		NOB NERO8	560x950x8	1
	SCHIENA	NOB NERO8	450x950x8	1
		NOB NERO8	660x950x8	1
		NOB NERO8	470x950x8	1
		NOB NERO8	570x950x8	1
	FACCIATA	NOCE	510x1080x10	1
		NOCE	410x1080x10	2
		NOCE	390x1080x10	1
		NOCE	500x1080x10	1
	MONTANTI (con tenone e mortasa)	NOCE	1180x100x20	8
		NOCE	610x100x20	2
		NOCE	510x100x20	2
NOCE		490x100x20	2	
	NOCE	600x100x20	2	
BUSSOLOTTI	FIANCO	NOB NERO19	560x875x19	1
		NOB NERO 19	560x700x19	1
		NOB NERO20	460x700x19	2
		NOB NERO 20	569x1470x19	2
		NOB NERO21	225x700x19	1
		NOB NERO 21	100x700x29	1
		NOB NERO22	620x560x19	2
		NOB NERO19	635x560x19	2
	FONDO / CIELO	NOB NERO19	Sagomato	1
		NOB NERO8	700x700x8	1
	SCHIENA	NOB NERO8	660x700x8	1
		NOCE	620x500x10	1
	FACCIATA	NOCE	620x425x10	1
		NOCE	620x200x10	1
		NOCE	620x500x10	1
		NOCE	620x220x10	1
		NOCE	720x100x20	10
		NOCE	600x100x20	4
MONTANTI (con tenone e mortasa)	NOCE	300x100x20	2	
	NOCE	320x100x20	2	
	NOCE	525x100x20	2	
	NOCE	525x100x20	2	

	Componente	Codice	Dimensioni in mm	Quantità
STRUTTURA	LISTELLI TIGLIO	TIGLIO	50x1280x50	2
		TIGLIO	50x1240x50	1
		TIGLIO	50x2000x50	1
		TIGLIO	50x560x50	2
	ZOCCOLO	MDF	125X1475X19	1
		MDF	125X925X19	1
PIANO LAVORO	TOP in hpl	HPL		1
	LAVELLO integrato	HPL		1
	KIT RUBINETTO	FENIX NERO		1
	SCHIENA DECOR	MDF	1240x610x10	1
		MDF	180x610x10	1
MDF		130x519x10	1	
	MDF	1370x61x10	1	
CASSETTO INTERNO	FACCIATA	NOCE	500X35X10	1
	FONDO	LIST TOULIPIE	500x580x8	1
	FIANCHI	LIST TOULIPIE	560x100x15	2
		LIST TOULIPIE	500x125x15	2
VARI	FERRAMENTA	CC	cerniere	14
		F SPEC	ferramenta speciale	2
		PIEDINI	KIT piedini	1
		GUIDE	guide cassetto	2
		LAV	Lavastoviglie	1
	ELETTRODOMESTICI	FRIGO	Frigo	1
		FORNO	Forno	1
		CAPPA	Cappa	1
	ILLUMINAZIONE	LUCI	Kit luci	1

Figura 26: Bill of Material cucina in massello

4. ANALISI LEAN DEL LAYOUT PRODUTTIVO AS IS

Con il termine “layout produttivo” si intende la dislocazione dei reparti, delle macchine, dei posti di lavoro e dei depositi nelle aree lavorative [25]. È il documento iniziale su cui si basa l’applicazione della Lean Production, permettendo di definire le criticità legate agli sprechi durante il trasporto di materie ed informazioni nella fase produttiva in analisi. Nel presente elaborato, per visualizzare le allocazioni delle risorse ci si avvale di un software CAD per rappresentare in scala la pianta dell’impianto produttivo di Bressano Mobili nella situazione attuale.

4.1. Plant layout AS IS

Il fabbricato in cui è ospitato il reparto produttivo di Bressano Mobili è situato a Villanova Mondovì in provincia di Cuneo e presenta il layout mostrato in Figura 27. Nell’immagine è riportata la pianta dello stabilimento su cui sono allocate tutte le risorse indicate dalla legenda nella situazione attuale “AS IS”.

Rispettivamente le due aree occupano una superficie di 730 m² e 209 m² all'interno delle quali sono posizionati diversi macchinari ed impianti. Ai due estremi dell'area produttiva, nord ovest e nord est, vi sono due magazzini rispettivamente dedicati allo stoccaggio ed essiccazione delle assi in legno massello e all'immagazzinamento di elettrodomestici e di articoli di ferramenta.

Sul lato destro, sovrastante l'area dedicata la verniciatura è presente il magazzino dei pannelli, caratterizzato dalla presenza di cantilever per lo stoccaggio verticale e da un soppalco per lo stoccaggio dei pannelli più leggeri.

Analizzando nel dettaglio la disposizione del layout produttivo nello stato attuale si individua l'utilizzo di una disposizione dei macchinari ad isole in base alle famiglie di prodotto.

Ogni isola è posizionata in vicinanza del rispettivo magazzino delle materie prime e contiene tutte le risorse atte a produrre una "famiglia di prodotto", ovvero un gruppo di prodotti che condividono caratteristiche comuni e sono realizzati utilizzando processi di produzione simili o complementari [26].

La Figura 29 individua sei isole distinte suddivise in base alle famiglie di prodotti e semilavorati trattati.

- *Isola tenone e mortasa*: area contenente la tenonatrice e la mortasatrice, macchinari essenziali per creare gli incastri per assemblare montanti e traverse in strutture per ante e scatolati in massello. Il materiale lavorato proviene dall'isola tavolati, la quale fornisce le barre sagomate pronte per essere intagliate nel tenone e nella mortasa.
- *Isola tavolati*: area contenente la sezionatrice, la sega a nastro, le piallatrici, la pressa per pannelli e per tavolati, calibratrice, spazzolatrice e la scorniciatrice. Il materiale lavorato proviene direttamente dal magazzino materie prime in cui sono stoccate le assi in legno per la loro essiccazione. L'assieme di questi macchinari permette la trasformazione di assi grezzi in tavolati calibrati su tutte le superfici pronti per essere assemblati nel semilavorato. In alcuni casi ci si avvale della macchina a controllo numerico (CNC) per eseguire delle lavorazioni particolari, come squadrature o intagli di precisione.
- *Isola pannelli*: area contenente la sezionatrice per pannelli, la macchina CNC, la toupie e la bordatrice. Il materiale lavorato proviene direttamente dal magazzino dedicato allo stoccaggio dei pannelli, i quali sono sezionati e rifiniti in semilavorati finali quali ante, fianchi e fondi pronti per essere assemblati.

- *Isola montaggio*: area contenete la sega da banco, troncatrice, carteggiatrice, pressa per scatolati, trapano a colonna, troncatrice doppia, sega a nastro, banchi e pedane calibrate su cui vengono assemblate le commesse. In quest'area si uniscono i semilavorati provenienti dalle isole precedentemente citate, andando a comporre il prodotto finale o grezzo (ancora da verniciare). In questa fase è fondamentale l'uso delle pedane, in quanto forniscono un piano perfettamente livellato su cui si possono eseguire le regolazioni dei vari componenti mobili della commessa. A differenza delle altre isole, ogni singolo semilavorato può subire delle modifiche e delle rifiniture utili per l'assemblaggio seguendo un andamento ad "U".
- *Isola carteggiatura*: area contenete banchi e carteggiatrici manuali. In questa fase vengono eseguite le fasi di carteggiatura e controllo qualità, preparando i prodotti grezzi per l'isola successiva.
- *Isola verniciatura*: area contenente il reparto verniciatura e assemblaggio. Qui i semilavorati subiscono una serie di passaggi, tra cui una prima verniciatura, seguita da un'ulteriore carteggiatura, una seconda verniciatura ed infine l'imballaggio post asciugatura.

Definite le isole, inizia ad essere chiaro il percorso che ogni elemento segue all'interno dello stabilimento ed il numero dei passaggi che sono necessari per ottenere un prodotto qualitativamente eccellente.

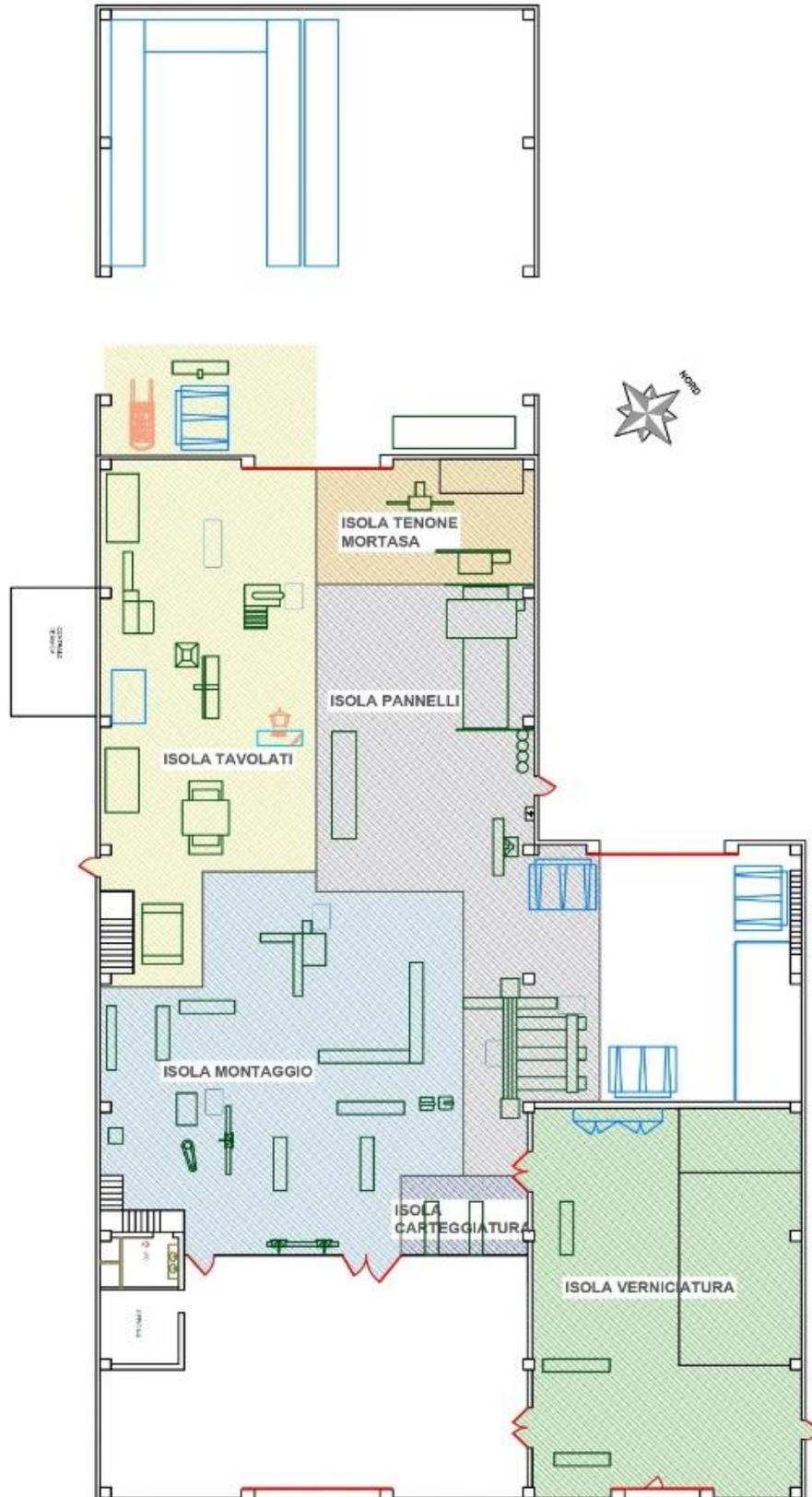


Figura 29: Disposizione delle isole

4.1.2 Servizi

L'intero stabilimento è fornito di quattro principali servizi, senza i quali la produzione si arresterebbe. La risorsa più importante è l'energia elettrica la quale permette il funzionamento di tutti i macchinari e il rifornimento energetico di tutti gli utensili a batteria, come ad esempio gli avvitatori. L'azienda Bressano Mobili punta ad essere autonoma su questo fronte, sfruttando 2000 m² di terreno ricoperto da pannelli fotovoltaici in grado di coprire il fabbisogno giornaliero a pieno regime.

Il secondo servizio strettamente legato al primo è la presenza di aria compressa tipicamente utilizzata per operazioni di pulizia macchinari, la gestione del sistema di aspirazione forzata e per il funzionamento di alcuni utensili pneumatici.

Il terzo servizio è legato alla fornitura alla rete idrica, non solo per rifornire il sistema antincendio, dato il contesto altamente infiammabile, ma anche per permettere il funzionamento dell'essiccatore, macchinario utilizzato per accelerare il processo di essiccazione di alcuni tipi di legname.

Infine, per gli scarti più minuti come polveri o sfridi di piccolo diametro, si sfrutta un sistema di aspirazione forzata. Tutti i macchinari sono collegati dall'alto al sistema di aspirazione tramite condotti metallici e plastici più flessibili.

Le polveri e gli sfridi aspirati, vengono immagazzinati in un silos esterno e verranno utilizzati nelle stagioni più fredde per alimentare il sistema di riscaldamento a combustione. La tipologia di filtri e il diametro dei condotti è specifica per ogni stabilimento.

4.2. Sistemi di movimentazione interna

Nei contesti artigianali, i sistemi di movimentazione interna sono importanti per ottimizzare i flussi di lavoro e migliorare l'efficienza delle operazioni. Sebbene gli stabilimenti artigianali siano spesso di dimensioni più ridotte rispetto alle grandi industrie, come nel caso in questione, ci sono diverse soluzioni di movimentazione interna che possono essere utilizzate [27] [28].

Nel dettaglio, la movimentazione dei materiali all'interno dello stabilimento di Bressano Mobili è strettamente dipendente dalle dimensioni e del peso. Di seguito sono elencati i principali sistemi di movimentazione.

4.2.1 Carrello elevatore

Per la movimentazione di cataste di legno e gruppi di pannelli viene utilizzato un carrello elevatore elettrico del fornitore Linde mostrato in Figura 30.

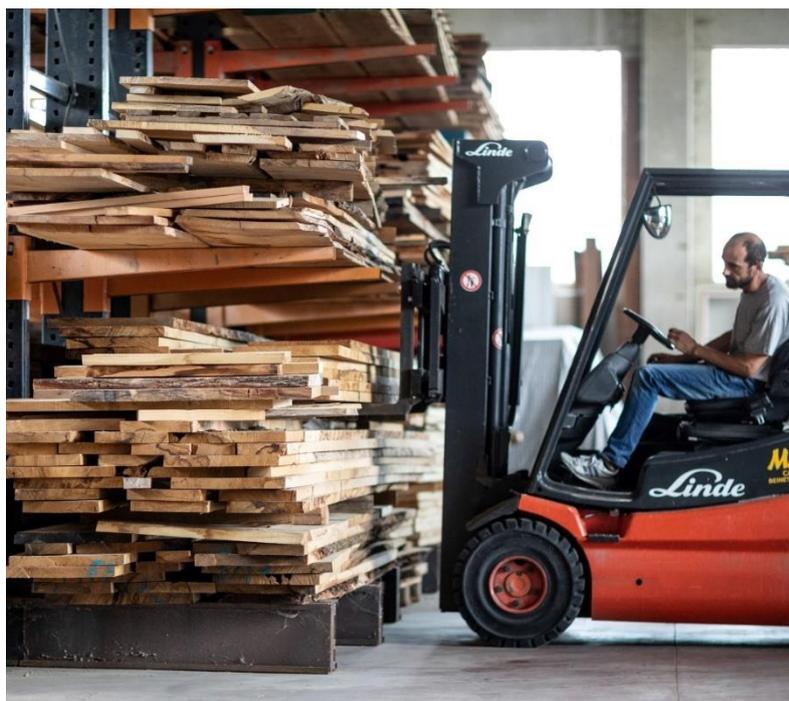


Figura 30: Carrello elevatore Linde P-20 EVO

La motorizzazione elettrica è fondamentale, in quanto è una macchina che sovente viene utilizzata in spazi poco areati, per tanto una motorizzazione termica risulterebbe rischiosa o, addirittura, non applicabile.

4.2.2 Carrelli a spinta manuale

Una volta sezionate le materie prime, i semilavorati vengono spostati nello stabilimento tramite carrelli manuali su quattro ruote. Essi sono progettati in modo da offrire un'ampia superficie d'appoggio ad un'altezza di circa 1,20 m in modo da agevolare il lavoro svolto in piedi. I carrelli presenti in stabilimento sono dei nuovi prototipi muniti di cassettiere contenenti tutti gli attrezzi necessari per l'operaio, creando di fatto un tavolo di lavoro mobile collocabile in ogni isola. In Figura 31 è raffigurato il carrello attualmente in utilizzo.



Figura 31: Prototipo carrello a spinta manuale

4.2.3 Transpallet

Il transpallet è un'attrezzatura di movimentazione interna utilizzata per il trasporto di carichi su pallet o cassoni. È una soluzione semplice ed efficiente per spostare merci all'interno dello stabilimento come, ad esempio, contenitori di scarti o pallet di arredi



Figura 32: Transpallet [17]

confezionati per spedizioni oltremare. In Figura 32 viene raffigurato un esempio di transpallet.

4.3. Applicazione della Lean Production al layout AS IS

Di seguito verrà analizzata la disposizione attuale del layout, andando a individuare le criticità, gli sprechi e le relative fonti. Lo scopo finale è individuare, correggere od eventualmente sostituire, gli elementi che non consentono un corretto e sincronizzato funzionamento del sistema produttivo.

4.3.1. Value Stream Map AS IS

Come citato nel paragrafo 1.1.1 nel primo capitolo, la Value Stream Map è uno strumento utilizzato per analizzare, comprendere e migliorare il flusso di materiali, informazioni e attività necessarie per fornire un prodotto o servizio al cliente.

In Figura 33 e in Figura 34, si analizzano le VSM dello stato attuale dei processi di produzione della cucina in laminato e in massello rispettivamente, prodotti di riferimento per eseguire l'analisi dell'elaborato. Entrambe le VSM si racchiudono in un ciclo nel quale vi è il cliente come punto di inizio e di fine. Egli, infatti, è colui che richiede la commessa, la quale viene gestita dal controllo di produzione che si occupa di ordinare le materie prime necessarie e gestire le varie fasi produttive. Osservando le mappe dal lato informativo, si nota la presenza stretta di cinque fornitori, tre legati al legname e due legati a tutte le componenti aggiuntive quali ferramenta ed elettrodomestici. Per quanto riguarda i primi due, Bressano Mobili si affida a Market Compensati [18] e Salomone Compensati [19] per la fornitura di tutte le tipologie di pannelli, mentre si appoggia a Baravalle Segheria [20] per quanto concerne il legno massello. Elettrodomestici ed elementi di ferramenta sono forniti da Inelpi [21] e Wuerth [22]. Analizzando i flussi di materiale, in particolare il numero presente nella sezione superiore dei riquadri rappresentanti le attività, si nota che in entrambe i casi il numero di risorse umane impiegate non supera mai due, sinonimo che la maggior parte delle attività possono essere svolte in autonomia e quindi potenzialmente in modo parallelo, in accordo con il numero di personale in stabilimento. Attualmente i capi commessa in reparto produttivo sono due, quindi possono essere elaborati due prodotti contemporaneamente sfruttando la capacità produttiva di quattro operai in tale area.

L'insieme delle attività è rappresentato da una serie di riquadri, con il numero di risorse nella parte superiore e informazioni rilevanti per l'analisi della produzione nella parte inferiore. Ogni rettangolo è connesso al successivo tramite due tipi di frecce: la freccia

piena indica il trasferimento di materiale da un punto all'altro, mentre la freccia tratteggiata rappresenta il passaggio alla fase successiva, senza necessariamente coinvolgere lo spostamento di materiale tra le posizioni.

Infine, esaminando la linea temporale nella parte inferiore delle due VSM, vengono riportati i tempi di produzione, attesa e trasporto, suddivisi rispettivamente in tempi a valore aggiunto e non a valore aggiunto. Ciascun segmento della linea temporale rappresenta la durata massima delle operazioni, di conseguenza, nel caso di attività svolte in parallelo, viene riportato il dato maggiore. La cucina in legno massello richiede un tempo di produzione netto, escludendo i tempi non a valore aggiunto, di circa 53,5 ore, mentre la cucina in legno di noce richiede quasi il doppio, ovvero 100 ore. Questi dati sono estremamente rilevanti poiché mettono in evidenza la maggiore complessità nella costruzione della cucina in legno massello, escludendo il tempo speso per l'attesa dell'asciugatura delle colle e delle vernici. Questa differenza di tempo di produzione giustifica anche il costo maggiore per il cliente finale. Ciò su cui si concentrerà il lavoro e l'ottimizzazione dell'insieme dei tempi non ha un valore aggiunto.

La lettura delle Value Stream Maps (VSM) rivela le fonti principali di sprechi, specialmente quando si analizzano i tempi impiegati nella produzione di prodotti, mettendo in evidenza chiaramente le differenze tra le ore dedicate alla produzione effettiva e quelle impiegate nel trasporto o nei tempi di attesa. Per applicare correttamente il concetto di Lean Production, è fondamentale identificare e ridurre i principali sprechi. In questo documento, ci si concentra principalmente sui tempi impiegati per gli spostamenti all'interno dell'impianto industriale, mentre i tempi di produzione, strettamente correlati al tipo di macchinario e processo, sono trattati in maniera più marginale. Questa scelta è motivata dal fatto che esiste un potenziale maggiore di miglioramento a un costo inferiore nel contesto del movimento delle apparecchiature e delle risorse rispetto alla loro sostituzione.

In entrambe le mappe, sono presenti i tempi legati ai magazzini delle materie prime. Il valore riportato corrisponde al massimo tempo di giacenza tra il magazzino del legno massello e del legno in pannelli. La maggior parte delle commesse prevede la produzione su ordinazione, riducendo così al minimo la giacenza di elettrodomestici e pannelli nei magazzini.

Figura 33: Value Stream Map cucina in laminato.

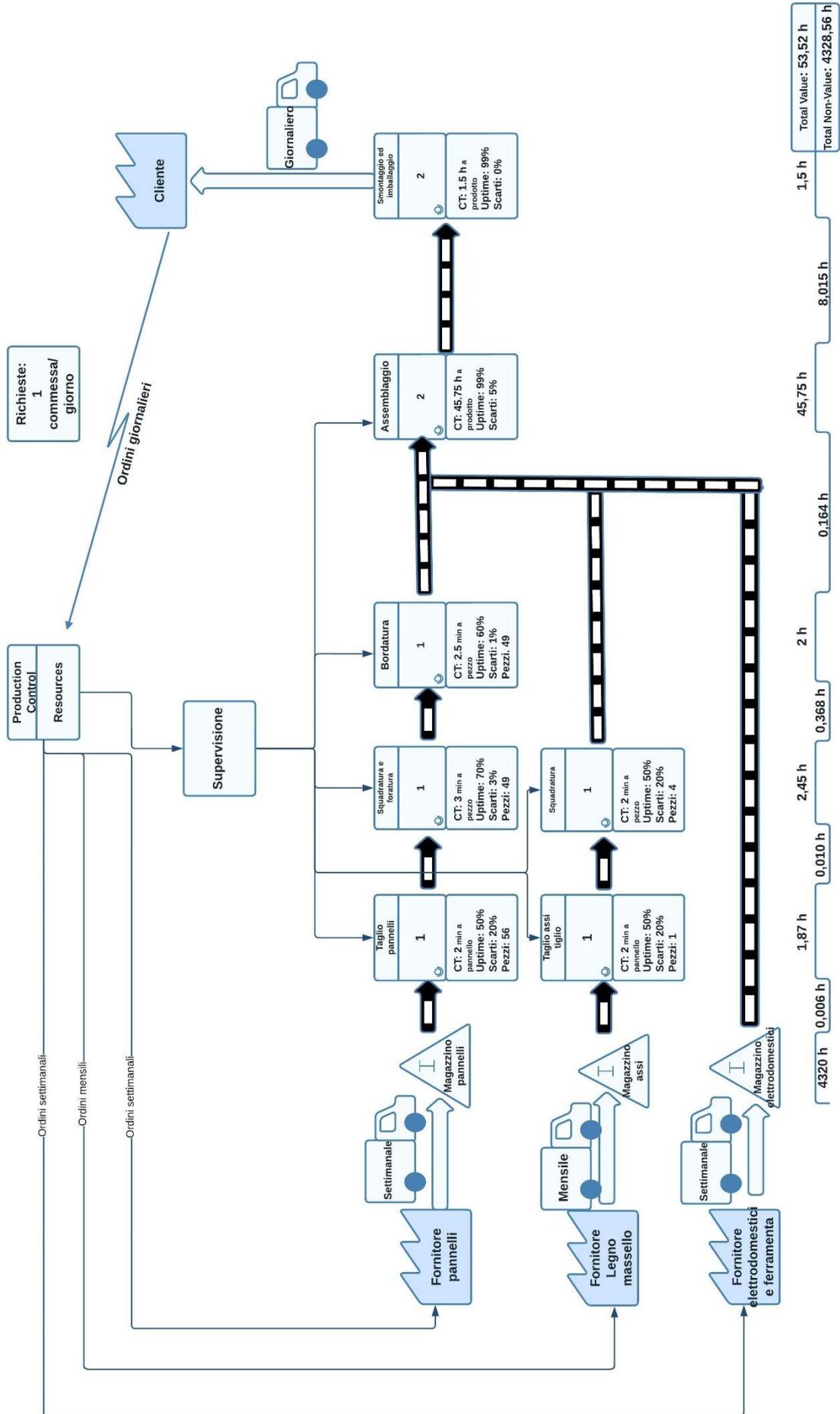
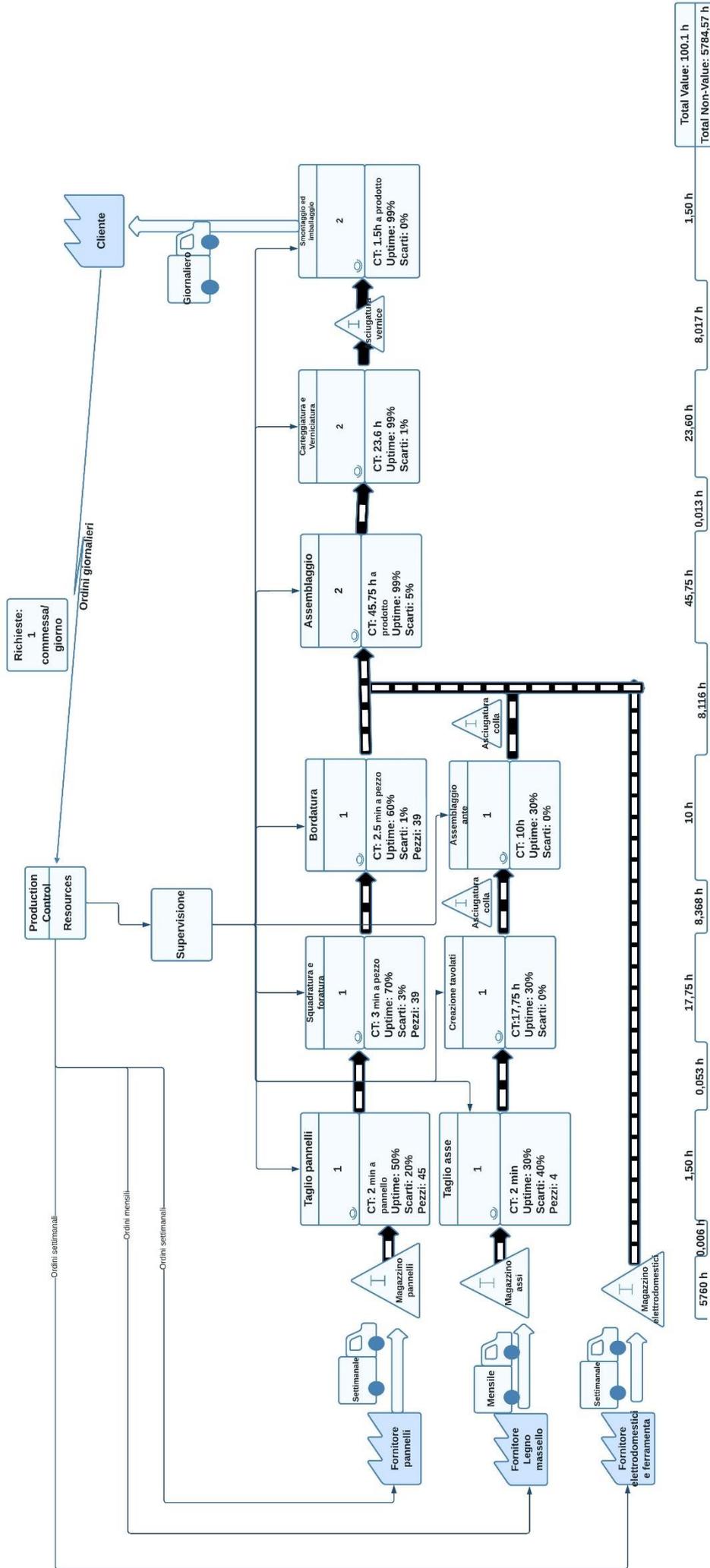


Figura 34: Value Stream Map cucina in massello.



Per altri materiali utilizzati frequentemente, come la viteria e i pannelli in MDF, o materiali che richiedono tempi di asciugatura, come il legno massello, si procede al riordino del materiale in base alla capacità del magazzino: quando il livello raggiunge una quota minima, si effettua un nuovo ordine. In aggiunta, è fondamentale specificare che il periodo di asciugatura ed essiccazione delle assi dipende dal tipo di legno e dalle condizioni di umidità dell'ambiente circostante. Effettuando una valutazione approssimativa, in media il periodo di stoccaggio nel magazzino si attesta a circa 8 mesi, ovvero circa 5760 ore.

4.3.2. Spaghetti Chart AS IS

In questo tipo di mappa vengono rappresentati graficamente tutti gli spostamenti che avvengono all'interno dello stabilimento per quanto riguarda i materiali nello stato attuale. Nella Figura 35 ed in Figura 36 sono raffigurati gli Spaghetti Chart dei due casi in oggetto. A primo impatto è evidente che i due processi costruttivi sono molto simili, in termini di spostamenti del materiale, soprattutto nelle fasi di processazione dei pannelli fino alla fase di assemblaggio. La cucina in legno massello, si differenzia da quella in laminato per l'aggiunta di processi strettamente legati alla lavorazione del legno massello e alla verniciatura, fase necessaria per una buona finitura del prodotto finale. Il flusso dei materiali della cucina in laminato inizia dal magazzino pannelli, i quali vengono sezionati tramite la sezionatrice e trasportati tramite carrello verso le lavorazioni successive sfruttando la CNC.

I pezzi ottenuti vanno rifiniti sfruttando la bordatrice eseguendo più passate. Successivamente i flussi dei materiali provenienti dalla bordatrice, dal magazzino degli elettrodomestici e dalla scorticatrice si concentrano tutti nell'area d'assemblaggio in cui vengono uniti per creare il prodotto finale, il quale viene poi trasportato attraverso il fabbricato per essere immagazzinato in attesa della spedizione.

Il flusso dei materiali dedicati alla costruzione della cucina in massello è in parte simile a quello per la cucina in laminato, differenziandosi, come già anticipato, con l'aggiunta della fase di carteggiatura, verniciatura e di tutto il flusso che permette di collegare i macchinari per la creazione degli inserti in massello.

Andando a sovrapporre i due flussi di transito dei materiali in un unico grafico a spaghetti, come mostra la Figura 37, si nota come vi sia una grande sovrapposizione e incroci di percorsi, i quali confluiscono tutti in un unico punto di assemblaggio

Figura 35: Spaghetti Chart cucina in massello

LEGENDA

- Percorso listelli iniglio
- Percorso pannelli
- Percorso elettrodomestici
- Percorso assi noce per struttura ante
- Percorso tavolato
- Percorso assi noce per tavolato
- Percorso ante
- Percorso prodotto grezzo
- Percorso prodotto finito

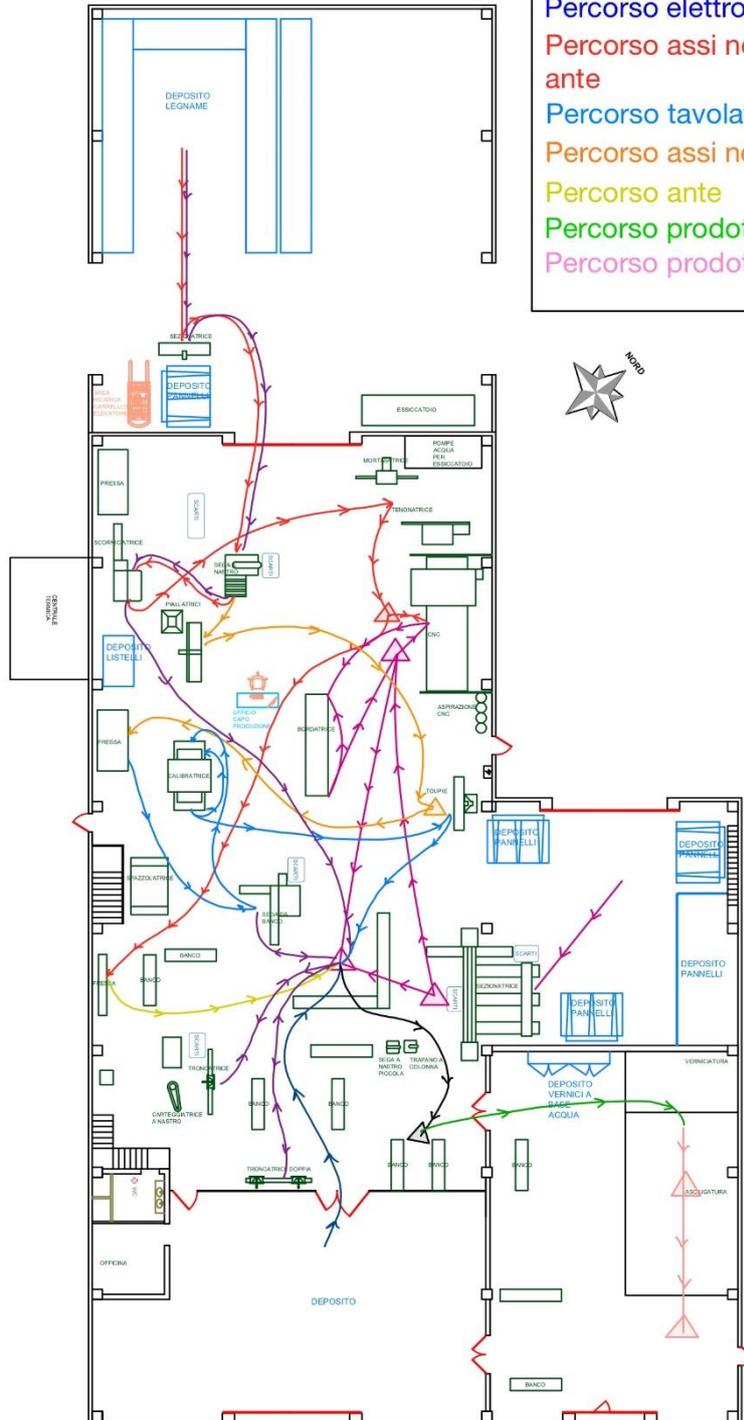
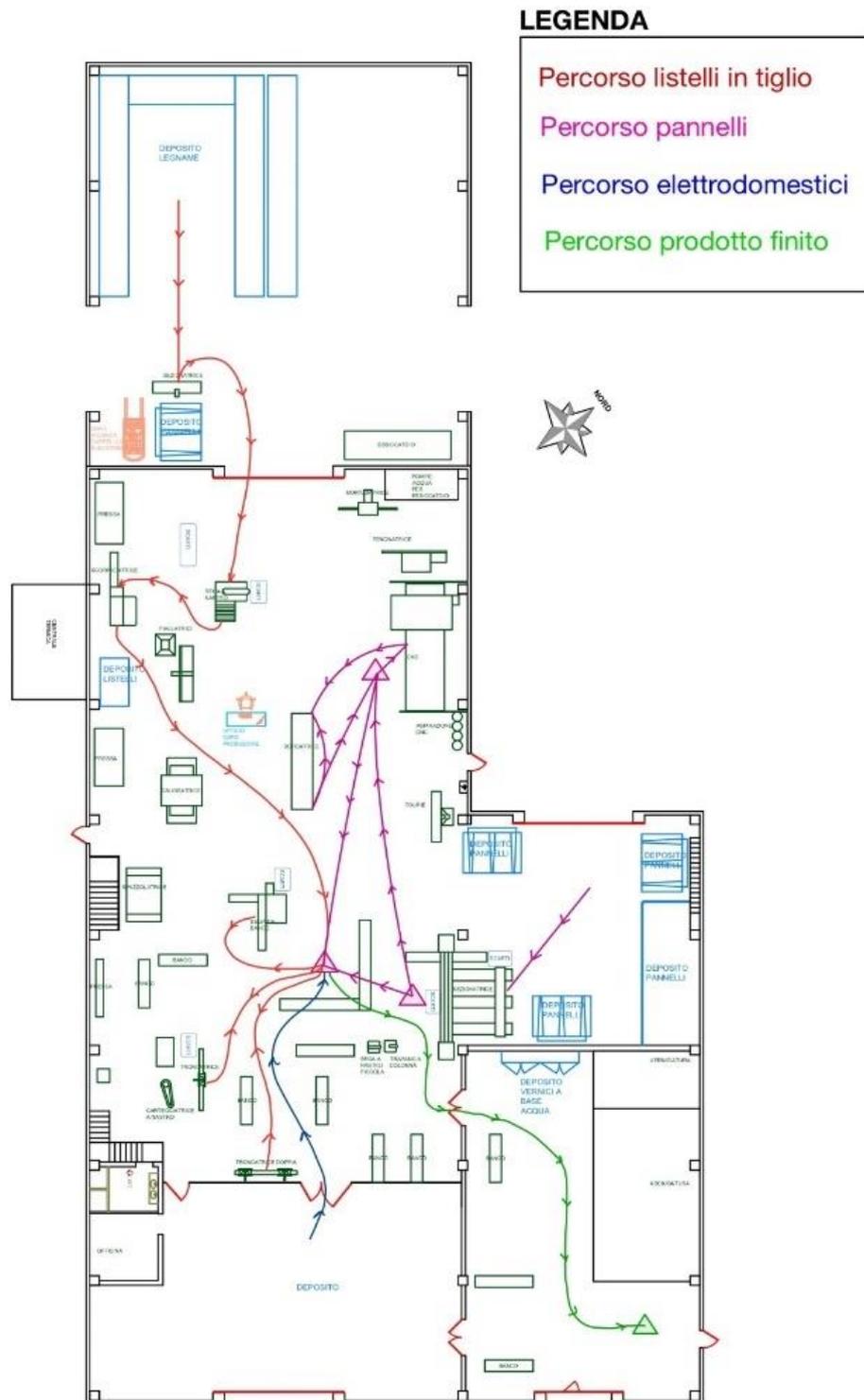


Figura 36: Spaghetti Chart cucine in massello



4.4. Analisi criticità

Basandosi sugli elaborati grafici, VSM e Spaghetti Chart, appena rappresentati ai paragrafi 4.3.1 e 4.3.2 è possibile individuare le principali criticità che pesano sull'attuale disposizione del layout produttivo. La metodologia dei "5 Perché" è un approccio analitico che mira a identificare e risolvere problemi, scavando a fondo per trovare le cause sottostanti. Tutto inizia con la chiara identificazione del problema che richiede un'analisi approfondita. Questa fase è fondamentale, poiché definire il problema in modo specifico aiuta a evitare ambiguità e a concentrarsi sul nucleo del problema [9].

4.4.1. Identificazione delle criticità

Il metodo utilizzato per determinare le principali problematiche è il brainstorming ovvero, come descritto in "Il brainstorming: pratica e teoria" di Claudio Bezzi ed Ilaria Baldini, è una tecnica di generazione di idee e risoluzione dei problemi che coinvolge un gruppo di rappresentanti diverse prospettive ed esperienze. Nel caso specifico in studio, hanno partecipato allo sviluppo della metodologia un capo commessa, non che dipendente dell'azienda nel reparto produttivo, accompagnato da due dei proprietari della società, nelle veci del gestore del reparto produttivo e gestore della parte amministrativa dell'azienda.

Definite alcune regole di base, si è stilata una lista delle idee proposte, un elenco che successivamente è stato messo in discussione con l'obiettivo di ricavare le fonti delle relative problematiche riportate.

Di seguito sono riportate le criticità individuate applicando il metodo 5 why.

4.4.2. Applicazione del metodo 5 why

In questo paragrafo verranno ricercate le fonti delle principali criticità andando a ripetere al più 5 volte la domanda "perché" riferita all'accadimento di un problema o non efficienza. L'obiettivo del "5 Whys" è quello di prevenire la ricorrenza dei problemi affrontandone le cause fondamentali anziché solo i sintomi evidenti. Questa tecnica può essere applicata in vari contesti, sia a livello personale che professionale, per analizzare e risolvere i problemi nel modo più efficace.

Il suo sviluppo consiste nel porsi il primo perché il problema accade, ottenendo una risposta che fungerà da base per il secondo perché. Il processo è ripetuto fino a quando viene raggiunta una causa radice che, se risolta, eliminerà il problema originale.

Problema: Osservando gli Spaghetti Chart presenti nel paragrafo 4.3.2 rappresentanti la disposizione attuale dei macchinari, si individua una sovrapposizione dei flussi dei materiali all'interno dell'area produttiva.

1. Primo perché: perché i flussi dei materiali risultano sovrapposti ed incrociati?
 - a. Risposta: per via della disposizione dei macchinari.
2. Secondo perché: perché i macchinari sono disposti in questo modo?
 - a. Risposta: per poter essere raggiunti facilmente dai diversi materiali provenienti dai magazzini
3. Terzo perché: perché i materiali devono essere facilmente raggiungibili?
 - a. Risposta: per poter ottimizzare i tempi di produzione e ridurre gli sprechi in attività non a valore aggiunto.

Possibile soluzione: riprogettare il layout produttivo. La fonte del problema è legata alla disposizione delle risorse, le quali spesso sono anche condivise per l'esecuzione di operazioni simili, intrecciando inevitabilmente i flussi dei materiali.

Problema: Eccessivo spostamento dei prodotti semilavorati all'interno dello stabilimento. Sovente accade che, per esigenze particolari o ritardi nella consegna del materiale, i semilavorati vengono spostati in un'area di stoccaggio per poter procedere con la commessa successiva. Di conseguenza, andrà nuovamente movimentata nell'area d'assemblaggio per essere completata.

1. Primo perché: perché i prodotti vengono spostati più volte?
 - a. Risposta: per via della necessità di scaricare e liberare le pedane d'assemblaggio per poter eseguire le commesse successive.
2. Secondo perché: perché vi è necessità di scaricare e liberare le pedane?
 - a. Risposta: perché vi è un numero limitato di pedane (isole d'assemblaggio) disponibili.
3. Terzo perché: perché il numero di isole d'assemblaggio è limitato?
 - a. Risposta: per via dell'evoluzione del mercato, ad oggi le richieste stanno aumentando e la capacità è rimasta pressoché invariata.

Possibile soluzione: l'aggiunta di nuove isole di assemblaggio permetterebbe l'aumento della capacità e lo spazio disponibile per poter avviare nuove commesse senza dover turnare e movimentare inutilmente i semilavorati di diverse commesse. Le pedane

diventerebbero all'occorrenza punti di stoccaggio momentaneo, in attesa della ripresa dei lavori senza ostacolare così, il flusso produttivo di altre attività. La fonte di tale problema è legata alla limitata capacità dell'area dedicata all'assemblaggio, rimasta ferma alla capacità produttiva di diversi anni fa.

Problema: Eccessivi tempi di trasporto nella lavorazione dei bordi presso la bordatrice.

1. Primo perché: perché il tempo di trasporto è così elevato?

a. Risposta: per via della necessità di riportare il pezzo all'imbocco della macchina manualmente.

2. Secondo perché: perché il pezzo va riportato all'imbocco della macchina manualmente?

a. Risposta: perché il macchinario non è attrezzato per un ritorno automatico del pezzo.

Possibile soluzione: Introduzione di un nastro trasportatore per rendere automatico il ritorno dei pezzi per essere lavorati. La fonte del problema è legata al limite fisico del macchinario, in quanto può solo lavorare un lato per volta.

Problema: Eccessivo impiego di tempo e personale nel carico dei pannelli sulla sezionatrice.

1. Primo perché: perché sono richieste due risorse umane per caricare il pannello?

a. Risposta: per via delle dimensioni e del peso del pannello stesso, bisogna far passare il pannello dalle forche del carrello elevatore al piano di carico della sezionatrice.

Possibile soluzione: aggiunta di un braccio meccanico munito di ventose utilizzabile da un dipendente. La fonte del problema è intrinseca. Attualmente, si avvale dell'aiuto del carrello elevatore con il quale si solleva il pannello e successivamente, lo si fa scorrere dalle forche al piano di lavoro della sezionatrice.

5. ANALISI RE-LAYOUT

In questo capitolo viene esaminato il nuovo layout produttivo proposto, analizzando i cambiamenti apportati e i miglioramenti principali introdotti. Il processo inizia identificando le modifiche necessarie, e per questo scopo, applichiamo il metodo delle "5S". Questa metodologia giapponese di gestione della qualità e dell'organizzazione del lavoro mira a potenziare l'efficienza, la sicurezza e la produttività sul luogo di lavoro. Le "5S" rappresentano cinque principi chiave, ciascuno iniziante con la lettera "S" in giapponese, che vengono seguiti per raggiungere questi obiettivi.

In seguito, vengono elaborate le nuove disposizioni delle risorse, creando le relative mappe VSM (Value Stream Mapping) e Spaghetti Chart per quantificare in modo parametrico e numerico i vantaggi ed eventuali limiti riscontrati.

5.1. 5S e miglioramenti

A seguito delle criticità emerse, viene applicato il metodo delle 5S comprendente 5 concetti, ovvero separare, ordinare, pulire, standardizzare e disciplina, analizzando S per S le singole problematiche individuate.

Seguendo l'ordine definito nel paragrafo 4.4.2. il primo elemento critico consiste nella sovrapposizione dei flussi di materiale all'interno dell'area produttiva.

Applicando il Metodo 5S:

1. *Separare*: l'obiettivo è separare i flussi ovvero gli spostamenti necessari da quelli non necessari.
2. *Ordinare*: dopo aver separato i flussi di materiale, vengono organizzati i percorsi rimasti in modo che siano ben ordinati. Questo potrebbe includere l'utilizzo di scaffalature o buffer dedicati per tenere tutto al suo posto. In questo modo, gli operatori possono trovare rapidamente ciò di cui hanno bisogno.
3. *Pulire*: consiste nel mantenere un ambiente di lavoro pulito e sicuro, eliminando i rifiuti, gli sprechi e gli oggetti non necessari in modo regolare. La pulizia costante contribuisce a ridurre la possibilità di errori, incidenti e ritardi nel flusso dei materiali.
4. *Standardizzare*: Stabilire degli standard per l'organizzazione e la pulizia. Questi standard dovrebbero essere condivisi con tutti i dipendenti e dovrebbero essere seguiti in modo rigoroso. La standardizzazione assicura che il progresso compiuto con le prime tre S venga mantenuto nel tempo

5. *Disciplina*: occorre assicurarsi che i miglioramenti apportati siano mantenuti e che diventino parte della cultura aziendale. Questo richiede formazione, coinvolgimento dei dipendenti e il monitoraggio costante del rispetto delle norme.

Dall'applicazione del metodo 5S, occorre apportare dei miglioramenti allo stabilimento per riorganizzare ed ottimizzare la disposizione dei flussi dei materiali. È necessario riordinare la distribuzione dei macchinari, prestando particolare attenzione ai concetti base della Lean Production sulla riduzione degli sprechi.

Il principale target è ottimizzare la disposizione delle risorse per ridurre gli spostamenti dei materiali. Questa fase va pianificata e verificata creando delle versioni, tipicamente avvalendosi di strumenti CAD e confrontare quale tra di esse risulta essere la più efficiente ed efficace. Da questa analisi è risultato possibile escludere alcuni macchinari dai flussi, come il caso della tenonatrice e la mortasatrice per la creazione del tenone e della mortasa. Infatti, questa lavorazione può essere eseguita con le stesse tempistiche dalla macchina CNC andando a selezionare i giusti utensili e riducendo quindi il percorso che i semilavorati devono percorrere. La tenonatrice e la mortasatrice non vengono però eliminate dal layout produttivo, in quanto possono essere utilizzate per casi particolari con dimensioni elevate, non lavorabili dalla CNC.

Tuttavia, per alcuni flussi è inevitabile che ci siano delle sovrapposizioni, in quanto vengono condivisi dei macchinari per eseguire le medesime lavorazioni, ma per prodotti e semilavorati differenti.

Legato all'ordine e la pulizia, sono applicabili dei miglioramenti anche al magazzino dei pannelli: attualmente vi è un esubero di scarti e lastre che essenzialmente occupano solo spazio sfruttabile per altre attività. In particolare, occorre eliminare il materiale che non è più utilizzato (per via del trend del mercato), gli scarti che tipicamente sono immagazzinati per un possibile riuso ed impiegare la zona ottenuta per posizionare in modo ordinato i cantilever attualmente sparsi per il magazzino. È un'operazione d'impatto in quanto si gettano dei volumi importanti di materiale, volumi che, considerando il prezzo nel momento d'acquisto hanno un valore rilevante. Nella realtà, va considerato il valore attuale del materiale, soprattutto per quanto riguarda le venature o i bagni di colore: utilizzare dei pezzi implementandoli in un prodotto proveniente da un lotto di pannelli, comporta il rischio di osservare a prodotto finito la differenza di materiale, non soddisfacendo l'occhio di un cliente attento.

Analizzando la seconda criticità, occorre definire dei miglioramenti per ridurre l'eccessivo spostamento dei prodotti semilavorati all'interno dello stabilimento.

Applicando il Metodo 5S:

1. *Separare*: occorre dividere e definire quali siano i semilavorati e, di conseguenza, le commesse prioritarie da quelle non prioritarie in base alla data presunta di consegna al cliente.
2. *Ordinare*: definite le priorità, vengono individuate ed organizzate delle zone di lavoro, dove i semilavorati di una commessa sono assemblati e stoccati parallelamente ad altre commesse. Queste aree sono identificate e locate secondo una logica ottimizzazione degli spazi e delle distanze dagli altri centri di lavoro, permettendo così di organizzare ed ordinare le commesse in fase di lavoro.
3. *Pulire*: mantenere le aree in ordine e pulite, permette di impedire l'accumulo di detriti e facilita l'operatore nell'individuare gli strumenti necessari per eseguire le lavorazioni. Anche i semilavorati necessitano di essere tenuti in costante pulizia, semplificando le operazioni di ispezione visiva per identificare eventuali anomalie.
4. *Standardizzare*: vengono definiti degli standard operativi chiari e documentati per l'organizzazione, la pulizia e la gestione dei semilavorati.
5. *Disciplina*: occorre coinvolgere i dipendenti nell'implementazione e nel miglioramento continuo delle 5S.

Dall'analisi emerge che per ridurre gli spostamenti dei semilavorati durante le operazioni di assemblaggio, occorre aumentare le aree di lavoro, nel dettaglio le pedane su cui i prodotti vengono assemblati, definendo così, nuove isole d'assemblaggio. Lo scopo è eliminare gli spostamenti dei semilavorati dall'area d'assemblaggio a delle aree di stoccaggio, attività che nella condizione as is, è necessaria per non fermare la produzione. Applicando il miglioramento, nel momento in cui una commessa viene congelata per via di mancanza di materiale o per eseguire delle lavorazioni particolari, è possibile avviare la commessa successiva nella postazione adiacente, eliminando così la necessità di liberare spazio sulla pedana d'assemblaggio.

La criticità successiva individuata è legata agli eccessivi tempi di trasporto nella lavorazione dei bordi presso la bordatrice.

Applicando il Metodo 5S:

1. *Separare*: come prima fase, occorre separare tutti i materiali ed i processi utili da quelli inutili, quindi individuare quali sono i tragitti utili per poter processare i semilavorati essenziali al macchinario e quelli inutili.
2. *Ordinare*: è importante organizzare la postazione di lavoro della bordatrice in modo che tutti gli strumenti ed i materiali siano posizionati in modo logico e facilmente accessibili, evitando il disordine e l'accumulo di oggetti non necessari. Questo permette di definire dei flussi di materiale ordinati ed ottimizzati in base al materiale processato.
3. *Pulire*: la pulizia costante evita l'accumulo di detriti e garantisce che tutto sia sempre pronto per l'uso, semplificando le operazioni di manutenzione ordinaria.
4. *Standardizzare*: occorre definire delle procedure standard per l'utilizzo della bordatrice, una serie di operazioni mirate a ridurre eventuali problematiche e garantire un uso ottimizzato del macchinario. L'implementazione di un nastro trasportatore, permetterebbe di ottenere dei flussi di materiale definiti e regolari.
5. *Disciplina*: occorre coinvolgere i dipendenti nell'implementazione e nel miglioramento continuo delle 5S

Per garantire un uso ottimizzato della bordatrice, definendo delle procedure standard per il suo utilizzo, si è deciso di introdurre un nastro trasportatore per riportare i pezzi semilavorati all'imbocco del macchinario. Attualmente, per eseguire la bordatura di un singolo elemento, occorre ripetere la lavorazione per 4 volte, ovvero per i 4 lati. Tenendo come riferimento la cucina in laminato, il tempo totale di trasporto da fondo macchina a inizio per tutti i pezzi corrisponde a circa 8 minuti, senza contare il tempo di processamento. Questo si traduce nel fatto che l'operaio deve fare avanti e indietro per prelevare e caricare il pezzo, dedicando del tempo impiegabile in altre lavorazioni. Riassumendo, la possibile soluzione consiste nell'acquisto di un nastro trasportatore che riporti i semilavorati a capo del macchinario in modo autonomo, concedendo all'operaio una migliore ottimizzazione del proprio tempo.

Infine, il metodo delle 5S viene nuovamente impiegato per affrontare l'ultima criticità individuata, la quale riguarda l'eccessivo impiego di tempo e personale necessario per il carico dei pannelli sulla sezionatrice.

Applicando il Metodo 5S:

1. *Separare*: occorre definire e separare le operazioni necessarie da quelle non necessarie. Tra le essenziali vi è il prelievo del pannello dal magazzino tramite carrello elevatore, mentre tra le operazioni eliminabili o riducibili vi è l'impiego di due operai per il carico del materiale sul piano di lavoro della sezionatrice.
2. *Ordinare*: definite le attività essenziali, occorre reimpostare il layout, in modo da ridurre al minimo il tempo ed i movimenti necessari al carico del pannello.
3. *Pulire*: è necessario mantenere l'area di lavoro, in particolare l'area di carico dei pannelli, pulita e priva di ostacoli. La pulizia regolare migliora la sicurezza e la fluidità delle operazioni.
4. *Standardizzare*: per ottimizzare il processo di carico dei pannelli sulla sezionatrice, è essenziale stabilire standard operativi chiari. Inoltre, è fondamentale fornire una formazione adeguata all'utilizzo di eventuali sollevatori a depressione, al fine di agevolare sia il carico che lo scarico del materiale.
5. *Disciplina*: è importante coinvolgere il personale nell'implementazione delle procedure standard, incoraggiando il feedback per miglioramenti continui.

Analizzando il metodo, ne risulta che occorre implementare un nuovo strumento di sollevamento per il carico del materiale sulla sezionatrice. Attualmente occorrono due operai per far scorrere il foglio di legno dalle forche del carrello elevatore al piano di lavoro del macchinario. L'operazione è ottimizzabile acquistando un braccio meccanico manuale munito di ventose noto come sollevatore a depressione, in grado di facilitare il carico e lo scarico dei pannelli, impiegando la supervisione di un solo operaio. Questo miglioramento, affiancato al riposizionamento della sezionatrice per pannelli, permette di ridurre sia il tempo che il numero di risorse minime richieste per le operazioni di carico e scarico del pannello.

5.2. Plant layout TO BE

Osservando le criticità e i bisogni evidenziati nel paragrafo 4.4., la Figura 38 mostra la nuova disposizione teorica (TO BE) del layout. Esso è basato sulle migliorie analizzate e proposte nel paragrafo 5.1, andando a disporre le risorse allo scopo di ottimizzare e migliorare i flussi di materiali.

A livello strutturale il fabbricato non riporta cambiamenti, sono state apportate modifiche esclusivamente legate alla disposizione delle risorse.

Nella Figura 39 viene rappresentata la sovrapposizione tra il layout attuale e quella futura, rispettivamente nei colori blu e rosso. Si può notare che la maggior parte dei cambiamenti è presente nella parte inferiore del layout, dove si concentrano maggiormente i flussi di materiali.

Seguendo l'ordine legato ai processi produttivi, un primo cambiamento è legato alla disposizione del magazzino dei pannelli, nel quale è stata ottimizzata la locazione dei sistemi di stoccaggio andando a migliorare la manovrabilità del carrello elevatore nelle operazioni di carico e scarico. Per ottenere ciò viene rimosso il soppalco e il sottostante stoccaggio di pannelli a favore dei cantilever allo scopo di ridurre al minimo le scorte di magazzino come indicato dalla logica Just In Time. La sezionatrice è stata spostata di una campata verso nord-ovest, riducendo così lo spostamento che il materiale deve percorrere per poter raggiungere le fasi successive.

In aggiunta al macchinario viene inserito il braccio munito di ventose, meglio noti come sollevatori a depressione, in grado di coprire l'intera area di carico e scarico della sezionatrice. La Figura 40 mostra un esempio di sistema a depressione studiato appositamente per i pannelli in legno.



Figura 40: Sollevatore a depressione [23].

Soluzione analoga è stata adottata per la bordatrice, aggiungendo un nastro trasportatore in grado di riportare indietro i pezzi appena lavorati. Questo sistema deve essere adottato esclusivamente per componenti di piccole dimensioni, in quanto elementi come ante o fianchi, i quali possono avere ingombri superiori ai 2 metri, devono essere accompagnati manualmente vista la difficoltà nel posizionarsi sul nastro trasportatore. Inoltre, la luce percorribile dall'operaio nella fase di scarico e carico da un macchinario all'altro è stata ridotta avvicinando la bordatrice alla macchina CNC.

Nella Figura 41 è riportata una possibile configurazione bordatrice-nastro trasportatore.



Figura 41: Configurazione bordatrice con nastro trasportatore [24].

La zona dedicata all'assemblaggio è quella con maggiori cambiamenti, principalmente incentrati sullo spazio di lavoro. Il numero di pedane viene raddoppiato, andando a sostituire quelle attuali con dei rialzi calibrati e perfettamente in piano dalla forma ad L. Le dimensioni di essi sono di 4 m per lato con un piano d'appoggio largo 60 cm. Le quattro sotto aree di assemblaggio sono equidistanti tra di loro, permettendo così un facile accesso alla sega da banco e la troncatrice posizionate al centro di questo rettangolo che si viene a creare. Lo scopo dell'aggiunta di spazio dedicato all'assemblaggio dei prodotti senza aumentare il numero di operatori è quello di consentire lo stoccaggio temporaneo di un prodotto finito o quasi, in attesa di essere terminato e confezionato per la consegna. Questa aggiunta consente di ridurre il numero di spostamenti, in quanto attualmente nella disposizione AS IS, per liberare una pedana per l'esecuzione della commessa successiva, occorre smontare il prodotto in semilavorati e spostarlo in un magazzino apposito per poi essere ripreso per essere confezionato o terminato. Ciò è dovuto dalla non ottimale modalità di stoccaggio e dalla molteplicità di fattori che possono andare a modificare la data di consegna; come determinate circostanze per cui tale termine può essere posticipato: il cliente può ritardare la consegna poiché deve installare il prodotto in una location non ancora terminata, parte della consegna è terminata ma alcuni elementi non sono ancora stati terminati (può succedere per svariati motivi: errori di realizzazione rilevati a ridosso della consegna prevista, collaudo non superato, ..) oppure alcuni componenti possono essere ancora in conto lavorazione e perciò trovarsi fuori dall'azienda. Con l'inserimento di queste pedane aggiuntive, il problema viene eliminato, in quanto semplicemente la commessa può attendere senza bloccare o rallentare la produzione.

Osservando l'attuale disposizione, vengono eliminati i banchi di lavoro, i quali sono sostituiti con degli analoghi, ma muniti di 4 ruote per poter essere posizionati a seconda della necessità ed utilizzabili per il trasporto dei semilavorati tra le fasi lavorative.

Macchinari come la carteggiatrice a nastro, troncatrice doppia, trapano a colonna e la sega a nastro piccola sono posizionati nelle zone periferiche alle isole d'assemblaggio in quanto sono strumenti a servizio di quest'ultime, ma la loro frequenza d'utilizzo è nettamente minore, giustificando quindi la maggiore distanza rispetto ad esempio alla troncatrice. Anche la macchina toupie è stata avvicinata all'area assemblaggio, andando a sostituire la spazzolatrice, la quale è posizionata in luogo più periferico visto lo scarso utilizzo. La scelta di locare quest'ultimo macchinario nei pressi della porta che separa l'area di produzione da quella di verniciatura è legata al fatto che i pezzi che vengono

spazzolati provengono dall'isola di carteggiatura, pertanto, seppur si tratti di una operazione eseguita di rado, è preferibile la vicinanza a quest'area.

Ultimo cambiamento, ma non per importanza, è legato all'isola dedicata alla carteggiatura, la quale è spostata in prossimità della verniciatura per aumentarne lo spazio disponibile. Al suo posto vi è l'ufficio del capo produzione, posizione maggiormente strategica e più vicina a tutti gli operatori.

5.3. Value Stream Map TO-BE

Di seguito all'applicazione dei miglioramenti proposti sono state stipulate nuovamente le VSM dei due prodotti di riferimento. Il flusso di materiali, informazioni e quindi il processo produttivo è rimasto invariato rispetto alla situazione ante miglioramenti. I soggetti che agiscono nella Value Stream Map sono gli stessi, così come il processo e l'iter produttivo descritti nel capitolo 4.3.1. Di fatto non sono state apportate modifiche al sistema gerarchico, ma unicamente legate all'aspetto produttivo mirando alla riduzione degli sprechi.

Il cambiamento è visibile analizzando la linea temporale delle due mappe in Figura 42 e Figura 43 rispettivamente per la cucina in laminato e la cucina in massello, in cui sono stati ridotti i tempi che non generano valore per il prodotto finale. Considerando la riduzione delle distanze percorse dai materiali, per entrambe i tipi di cucina i tempi dedicati ad attività non a valore aggiunto si sono ridotti di circa 8 minuti. Inoltre, con l'aggiunta di ulteriori pedane per l'assemblaggio le quali permettono al prodotto di attendere senza compromettere il flusso produttivo, viene eliminato lo stoccaggio pre-imbballaggio, il quale tipicamente dura circa un giorno lavorativo. Di per sé il prodotto finito attende sempre di essere preparato per essere caricato e consegnato, ma la grande differenza che permette di velocizzare il processo consiste nel non dover più movimentare l'intero insieme di semi assemblati verso un'area dedicata all'attesa. Infatti, una volta caricato sul carrello manuale per essere spostato verso la zona di carico, il prodotto finale viene direttamente preparato per essere spedito, eliminando di fatto uno step di circa 8 ore.

I tempi legati alle lavorazioni sono rimasti invariati, si è scelto di non apportare modifiche a macchinari o a processi in quanto comporterebbe delle spese eccessivamente onerose.

Figura 42: Value Stream Map To Be cucina in laminato.

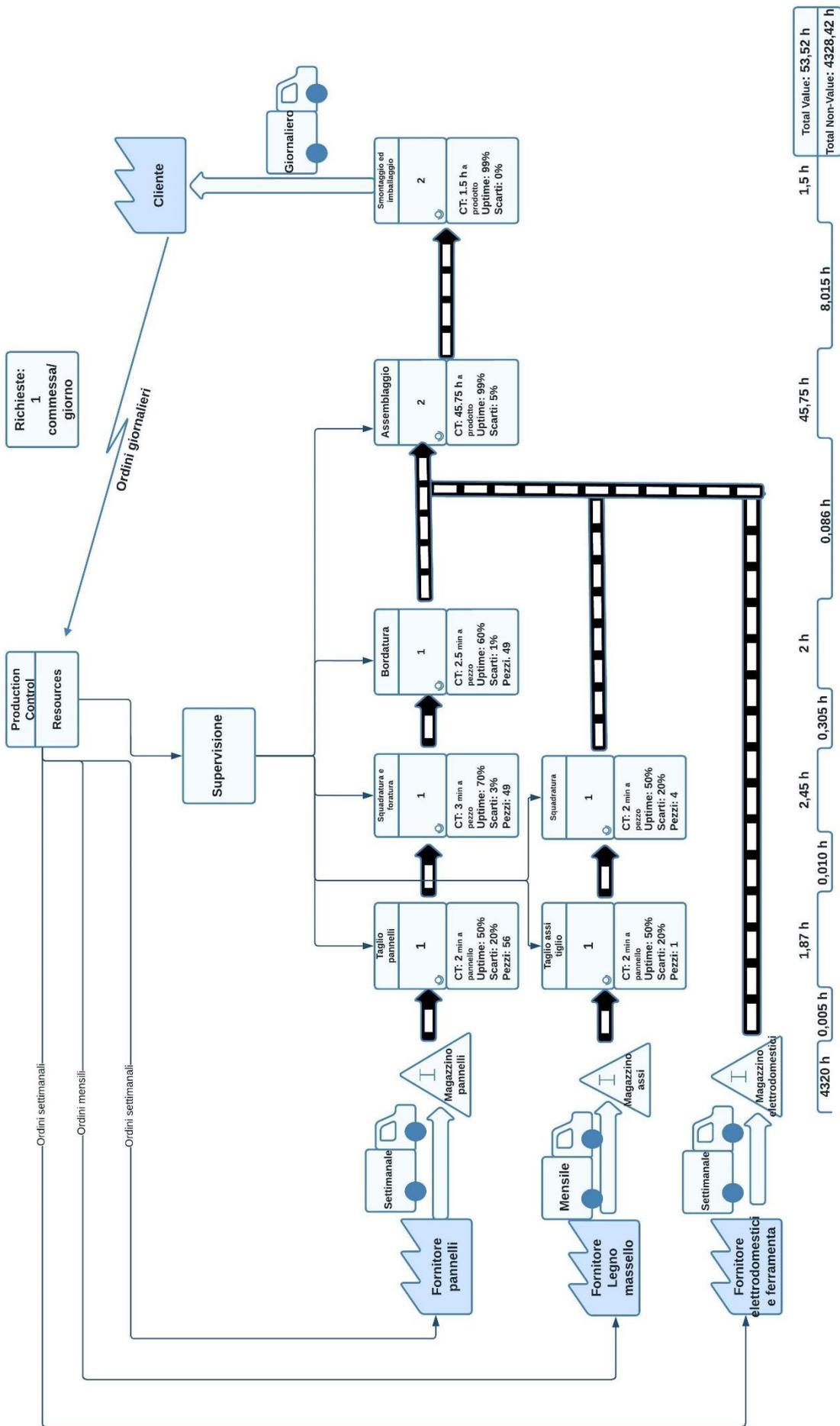
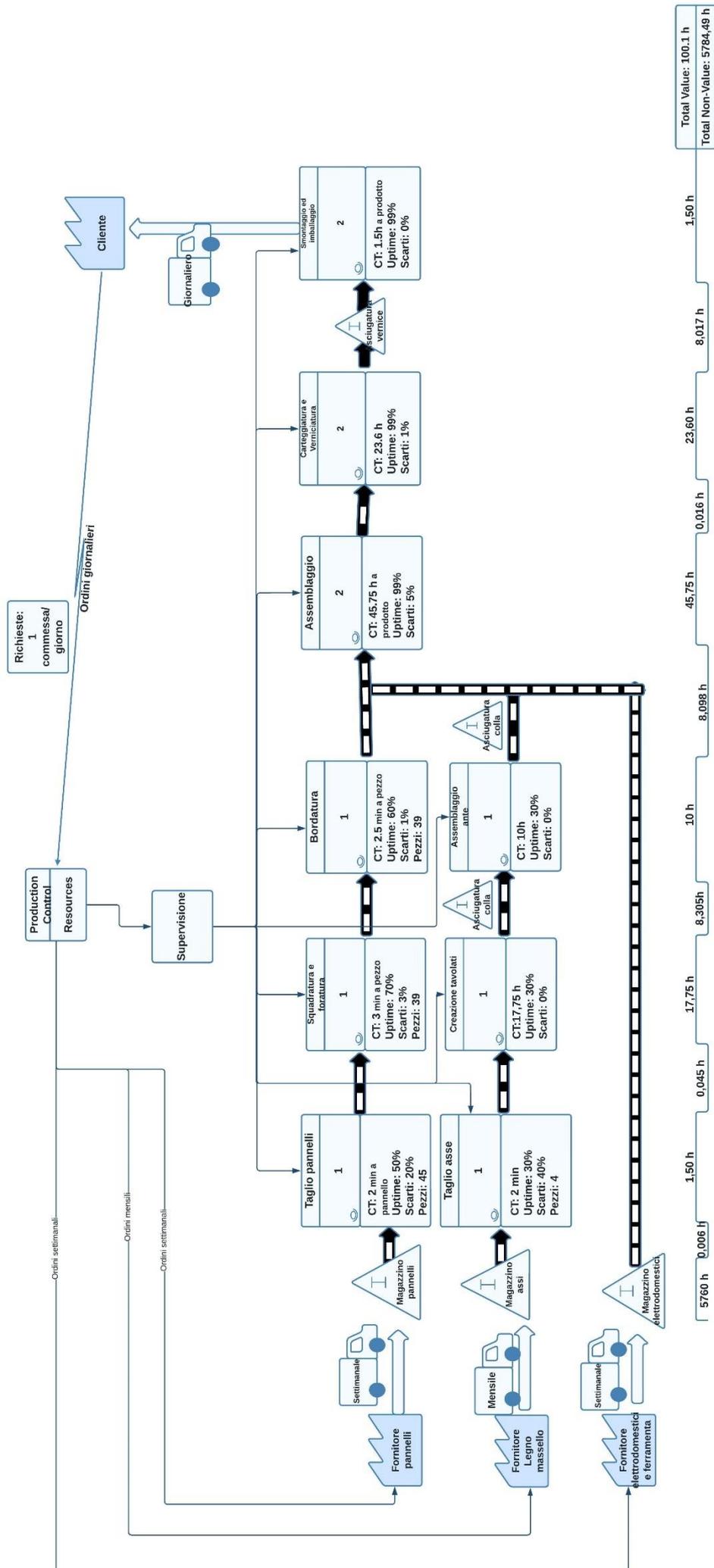


Figura 43: Value Stream Map cucina in legno massello



5.4. Spaghetti Chart TO-BE

Osservando la Figura 44 e la Figura 45, sono riportate le due planimetrie su cui vengono identificati i nuovi flussi dei materiali successivamente al nuovo layout in modo da identificare univocamente i percorsi dei due prodotti. Ricordando il layout AS IS, i flussi che collegano le attività di lavorazione dei pannelli, sono rimasti pressoché simili rispetto alla nuova disposizione, così come i percorsi degli elettrodomestici e delle materie prime verso le prime lavorazioni. La nuova allocazione dei macchinari e degli strumenti nella zona centrale del fabbricato ha comportato una migliore distribuzione dei flussi di materiali legati alla composizione di tavolati e la lavorazione del legno massello in generale, andando a ridurre gli sprechi dovuti a percorsi eccessivamente lunghi. La posizione centrale della sega da banco e della troncatrice, strumenti di maggior uso, ha permesso di creare dei flussi di materiali molto più ordinati rispetto alla situazione attuale descritta dal layout AS IS, ottimizzando di conseguenza la produzione.

Non tutti i flussi però, sono stati semplificati ed ottimizzati. Nel dettaglio si tratta dell'isola dedicata alla carteggiatura, la quale nuova disposizione risulta essere maggiormente distante dalla produzione per esigenze di spazio, ma, in compenso, vengono semplificati gli spostamenti verso l'area di verniciatura.

Osservando la Figura 46, rappresentante la sovrapposizione dei flussi per la produzione della cucina in laminato e in massello è chiaro come vi siano ancora degli incroci dei flussi di materiali. La scelta di mantenerli è giustificata dal fatto che prodotti in legno massello sono sempre una richiesta più rara da parte del mercato. Pertanto, il flusso dominante è quello legato alla produzione di arredi partendo da pannelli in legno e la relativa organizzazione del layout si è basata maggiormente su tale.

5.5. Analisi benefici e limiti del RE-layout

In questa sezione sono riportati i dati relativi agli spostamenti dei materiali all'interno dello stabilimento. Come raffigurato nelle Tabella 1.a, Tabella 1.b e Tabella 2, sono riportati tutti i singoli spostamenti tra macchinari e/o isole che i materiali e i semilavorati percorrono durante le lavorazioni. I dati riportati sono raggruppati lungo le righe per semilavorato, individuando per ognuno le singole tratte che i componenti seguono durante la lavorazione. Per ogni tratta è definito il mezzo di trasporto, il numero di volte che il singolo pezzo percorre il percorso specifico ed il numero di pezzi che devono seguire tale tratta singolarmente. In questo modo si distinguono i componenti trasportati uno a uno da quelli in gruppo.

Definita la lunghezza della singola tratta, si calcola la lunghezza totale di essa sommando il numero di volte che viene percorsa. Prendendo come esempio pratico la tratta "bordatrice-bordatrice" per la creazione dei fondi, la distanza totale della tratta è definita moltiplicando la lunghezza della tratta "one way" (considerata ad una direzione, senza ritorno) per il numero di volte che il pezzo deve percorrerla (in questo caso due, che corrisponde al numero di lati da lavorare) ed infine, per il numero di pezzi da elaborare.

Altro dato fondamentale per l'analisi ed il successivo calcolo del tempo impiegato per percorrere le tratte è la velocità con cui i pezzi percorrono ogni singola tratta. Essa dipende strettamente dal mezzo di trasporto utilizzato. Per gli elementi di peso elevato, si utilizza il carrello elevatore, ipotizzando una velocità di 5km/h: il macchinario utilizzato dalla Bressano Mobili è in grado di raggiungere velocità maggiori, ma per motivi di sicurezza è limitato nelle aree coperte ad una velocità considerata a passo d'uomo. Per i carrelli manuali, si ipotizza una velocità che varia tra i 2 e i 3 km/h, dato che dipende dalla dimensione del carrello e di conseguenza della sua manovrabilità. Infine, per il trasporto manuale, si considera la velocità media di 3 km/h paragonabile ad una camminata normale.

Eseguendo una formattazione del foglio di calcolo, sono rimarcate per ogni riga le differenze di distanza e tempo che si ottengono confrontando il layout AS IS e il layout TO BE, evidenziando rispettivamente in verde ed in rosso ciò che viene ridotto ed aumentato.

Tabella 1.a: Dati cucina in massello.

Cucina in MASSELLO	Passaggi	mezzo di trasporto	Numero trasporti	pezzi	One way [km] AS IS	One way [km] TO BE	Distanza percorsa [Km] AS IS	Distanza percorsa [Km] TO BE	Delta Km parziali percorsi	Velocità trasporto [km/h]	Tempo [h] AS IS	Tempo [h] TO BE	Distanza totale [km] AS IS	Distanza totale [km] TO BE	Delta km percorsi	Tempo totale [h] AS IS	Tempo totale [h] TO BE	Delta tempo	
Pannello	Magazzino-sezionatrice	Carrello elevatore	1	3	0,006	0,005	0,017	0,014	-0,003	5	0,003	0,003	0,017	0,014	-0,003	0,003	0,003	-0,001	
Fondi, cieli, fianchi, facciate: trasporto condiviso su unico carrello	Sezionatrice-CNC	Carrello manuale	1	1	0,021	0,016	0,021	0,016	-0,005	3	0,007	0,005	0,035	0,037	0,002	0,012	0,012	0,001	
	Buffer CNC-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,014	0,021	0,014	0,021	0,007	3	0,005	0,007							
Fondi	CNC-bordatrice	Manuale	1	7	0,006	0,005	0,042	0,035	-0,007	3	0,014	0,012	0,162	0,131	-0,031	0,054	0,044	-0,010	
	Bordatrice-bordatrice	Manuale	2	7	0,005	0,005	0,074	0,074	0,000	3	0,025	0,025							
	Bordatrice-buffer	Manuale	1	7	0,007	0,003	0,046	0,022	-0,024	3	0,015	0,007							
Cieli	CNC-bordatrice	Manuale	1	6	0,006	0,005	0,036	0,030	-0,006	3	0,012	0,010	0,139	0,112	-0,027	0,046	0,037	-0,009	
	Bordatrice-bordatrice	Manuale	2	6	0,005	0,005	0,064	0,064	0,000	3	0,021	0,021							
	Bordatrice-buffer	Manuale	1	6	0,007	0,003	0,040	0,019	-0,021	3	0,013	0,006							
Fianchi	CNC-bordatrice	Manuale	1	20	0,006	0,005	0,120	0,100	-0,020	3	0,040	0,033	0,464	0,374	-0,089	0,155	0,125	-0,030	
	Bordatrice-bordatrice	Manuale	2	20	0,005	0,005	0,212	0,212	0,000	3	0,071	0,071							
	Bordatrice-buffer	Manuale	1	20	0,007	0,003	0,132	0,062	-0,069	3	0,044	0,021							
Facciate	CNC-bordatrice	Manuale	1	10	0,006	0,005	0,060	0,050	-0,010	3	0,020	0,017	0,338	0,293	-0,045	0,113	0,098	-0,015	
	Bordatrice-bordatrice	Manuale	4	10	0,005	0,005	0,212	0,212	0,000	3	0,071	0,071							
	Bordatrice-buffer	Manuale	1	10	0,007	0,003	0,066	0,031	-0,035	3	0,022	0,010							
Schiene	Sezionatrice-assemblaggio	Manuale	1	7	0,005	0,010	0,032	0,072	0,040	3	0,011	0,024	0,032	0,072	0,040	0,011	0,024	0,013	
Asse di taglio (per struttura)	Magazzino-sezionatrice	Carrello elevatore	1	1	0,009	0,009	0,009	0,009	0,000	5	0,002	0,002	0,023	0,023	0,000	0,006	0,006	0,000	
	Sezionatrice-sega nastro	Manuale	1	1	0,014	0,014	0,014	0,014	0,000	3	0,005	0,005							
Listelli di taglio (per struttura)	Sega nastro-scorniciatrice	Manuale	1	3	0,005	0,005	0,016	0,016	0,000	3	0,005	0,005	0,493	0,287	-0,206	0,164	0,096	-0,069	
	Scorniciatrice-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,021	0,024	0,021	0,024	0,003	3	0,007	0,008							
	Assemblaggio-sega da banco	Manuale	2	3	0,004	0,000	0,022	0,000	-0,022	3	0,007	0,000							
	Assemblaggio-troncatrice	Manuale	6	3	0,010	0,004	0,175	0,068	-0,107	3	0,058	0,023							
	Assemblaggio-troncatrice doppia	Manuale	4	5	0,013	0,009	0,259	0,179	-0,080	3	0,086	0,060							
Asse in noce	Magazzino-sezionatrice	Carrello elevatore	1	2	0,009	0,009	0,018	0,018	0,000	3	0,006	0,006	0,023	0,023	0,000	0,011	0,011	0,000	
	Sezionatrice-sega a nastro	Carrello manuale	1	1	0,014	0,014	0,014	0,014	0,000	3	0,005	0,005							

Tabella 1.b: Dati cucina in massello.

Tavolato in noce	Sega nastro-pialla	Carrello manuale	1	1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,000	3	0,001	0,001	0,093	0,079	-0,014	0,031	0,026	-0,005
	Pialla-toupie	Carrello manuale	1	1	0,015	0,013	0,015	0,013	-0,002	3	0,005	0,004						
	Toupie-presa	Carrello manuale	1	1	0,018	0,007	0,018	0,007	-0,010	3	0,006	0,002						
	Pressa-sega da banco	Carrello manuale	1	1	0,012	0,016	0,012	0,016	0,005	3	0,004	0,005						
	Sega da banco-calibratrice	Carrello manuale	1	1	0,012	0,013	0,012	0,013	0,002	3	0,004	0,004						
	Calibratrice-calibratrice	Manuale	2	1	0,006	0,006	0,011	0,011	0,000	3	0,004	0,004						
	Calibratrice-toupie	Carrello manuale	1	1	0,013	0,004	0,013	0,004	-0,009	3	0,004	0,001						
	Toupie-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,009	0,010	0,009	0,010	0,001	3	0,003	0,003						
Struttura ante in noce	sega nastro-scorniciatrice	Carrello manuale	1	1	0,005	0,005	0,005	0,005	0,000	3	0,002	0,002	0,066	0,054	-0,012	0,022	0,018	-0,004
	Scorniciatrice-tenonatrice/mortasatrice	Carrello manuale	1	1	0,015		0,015	0,000	-0,015	3	0,005	0,000						
	scorniciatrice-CNC	Carrello manuale	1	1		0,016	0,000	0,016	0,016	3	0,000	0,005						
	Tenonatrice/mortasatrice-CNC	Carrello manuale	1	1	0,009		0,009	0,000	-0,009	3	0,003	0,000						
	CNC-presa	Carrello manuale	1	1	0,025	0,024	0,025	0,024	-0,001	3	0,008	0,008						
	Pressa-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,012	0,009	0,012	0,009	-0,003	3	0,004	0,003						
Semi assemblato	Assemblaggio-carteggiatura	Carrello manuale	1	1	0,012	0,021	0,012	0,021	0,009	2	0,006	0,010	0,066	0,069	0,003	0,030	0,032	0,001
	Carteggiatura-verniciatura	Carrello manuale	1	1	0,015	0,008	0,015	0,008	-0,006	2	0,007	0,004						
	Verniciatura-stoccaggio asciugatura	Manuale	1	3	0,006	0,006	0,019	0,019	0,000	3	0,006	0,006						
	Stoccaggio asciugatura-imballaggio	Manuale	1	3	0,007	0,007	0,021	0,021	0,000	2	0,011	0,011						
Frigo	Magazzino-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,018	0,014	0,018	0,014	-0,004	3	0,006	0,005	0,048	0,043	-0,005	0,016	0,014	-0,002
	Assemblaggio-stoccaggio imballatura	Carrello manuale	1	1	0,031	0,030	0,031	0,030	-0,001	3	0,010	0,010						
Forno	Magazzino-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,018	0,014	0,018	0,014	-0,004	3	0,006	0,005	0,048	0,043	-0,005	0,016	0,014	-0,002
	Assemblaggio-stoccaggio imballatura	Carrello manuale	1	1	0,031	0,030	0,031	0,030	-0,001	3	0,010	0,010						
Lavastoviglie	Magazzino-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,018	0,014	0,018	0,014	-0,004	3	0,006	0,005	0,048	0,043	-0,005	0,016	0,014	-0,002
	Assemblaggio-stoccaggio imballatura	Carrello manuale	1	1	0,031	0,030	0,031	0,030	-0,001	3	0,010	0,010						
TOTALI													2,097	1,699	-0,398	0,706	0,575	-0,132

Tabella 2: Dati cucina in laminato.

Cucina in LAMINATO	Passaggi	mezzo di trasporto	Numero trasporti	pezzi	One way [km] AS IS	One way [km] TO BE	Distanza percorsa [Km] AS IS	Distanza percorsa [Km] TO BE	Delta km parziali percorsi	Velocità trasporto [km/h]	Tempo [h] AS IS	Tempo [h] TO BE	Distanza totale [km] AS IS	Distanza totale [km] TO BE	Delta Km percorsi	Tempo totale [h] AS IS	Tempo totale [h] TO BE	Delta tempo
Pannello	Magazzino-sezionatrice	Carrello elevatore	1	4	0,006	0,005	0,022	0,018	-0,004	5	0,004	0,004	0,022	0,018	-0,004	0,004	0,004	-0,001
Fondi, cieli, fianchi, facciate: trasporto condiviso su unico carrello	Sezionatrice-CNC	Carrello manuale	1	1	0,021	0,016	0,021	0,016	-0,005	3	0,007	0,005	0,035	0,037	0,002	0,012	0,012	0,001
	Buffer CNC-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,014	0,021	0,014	0,021	0,007	3	0,005	0,007						
Fondi	CNC-bordatrice	Manuale	1	7	0,006	0,005	0,042	0,035	-0,007	3	0,014	0,012	0,162	0,131	-0,031	0,054	0,044	-0,010
	Bordatrice-bordatrice	Manuale	2	7	0,005	0,005	0,074	0,074	0,000	3	0,025	0,025						
	Bordatrice-buffer	Manuale	1	7	0,007	0,003	0,046	0,022	-0,024	3	0,015	0,007						
Cieli	CNC-bordatrice	Manuale	1	6	0,006	0,005	0,036	0,030	-0,006	3	0,012	0,010	0,139	0,112	-0,027	0,046	0,037	-0,009
	Bordatrice-bordatrice	Manuale	2	6	0,005	0,005	0,064	0,064	0,000	3	0,021	0,021						
	Bordatrice-buffer	Manuale	1	6	0,007	0,003	0,040	0,019	-0,021	3	0,013	0,006						
Fianchi	CNC-bordatrice	Manuale	1	20	0,006	0,005	0,120	0,100	-0,020	3	0,040	0,033	0,464	0,374	-0,089	0,155	0,125	-0,030
	Bordatrice-bordatrice	Manuale	2	20	0,005	0,005	0,212	0,212	0,000	3	0,071	0,071						
	Bordatrice-buffer	Manuale	1	20	0,007	0,003	0,132	0,062	-0,069	3	0,044	0,021						
Facciate	CNC-bordatrice	Manuale	1	10	0,006	0,005	0,060	0,050	-0,010	3	0,020	0,017	0,338	0,293	-0,045	0,113	0,098	-0,015
	Bordatrice-bordatrice	Manuale	4	10	0,005	0,005	0,212	0,212	0,000	3	0,071	0,071						
	Bordatrice-buffer	Manuale	1	10	0,007	0,003	0,066	0,031	-0,035	3	0,022	0,010						
Schiene	Sezionatrice-assemblaggio	Manuale	1	7	0,005	0,010	0,032	0,072	0,040	3	0,011	0,024	0,032	0,072	0,040	0,011	0,024	0,013
Asse di tiglio (per struttura)	Magazzino-sezionatrice	Carrello elevatore	1	1	0,009	0,009	0,009	0,009	0,000	5	0,002	0,002	0,023	0,023	0,000	0,006	0,006	0,000
	Sezionatrice-sega nastro	Manuale	1	1	0,014	0,014	0,014	0,014	0,000	3	0,005	0,005						
Listelli di tiglio (per struttura)	Sega nastro-scorniciatrice	Manuale	1	3	0,005	0,005	0,016	0,016	0,000	3	0,005	0,005	0,509	0,288	-0,222	0,170	0,096	-0,074
	Scorniciatrice-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,021	0,024	0,021	0,024	0,003	3	0,007	0,008						
	Assemblaggio-sega da banco	Manuale	2	3	0,006	0,000	0,038	0,000	-0,038	3	0,013	0,000						
	Assemblaggio-troncatrice	Manuale	6	3	0,010	0,004	0,175	0,068	-0,107	3	0,058	0,023						
Assemblaggio-troncatrice doppia	Manuale	4	5	0,013	0,009	0,259	0,179	-0,080	3	0,086	0,060							
Semi assemblato	Assemblaggio-stoccaggio imballatura	Carrello manuale	1	1	0,031	0,030	0,031	0,030	-0,001	2	0,015	0,015	0,031	0,030	-0,001	0,015	0,015	0,000
Frigo	Magazzino-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,018	0,014	0,018	0,014	-0,004	3	0,006	0,005	0,048	0,043	-0,005	0,016	0,014	-0,002
	Assemblaggio-stoccaggio imballatura	Carrello manuale	1	1	0,031	0,030	0,031	0,030	-0,001	3	0,010	0,010						
Forno	Magazzino-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,018	0,014	0,018	0,014	-0,004	3	0,006	0,005	0,048	0,043	-0,005	0,016	0,014	-0,002
	Assemblaggio-stoccaggio imballatura	Carrello manuale	1	1	0,031	0,030	0,031	0,030	-0,001	3	0,010	0,010						
Lavastoviglie	Magazzino-assemblaggio	Carrello manuale	1	1	0,018	0,014	0,018	0,014	-0,004	3	0,006	0,005	0,048	0,043	-0,005	0,016	0,014	-0,002
	Assemblaggio-stoccaggio imballatura	Carrello manuale	1	1	0,031	0,030	0,031	0,030	-0,001	3	0,010	0,010						
TOTALI													1,900	1,508	-0,392	0,634	0,504	-0,130

Riassumendo i dati ottenuti, nella Tabella 1.b si osserva che, per la costruzione di una cucina in legno massello nella situazione attuale occorrono circa 2097 metri di trasporto ed un tempo di 0,706 h, ovvero 42 minuti. Con la nuova disposizione dei macchinari, la distanza viene ridotta del 19,0% a circa 1700 metri, guadagnando circa 8 minuti a commessa solo sui trasporti. Analogamente accade per la costruzione della cucina in laminato, a cui vengono eliminati circa 392 metri di percorso dagli iniziali 1900m, corrispondente ad una riduzione del 20,6%, comportando un risparmio di tempo di circa 8 minuti a prodotto.

Osservando la nuova situazione da un livello maggiore, più generico, oltre alla riduzione delle distanze percorribili dai materiali, il quale comporta un miglioramento per l'efficienza operativa, si hanno numerosi vantaggi. Si ottiene un layout più efficiente, poiché contribuisce a ridurre i costi operativi minimizzando gli sprechi di tempo ed ottenendo risparmi significativi sul lungo termine. Come mostrato negli Spaghetti Chart nei paragrafi precedenti, non si tratta solo di ridurre le distanze tra le lavorazioni, ma di creare dei flussi di materiali ed informazioni ordinati i quali permettono di salvaguardare spazi ed eliminare le zone sovraffollate. Un buon flusso di lavoro favorisce la riduzione dei tempi morti, di attesa che non generano valore e, dal punto di vista del cliente in contesti di commercio al dettaglio, facilita la comprensione dei processi produttivi e semplifica l'interfaccia cliente – personalizzazione del prodotto.

La generazione di un layout ad isole quasi concentriche al fulcro del processo produttivo, nello specifico il centraggio dell'isola d'assemblaggio, favorisce anche la flessibilità dell'azienda nel creare prodotti differenti senza eccessivi ritardi nella produzione. Nel dettaglio, la centralità di alcuni macchinari, permette di non rallentare la produzione di differenti prodotti, come nel caso degli elementi in massello. Le loro lavorazioni, seppur sempre più rare, non vanno dimenticate, ma annesse nell'intorno delle lavorazioni principali.

Un fattore influenzante di molte scelte è il concetto di flessibilità della linea produttiva: le risorse devono adattarsi rapidamente ed efficientemente al tipo di commessa cosicché le specifiche esigenze vengano soddisfatte. Questo concetto comporta tanti vantaggi sul fronte dell'ottimizzazione e riduzione degli sprechi, ma allo stesso tempo nasconde dei limiti. Uno di essi è legato alla posizione dei macchinari maggiormente utilizzati, tipicamente quelli atti a svolgere più lavorazioni differenti. La loro posizione deve risultare il più centrale possibile in modo da essere facilmente raggiungibile dalle diverse

lavorazioni precedenti e questo comporta inevitabilmente la presenza di flussi sovrapposti ed intrecciati.

Durante lo studio della disposizione delle risorse ottimale sono state definite delle proposte di layout su cui è fondamentale elaborare una comparazione delle stesse.

A partire dalla base dati a disposizione e dall'applicazione dei metodi ritenuti più opportuni che è stato possibile implementare, si arriva alla definizione di differenti alternative. Esse possono essere confrontate mediante una lista di pro e contro oppure attraverso analisi non puramente qualitative. In particolar modo si è distinta una versione, quella raffigurata in Figura 47. A primo impatto, con dati alla mano, risulta la migliore dal punto di vista della riduzione degli sprechi, ma, analizzandola con un occhio più critico, vengono messi in luce tutte le maggiori criticità.

La disposizione segnata dal colore verde, rispetto a quella del layout TO BE rappresentata dal colore giallo, comporta una riduzione dei flussi di materiale pari al 22,69% e 20,22% rispettivamente per i prodotti in laminato ed in massello. Metricamente le percentuali si traducono in un risparmio di 431 e 424 metri per i due flussi, valori nettamente migliori rispetto a quelli ottenuti per il layout TO BE scelto. Questa versione, tuttavia, è stata scartata in quanto non rispetta i canoni di flessibilità e quindi, rischia di rallentare altre lavorazioni di altri prodotti. Di seguito sono esplicitati i motivi. La scelta di arretrare la bordatrice rispetto alla macchina CNC risulta vincente per quanto riguarda la riduzione nelle distanze all'area di assemblaggio, ma non facilita l'operatore nelle attività di scarico e carico del materiale tra i macchinari. Si tratta di una riduzione di efficienza e di flessibilità, in quanto, nel caso in cui è richiesta la supervisione dell'operaio durante la bordatura, esso si troverà ad una distanza maggiore. Discorso analogo è legato alle presse, in quanto nella posizione attuale risultano più vicine alle operazioni successive, risparmiando sulle distanze, ma, in particolare la pressa per il telaio dell'anta (quella più a sud) viene anche utilizzata per creare degli scatolati ovvero componenti semiassemblati. Di conseguenza, questa operazione deve essere eseguita nei pressi dell'area d'assemblaggio per permettere la facile reperibilità delle componenti da assemblare.

Ulteriore limite è legato ai condotti di aspirazione delle polveri, vincolante per lo spostamento radicale di alcuni macchinari, ad esempio la calibratrice, in quanto richiede una modifica invadente e non economica dell'attuale ramificazione dei tubi.

Nell'effettuare uno studio completo per definire un nuovo layout efficiente ed ottimizzato è quindi necessario considerare una moltitudine di fattori legati anche al contesto economico.

Per rendere reale tale decisione occorrono delle figure professionali esterne all'azienda, in particolare si necessita di elettricisti ed operatori specializzati per lo spostamento di alcuni macchinari ed i relativi condotti.

Di seguito vengono stilati una serie di costi legati ai miglioramenti stimati di apportare allo stabilimento indicati nella Figura 48. All'interno della lista, oltre ai costi delegati al re-layout dell'impianto produttivo, sono riportati una serie di interventi da eseguire seguendo le linee guida della Lean Production.

RIASSUNTO INVESTIMENTI		PREVENTIVATO
A)	IMBIANCATURA	€ 2.000,00
B)	PAVIMENTO 10 mm	€ 20.380,00
C)	BANCHI LAVORO	€ 2.560,00
D)	SPOSTAMENTI MACCHINARI E MODIFICHE IMPIANTI	€ 2.572,00
E)	ARMADI MAGAZZINO	€ 2.496,80
F)	LAVORI ADEGUAMENTO ANTINCENDIO GIA' DEFINITI	€ 5.500,00
G)	CABINA VERNICIATURA	€ 10.000,00
H)	BRACCIO CARICO PANNELLI	€ 8.500,00
I)	RITORNO PEZZI BORDATRICE	€ 12.500,00
L)	MODIFICHE VARIE IMPIANTO ELETTRICO	€ 1.500,00
		€ 68.008,80

Figura 48: Riassunto costi preventivati.

Infatti, come già citatto, lo scopo di questa logica non si limita all'ottimizzazione della produzione, ma pone un occhio di riguardo anche al contesto lavorativo.

Nel dettaglio, le voci C, D, G, H, I, ed L sono legate ai miglioramenti definiti in precedenza, ovvero l'introduzione di nuovi macchinari e strumenti, più la nuova

organizzazione del layout con tutti i costi annessi, mentre le restanti voci si riferiscono alla creazione di un ambiente sicuro, ordinato, motivante e di facile accesso.

Analizzando più nel dettaglio voce per voce:

- A. *Imbiancatura* delle pareti: per rendere l'ambiente di lavoro più ordinato e pulito visivamente, si è deciso di pitturare le principali pareti dando così l'impressione di entrare in un ambiente del tutto nuovo. Per tale operazione si stimano i seguenti costi:

** preventivo	m ²	200		€ 1.200,00
** pulizia pareti /soffiatura tubi alti e capriate /pulizia generale				€ 800,00
			TOTALE	€ 2.000,00

- B. *Pavimento 10mm*: attualmente gli operai lavorano su un battuto di cemento che ormai ha svolto la sua funzione e necessita quindi di essere sostituito. Una soluzione che non implichi un fermo produttivo per via di tempi asciugatura, è l'applicazione di piastrelle di materiale apposito per agevolare gli spostamenti di carrelli e personale all'interno dello stabilimento. Tale miglioramento richiede costi stimati pari a:

			Costo unitario			
** fortelock 10 mm	AREA PRODUTTIVA	670 mq	m ²	670	€ 26,50	€ 17.755,00
** spese trasporto						€ 1.150,00
** levigatura grossolana		12	ore		€ 17,00	€ 204,00
** stuccatura pavimento						€ 200,00
** pulizia		20	ore		€ 17,00	€ 340,00
** montaggio pavimento		23	ore		€ 17,00	€ 391,00
** spostamenti		20	ore		€ 17,00	€ 340,00
		TOT ORE	75		TOTALE	€ 20.380,00
			Costo unitario			
** STRUTTURA FERRO		5	ore		€ 160,00	€ 800,00
** VERNICIATURA		5	ore		€ 50,00	€ 250,00
** TOP MULTISTRATO PIOPPO 25		2	ore		€ 145,00	€ 290,00
** RUOTE		5	ore		€ 44,00	€ 220,00
** CASSETTO E VARIE		5	ore		€ 200,00	€ 1.000,00
		TOT ORE	25		TOTALE	€ 2.560,00

- C. *Banchi di lavoro*: come già citato si introducono dei nuovi banchi di lavoro su ruote. Il costo stimato della loro realizzazione è legato alle seguenti voci:

D. *Spostamento macchinari e modifica impianti*: racchiude tutti i costi necessari per poter spostare i macchinari nelle nuove posizioni. Non tutti i macchinari possono essere spostati in autonomia, alcuni richiedono l'intervento di ditte esterne. I costi comprendono:

				Costo unitario materiale	Costo unitario personale	
** INTERNI CON AVANZI DI PRODUZIONE						
** ESTERNI NOBILITATO A SCELTA	n.ro	2	€	5,82	€ 12,00	€ 139,68
** FERRAMENTA CERNIERE - PIEDINI - MANIGLIE						€ 250,00
** LAVORO	ore	50			€ 17,00	€ 850,00
** PANNELLI NOBILITATO A COPRIRE PARETI"PARATIA" H240	n.ro	8	€	5,82	€ 12,00	€ 558,72
** PANNELLI NOBILITATO A COPRIRE PARETI CABINA VERNICIATURA H280 E ANTE MAGAZZINO COLORI E MATERIALI	n.ro	10	€	5,82	€ 12,00	€ 698,40
					TOTALE	€ 2.496,80

E. *Armadi magazzino*: elementi aggiuntivi per creare ordine per quanto riguarda l'immagazzinamento di ferramenta di piccole e medie dimensioni. Il loro inserimento permette anche un maggior controllo delle scorte. Il loro costo stimato è dato da:

** PRATICA E AGGIORNAMENTI					TOTALE	€ 5.500,00
----------------------------	--	--	--	--	---------------	-------------------

F. *Lavori adeguamento antincendio*: costi necessari, al di fuori del lavoro di tesi. La loro presenza è legata all'ottimizzazione del breve periodo di fermo produttivo, di modo da non sprecare tempi. Il loro costo stimato è:

G. *Cabina verniciatura*: per migliorare l'efficienza e la salubrità della cabina di verniciatura si è deciso di sostituire i filtri del condotto pressurizzato con delle versioni più performanti. Il loro costo:

** NUOVO BLOCCO FILTRI					TOTALE	€ 10.000,00
------------------------	--	--	--	--	---------------	--------------------

H. *Braccio carico pannelli*: come già citato, l'introduzione di un sollevatore a depressione migliorerebbe l'efficienza produttiva. Il suo costo stimato è pari a:

** BRACCIO PORTA PANNELLI CARICATORE SEZIONATRICE					TOTALE	€ 8.500,00
---	--	--	--	--	---------------	-------------------

I. *Ritorno pezzi bordatrice*: come già citato, per migliorare la produttività e l'efficienza della

				Costo unitario	
** SPOSTAMENTO SEZIONATRICE E MODIFICA ASPIRAZIONE sezionatrice/bordatrice				Ditta esterna	€ 1.300,00
** RITORNO PEZZI PER BORDATRICE MOTORIZZATO				TOTALE	€ 12.500,00
** SPOSTAMENTO TUPIE E MODIFICA IMPIANTO	ore	8	€	17,00	€ 136,00
** SPOSTAMENTO SPAZZOLATRICE E MODIFICA IMPIANTO	ore	8	€	17,00	€ 136,00
** SPOSTAMENTO SEZIONATRICE PICCOLA E MODIFICA IMPIANTO					€ 500,00
	TOT ORE	26	TOTALE		€ 2.572,00

bordatura, si punta all'acquisto di un nastro trasportatore per un prezzo stimato di:

L. *Modifiche varie impianto elettrico*: modifiche dovute alla movimentazione dei macchinari, i quali richiedono nuovi cablaggi alla rete elettrica. Per tale lavorazione si richiede l'intervento di una ditta esterna, stimando un costo di:

** MODIFICHE DI COLLEGAMENTI , VARIE				TOTALE	€	1.500,00
--------------------------------------	--	--	--	--------	---	----------

Osservando i dati appena citati, si stima di spendere circa 68.000€ in migliorie per la produzione, cifra che attualmente sfora il budget annuale prestabilito, diventando così un limite da gestire.

6. CONCLUSIONI

Considerando gli argomenti fin qui esaminati, è possibile formulare le conclusioni che costituiranno la base per le prossime azioni dell'azienda. Questo capitolo sintetizza i vantaggi ottenuti e mette in luce tutti i limiti riscontrati durante la redazione dell'elaborato, al fine di ottenere una panoramica completa e trasparente della situazione.

6.1. Benefici portati dal lavoro di tesi

L'applicazione dei concetti della Lean Production all'azienda dal punto di vista produttivo ha portato benefici sull'organizzazione e sull'efficienza dell'intero reparto dedicato alla produzione. In primo luogo, sono stati analizzati gli aspetti legati alla riduzione degli sprechi da molteplici fronti. Sono stati condotti principalmente studi per eliminare percorsi inutili e ridondanti agendo sulla disposizione del layout produttivo, fattore che comporta una migliore visualizzazione della produttività, rendendola più efficiente ed ottimizzata. L'introduzione della Lean Production nello stabilimento non deve limitarsi ad aspetti puramente numerici, ma deve estendersi al livello superiore, diventando un concetto che ogni singolo operaio apprende come parte della sua mentalità quotidiana. Il punto centrale è quindi informare e formare il personale affinché possa creare prodotti di perfetta qualità, ottimizzando al massimo l'utilizzo delle risorse.

Per rendere questo concetto chiaro e solido, è necessario partire dalle operazioni di base, come il sezionamento dei pannelli; infatti, nel caso di un'altra commessa che richieda lo stesso materiale, è consigliabile tagliare in anticipo tutti i componenti necessari, inclusi quelli per la commessa successiva, al fine di ottimizzare l'utilizzo delle macchine ed estrarre il materiale dal magazzino una sola volta, evitando sprechi di tempo.

Per quanto riguarda la gestione delle commesse, la Lean Production favorisce un'identificazione chiara delle fasi e delle figure principali coinvolte. Oltre a definire un piano delle commesse, che rappresenta una sorta di calendario in cui si dà priorità alle richieste dei clienti, è necessario individuare i responsabili delle commesse, in modo da attribuire maggiore responsabilità agli operai e ridurre la dipendenza dal capo produzione per ogni commessa.

Il presente elaborato deve quindi svolgere una funzione di contributo alla conoscenza e alla formazione, al fine di contribuire allo sviluppo e al rafforzamento delle competenze interne considerato come valore aggiunto agli occhi dei concorrenti e clienti. Questo

concetto è ormai alla base di ciò che costituisce il vantaggio competitivo, ovvero la capacità di una azienda di offrire dei prodotti o dei servizi qualitativamente migliori ad un costo competitivo. Una azienda efficiente ed ottimizzata dal punto di vista produttivo, seguendo la Lean Production, permette di eliminare gli sprechi e le perdite di tempo, i quali si traducono in una riduzione dei costi di sviluppo e costi fissi, creando la possibilità di avere maggiori guadagni o competere con dei prezzi accattivanti.

È un percorso costoso non solo dal punto di vista economico, ma anche nell'accettare certi cambiamenti, che non è mai facile, soprattutto per chi "ha sempre fatto così". Ed è qui che è importante identificare le possibilità future quali ridurre i costi ed aumentare i guadagni, permettendo così la possibilità di intraprendere decisioni per migliorare ulteriormente l'aspetto produttivo. Un maggiore budget, se correttamente investito, consente l'acquisto di nuovi macchinari e di nuovi sistemi per migliorare la gestione delle commesse, monitorando i costi e consentendo quindi di applicare la Lean Production più nel dettaglio in ogni singola fase.

6.2. Limiti della tesi

In questo paragrafo sono definiti i principali limiti riscontrati durante la stesura dell'elaborato, limiti legati ad aspetti non trattati e a concetti complessi per essere riportati a livello grafico e numerico. In particolare, l'analisi dell'elaborato di tesi si è focalizzata sulla riduzione degli sprechi dal punto di vista dei trasporti di materiale all'interno dello stabilimento, concetto esprimibile numericamente. Questi miglioramenti a loro volta hanno portato un cambiamento nel modo in cui le commesse vengono gestite, favorendo la maggiore efficienza e ottimizzazione delle risorse. Tuttavia, non tutti i concetti risultano facilmente esprimibili in quanto richiedono la definizione ed il monitoraggio di dati e relativi indicatori non direttamente confrontabili con gli attuali valori in quanto, ad oggi, risultano solamente stimabili e non rilevabili. Nel caso specifico, la definizione di una maggiore efficienza ed ottimizzazione del layout produttivo non si possono limitare alla riduzione delle tempistiche di trasporto, ma vanno aggiunti parametri per definire numericamente i miglioramenti della manifattura, quindi, quanto tempo si va a risparmiare per commessa munendosi, appunto, di un layout ottimizzato dal punto di vista produttivo. Questi valori non sono stimabili in maniera immediata e conviene monitorare per un determinato lasso di tempo o per un numero definito di commesse le nuove tempistiche di realizzazione di un prodotto.

Tuttavia, tale monitoraggio non è effettuabile, in quanto la nuova disposizione del layout produttivo non è ad oggi ancora stata adottata in Bressano Mobili.

Un'ulteriore difficoltà è legata alla definizione dei tipi di prodotto commissionabili. Bressano Mobili, trattandosi di una azienda artigianale di arredamento su misura, non fornisce una serie di prodotti standard, ma garantisce per ogni tipologia di cliente un prodotto personalizzato nelle dimensioni, nel colore, nel materiale e nei componenti. Questo concetto è un fattore caratterizzante, un valore aggiunto che permette di emergere rispetto ai principali competitors nel settore, ma d'altro canto, da un punto di vista analitico è difficile analizzare e definire delle categorie univoche di prodotti. Per produrre un elaborato dettagliato, occorre raggruppare più commesse possibili nelle categorie cucina, zona notte, zona giorno e bagno e successivamente definirne una media di componenti lavorabili. Per eseguire tale operazione è richiesta una mole di tempo non disponibile al fronte delle tempistiche dedicate; pertanto, si è deciso di analizzare due prodotti maggiormente commissionati, basandosi sul fatto che qualunque commessa, a seconda del materiale scelto, segue generalmente lo stesso processo produttivo e le stesse lavorazioni.

Un terzo limite è incentrato sui costi portati dall'introduzione della Lean Production: non si tratta solo di cambiare mentalità, ma di apportare modifiche, anche sostanziali, all'intero stabilimento, modifiche che richiedono l'impiego di denaro e tempo per poter essere svolte al meglio e a regola d'arte. Tali operazioni riguardano lo spostamento dei macchinari con il relativo allacciamento ai servizi, quali elettricità ed aspirazione forzata delle polveri ed il tempo richiesto agli operai per riordinare lo stabilimento, tempo impiegabile per eseguire attività incentrate sulla produzione ed esecuzione delle commesse.

Come la maggior parte delle piccole imprese, non si dispone di un vasto budget interamente dedicabile al miglioramento del reparto produttivo; pertanto, si è obbligati a compiere delle scelte. La priorità con cui viene deciso quale miglioramento detiene la precedenza nell'essere eseguito è legata all'analisi costi-benefici ovvero stabilire e confrontare i vantaggi ottenibili dall'ipotetico costo sostenuto con l'obiettivo di acquisire maggiori benefici rispetto ai costi. Questo è un limite abbastanza rilevante, in quanto per essere innovativi e sempre aggiornati è necessario fare degli investimenti, spesso andando in opposizione con quella che è la cassa dell'azienda, limitando così gli effetti.

6.3. Passi futuri

In conclusione, partendo dai limiti appena osservati è possibile definire una serie di passi e fasi per l'implementazione di quanto studiato all'interno del flusso lavorativo della ditta. Attualmente Bressano Mobili è nella fase "as is" rappresentata nel capitolo 4, ma si sta già organizzando per avviare le prime modifiche, con l'obiettivo di determinare quali siano le più prioritarie rispettando i limiti definiti.

Uno dei vincoli preponderanti è il costo che si stima di dover affrontare per apportare tutti i miglioramenti per cui, per ovviare a questo problema, occorre definire delle priorità, filtrando così i costi e suddividendoli in più periodi temporali.

La prima attività eseguibile è il riposizionamento dei macchinari, seguendo il layout to be individuato nel capitolo 5. La movimentazione di essi è eseguibile internamente sfruttando la manodopera degli operai ed il carrello elevatore per sollevare e spostare la risorsa. Non tutti tali strumenti possono essere posizionati senza essere successivamente tarati secondo degli specifici parametri ed è quindi necessario contattare delle figure professionali per tali operazioni. Nel dettaglio si individua l'azienda Bausola S.r.l. [29], da anni fornitore e manutentore di strumenti per la lavorazione del legno, la quale nutre notevole esperienza per la maggior parte degli apparecchi presenti nel reparto produttivo di Bressano Mobili.

Altro futuro acquisto nel breve periodo è il braccio sollevatore a depressione per i pannelli, strumento essenziale per agevolare le attività di carico e scarico dei pannelli dalla sezionatrice. Per ottenere maggiori dettagli tramite la preventivazione del prodotto, ci si affida a Bausola S.r.l., fornitore precedentemente citato.

Per ottimizzare i tempi e sfruttare lo spostamento dei macchinari dai muri, si potrebbero avviare le operazioni di verniciatura delle pareti, operazione che richiede tempo in quanto le superfici vanno preparate prima di poter applicare il nuovo strato di colore, ovvero occorre eseguire operazioni di pulizia e scrostatura da polveri e depositi del tempo.

Altri investimenti rilevanti sono la sostituzione di tutti i banchi di lavoro con delle versioni definitive rispetto a quelli attualmente in uso, i quali sono dei prototipi e la costruzione di armadi per lo stoccaggio della ferramenta e della minuteria utile per le fasi di assemblaggio e montaggio.

Infine, sono da considerare anche le spese per l'aggiornamento dei sistemi di prevenzione e protezione antincendio, costi necessari per l'adeguamento alle nuove normative sulla sicurezza.

Riassumendo, nella Figura 49 vengono elencati tutti gli investimenti precedentemente preventivati per essere sostenuti nel breve periodo. Come si può notare, non tutti presentano un costo, simboleggiando per tanto il fatto di non essere prioritari per l'esecuzione immediata. Questi costi provengono dal brainstorming effettuato per individuare le criticità nel paragrafo 4.4, problematiche che hanno prezzo per poter essere risolte. Nel dettaglio questi investimenti sono stati valutati in base alla disponibilità economica dell'azienda e alla priorità che essi detengono.

In questa fase di transazione dalla condizione "as is" alla "to be" è ottimale l'uso di un sistema di monitoraggio delle prestazioni sfruttando dei parametri chiave, come la misurazione dei tempi effettivi di produzione, risultano utili per definire effettivamente quali siano le differenze tra i due scenari.

RIASSUNTO INVESTIMENTI		APPROVATO
A)	IMBIANCATURA	€ 2.000,00
B)	PAVIMENTO 10 mm	€ -
C)	BANCHI LAVORO	€ 2.560,00
D)	SPOSTAMENTI MACCHINARI E MODIFICHE IMPIANTI	€ 2.242,00
E)	ARMADI MAGAZZINO	€ 2.496,80
F)	LAVORI ADEGUAMENTO ANTINCENDIO GIA' DEFINITI	€ 5.500,00
G)	CABINA VERNICIATURA	€ -
H)	BRACCIO CARICO PANNELLI	€ 8.500,00
I)	RITORNO PEZZI BORDATRICE	€ -
L)	MODIFICHE VARIE IMPIANTO ELETTRICO	€ 1.500,00
		€ 26.398,80

Figura 49: Riassunto investimenti approvati.

Attualmente, per ottenere un riscontro tra le ore preventivate e quelle realmente impiegate per ogni commessa si utilizza un foglio di calcolo in grado di definire, rispetto ad un monte ore teorico, come vengono allocate le ore di produzione degli operai.

Grazie a questo documento è possibile notare il cambiamento di prestazione osservando il parametro “tempo” impiegato per la realizzazione di commesse simili eseguite prima e dopo l’applicazione dei concetti di Lean Production.

Questo sistema è un’ottima base sia informativa che formativa per poter essere implementata da sistemi MRP opportunatamente dimensionati, ovvero un software per la pianificazione della produzione, il monitoraggio degli stock di materiali, la gestione degli ordini di acquisto e la sincronizzazione dei tempi di produzione.

Sfruttando questi miglioramenti, Bressano Mobili è in grado di acquisire un valore aggiunto nella la produzione, una caratteristica di rilievo nell’ambito della concorrenza sempre più agguerrita.

BIBLIOGRAFIA

Christopher, M. (2000), "The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets, Industrial Marketing Management", Volume 29, Capitolo 1, pag. 37-44, in dspace.lib.cranfield.ac, gennaio 2000.

Ciappei, C., Surchi, M. (2010), "Cultura. Economia & Marketing", Firenze University Press, pag 43.

Confartigianato (13 novembre 2017), "EUROPA: Confartigianato porta l'artigianato 4.0 al Parlamento Ue", in Confartigianato.it

Digitalcoach (16 gennaio 2020), "Artigianato 4.0 cos'è e come cambia il futuro del Made in Italy", in digital-coach.com

iWOLM (2014), "Lean production e flessibilità", 18 Febbraio, in iWolm.com

LogisticaEfficiente (2015), "Il ri-layout in ottica "lean" - Un Case History M&IT", 29 gennaio, in logisticaefficiente.it

Michalska J., Szewieczek D. (2007), "The 5S methodology as a tool for improving the organization", in «Journal of achievements in materials and manufacturing engineering», pag. 211-214.

Scodanibbio, C. (2017), "Lean Manufacturing - Produzione Snella", 5 maggio, in Scodanibbio.com

Womack J.P., Jones D.T., Roos D. (1997), "Lean thinking – banish waste and create wealth in your corporation", in «Journal of the Operational Research Society», pag. 48.

Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D. (1991), "The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production, Harper Collins".

Swan, E. (2020), "Value Stream Map", in GoLeanSigma.com

Make Consulting, "Metodo Kanban: cos'è e quali benefici può ottenere la tua azienda", in make-consulting.it

Bezzi C, Baldini I. (2006), "Il brainstorming: pratica e teoria", FrancoAngeli

SITOGRAFIA

- [1] https://www.digital-coach.com/it/blog/case-histories/artigianato-4-0/#Che_cose_lartigianato_40_Artigianato_4.0_Cos'è_e_come_cambia_il_futuro_del_Made_in_Italy
- [2] <https://www.insidemarketing.it/glossario/definizione/lean-production/>
- [3] <https://www.make-consulting.it/lean-production/> Lean Production cos'è e perché è fondamentale per una PMI oggi
- [4] https://thesis.unipd.it/bitstream/20.500.12608/26988/1/Milani_Davide_1134546.pdf
- [5] <https://kanbanize.com/it/lean-management-it/valore-spreco/7-sprechi-lean>
- [6] <https://www.atlassian.com/continuous-delivery/principles/value-stream-mapping>
- [7] <https://fischerconsulting.it/wp-content/uploads/2021/05/Spaghetti-Chart.jpg>
- [8] <https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/supply-chain/spaghetti-charts.html>
- [9] <https://meetheskilled.com/tecnica-5-whys/>
- [10] <https://www.make-consulting.it/metodo-kanban/#:~:text=Il%20metodo%20Kanban%20%C3%A8%20il,a%20iniziare%20il%20processo%20produttivo.>
- [11] <https://www.make-consulting.it/metodo-kanban/>
- [12] <https://www.easylean.it/343/Cellular-Manufacturing-%96-maggiore-produttivit%E0-con-meno-sprechi>
- [13] <https://www.atlassian.com/it/agile/manifesto>
- [14] https://www.digital-coach.com/it/blog/case-histories/artigianato-4-0/#Internet_of_Things
- [15] <https://www.tasksrl.it/it/blog/industria-40-applicata-al-settore-dellarredamento-n20>
- [16] <https://www.educazionetecnicaonline.com/2011/12/13/pannelli-di-legno/#due>
- [17] <https://www.agrieuro.com/transpallet-c-1405.html>
- [18] <https://www.marketcompensati.it/>
- [19] <https://www.salomonecompensati.it/>
- [20] <https://www.segheriabaravalle.com/>
- [21] <https://www.inelpispa.it/>
- [22] <https://www.wuerth.it/azienda/>
- [23] <https://www.schmalz.com/it/sollevatori-a-vuoto-e-sistemi-gru/dispositivi-di-sollevamento-a-vuoto-vacumaster/vacumaster-wood-363183/>

[24] <https://italian.alibaba.com/product-detail/edge-bander-machine-automatic-with-belt-1600498301100.html>

[25] <https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/34432387>

[26] <https://www.encob.net/blog/2011/09/08/cosa-e-una-famiglia-di-prodotti/>

[27] <https://blog.rw-italia.it/movimentazione-materiali-linee-trasporto>

[28] <https://www.stef.it/cos-e-logistica-e-perche-e-importante>

[29] <https://bausola.com/>

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Schema MUDA con 7 tipologie e relativi esempi raffiguranti [4]	4
Figura 2: Principi Lean Production [2].....	7
Figura 3: Esempio Value Stream Map [6].....	8
Figura 4: Esempio di Spaghetti Chart [7].....	11
Figura 5: Esempio disposizione a "U" in una cella [12].....	15
Figura 6: Maurizio e Michele Bressano nello stabilimento del 1956	19
Figura 7: Negozio con esposizione e capannone durante la fase di completamento. ...	21
Figura 8: La vecchia, la nuova e la futura generazione di Bressano Mobili.	22
Figura 9: Dettaglio pannello in laminato bianco	24
Figura 10: A sinistra il pannello in compensato, al centro il pannello in listellare e a sinistra il pannello in MDF	25
Figura 11: FLOW CHART Cucina in laminato.	27
Figura 12: Dettaglio giuntura "finger joint"	28
Figura 13: Esempio di un semilavorato in fase di assemblaggio.	30
Figura 14: FLOW CHART Cucina in massello.....	32
Figura 15: Sezionatrice con sega circolare.....	33
Figura 16: Sezionatrice per pannelli.	33
Figura 17: A sinistra sega a nastro, a destra: pressa per pannelli, pressa per tavolati e pressa per ante.....	34
Figura 18: A sinistra la pialla classica e la pialla a spessore, mentre a destra la scorticatrice con in aggiunta una foto di dettaglio dei suoi taglienti.	34
Figura 19: A sinistra la mortasatrice e a destra la tenonatrice.....	35
Figura 20: A sinistra la bordatrice Elwood KS4600, mentre a destra la Casolin F45, macchina toupie affiancata da una serie di frese	35
Figura 21: A sinistra la sega da banco Astra Digit NT, mentre a destra la calibratrice.	36
Figura 22: Rispettivamente da sinistra verso destra la trocatrice, la carteggiatrice a nastro e la spazzolatrice.....	37
Figura 23: Check list per la determinazione dei vari componenti del prodotto.....	39
Figura 24: Pianta e viste frontali.	40
Figura 25: Bill of Material cucina in laminato	41
Figura 26: Bill of Material cucina in massello.....	41
Figura 27: Layout AS IS Bressano Mobili	43

Figura 28: Layout produttivo	44
Figura 29: Disposizione delle isole	47
Figura 30: Carrello elevatore Linde P-20 EVO	49
Figura 31: Prototipo carrello a spinta manuale	50
Figura 32: Transpallet [17].....	50
Figura 33: Value Stream Map cucina in laminato.	53
Figura 34: Value Stream Map cucina in massello.....	54
Figura 35: Spaghetti Chart cucina in massello	56
Figura 36: Spaghetti Chart cucine in massello	57
Figura 37: Spaghetti Chart.	58
Figura 38: Layout To Be	68
Figura 39: Layout attuale sovrapposto al layout futuro.	69
Figura 40: Sollevatore a depressione [23].....	70
Figura 41: Configurazione bordatrice con nastro trasportatore [24].....	70
Figura 42: Value Stream Map To Be cucina in laminato.....	73
Figura 43: Value Stream Map cucina in legno massello.....	74
Figura 44: Spaghetti Chart cucina in massello	76
Figura 45: Spaghetti Chart cucina in laminato.....	77
Figura 46: Spaghetti Chart TO BE.....	78
Figura 47: Layout produttivo scartato.	85
Figura 48: Riassunto costi preventivati.....	86
Figura 49: Riassunto investimenti approvati.....	94

